



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



# **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

## **Dissertação de Mestrado**

**Campina Grande  
Paraíba**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**ADUBAÇÃO N P K NO COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DA MAMONA  
CULTIVAR BRS 149 NORDESTINA EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**DIVA LIMA DE ARAÚJO**

---

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2010**

**DIVA LIMA DE ARAÚJO**

**ADUBAÇÃO N P K NO COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DA MAMONA  
CULTIVAR BRS 149 NORDESTINA EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (Área de concentração em Irrigação e Drenagem, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, em cumprimento às exigências para obtenção de título de Mestre em Engenharia Agrícola).

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2010**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A663 Araújo, Diva Lima de.

Adubação NPK no comportamento agrônômico da mamona cultivar BRS 149 nordestina em ambiente protegido / Diva Lima de Araújo. — Campina Grande, 2010.

63 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lúcia Helena Garófalo Chaves.

Referências.

1. Plantas Oleaginosas. 2. Mamoneira - *Ricinus communis* L. 3. Fertilização. 4. Crescimento Vegetativo. 5. Produção. I. Título.

CDU – 633.85(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

DIVA LIMA DE ARAÚJO

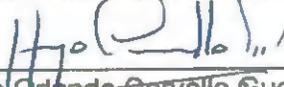
ADUBAÇÃO N, P, K NO COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DA MAMONA CULTIVAR  
BRS 149 NORDESTINA EM AMBIENTE PROTEGIDO

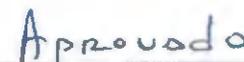
BANCA EXAMINADORA

PARECER

  
Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves – Orientadora



  
Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra – Examinador



  
Dr. Raimundo Andrade – Examinador



MARÇO - 2010

*Aos meus pais Otávio e Sebastiana, por acreditarem em mim sempre.*

*Aos meus irmãos: Sebastião (Tião), Solange, Sérgio, Paulo e Danila pelo companheirismo, amizade e incentivo para continuar trilhando o meu caminho.*

*Ao meu amigo, namorado e noivo Júnior, por estar ao meu lado, sempre compreensivo, apesar das constantes ausências, e por me fazer crescer, a cada dia...*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a “Deus” por me dar força e conhecimento para superar todas as barreiras impostas sobre o meu objetivo final, a conclusão dessa pesquisa.

Em especial a minha orientadora na pós-graduação, Professora Lucia Helena Garófalo Chaves, pela amizade e pelos conselhos, que contribuíram tanto para minha pesquisa como para minha evolução profissional e pessoal.

À coordenação e secretaria da Pós-graduação em Engenharia Agrícola (COPEAG) pela dedicação e apoio.

A todos os colegas de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem pelo apoio a minha pesquisa e pelo companheirismo e amizade, fundamentais em qualquer ambiente de trabalho

Ao aluno de doutorado em Irrigação e Drenagem Evandro pelos ensinamentos e colaboração valiosa para o andamento e conclusão da pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra e Dr Raimundo Andrade, que se dispusera a avaliar o trabalho apresentado em minha dissertação de mestrado;

À (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

A todos os funcionários do laboratório de irrigação e salinidade, pela amizade sempre presente.

A minha família, sempre presente em todos os momentos.

E aos tantos outros que contribuíram direta e indiretamente para que esse trabalho pudesse ser concluído, aqui expresso o meu muito abrigado.

## SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS-----	viii
LISTA DE FIGURAS-----	x
RESUMO-----	xii
ABSTRACT-----	xiii
1. INTRODUÇÃO-----	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA-----	3
2.1. Considerações sobre a Mamona-----	3
2.2. Produção, Importância Econômica -----	5
2.3. Cultivar BRS 149 Nordestina-----	6
2.4. Exigências Nutricionais da Mamoneira -----	7
3. MATERIAL E MÉTODOS-----	13
3.1. Localização dos Experimentos-----	13
3.2. Cultivar -----	13
3.3. Substrato -----	13
3.4. Tratamentos -----	15
3.5. Delineamento Estatístico -----	16
3.6. Instalação e Condução do Experimento -----	16
3.7. Variáveis Aualisadas no Experimento-----	17
3.7.1. Altura de Plauta (AP)-----	17
3.7.2. Diâmetro de Caulc (DC)-----	17
3.7.3. Numero de Folhas (NF)-----	17
3.7.4. Área Foliar (AF)-----	
3.7.5. Dias para a Emissão da Primeira Inflorescêueia (DEPI), Altura Média da Emissão da Primeira Inflorescência (API)-----	18
3.7.6. Fitomassa-----	18
3.7.7. Relação Raiz/Parte Aérea-----	18
3.7.8. Produção de Frutos e Sementes-----	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	20
4.1. Altura das Plantas-----	21
4.2. Diâmetro Caulinar-----	24

---

<b>4.3. Número de Folhas</b>	<b>28</b>
<b>4.4. Área Foliar</b>	<b>32</b>
<b>4.5. Floração</b>	<b>36</b>
<b>4.6. Fitomassa</b>	<b>39</b>
<b>4.7. Relação Raiz/Parte Aérea</b>	<b>43</b>
<b>4.8. Produção</b>	<b>44</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>51</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>52</b>

## INDICE DE TABELAS

	Paginas
<b>Tabela 3.1-</b> Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento---	14
<b>Tabela 3.2-</b> Esquema dos tratamentos utilizados nos experimentos-----	15
<b>Tabela 4.1-</b> Resumo da análise de variância para altura de planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.-----	23
<b>Tabela 4.2-</b> Resumo da análise de variância para diâmetro de caule da planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.-----	26
<b>Tabela 4.3-</b> Resumo da análise de variância para número de folhas da planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.-----	31
<b>Tabela 4.4-</b> Resumo da análise de variância para Área foliar da planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.-----	35
<b>Tabela 4.5-</b> Resumo da análise de variância para inflorescência da mamoneira cultivar BRS 149 – Nordeste submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.-----	38
<b>Tabela 4.6-</b> Resumo da análise de variância para fitomassa da mamoneira cultivar BRS 149 – Nordeste submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.-----	40
<b>Tabela 4.7-</b> Quadrados médios obtidos das análises de variâncias para os parâmetros número de cápsulas, número de sementes e peso das sementes aos 140 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste submetida ao tratamento com nitrogênio estudados isoladamente e cultivadas em casa de vegetação.-----	45
<b>Tabela 4.8-</b> Quadrados médios obtidos das análises de variâncias para os parâmetros número de cápsulas, número de sementes e peso das	

---

sementes aos 140 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 –  
Nordestina submetida ao tratamento com fósforo, estudados  
isoladamente e cultivadas em casa de vegetação.----- 48

**Tabela 4.9-** Quadrados médios obtidos das análises de variâncias para os  
parâmetros número de cápsulas, número de sementes e peso das  
sementes aos 140 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 –  
Nordestina submetida ao tratamento com potássio, estudados  
isoladamente e cultivadas em casa de vegetação.----- 48

## INDICE DE FIGURAS

### Paginas

<b>Figura 4.1-</b>	Altura de plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha <sup>-1</sup> de N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O. Curvas pontilhadas correspondem à dosagem mais elevada de cada nutriente estudado.-----	21
<b>Figura 4.2-</b>	Altura de plantas em função das dosagens crescentes de P, aos 40 e 120 DAS.-----	24
<b>Figura 4.3-</b>	Diâmetro caulinar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha <sup>-1</sup> de N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O. Curvas pontilhadas correspondem à dosagem mais elevada do tratamento em questão.-----	25
<b>Figura 4.4-</b>	Diâmetro caulinar em função das dosagens crescentes de N, aos 80, 100 e 120 DAS e de P aos 80 DAS.-----	28
<b>Figura 4.5-</b>	Número de folhas das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha <sup>-1</sup> de N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O. Curvas pontilhadas correspondem à dosagem mais elevada do tratamento em questão.-----	29
<b>Figura 4.6-</b>	Número de folhas em função das dosagens crescentes de N aos 100 e 120, e de K, aos 100 dias após semeadura.-----	32
<b>Figura 4.7-</b>	Área foliar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha <sup>-1</sup> de N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O. Curvas pontilhadas correspondem à dosagem mais elevada do tratamento em questão.-----	33
<b>Figura 4.8-</b>	Área foliar em função de dosagens crescentes de N aos 60, 100 e 120 dias após a semeadura (DAS)-----	36
<b>Figura 4.9-</b>	Dias após semeadura para emissão da inflorescência de plantas de mamoneira submetidas aos diferentes tratamentos com N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O.-----	37

<b>Figura 4.10-</b>	Altura da emissão da inflorescência de plantas de mamoneira submetidas aos diferentes tratamentos com N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O.-----	38
<b>Figura 4.11-</b>	Fitomassa total da mamoneira tratada com dosagens de Nitrogênio (A), Fósforo e Potássio (B)-----	41
<b>Figura 4.12-</b>	Fitomassa das folhas, caule, raiz e cacho da mamoneira BRS 149 Nordestina, adubada com Nitrogênio.-----	42
<b>Figura 4.13-</b>	Fitomassa das folhas, caule, raiz e cacho da mamoneira BRS 149 Nordestina, adubada com dosagens crescentes de Fósforo (A) e Potássio (B).-----	43
<b>Figura 4.14-</b>	Resposta da Mamoneira tratada com Nitrogênio, Fósforo e Potássio, à relação raiz/parte aérea. As dosagens de 1 a 5, correspondem a 40, 80, 120, 160e 200 kg de N ha <sup>-1</sup> e a 30, 60, 90, 120 e 150 kg de adubo P e K ha <sup>-1</sup> . -----	44
<b>Figura 4.15-</b>	Número de cápsulas, Número de sementes e Peso das sementes da mamoneira BRS 149 Nordestina tratada com dosagens crescentes de Nitrogênio.-----	47
<b>Figura 4.16-</b>	Número de cápsulas (NC), Número de sementes (NS) e Peso das sementes (PS) da mamoneira BRS 149 Nordestina tratada com dosagens crescentes de Fósforo (A) e Potássio (B), produzidas até os 140 DAS.-----	50

# ADUBAÇÃO N P K NO COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DA MAMONA CULTIVAR BRS 149 NORDESTINA EM AMBIENTE PROTEGIDO

## RESUMO

No Brasil conhece-se a mamona sob as denominações de mamoneira, ricino, carrapateira, bafureiro, baga e palma-criste. O óleo é o mais importante constituinte da semente da mamona, e a torta é o mais importante subproduto, produzida a partir da extração do óleo das sementes desta oleaginosa. É uma planta exigente em nutrientes, tendo nas sementes elevada concentração de óleo e proteínas, o que conduz a uma demanda por elementos essenciais, especialmente nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio, o equilíbrio de nutrientes é vital em fertilidade do solo, quando se pensa na produção das culturas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da mamoneira cultivar Nordestina, em relação às dosagens crescentes de N, P e K, quando cultivados em ambiente protegido. Desenvolvido em ambiente protegido, em um primeiro experimento, utilizaram-se cinco dosagens crescentes de nitrogênio ( $D_1=40$ ;  $D_2=80$ ;  $D_3=120$ ;  $D_4=160$  e  $D_5=200$  Kg de N/ha) com dosagens fixas de fósforo (P) e potássio (K); para o segundo experimento utilizou-se cinco dosagens crescentes de Fósforo ( $D_1=30$ ;  $D_2=60$ ;  $D_3=90$ ;  $D_4=120$  e  $D_5=150$  Kg de P/ha) com dosagens fixas de N e K e finalmente, no terceiro experimento foram utilizadas cinco dosagens crescentes de Potássio ( $D_1=30$ ;  $D_2=60$ ;  $D_3=90$ ;  $D_4=120$  e  $D_5=150$  Kg de K/ha) com dosagens fixas de N e P. As dosagens crescentes de Fósforo influenciaram na altura da mamoneira. O número de folhas, área foliar, diâmetro do caule, fitomassa, número de cápsulas, sementes e peso das sementes apresentaram maior rendimento com as dosagens mais elevadas do adubo Nitrogênio. Na variável teor de óleo, em todos adubos e dosagens estudados, os resultados encontrados foram inferiores aos encontrados na literatura.

**Palavras chave:** Mamoneira-*Ricinus communis* L., fertilização, crescimento vegetativo, produção

**N P K FERTILIZATION IN GREENHOUSE ON THE AGRONOMIC  
PERFORMANCE OF THE BRS 149 NORTHEASTERN CASTOR BEAN  
CULTIVAR**

**ABSTRACT**

The castor bean plant is known in Brazil under many names such as: *mamoneira*, ricin, tick, *bafureiro*, berry and palm of Christ. The oil is the most important constituent obtained from the castor bean. From its extraction, pies remain the most relevant byproduct so far made. It's a plant that requires many nutrients, showing a high concentration of oil and proteins in its seeds, which leads to a demand of essential elements, especially nitrogen, potassium, phosphorus, calcium and magnesium. The balance of the nutrients, when considering crop production, is indispensable to soil fertility. The aim of this paper was to evaluate the performance of the Northeastern castor bean cultivar, grown in a greenhouse, in relation to increasing dosages of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). For the first experiment, conducted under a greenhouse, five increasing doses of nitrogen ( $D_1=40$ ;  $D_2=80$ ;  $D_3=120$ ;  $D_4=160$  and  $D_5=200$  Kg of N/ha) were used along with fixed doses of phosphorus and potassium. As for the second experiment, five increasing doses of phosphorus ( $D_1=30$ ;  $D_2=60$ ;  $D_3=90$ ;  $D_4=120$  c  $D_5= 150$  Kg of P/ha) and fixed doses of N and K, were applied. Finally, the third experiment was conducted applying five increasing doses of potassium ( $D_1=30$ ;  $D_2=60$ ;  $D_3=90$ ;  $D_4=120$  e  $D_5= 150$  Kg of K/ha) in addition to fixed doses of N and P. The castor bean plants' heights were influenced by the increasing doses of phosphorus. The number of leaves, leaf area, stem diameter, number of capsules, phytomass, seeds and seeds weight showed significant yield once applied higher doses of nitrogen fertilizer. As for the amount of oil in all fertilizers and dosages studied, the results were lower than the ones found in the studied literature.

**Keywords:** Castor oil plant, *Ricinus communis* L., fertilization, vegetative growth, production

## 1. INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) pertencente à família euforbiáceae, é uma planta de hábitos arbustivos, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. Os frutos em geral possuem espinhos e, em alguns casos, são inermes. As sementes apresentam-se com diferentes formas, tamanhos e grande variabilidade de coloração.

No Brasil conhece-se a mamona sob as denominações de mamoneira, rícino, carrapateira, bafureiro, baga e palma-criste. O óleo é o mais importante constituinte da semente da mamona, e a torta é o mais importante subproduto, produzida a partir da extração do óleo das sementes desta oleaginosa.

Com a demanda que se criou com o Programa Biodiesel, a cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) vem se destacando entre as oleaginosas, por apresentar boa adaptação ao clima do Nordeste, e por ser indicada para cultivo onde as adversidades climáticas não possibilitam o cultivo de plantas de interesse econômico, a exemplo do feijão e do milho. Apesar dessa vantagem, muitas perdas podem ocorrer se entre os períodos de semeadura e a colheita houver deficiência nutricional, implicando em desuniformidade e baixa produtividade da cultura. Por esse motivo, há de se ter o conhecimento adequado da avaliação nutricional da cultura para que possa favorecer maiores rendimentos para os produtores (AZEVEDO et al., 1997).

A mamona é uma cultura de clima quente e úmido. A distribuição do calor e umidade deve ser uniforme e conveniente durante todo o período vegetativo da planta. A mesma se desenvolve melhor em solos de textura média, não muito argilosos, planos ou de relevo suave ondulado, sem perigo de encharcamento ou inundação.

A mamoneira é uma planta exigente em nutrientes, tendo nas sementes elevada concentração de óleo e proteínas, o que conduz a uma demanda por elementos essenciais, especialmente nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio, respondendo bem a aplicações de fertilizantes, tanto químico como orgânico. Entretanto, a aplicação de adubos orgânicos ou fertilizantes nitrogenados, em quantidades excessivas podem favorecer o desenvolvimento vegetativo com redução considerável da produção.

Existe várias cultivares de mamoneiras disponíveis para o plantio em nosso país, porém FREIRE et al. (2001) e BELTRÃO et al. (2004), com base nos resultados de suas pesquisas, recomendam para a região Nordeste o uso das cultivares BRS 149 Nordestina e

BRS 188 Paraguaçu, as quais produzem frutos semi-indeiscentes e são resistentes à seca. No entanto, essas cultivares se diferenciam por determinadas características como, por exemplo, teor de óleo nas sementes, altura média, tempo de floração, entre outras.

A adubação é uma das principais técnicas usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, embora tenha alto custo e possa aumentar o risco do investimento agrícola. Contudo, existem poucos relatos sobre o comportamento da mamoneira cultivar BRS 149 Nordestina sob diferentes condições de fertilidade do solo, clima e disponibilidade de água.

De acordo com a Lei do Mínimo ou de Liebig, “o nutriente que regula a produção é o que estiver no mínimo, ou menos disponível para as plantas, em relação a suas necessidades”, o equilíbrio de nutrientes é vital em fertilidade do solo, quando se pensa na produção das culturas. Assim, o aumento indiscriminado da aplicação de um só nutriente no solo, pode causar um desequilíbrio nutricional para as plantas, impedindo o aumento de sua produção.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento agrônômico da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, em função da adubação N, P e K sob cultivo em ambiente protegido.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Considerações sobre a Mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa da família *Euphorbiaceae*, provavelmente originada da Etiópia, Leste do continente Africano, atualmente disseminada mundialmente, em especial nos países de clima tropical e subtropical (WEISS, 1983; JOLY, 2002; SEVERINO et al., 2005). No Brasil sua introdução se deu durante a colonização portuguesa, por ocasião da vinda dos escravos africanos, sendo conhecida sob as denominações de mamoneira, rícino, carrapateira, bafureira, baga e palma-criste (CHEIERECE & CLARO NETO, 2007).

A mamoneira é uma planta de elevada complexidade morfofisiológica, classificada atualmente da seguinte maneira: Fanerogamae ou espermatophyta, filo: Angiospermae, classe: Dicotyledonae, subclasse: Archilamydeae, ordem: Geraniales, família: Euforbiácea gênero *Ricinus*, espécie: *R. communis* L e subespécie: *R. Ricinus communis communis* (TÁVORA, 1982; BELTRÃO & AZEVEDO, 2007).

As sementes da mamona são de tamanho variável, forma oval ou oblonga, coloração variada entre branca, cinza, preta, marrom, castanho, vermelha, rajada ou com mosqueado característico (MOREIRA et al., 1996). Segundo Távora (1982), e Beltrão & Lima (2007), o peso de 100 sementes varia muito, de 10 g a 100g, ou seja, 0,1 g a 1,0 g por semente, com média de 45 g a 75 g nas cultivares de porte médio, como é o caso da BRS 149 – Nordestina, com 68 g/100 sementes.

Como já foi comentado anteriormente, a mamoneira é uma planta de clima tropical e subtropical, razão por que se encontram, no Brasil, excelentes condições para o seu desenvolvimento, visto que necessita de chuvas no início de sua vegetação e durante o crescimento das plantas e também de períodos secos, necessários para a maturação dos frutos (CARVALHO, 1981). Estudos realizados por Beltrão et al. (2003) sobre a fisiologia da mamoneira BRS Nordestina, constataram efeitos negativos do estresse hídrico (por excesso ou deficiência de água) na fase inicial de crescimento das plantas, contudo o excesso de água teve uma redução maior na realização da fotossíntese pelas mesmas. Porém, de acordo com Souza et al. (2007), a suplementação hídrica na fase inicial de crescimento da mamoneira, antes do início das chuvas, é mais vantajosa do que após o período chuvoso.

Segundo Barros Junior et al. (2008), plantas de mamona, conduzidas em ambiente protegido, com nível de 100% de água disponível (AD) no solo superaram 3,4 vezes as plantas que foram mantidas com 60% de AD mostrando que a cultura é altamente exigente em água. No entanto, os resultados do trabalho realizado em condições de campo por Souza et al. (2007), mostraram que em condições de elevada disponibilidade hídrica a mamoneira apresenta maior crescimento vegetativo e retarda o florescimento.

Silva et al. (2009a), estudando diferentes lâminas de irrigação (294,22; 382,50; 479,75 e 679,75 mm) em plantas de mamoneira cultivar BRS Energia, cultivadas em condições de campo no município de Barbalha-CE, observaram, com a lâmina de 479,75 mm, as máximas respostas para a altura de planta, área foliar, comprimento do primeiro cacho e produtividade.

Os principais fatores ambientais a serem considerados na escolha da área de plantio da cultura são a altitude, o relevo, o solo e o clima. A altitude, definida no zoneamento agrícola, pode variar de 300 a 1500 m, considerando-se as cultivares atualmente em uso e recomendadas para o plantio; a topografia deve ser plana a suavemente ondulada, com o máximo de 12% de declividade; a temperatura deve situar entre 20 e a 30°C, sendo seu ótimo de 28°C; a precipitação pluvial anual de 600 a 700 mm e a umidade relativa abaixo de 80% (ideal em torno de 65%) (BELTRÃO & SILVA, 1999; BELTRÃO et al., 2006; GONÇALVES et al., 2007).

A região semi-árida brasileira possui cerca de 900.000 km<sup>2</sup>, quase 20% dos municípios do país, tendo neste universo mais de 15 milhões de hectares com temperaturas entre 20 e 26°C, precipitação pluvial de 500 a 800 mm, solos bem drenados, com boa profundidade e altitude de 300 a 1000 m, aptos para o cultivo de sequeiro da mamoneira (NASCIMENTO, 2008).

Severino et al. (2006b), objetivando observar a produtividade e teor de óleo de mamona plantada em altitude inferior a 300 m, cultivaram dez genótipos, incluindo cultivares e linhagens avançadas, em Carnaubais, RN (60 m), Maranguape, CE (140 m) e Quixeramobim, CE (280 m). As produtividades (993; 1.682 e 1.531 kg ha<sup>-1</sup> em Carnaubais, Maranguape e Quixeramobim, respectivamente) e teor de óleo, em todos os plantios, foram considerados satisfatórios, sendo que o teor de óleo na semente não diferiu entre os locais estudados.

Diniz Neto et al. (2009), avaliando o desenvolvimento das cultivares BRS Nordestina e Mirante 10 em duas localidades, Pentecoste (altitude média de 60 m) e

Limoeiro do Norte (altitude média de 158 m), observaram que a menor quantidade de água disponível às plantas no cultivo de sequeiro, mais evidente em Limoeiro do Norte, afetou as estruturas vegetativas e reprodutivas da mamoneira, sendo este um fator mais importante que as altitudes inferiores a 300 m.

No Estado da Paraíba, as regiões do Cariri e do Curimataú são as únicas que não se mostraram favoráveis para o cultivo da mamona devido o maior risco climático para a cultura decorrente do fato do regime de chuvas ser extremamente irregular (SILVA et al., 2004).

Em estudos realizados por Costa et al. (2009)a, com a cultura da mamona, variedades Energia, Paraguaçu, Nordestina e Mirante, nas condições edafoclimáticas de Catolé do Rocha, região semi-árida da Paraíba, a cultivar BRS Energia foi a que melhor se adaptou a tais condições apresentando maior rendimento de frutos e a BRS Nordestina foi a que produziu maior rendimento de fitomassa.

Os solos mais adequados para o cultivo da mamoneira devem ser profundos, bem drenados com textura média e bem supridos em nutrientes essenciais; o pH deve estar entre 5,5 e 6,5; e não podem ter salinidade elevada, ou seja, acima de  $3 \text{ dS m}^{-1}$  de condutividade elétrica (SAVY FILHO, 2005; BELTRÃO et al., 2006). Portanto, além de cultivares com alto potencial produtivo, clima e solo são fatores importantes para a expressão do potencial de produtividade da mamoneira.

O Estado da Paraíba contempla como aptos ao cultivo de mamona os solos Tipos 2 e 3, especificados na Instrução Normativa nº 10, de 14 de junho de 2005, publicada no DOU de 16 de junho de 2005, Seção 1, página 12, alterada para Instrução Normativa nº 12, através de retificação publicada no DOU de 17 de junho de 2005, Seção 1, página 6, que apresentam as seguintes características: **Tipo 2:** solos com teor de argila entre 15 e 35% e menos de 70% de areia, com profundidade igual ou superior a 50 cm; e **Tipo 3:** a) solos com teor de argila maior que 35%, com profundidade igual ou superior a 50 cm; e b) solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa), com profundidade igual ou superior a 50 cm.

## 2.2 - Produção, Importância Econômica

Historicamente desenvolvida e difundida no semi-árido nordestino, região onde a agricultura familiar é dominante, a mamona é uma cultura de uso intensivo de mão-de-

obra. Esta característica é reproduzida em outras regiões do país para onde a planta tem se expandido, como Sul e Sudeste, e ainda são relativamente poucas as experiências de cultivo, e menos ainda as de colheita mecanizada da oleaginosa (GOMES et al., 2009)

A produção mundial de sementes atinge pouco mais de um milhão e a Índia é o país maior produtor, seguido da China. De 1980 a 1985 os maiores rendimentos foram no Estado do Paraná, com 1507 Kg/ha, seguidos de São Paulo, com 998 Kg/ha e Minas Gerais, com rendimento de 996 Kg/ha; os estados do Nordeste apresentaram rendimentos de 509 Kg/ha, na Bahia, até 380 Kg/ha, no Piauí. Atualmente, e apesar da Bahia continuar como a maior área plantada no Brasil, representando 96%, sua produção ainda é muito baixa (MORAES, 2003).

A mamoneira é uma planta de alto valor econômico, fornecendo resíduos vegetais e frutos. Os resíduos vegetais trazem ao solo vinte toneladas por hectare de matéria orgânica verde ou cinco toneladas de matéria orgânica seca; já os frutos da mamoneira se consistem de sementes e casca, que também fornecem matéria orgânica. Depois de industrializadas as sementes resultam na torta e no óleo de mamona e, se extraídas as toxinas, a torta ainda pode gerar o farelo, que é utilizado na ração de bovinos e aves. Isolados protéicos, que é fonte de proteínas industrial e aminoácidos empregados como suplementos de rações, também são gerados pela torta (CARVALHO, 1981).

Para a ricinoquímica, o mercado mundial é relativamente reduzido, da ordem de 460 mil toneladas, porém sua utilidade como energia alternativa pode transformar a cultura da mamona e a produção de seu óleo em um dos mais significativos importantes instrumentos de desenvolvimento regional de geração de renda e emprego (MORAES, 2003).

### **2.3- Cultivar BRS 149 Nordestina**

A Embrapa Algodão vem pesquisando a cultura da mamoneira desde 1987, visando à adaptação de cultivares a região semi-árida do Nordeste. Com participação de parceiros como a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrário, foram introduzidos e avaliados vários germoplasmas exóticos e nacionais que passaram a compor o Banco de Germoplasma e a coleção de base da Embrapa. Dentre estes materiais introduzidos ou coletados foram avaliadas várias linhagens, cultivares e híbridos quanto à produtividade, a resistência a doenças e outras características agrônômicas (FREIRE et al., 2001).

A cultivar BRS Nordestina é originária da seleção individual com teste de progênese na cultivar local Baiana, através da qual se obteve a linhagem de porte médio, CNPA 90210, avaliada em vários municípios dos Estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba. Por apresentar características agrônomicas e tecnológicas superiores às das cultivares comerciais em distribuição, decidiu-se pelo seu lançamento como nova cultivar de mamoneira com nome de BRS Nordestina (BELTRÃO et al., 2002).

Em condições de sequeiro, no Nordeste brasileiro, a cultivar BRS Nordestina atinge uma altura média de 1,90 m; apresenta caule de coloração verde e sementes de coloração preta, com peso médio de 0,68 g/unidade. A floração ocorre em torno dos 50 dias da emergência das plântulas e o teor de óleo nas sementes é em torno de 49% sendo o ciclo anual de 250 dias, em média; produz, em média, 1500 kg/ha de sementes em bagas, apresentando, em média, de 5 a 7 cachos por planta, com tamanho médio de 32 cm com média de 37 frutos/cachos. Produz frutos semideiscentes, permitindo que a colheita seja realizada escalonada ou não, pois na maturação, ao contrário das cultivares de frutos deiscentes, as sementes não caem no solo (BELTRÃO et al., 2002).

#### **2.4 Exigências Nutricionais da Mamoneira**

A adubação correta é uma das principais tecnologias usadas para aumento da produtividade e da rentabilidade de uma cultura, todavia representa um custo significativo e pode aumentar o risco do investimento feito na lavoura. Na mamoneira é possível se aumentar a produção utilizando-se esta técnica, porém, de acordo com Severino et al. (2005), o conhecimento científico sobre o uso de fertilizantes nesta cultura ainda carece de aperfeiçoamento e adaptação para as diferentes regiões onde a cultura é plantada.

Considerando que a mamona requer solos férteis e que a margem de receita é geralmente pequena, faz-se necessário a implantação da cultura em solos que necessitam de menores investimentos em corretivos e fertilizantes (GONÇALVES et al., 2007).

O nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são elementos essenciais para o crescimento e produção da mamoneira, a qual é extremamente exigente nutricionalmente para atingir elevadas produtividades. Segundo Nakagawa & Neptune (1971), para uma produção de 1 t de baga, a cultura exporta da área de cultivo 40 kg de N; 9 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 16 kg de K<sub>2</sub>O; 6,5 kg de CaO e 5 kg de MgO.

Trabalho realizado por Souza Junior et al. (2007), mostra que a exportação ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de macro e micronutrientes por frutos de mamoneira cultivar Paraguaçu e Nordestina, em condições de campo, em função da época de coleta, foi a seguinte para macronutrientes ( $\text{g Kg}^{-1}$ ): 28,8 e 25,5 de N; 0,6 e 0,49 de P; 21,6 e 21,1 de K; 15,3 e 12,3 de Ca e 16 e 12,3 de Mg, respectivamente; e para os micronutrientes ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ) foi de 20,1 e 14 de Cu; 108,1 e 77,7 de Zn; 46,1 e 40,4 de Mn e 95,4 e 70,9 de Fe, respectivamente.

Santos et al. (2004), mostraram que a mamoneira tem forte demanda por N para seu crescimento e produção foliar, e quando cultivada sob deficiência, forte redução no crescimento e baixa estatura são observados. As plantas adultas iniciam a deficiência visual por um amarelecimento nas folhas inferiores que podem ou não se iniciar pelas nervuras, mas invariavelmente, alcança rapidamente toda a folha, que tomba sobre o caule, fecha-se sobre a face superficial e cai. Forte gradiente de perda de cor das folhas inferiores para o ápice é observado, seguido de queda prematura da folhagem. A frutificação, quando ocorre, é fraca com poucos cachos e frutos com peso (FERREIRA et al., 2004).

Trabalho realizado por Lavres Junior et al. (2005) objetivando avaliar o efeito da deficiência dos macronutrientes no crescimento e estado nutricional da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Iris, e a obtenção do quadro sintomatológico das deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S, observaram que o N e o K são os primeiros elementos a apresentar sintomas visuais de deficiência, seguidos por Ca, Mg, S e P. Também observaram que o limbo da folha superior é a parte da planta que melhor reflete o estado nutricional da mamoneira para N e Ca, e o pecíolo da folha inferior, para Mg; da mesma forma, observaram que a deficiência de N foi a que mais afetou a produção total de matéria seca das plantas.

Trabalho realizado por Severino et al. (2006a), com a cultivar BRS Nordestina em relação à adubação química, na qual um dos nutrientes é fornecido em quantidades variáveis, enquanto os outros são mantidos em um nível referencial de 50-60-40 kg/ha de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, mostra que as alturas máximas das plantas foram de 262; 261 e 262 m para as doses de 100; 60 e 60 kg/ha de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente. Diante dos dados obtidos o nitrogênio não influenciou significativamente as características ligadas ao crescimento da planta. O fósforo e o potássio aumentaram significativamente os valores de altura da planta, altura do primeiro cacho e diâmetro do caule. Neste mesmo trabalho, os autores mostram que a adubação de referência, acima citada, promoveu um aumento de 114% na produtividade em relação às plantas não adubadas e que, com o uso

de 58,6 kg/ha do N a produtividade alcançada foi cerca de 124% maior que a da testemunha absoluta (plantas sem adubação).

Pacheco et al. (2008a), não constataram efeito significativo de doses crescentes de N (0 a 80 kg ha<sup>-1</sup>) na produtividade da IAC 226, o que discorda dos resultados encontrados por Severino et al. (2006a) trabalhando com a cultivar BRS Nordestina, que constataram maior resposta à adubação nitrogenada, seguida pela potássica. A falta de resposta em relação à adubação nitrogenada é justificada, pelos autores, pela alta concentração de matéria orgânica do solo, a qual deve ter disponibilizado quantidades de N necessárias às plantas. Trabalhos realizados por diversos autores, avaliando fontes e doses de adubos orgânicos em mamoneira, constataram efeitos positivos dos mesmos no desenvolvimento das plantas (LIMA, et al., 2005; LIMA et al., 2007; GUIMARÃES, et al., 2008; SEVERINO et al., 2008; COSTA et al., 2009b; FERNANDES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009a, 2009b).

Ribeiro et al. (2009), avaliando a influência de doses crescentes de N (40; 80; 120; 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup>) na cultivar BRS Paraguaçu, mostraram que estas só tiveram efeito significativo sobre a altura das plantas aos 80 DAP; nas outras épocas este efeito não foi significativo corroborando com outros trabalhos encontrados na literatura (FERREIRA et al., 2006; SEVERINO et al., 2004). Ao contrário, Albuquerque et al. (2006), encontraram efeito significativo de doses crescentes de N (30; 60; 120; 240 e 480 kg ha<sup>-1</sup>) sobre a altura de plantas, dos 28 aos 56 dias após a emergência das sementes da cultivar BRS 149 Nordestina. De acordo com esses autores, a altura máxima estimada, 45,1 cm, foi alcançada aos 56,7 dias com o uso de 291,2 kg N ha<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2007), avaliando a influência da adubação nitrogenada em cobertura no desenvolvimento da cultura da mamona cultivar BRS Nordestina em Campo Grande- MS, nas doses de 0, 30, 60 e 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, constataram que, a utilização de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura aumentou a produtividade sem alterar o teor de óleo das sementes. Severino et al. (2006a) também não verificaram aumento no teor de óleo em consequência da adubação nitrogenada. A média do teor de óleo obtido por Silva et al. (2007) (49,3%) foi semelhante à do experimento de Severino et al. (2006a). Ao estudar a cultivar BRS Nordestina (49% de óleo), Melhorança & Staut (2005) afirmaram que, em cultivares comerciais, o teor médio de óleo é de 48%.

Mateus et al. (2009), trabalhando com híbridos da mamona (Íris; Savana; Guarani) no sistema de semeadura direta, e quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100 e

200 kg ha<sup>-1</sup> de N), utilizando-se como fonte a uréia, verificaram diferença significativa de produção entre as cultivares, contudo, a adubação nitrogenada não influenciou os componentes de produção, bem como, a produtividade de grãos.

O fósforo é considerado um nutriente de baixo aproveitamento pelas culturas, na ordem de 10% do P aplicado como fertilizante em culturas anuais, por exemplo, na mamoneira. De acordo com Araújo & Machado (2006) o fósforo no solo pode ser dividido em quatro formas disponíveis para as plantas: P na forma iônica e em compostos na solução do solo, P adsorvidos na superfície dos constituintes do solo, minerais cristalinos e amorfos de P e P componente da matéria orgânica. As plantas absorvem P na faixa de pH 4,5 e 6,0 na solução, onde a forma H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> é predominante, indicando que P é preferencialmente absorvida nesta forma.

Níveis insatisfatórios de P, da mesma forma que de potássio (K), retardam o crescimento inicial da mamoneira e provocam redução considerável na produtividade (SEVERINO et al., 2006a). A deficiência de fósforo aparece primeiro com folhas fortemente esverdeadas que sofrem clorose no tecido paralelo à nervura, isolando tecido internerval esverdeado; em seguida, as folhas viram os bordos para baixo, necrosam as margens, adquirem coloração verde-bronzeado, escurecem e caem (FERREIRA et al., 2004).

Pesquisa realizada por Curtarelli et al. (2007), com dois híbridos de mamona (Lyra e Savana), mostraram que as cinco doses de fósforo utilizadas, 0, 25, 50, 100 e 200 ppm, influenciaram no crescimento da planta, com exceção do diâmetro do caule, indicando que os híbridos são bastante exigentes quanto a adubação fosfatada.

Pacheco et al. (2008a), verificaram efeito significativo de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na produtividade da mamoneira cultivar IAC 226, corroborando com Severino et al. (2006a). De acordo com estes autores a máxima produção de bagas (2.956 kg ha<sup>-1</sup>) foi estimada ao se combinar doses de 61 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sem adubação nitrogenada. Esse patamar de produtividade foi muito acima daqueles verificados para mamoneira cultivadas na região Nordeste do Brasil (SEVERINO et al., 2006a; 2006b).

Almeida Júnior et al. (2009) avaliando o crescimento da mamona BRS-149 Nordestina até aos 65 dias após semeadura, em doses crescentes de fósforo 0, 3, 6, 9, 12 e 15 g/planta, verificaram resposta da cultura à adubação em todas as características avaliadas, tendo apresentado consideráveis aumentos nos parâmetros de crescimento. Os melhores resultados foram encontrados com a dose de 8 g/planta de P. Segundo os autores,

o início do desenvolvimento, estimula o desenvolvimento do sistema radicular, importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, sendo estas essenciais para a boa formação de frutos, incrementando assim aumento na produção das culturas (RAIJ, 1991).

Para Alves et al. (2009), estudando a cultura da mamona cv Guarani à adubação com Fósforo, Potássio, Boro e Zinco, em condições de casa de vegetação, os resultados obtidos no estudo evidenciaram a resposta da mamona ao fósforo. Adubação com 100 kg de  $P_2O_5/ha$  foi o mais adequado, Porém, a associação 100 kg de  $P_2O_5/ha$  de 30 kg de  $K_2O/ha$  foi mais eficiente. Não houve resposta do potássio aplicado isoladamente.

Ribeiro et al. (2009), avaliando a influência de doses crescentes de  $P_2O_5$  (30; 60; 90; 120 e 150 kg  $ha^{-1}$ ) na cultivar BRS Paraguaçu, mostraram que estas só tiveram efeito significativo sobre a altura das plantas aos 60 DAP corroborando com Almeida Junior et al. (2009) que também encontraram efeito significativo da adubação fosfatada aos 65 DAP da mamoneira BRS-149 Nordestina. No entanto, estes tratamentos com  $P_2O_5$ , apesar de terem contribuído para o aumento do diâmetro caulinar das plantas, não tiveram efeito significativo ao longo do ciclo da cultura, corroborando com Severino et al. (2006a) e discordando de Almeida Junior et al. (2009) que encontraram resposta significativa do diâmetro caulinar às doses de  $P_2O_5$ .

O potássio é um cátion abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Este elemento não faz parte de nenhuma estrutura ou moléculas orgânicas na planta, como N e P, que são constituintes de proteínas, ácidos nucleicos, fosfolipídios, ATP, entre outras, no entanto, tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais (MEURER, 2006).

A produção de matéria seca de folha, caule e frutos são fortemente afetados pela deficiência de potássio. A deficiência visual de potássio aparece com clorose internerval e enrugamento da lâmina, seguida de clorose nos bordos superiores da folha, que avançam no sentido horário e alcançam toda a lâmina, tornando-a amarelada; as folhas secam nas bordas, murcham e se enrolam sobre sua face superior, caem sobre o caule e se destacam da planta (FERREIRA et al., 2004).

Souza Junior et al. (2007), trabalhando em condições de campo com seis variedades de mamona ( Paraguaçu, Nordestina, Guarany, Sipao 28, IAC 80 e A. Irecê), observaram que os maiores teores de potássio foram encontrados na casca da mamona com valores em

g kg<sup>-1</sup> de 36,2; 55,1; 49,7; 42,8; 42,2 e 42,9, respectivamente.

Pacheco et al. (2008a) avaliando a resposta da mamoneira, cultivar IAC 226, à adubação com N, P e K, no município de Leme do Prado, MG, observaram que as plantas cultivadas com 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foram significativamente mais produtivas em comparação àquelas com 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. No entanto, os autores justificam este comportamento com base no estresse osmótico (maior concentração salina com a maior dose do adubo), na pouca precipitação pluviométrica em determinados estádios da cultura e na alta disponibilidade de K no solo no início do experimento. Segundo Vale et al. (2005), o estresse osmótico reduz significativamente o crescimento inicial de mamoneira, reduzindo o potencial produtivo da planta.

Silva et al. (2008)a, avaliando o comportamento das cultivares BRS Paraguaçu e Energia, quando irrigadas com quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação, verificaram que a salinidade da água a partir de 4,7 dS m<sup>-1</sup> interferiu na altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar e consumo de água. Lima et al. (2008), também avaliando os efeitos dos níveis de salinidade da água de irrigação durante a fase vegetativa da cultivar BRS Nordestina, observaram que o desenvolvimento das plantas diminuiu com o aumento da salinidade.

Ribeiro et al. (2009), avaliando a influência de doses crescentes de K<sub>2</sub>O (30; 60; 90; 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) na cultivar BRS Paraguaçu, não observaram efeito significativo das mesmas sobre a altura de plantas e diâmetro caulinar, corroborando com Severino et al. (2006a) que avaliaram o efeito de doses crescentes de K<sub>2</sub>O (0; 20; 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) nestas mesmas características da cultivar BRS 149 Nordestina, aos 170 DAP, no município de Quixeramobim, CE, porém, discordando de Severino et al. (2004).

Os teores foliares de macronutrientes admitidos como adequados para a cultura da mamoneira por Malavolta et al. (1997), são: N (40- 50 g kg<sup>-1</sup>) ; P (3-4 g kg<sup>-1</sup>); K(30-40 g kg<sup>-1</sup>); Ca (15-25 g kg<sup>-1</sup>) ; Mg (2,5-3,5 g kg<sup>-1</sup>) e S (3-4 g kg<sup>-1</sup>).

Segundo Pacheco et al. (2008b), os teores foliares para nutrientes associados à produção de máxima eficiência econômica, 2.837 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de mamona cultivar IAC 226, foram de 5,46 dag kg<sup>-1</sup> de N; 0,29 dag kg<sup>-1</sup> de P; 2,56 dag kg<sup>-1</sup> de K; 1,80 dag kg<sup>-1</sup> de Ca; 0,24 dag kg<sup>-1</sup> de Mg; 0,25 dag kg<sup>-1</sup> de S; 28 mg kg<sup>-1</sup> de B; 8 mg kg<sup>-1</sup> de Cu; 189 mg kg<sup>-1</sup> de Fe; 37 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 20 mg kg<sup>-1</sup> de Zn.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização dos experimentos**

Os experimentos foram desenvolvidos sob condições de estufa agrícola tendo esta uma área total de 300 m<sup>2</sup>, pé direito de 3 m, altura do vão central de 4 m, coberto com plástico transparente de 0,5 mm de espessura, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus I, Campina Grande – PB, com as seguintes coordenadas geográficas: 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 550 m, durante o período de fevereiro a junho de 2008.

#### **3.2. Cultivar**

A cultivar utilizada no experimento foi a BRS-149 Nordestina, correspondente às selecionadas e recomendadas para serem cultivadas na região Nordeste.

Como características médias apresentadas pela cultivar em condições semi-áridas do Nordeste e em anos normais quanto à precipitação pluvial, o período é de 50 dias entre a emergência da plântula e a floração do primeiro racemo; o teor médio de óleo na semente é de 48,90% e a produtividade é de 1500 kg de grãos por hectare (EMBRAPA, 2002).

#### **3.3. Substrato**

Como substrato foi utilizado um solo franco arenoso classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico, proveniente do Distrito do Alvinho, no município de Campina Grande-PB.

As amostras deste solo foram coletadas na camada de 0 a 60 cm de profundidade, secas ao ar e passadas em peneira com malha de 6 mm de abertura. Uma sub-amostra foi passada em peneira com malha de 2 mm de abertura e caracterizada química e fisicamente, seguindo-se a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997), conforme resultados apresentados na Tabela 3.1.

**Tabela 3.1** Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

<b>Características Físicas</b>		<b>Valor</b>	
Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )	Areia	770,5	
	Silte	84,6	
	Argila	144,9	
Classificação textural		Franco Arenoso	
Densidade		1,46	
Densidade das partículas		2,65	
Porosidade Total (%)		44,90	
Capacidade de campo (%)		5,25	
Ponto de Murcha Permanente (%)		1,98	
Água disponível para as plantas (%)		3,27	
<b>Características Químicas</b>			
Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> de solo)	Cálcio	2,41	
	Magnésio	2,37	
	Sódio	0,04	
	Potássio	0,02	
	Hidrogênio	0,95	
	Alumínio	0,20	
	Soma de bases (S)	4,84	
	Capacidade de troca de cátions (CTC)	5,99	
	Percentagem de Saturação de bases (V %)		80,80
	Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )		6,5
Fósforo Assimilável (mg kg <sup>-1</sup> )		21,7	
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)		6,45	

### 3.4. Tratamentos

Os tratamentos consistiram em dosagens crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados de forma independente.

Em um primeiro experimento, utilizou-se cinco dosagens crescentes de nitrogênio (N) com dosagens fixas de fósforo (P) e potássio (K); para o segundo experimento utilizou-se cinco dosagens crescentes de P com dosagens fixas de N e K e finalmente, no terceiro experimento foram utilizadas cinco dosagens de K com dosagens fixas de N e P, de acordo com a Tabela 3.2.

**Tabela 3.2.** Esquema dos tratamentos utilizados nos experimentos.

Tratamentos					
Nitrogênio (N)		Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Potássio (K <sub>2</sub> O)	
	kg ha <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>
N <sub>1</sub> PK	40:90:60	NP <sub>1</sub> K	40:30:60	NPK <sub>1</sub>	40:90:30
N <sub>2</sub> PK	80:90:60	NP <sub>2</sub> K	40:60:60	NPK <sub>2</sub>	40:90:60
N <sub>3</sub> PK	120:90:60	NP <sub>3</sub> K	40:90:60	NPK <sub>3</sub>	40:90:90
N <sub>4</sub> PK	160:90:60	NP <sub>4</sub> K	40:120:60	NPK <sub>4</sub>	40:90:120
N <sub>5</sub> PK	200:90:60	NP <sub>5</sub> K	40:150:60	NPK <sub>5</sub>	40:90:150

As dosagens crescentes utilizadas neste trabalho tiveram como base a menor recomendação para mamoneira feita por Azevedo et al. (1997), que corresponde a 40:30:30 kg ha<sup>-1</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O.

Nas unidades experimentais que receberam as dosagens correspondentes ao N foram aplicados 90 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O; naquelas que receberam as dosagens de P, 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, e finalmente, nas demais, que receberam as dosagens de K, 40 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os adubos utilizados como fontes de N, P e K foram sulfato de amônia e uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Os adubos nitrogenados foram utilizados de forma intercalada para limitar e/ou minimizar grandes variações no pH do solo, tendo em vista que uso de apenas uma destas fontes poderia acidificar (sulfato de amônio) ou alcalinizar (uréia) o solo.

Todo o  $P_2O_5$  e 30% das dosagens recomendadas de  $K_2O$  para cada unidade experimental foram aplicados em fundação; o restante das dosagens de K e o N foram aplicados, quinzenalmente até os 120 DAS.

### **3.5. Delineamento Estatístico**

Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com três repetições sendo cada um com cinco níveis, perfazendo o total de quarenta e cinco unidades experimentais. Em cada unidade experimental, correspondente a um vaso plástico com 78 kg de solo, foi cultivado uma planta de mamona até os 140 dias após semeadura (DAS). O espaçamento entre os vasos foi de 1,0 x 1,0 m.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e variância utilizando a análise de variância (ANOVA), aplicando o teste de Tukey a 5 % de probabilidade para a comparação das médias dos tratamentos, de acordo com Ferreira (2000).

### **3.6. Instalação e Condução do Experimento**

Inicialmente, em cada unidade experimental, correspondente a um vaso plástico com capacidade volumétrica de 100L, foram colocados 78 kg de solo previamente adubado com  $P_2O_5$  (100% do total da dosagem) e com  $K_2O$  (20% do total da dosagem), de acordo com os tratamentos. Em seguida as unidades experimentais foram irrigadas até atingir a capacidade de campo (CC). Os 80% restantes de cada dosagem de K e o N foram aplicados em cobertura, quinzenalmente até os 120 DAS.

Em cada vaso foram colocadas cinco sementes, de forma equidistante, a uma profundidade de 2,0 cm. Após a germinação, quando as plantas atingiram de 10 a 12 cm, por volta dos vinte dias após a semeadura (20 DAS), foi realizado o primeiro desbaste, deixando as três plantas mais vigorosas do vaso. O segundo desbaste foi realizado aos 30 DAS, quando se eliminou mais duas plantas, mantendo-se apenas uma planta vigorosa por vaso e permanecendo assim até os 140 DAS.

O conteúdo de água do solo, ao longo do período experimental, foi monitorado diariamente em volume (1/vaso), utilizando-se uma Sonda de Diviner2000 segmentada, através de um tubo de acesso instalado em cada unidade experimental, num total de 45 tubos. Os valores obtidos através da Sonda para os intervalos de profundidade 0-10; 10-20;

20-30 e 30-40 cm, eram lançados e processados em uma planilha computacional do Microsoft Excel. Nesta planilha era contabilizado o conteúdo de água presente em cada um dos intervalos, realizando-se um balanço do conteúdo total de água do solo, e definindo assim, o volume de água a ser aplicado em cada vaso para que fosse mantida a umidade do solo correspondente à capacidade de campo (100% de água disponível).

A irrigação dos vasos foi feita manualmente com auxílio de regadores, utilizando-se água de abastecimento fornecida pela Companhia de Água do Estado da Paraíba (CAGEPA).

Ao longo do experimento, foi realizado o manejo fitossanitário, a fim de evitar problemas que prejudicassem a condução do mesmo, tais como, o aparecimento de sintomas evidenciando a presença de pragas ou doenças que pudessem provocar danos efetivos e consideráveis as plantas.

### **3.7. Variáveis Analisadas no Experimento**

#### **3.7.1. Altura de Planta (AP)**

As alturas das plantas foram mensuradas do colo a base da folha mais jovem de cada planta, através de uma régua graduada em cm, tendo sido realizadas aos 20; 40; 60; 80; 100 e 120 dias após a semeadura (DAS).

#### **3.7.2. Diâmetro do Caule (DC)**

As medições do diâmetro do caule foram realizadas com um paquímetro, e as leituras efetuadas na região do colo de cada planta a 1cm do solo, também em intervalos de 20 em 20 dias até os 120 dias após a semeadura (DAS).

#### **3.7.3. Número de Folhas (NF)**

As folhas tiveram como critério para sua contagem, o comprimento mínimo de 3,0 cm. As leituras foram realizadas nos mesmos períodos estabelecidos para mensuração da altura das plantas (AP) e do diâmetro do caule (DC).

#### **3.7.4. Área Foliar (AF)**

A área foliar é uma das variáveis mais importantes diretamente relacionadas com os processos fisiológicos das plantas (ALVIN, 1962), cujo cálculo foi realizado de acordo com o método de Wendt (1967), utilizando-se da fórmula descrita a seguir:

$$\text{LOG (Y)} = - 0,346 + [ 2,152 * \text{LOG (X)} ]$$

Onde:

Y = área foliar (cm<sup>2</sup>)

X = comprimento da nervura central da folha (cm).

A área foliar total foi obtida mediante somatório da área de todas as folhas com comprimento maior que 3 cm.

#### **3.7.5. Dias para a Emissão da Primeira Inflorescência (DEPI), Altura Média da Emissão da Primeira Inflorescência (API)**

As inflorescências foram consideradas abertas e computadas quando as mesmas exteriorizaram-se totalmente, medindo-se então, a altura de sua emissão desde o colo da planta até a base da inflorescência e a contagem dos dias após semeio ao surgimento da inflorescência.

#### **3.7.6. Fitomassa**

Ao final do período experimental (140 DAS), o material vegetal colhido foi separado em raízes, caules, folhas e cachos, seco em estufa de circulação de ar a temperatura de 60 °C até atingir peso constante e pesado. A obtenção da fitomassa total (FT) se deu através da soma dos pesos de cada uma dessas partes.

#### **3.7.7. Relação Raiz / Parte Aérea (R/PA)**

A relação raiz/parte aérea foi calculada pelo quociente entre os valores de fitomassa das raízes e os valores de fitomassa da parte aérea da planta aos 140 DAS, através da seguinte equação:

$$R/PA = FSR/FSPA \text{ (g g}^{-1}\text{)}$$

Onde:

FSR = Fitomassa seca das raízes

FSPA = Fitomassa seca da parte aérea

### **3.7.8. Produção de Frutos e Sementes**

Todos os frutos produzidos pela planta, até o último cacho maduro antes do corte, aos 140 DAS, foram computados e pesados. Depois de abertos, procedeu-se a contagem e pesagem das sementes, de cada tratamento, em uma balança de precisão.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

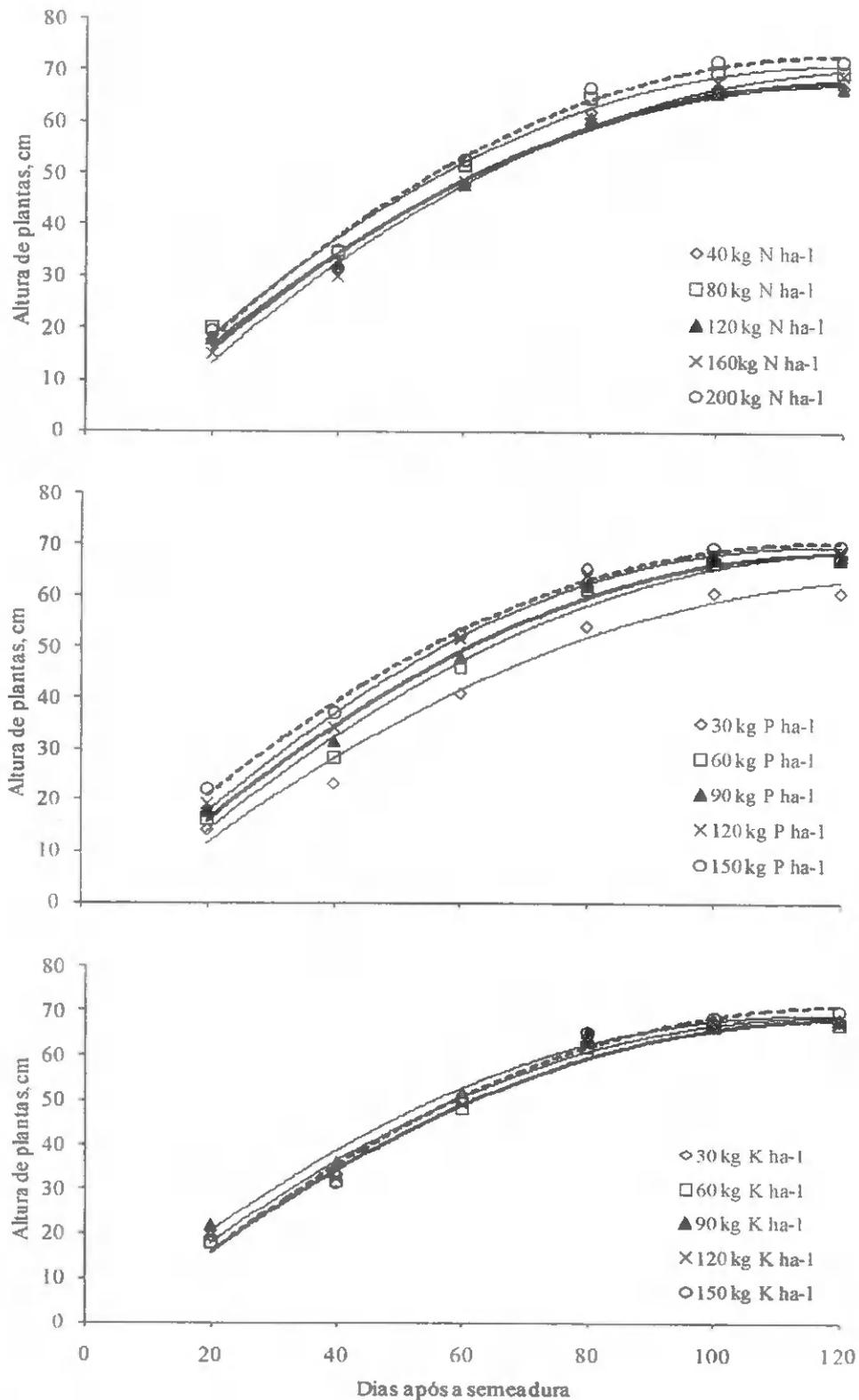
O comportamento vegetativo e produtivo da mamona BRS Nordestina foi avaliado pela evolução da altura, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule das plantas, fitomassa, número e peso dos frutos, produção individual por planta e produtividade.

### 4.1. Altura das Plantas

As plantas submetidas às dosagens crescentes de N, P e K apresentaram o mesmo comportamento em relação à altura das plantas ao longo do ciclo da cultura, ou seja, apresentaram maiores taxas de crescimento até os 80 DAS, como pode ser observado pela inclinação das curvas (Figura 4.1).

A partir dos 80 DAS o período de crescimento ocorreu de forma mais lenta, praticamente estabilizando após os 100 DAS, corroborando com o observado por Ribeiro (2008), trabalhando nas mesmas condições desta pesquisa, porém, utilizando a cultivar BRS Paraguaçu. Vale salientar que a época em que se inicia a diminuição da taxa de crescimento em altura é a mesma em que começam aparecer as primeiras inflorescências. A paralisação no crescimento vegetativo, em função da aceleração do crescimento produtivo, ocorre pelo direcionamento dos fotoassimilados produzidos, para os órgãos produtivos; os frutos em formação atuam como drenos de fotoassimilados (TAIZ & ZEIGER, 2004).

No final do ciclo da cultura, as alturas das plantas submetidas às dosagens crescentes de N, P e K variaram de 67,0 (40 kg N ha<sup>-1</sup>) a 72,3 cm (200 kg N ha<sup>-1</sup>); de 61,0 (30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) a 70,0 cm (150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e de 67,3 (30 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) a 70,3 cm (150 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Estes valores estão aquém daquele encontrado por Barros Junior (2007) de 106 cm, em média, que manteve, ao longo do seu experimento, um suprimento de água para as plantas igual a 100 % da água disponível e de fertilizantes equivalentes a 619 kg N ha<sup>-1</sup>, 376 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 168 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Também são inferiores aos encontrados por Severino et al. (2006a), apesar destes autores terem utilizado dosagens de N, P e K inferiores as do presente trabalho; no entanto, conduziram seus experimentos em condições de campo, o que deve ter sido a causa da diferença encontrada entre os resultados. Silva et al. (2007), avaliando dosagens crescentes de N em mamoneira, híbrido Sara, também observaram aos 100 DAS, alturas maiores de plantas.



**Figura 4.1.** Altura de plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha<sup>-1</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O. Curvas pontilhadas correspondem à dose mais elevada de cada nutriente estudado.

Os resultados encontrados por Rodrigues et al. (2009), trabalhando com níveis de reposição de água, utilizando água residuária doméstica, foram superiores aos encontrados nessa pesquisa, pois aos 40, 90, 132 e 174 dias após semeio, os resultados encontrados para a altura foram em média 44,97; 103,53; 122,60; 148,80 cm, para a mamoneira BRS Paraguaçu; e 42,09; 97,67; 114,53; 136,01 cm, para a BRS Nordestina, respectivamente.

Considerando a altura das plantas aos 120 DAS, observou-se um aumento de 7,43 % em função do aumento das dosagens de N de 40 para 200 kg ha<sup>-1</sup>; 14,75 % em função do aumento das doses de P de 30 para 150 kg ha<sup>-1</sup> e 3,43 % em função do aumento das dosagens de K de 60 para 150 kg ha<sup>-1</sup>, uma vez que estas dosagens foram as responsáveis, nesta época, pela menor e maior altura das plantas, respectivamente. Apesar destes aumentos, a altura da mamoneira BRS Nordestina não foi influenciada de forma significativa pelas dosagens crescentes de nitrogênio e de potássio, contudo respondeu de forma significativa ao nível de 5 % de probabilidade às adubações com fósforo aos 40, 100 e 120 DAS (Tabela 4.1), corroborando com Severino et al. (2004), testando doses crescentes de N (0; 25; 50; 100 kg ha<sup>-1</sup>), P (0; 30; 60; 120 kg ha<sup>-1</sup>), e K (0; 20; 40; 80 kg ha<sup>-1</sup>), na cultivar BRS Paraguaçu, no município de Assu, RN, e com Almeida Junior et al. (2009), que também encontraram efeito significativo da adubação fosfatada aos 65 DAS da mamoneira BRS-149 Nordestina. O fósforo é um nutriente de vital importância para a mamoneira, sendo parte integrante dos ácidos nucleicos, fazendo parte do ATP e de outros constituintes importantes para o metabolismo celular (FERNANDES et al., 2009).

O efeito não significativo do nitrogênio sobre a altura das plantas também foi observado por outros autores (SEVERINO et al. 2004, 2006a, FERREIRA et al., 2006). Entretanto, segundo Albuquerque et al. (2006), a altura das plantas dos 28 aos 56 dias após a emergência das sementes da cultivar BRS 149 Nordestina foi influenciada de forma significativa pelas dosagens crescentes de N (30; 60; 120; 240 e 480 kg ha<sup>-1</sup>). De acordo com esses autores, a altura máxima estimada, 45,1 cm, foi alcançada aos 56,7 dias com o uso de 291,2 kg N ha<sup>-1</sup>.

Em relação ao potássio, Severino et al. (2006a) também não encontraram efeito significativo de dosagens crescentes do elemento (0; 20; 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup>) na altura de plantas da cultivar BRS 149 Nordestina, aos 170 DAP, no município de Quixeramobim, CE. Da mesma forma, Ribeiro (2008), utilizando dosagens de K iguais as do presente trabalho, não encontrou efeito significativo das mesmas sobre a altura de plantas da cultivar BRS Paraguaçu.

**Tabela 4.1.** Resumo da análise de variância para altura de planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordestina submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Altura da planta					
<b>Nitrogênio</b>		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Dosagens	4	11,52 <sup>ns</sup>	13,44 <sup>ns</sup>	14,70 <sup>ns</sup>	24,52 <sup>ns</sup>	20,56 <sup>ns</sup>	14,66 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	14,23	20,36	21,59	24,73	12,86	12,66
Total corrigido	14	188,43	257,43	274,78	345,43	210,93	185,33
CV%		20,88	13,78	9,33	7,88	5,218	5,13
<b>Fósforo</b>							
Dosagens	4	26,65 <sup>ns</sup>	88,01*	62,90 <sup>ns</sup>	55,97 <sup>ns</sup>	34,16*	36,90*
Resíduo	10	9,98	23,11	21,18	26,03	10,26	9,93
Total corrigido	14	206,43	583,23	463,40	484,23	239,33	246,93
CV%		17,78	15,52	9,61	8,30	4,80	4,70
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	-	346,8**	-	-	104,53**	116,03**
Equação quadrática	1	-	4,02 <sup>ns</sup>	-	-	13,71 <sup>ns</sup>	17,35 <sup>ns</sup>
<b>Potássio</b>							
Dosagens	4	8,73 <sup>ns</sup>	10,18 <sup>ns</sup>	5,99 <sup>ns</sup>	6,95 <sup>ns</sup>	2,43 <sup>ns</sup>	4,16 <sup>ns</sup>
Repetição	10	9,75	16,65	19,46	20,11	28,06	26,26
Total corrigido	14	132,43	207,23	218,66	229,00	290,40	279,33
CV%		16,23	12,37	8,85	7,00	7,81	7,50

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação.

Através da análise de regressão, os dados referentes às avaliações de altura das plantas submetidas às dosagens de fósforo, feitas aos 40 e 120 DAS, apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação ( $R^2$ ), iguais a 0,98 e 0,79, respectivamente (Figura 4.2).

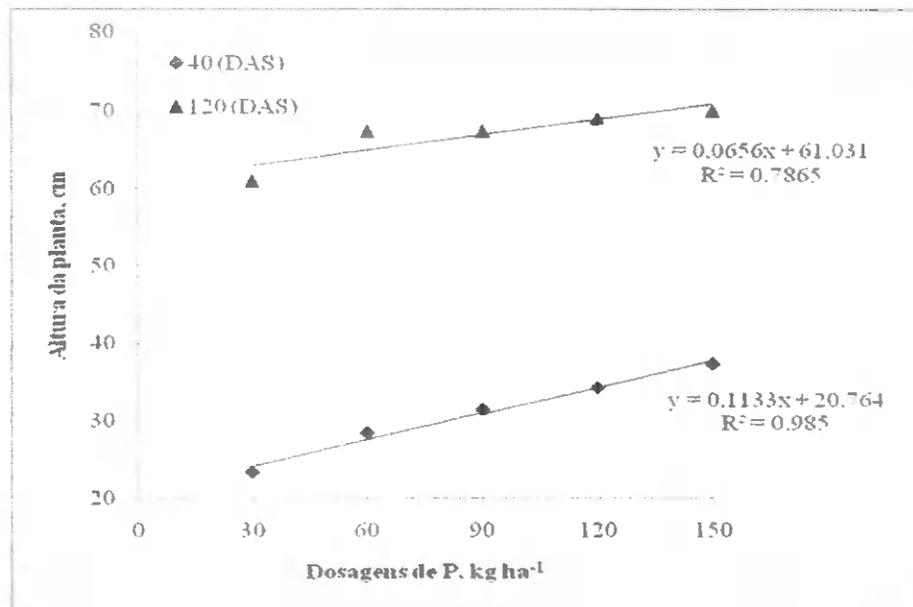
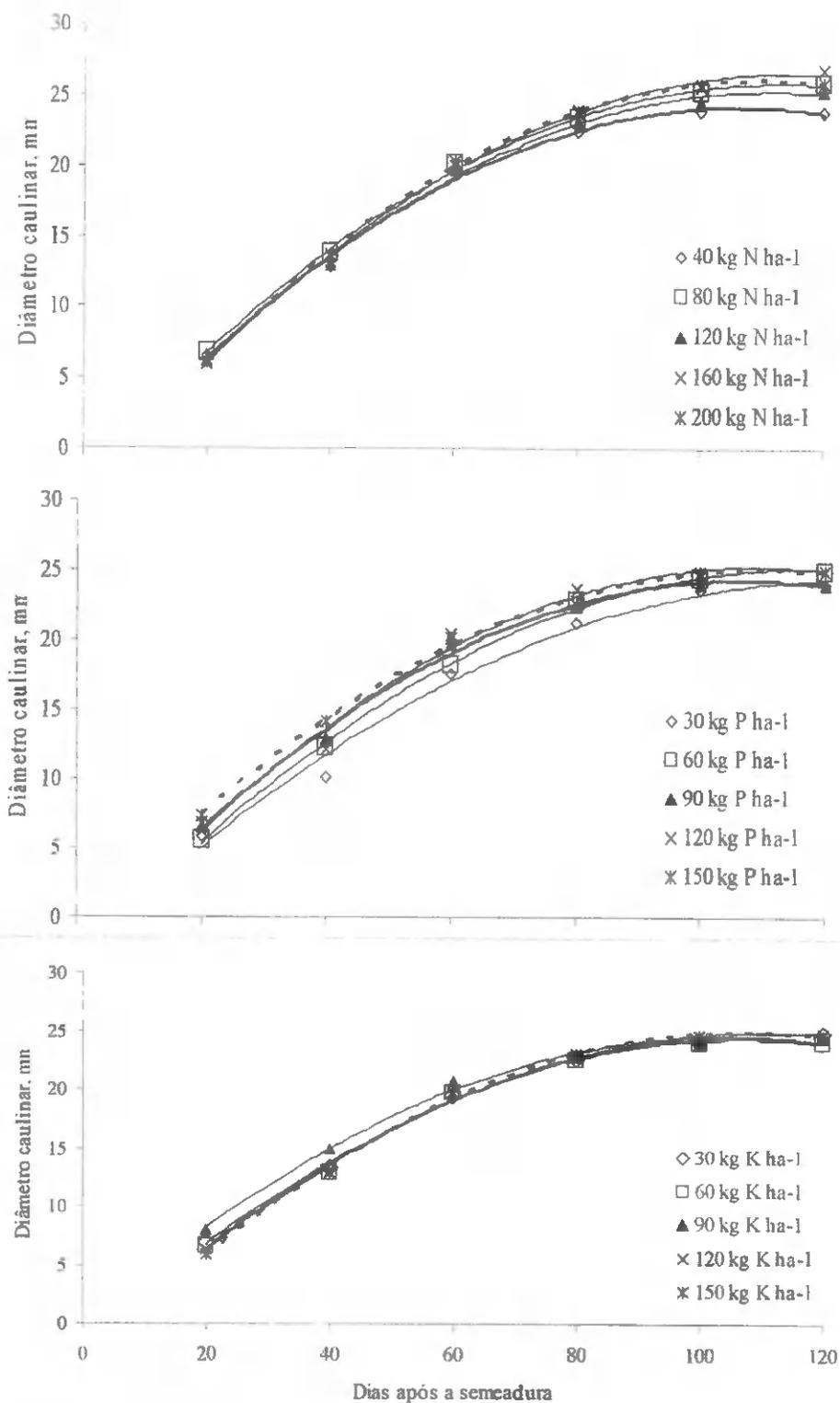


Figura 4.2. Altura de plantas em função das dosagens crescentes de P, aos 40 e 120 DAS

#### 4.2. Diâmetro Caulinar

A evolução do diâmetro caulinar da mamoneira, submetida aos diferentes tratamentos, ao longo do período experimental, pode ser vista na Figura 4.3, sendo as curvas mais espessas, correspondentes à adubação de referência 40:90:60 kg ha<sup>-1</sup> de N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e as curvas com linhas pontilhadas correspondem ao comportamento das plantas submetidas às maiores dosagens de cada nutriente. Assim como ocorreu com a altura das plantas, as maiores taxas de crescimento ocorreram até os 80 DAS, estabilizando a partir deste período.

As plantas da mamoneira adubadas com doses crescentes de N, P e K, responderam significativamente a todos os adubos estudados, mas em períodos de crescimento diferentes, como pode ser vista no resumo da análise de variância (Tabela 4.2) referente ao diâmetro caulinar aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura.



**Figura 4.3.** Diâmetro caulinar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha<sup>-1</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O. Curvas pontilhadas correspondem à dosagem mais elevada do tratamento em questão.

**Tabela 4.2.** Resumo da análise de variância para diâmetro de caule da planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordestina submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
<b>Nitrogênio</b>							
Dosagens	4	0,31 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	1,05*	1,86*	3,54*
Resíduo	10	0,30	1,36	0,67	0,30	0,43	0,70
Total corrigido	14	4,33	15,74	7,57	7,27	11,79	21,26
CV%		8,72	8,71	4,09	2,36	2,61	3,27
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	-	-	-	3,26**	5,29**	7,60**
Equação quadrática	1	-	-	-	0,32 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	2,93
<b>Fósforo</b>							
Dosagens	4	1,45 <sup>ns</sup>	6,45 <sup>ns</sup>	4,67 <sup>ns</sup>	2,28**	0,71 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	0,63	3,90	1,90	0,23	0,66	0,88
Total corrigido	14	12,20	64,86	37,74	11,49	9,50	12,44
CV%		12,50	16,07	3,71	2,15	3,35	3,81
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	-	-	-	3,88**	-	-
Equação quadrática	1	-	-	-	3,09**	-	-
<b>Potássio</b>							
Dosagens	4	1,89**	2,46 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,098 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,40*
Repetição	10	0,13	1,05	0,77	0,31	0,16	0,07
Total corrigido	14	8,96	20,43	10,25	3,53	2,56	2,40
CV%		5,56	7,67	4,43	2,46	1,66	1,13
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	1,72**	-	-	-	-	0,30 <sup>ns</sup>
Equação quadrática	1	2,19**	-	-	-	-	8,32*

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação.

As plantas da mamoneira adubadas com dosagens crescentes de N apresentaram, aos 120 DAS, diâmetro caulinar variando de 24,03 (40 kg ha<sup>-1</sup>) a 26,97 mm (160 kg ha<sup>-1</sup>), tendo ocorrido diferença significativa a 5% de probabilidade, entre os tratamentos a partir dos 80 DAS (Tabela 4.2). O aumento proporcionado entre as dosagens acima citadas foi de 12,23 %.

As plantas adubadas com dosagens crescentes de P e K apresentaram valores menores de diâmetro caulinar, variando de 24,00 a 25,03 mm (4,29 % de aumento) e de 24,03 a 24,90 mm (3,62 % de aumento), respectivamente, tendo ocorrido diferença significativa aos 80 e 20 DAS para os tratamentos com P e K, respectivamente (Tabela 4.2). Almeida Junior et al. (2009) e Severino et al. (2004), também encontraram respostas significativas do diâmetro caulinar de mamoneira às dosagens de P e K, respectivamente.

Observou-se em geral, que os valores médios de diâmetro caulinar aos 120 DAS, variaram de 24 a 27 mm, independentemente dos tratamentos, corroborando Ribeiro (2008). Plantas de mamona cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia, irrigadas com água com 0,7 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica, também apresentaram diâmetro caulinar em torno de 26 mm entre 80 a 100 DAS (Silva et al., 2008). Entretanto, estes valores médios foram inferiores aos encontrados por Almeida et al. (2007), em BRS Paraguaçu, e aos encontrados por Severino et al. (2006a), em BRS Nordestina, e superiores aos encontrados por Silva et al. (2007) para o híbrido Sara e por Oliveira et al. (2009b), para a cultivar BRS Nordestina. Trabalhando com esta última cultivar, Albuquerque et al. (2006), encontrou diâmetro caulinar máximo de 22,1 mm quando as plantas foram adubadas com 465,9 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 51,7 dias da emergência.

De acordo com a análise de regressão, os dados de diâmetro caulinar aos 80, 100 e 120 DAS, em função dos tratamentos com N apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) iguais a 0,77; 0,71 e 0,74, respectivamente; os dados em função dos tratamentos com P, aos 80 DAS, tiveram um comportamento quadrático, com um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,76 (Figura 4.4).

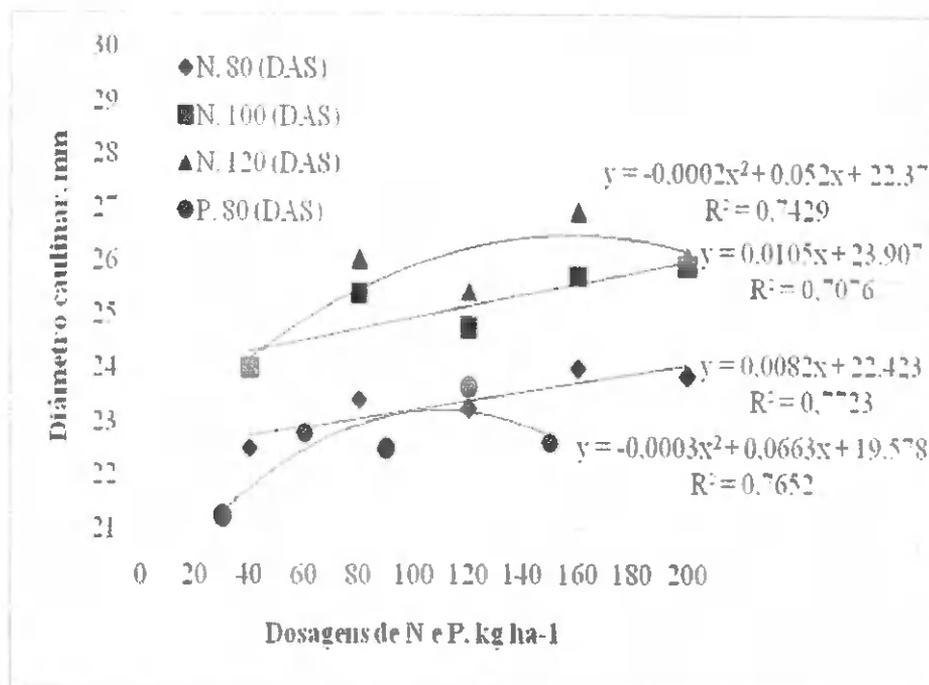
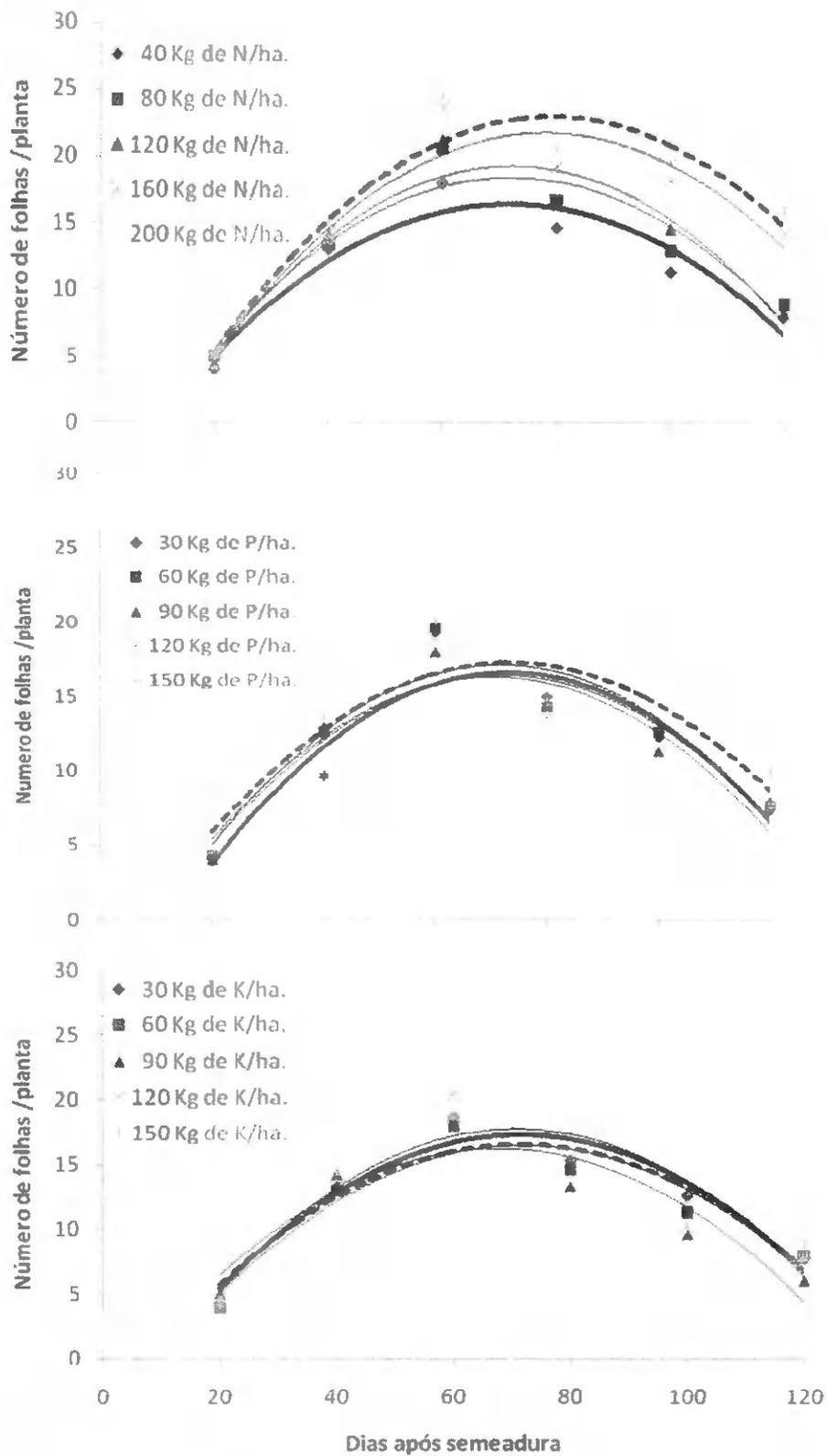


Figura 4.4. Diâmetro caulinar em função das dosagens crescentes de N, aos 80, 100 e 120 DAS e de P aos 80 DAS.

### 4.3. Número de Folhas

O número de folhas, bem como as dimensões do aparelho fotossintético (área foliar), é considerado como importante componente morfofisiológico. A variação desta variável, ao longo do período experimental, pode ser observada na Figura 5. Houve aproximadamente até os 60 DAS, um rápido aumento do número de folhas, passando a diminuir progressivamente até os 80 dias, independente dos tratamentos utilizados; e, após este período, passa a ocorrer queda do número de folhas. De acordo com Rodrigues et al. (2006a), houve uma diminuição progressiva no número de folhas da cultivar BRS - 188 Paraguaçu, após os 90 DAS.



**Figura 4.5.** Número de folhas das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha<sup>-1</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O. Curvas pontilhadas correspondem à dosagens mais elevada do tratamento em questão.

Quando submetidas às dosagens crescentes de N, P e K, os números de folhas da mamoneira, aos 60 DAS, variaram de 18 (40 kg N ha<sup>-1</sup>) a 24,7 (200 kg N ha<sup>-1</sup>) (37,0 % de aumento); 18 (90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) a 20 (150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) (11,11 % de aumento) e de 18 (60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) a 20,33 (120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) (12,94 % de aumento), respectivamente. Estes valores foram superiores aos encontrados por Guimarães et al. (2008) usando uréia, como adubo nitrogenado, com a mesma cultivar e em ambiente protegido. Vale salientar que os menores números de folhas aos 60 DAS nos tratamentos estudados, corresponderam ao nível de tratamento básico, 40: 90: 60 kg ha<sup>-1</sup> de N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Fernandes et al. (2009) trabalhando com adubação orgânica e mineral, verificaram o maior número de folhas da mamoneira aos 150 dias após a germinação, com preponderância para os tratamentos com adubações orgânicas. É provável que, com a decomposição progressiva do material orgânico, ocorra uma disponibilização mais eficiente de nutrientes às plantas, possibilitando menor perda por lixiviação e/ou volatilização, no caso do nitrogênio, quando comparado com a adubação mineral.

Como mostra a Tabela 4.3, o número de folhas foi influenciado de forma significativa pelas dosagens de nitrogênio apenas aos 100 (p<0,01) e 120 (p<0,05) DAS e pelas dosagens de potássio a 100 (p<0,05) DAS. Queiroz et al. (2006), também encontraram efeito significativo de dosagens de nitrogênio sobre o número de folhas da cultivar BRS Paraguaçu. O fósforo, durante todo o ciclo das plantas, não influenciou o número de folhas, o que corrobora os resultados encontrados por Almeida Junior et al. (2009), que trabalharam em ambiente protegido com o mesmo cultivar, doses crescentes de fósforo e obtenção de dados aos 65 dias após semeadura.

Através da análise de regressão, os dados referentes às avaliações de número de folhas por plantas adubadas com N, feitas aos 100 e 120 DAS, e com K aos 100 DAS, apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), iguais a 0,97 e 0,81, respectivamente para o N e 0,26 para o K (Figura 4.6).

**Tabela 4.3.** Resumo da análise de variância para número de folhas da planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordestina submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
<b>Nitrogênio</b>							
Dosagens	4	0,43 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	20,66 <sup>ns</sup>	17,06 <sup>ns</sup>	37,23 <sup>**</sup>	42,10 <sup>*</sup>
Resíduo	10	0,20	2,73	10,06	9,93	4,46	8,93
Total corrigido	14	3,73	34,93	183,33	167,60	193,60	257,73
CV%		10,01	11,86	14,64	17,90	13,72	26,84
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	-	-	-	-	145,20 <sup>**</sup>	136,53 <sup>**</sup>
Equação quadrática	1	-	-	-	-	0,38 <sup>ns</sup>	13,71 <sup>ns</sup>
<b>Fósforo</b>							
Dosagens	4	0,33 <sup>ns</sup>	7,06 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	4,16 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	0,20	6,46	10,93	2,20	2,73	5,73
Total corrigido	14	3,33	92,93	116,40	25,33	36,4	74,00
CV%		10,32	20,73	17,22	10,34	13,55	29,93
<b>Potássio</b>							
Dosagens	4	0,60 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	4,43 <sup>**</sup>	3,50 <sup>ns</sup>
Repetição	10	0,13	4,06	8,66	2,93	0,66	2,33
Total corrigido	14	3,73	45,33	95,73	37,60	24,40	37,33
CV%		8,17	14,75	15,60	11,73	7,29	19,92
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	-	-	-	-	4,80 <sup>*</sup>	-
Equação quadrática	1	-	-	-	-	2,38 <sup>ns</sup>	-

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação

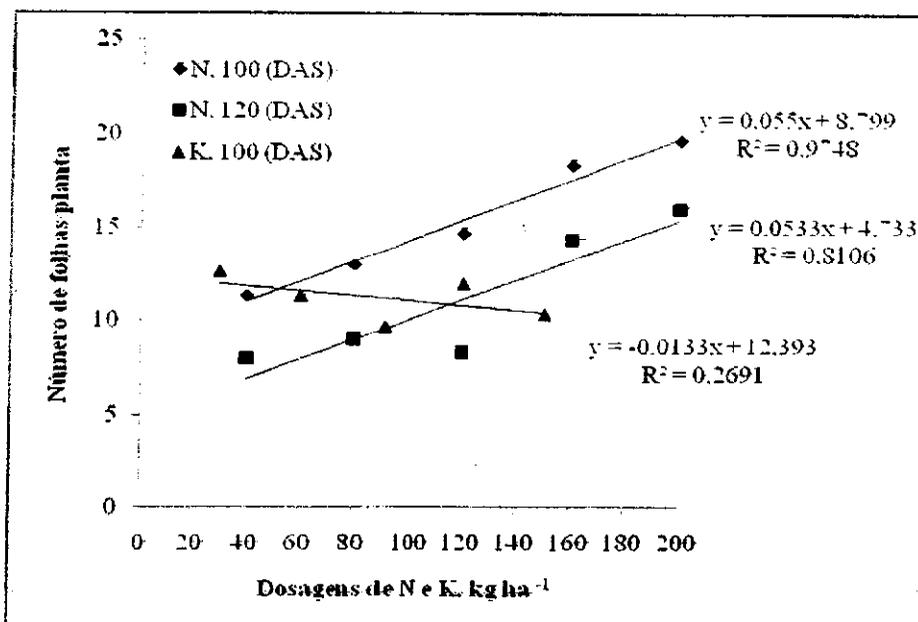
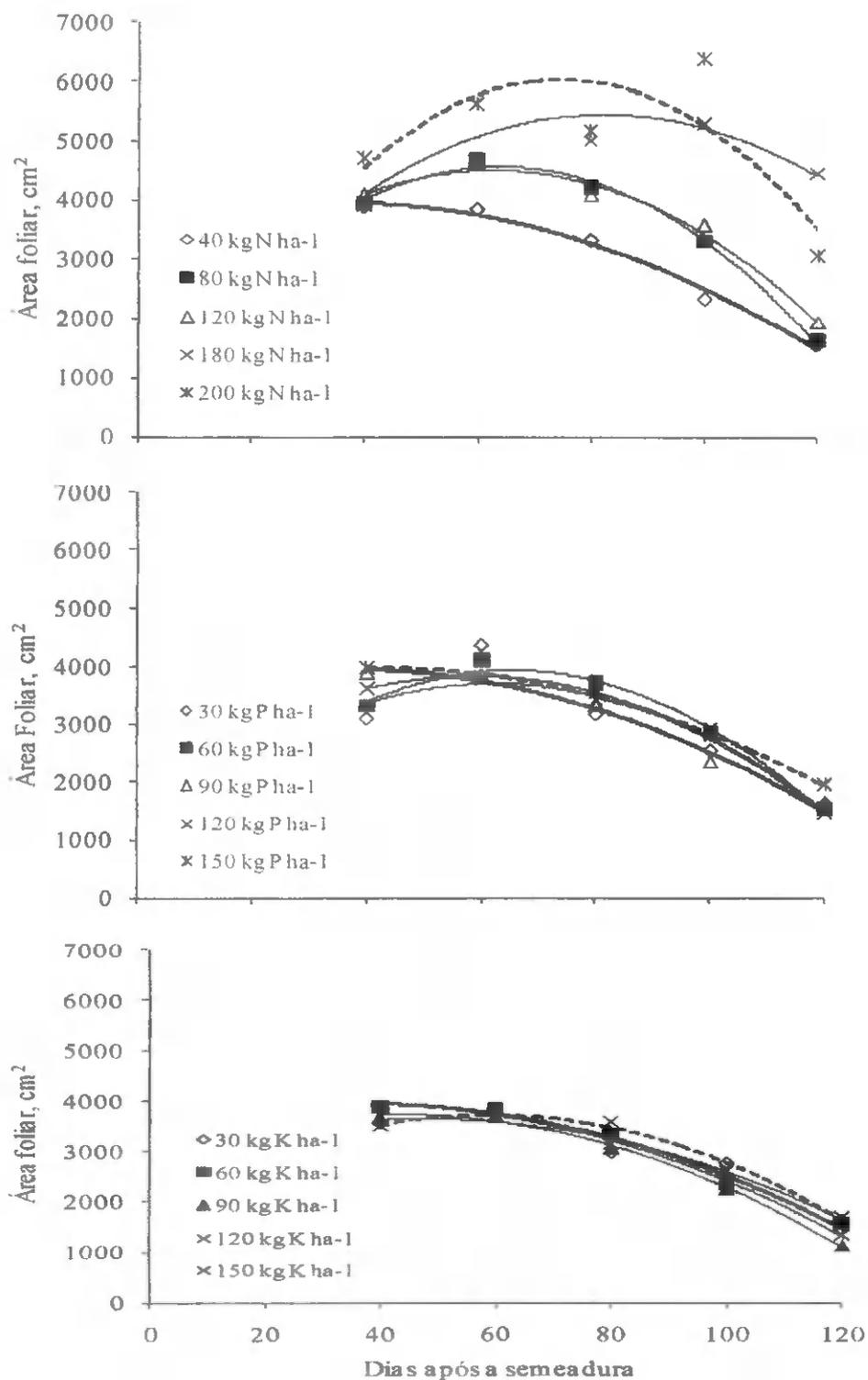


Figura 4.6. Número de folhas em função das dosagens crescentes de N, aos 100 e 120, e de K, aos 100 dias após semeadura.

#### 4.4. Área Foliar

A área foliar, juntamente com o número de folhas, define o aparelho assimilatório das plantas, o qual está diretamente relacionado com os seus processos fisiológicos (GUITMARÃES et al., 2008). Este é um dado importante para a pesquisa, uma vez que se trata de uma característica que expressa a adequação do desenvolvimento das plantas as condições ambientais.

Ao contrário do que foi observado para altura de plantas e diâmetro caulinar, os valores da área foliar, após o período de 60 a 80 DAS, diminuíram (Figura 4.7). Esse declínio provavelmente ocorreu devido à senescência das folhas aliado ao fato dos assimilados pelas plantas, nesta época, estarem sendo translocados para satisfazerem as necessidades da frutificação, ocasionando redução em sua área foliar (TAIZ & ZEIGER, 2004). Barros Junior (2007), avaliando o efeito do conteúdo de água do solo sobre o desenvolvimento da mamoneira, observou uma perda progressiva de área foliar já a partir dos 60 DAS, entretanto, isto ocorreu para os tratamentos mantidos a 40% de água disponível no solo, evidenciando, neste caso, o efeito do estresse hídrico. Rodrigues et al. (2006a) e Ribeiro (2008), pesquisando a cultivar BRS Paraguaçu, observaram a perda progressiva da área foliar a partir dos 90 e 60 DAS, respectivamente.



**Figura 4.7.** Área foliar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha<sup>-1</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O. Curvas pontilhadas correspondem à dose mais elevada do tratamento em questão.

Aos 60 DAS os valores de área foliar das plantas submetidas às dosagens crescentes de N, P e K variaram de 3.846,80 cm<sup>2</sup> (40 kg N ha<sup>-1</sup>) a 5.673,81 cm<sup>2</sup> (200 kg N ha<sup>-1</sup>) (47,49 % de aumento); ocorrendo um decréscimo da área foliar para os tratamentos com fósforo e potássio, de 4.361,11 cm<sup>2</sup> (30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) a 3.804,45 (120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) ( 12,76% de redução) e de 3846,80 cm<sup>2</sup> (60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) a 3711,59 (90 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) (3,5% de redução), respectivamente. Estes valores são superiores aos encontrados por Ribeiro (2008) que avaliou o comportamento da cultivar BRS-Paraguaçu quando submetida aos tratamentos com N, P e K iguais aos do presente trabalho. Entretanto, de acordo com Rodrigues et al. (2006a), plantas bem nutridas, aos 90 DAS, apresentaram área foliar em torno de 14.647 cm<sup>2</sup>, valor este superior aos observados no presente trabalho.

O conhecimento do efeito dos tratamentos sobre a área foliar é de grande importância, uma vez que existe uma estreita relação entre a área foliar e a atividade fotossintética, e conseqüentemente, maior desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2009b).

No decorrer do período experimental, os tratamentos com N apresentaram efeito significativo sobre a área foliar aos 60, 100 e 120 DAS a nível de 1; 5 e 1%, respectivamente. Os tratamentos com fósforo e potássio não tiveram efeito significativo sobre a área foliar (Tabela 4.4), corroborando com o que observou Ribeiro (2008). Almeida Junior et al. (2009), avaliando dosagens crescentes de fósforo sobre a área foliar da cultivar BRS Nordestina, encontraram efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, aos 65 DAS, no entanto, verificaram uma resposta quadrática às dosagens crescentes de P, ressaltando a importância da nutrição no estágio inicial da cultura. Segundo Marschner (2002), a deficiência de P proporciona uma redução na área foliar através da limitação do número de folhas, da ramificação da parte aérea, da redução da taxa de assimilação de carbono e da senescência prematura das folhas, limitando assim a produção de sementes.

Através da análise de regressão, os dados referentes a área foliar das plantas adubadas com N, feitas aos 60, 100 e 120 DAS, apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), iguais a 0,89; 0,95 e 0,81, respectivamente (Figura 4.8).

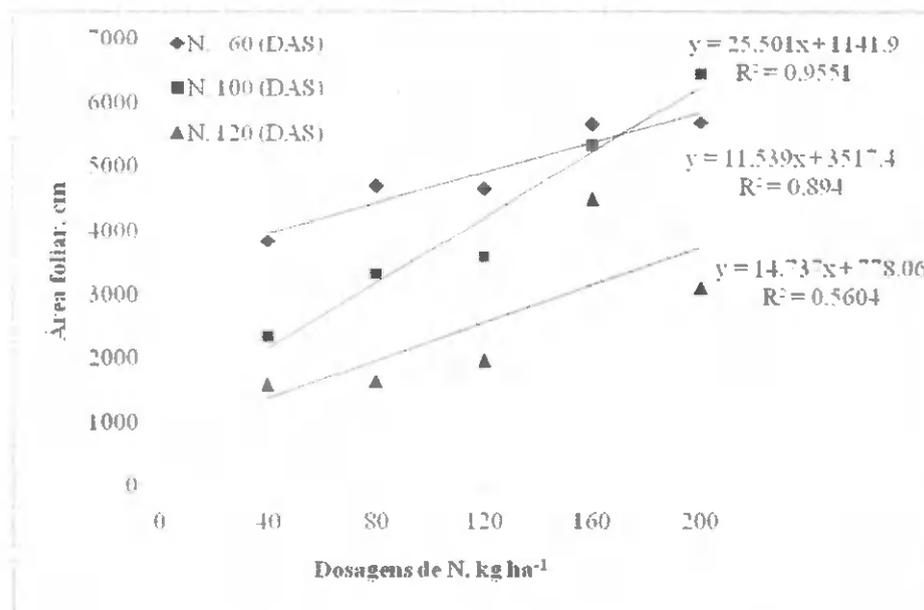
**Tabela 4.4.** Resumo da análise de variância para Área foliar da planta, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordestina submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		40 DAS	60 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
<b>Nitrogênio</b>						
Dosagens	4	373669,57 <sup>ns</sup>	1787161,60*	1752146,65 <sup>ns</sup>	8170857,79**	4650421,39*
Resíduo	10	144777,53	340304,59	1638939,96	445041,81	827643,29
Total corrigido	14	2942453,67	10551692,32	23397986,25	37133849,31	26878118,49
CV%		9,26	11,90	29,23	15,87	35,72
<b>Regressão</b>						
Equação linear	1	-	6390730,22**	-	31214374,60**	10424957,33**
Equação quadrática	1	-	75648,28 <sup>ns</sup>	-	677168,59 <sup>ns</sup>	106322,63 <sup>ns</sup>
<b>Fósforo</b>						
Dosagens	4	433753,25 <sup>ns</sup>	168896,11 <sup>ns</sup>	131711,12 <sup>ns</sup>	183990,65 <sup>ns</sup>	103018,84 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	269187,48	247687,83	172266,60	42372,09	237628,27
Total corrigido	14	4426887,84	3152462,84	2249510,58	1159683,54	2788358,10
CV%		14,46	12,46	12,05	7,62	29,94
<b>Potássio</b>						
Dosagens	4	99588,06 <sup>ns</sup>	10672,17 <sup>ns</sup>	191068,37 <sup>ns</sup>	129903,88 <sup>ns</sup>	155626,40 <sup>ns</sup>
Repetição	10	194090,23	103271,99	145624,64	46758,01	109099,54
Total corrigido	14	2339254,63	1075408,70	2220519,96	987195,70	1713501,03
CV%		11,87	8,46	11,84	8,69	22,01

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação

Os resultados aqui apresentados quando comparados com a literatura consultada, indicam que a cultivar BRS 149 Nordestina, não apresentou desenvolvimento compatível com o seu potencial. Provavelmente, isto seja o reflexo da falta de uma adubação balanceada, uma vez que o aumento das dosagens de N, P e K, em cada um dos experimentos, não foi acompanhada do aumento de P e K, de N e K e de N e P, respectivamente. Em geral, a falta destes elementos e/ou a deficiência dos mesmos para as plantas cultivadas com dosagens crescentes de N, de P e de K, respectivamente, reduzem o

crescimento das mesmas, provavelmente, por reduzir a absorção de nutrientes, a atividade fotossintética e a translocação de carboidratos (TAIZ & ZEIGER, 2004).



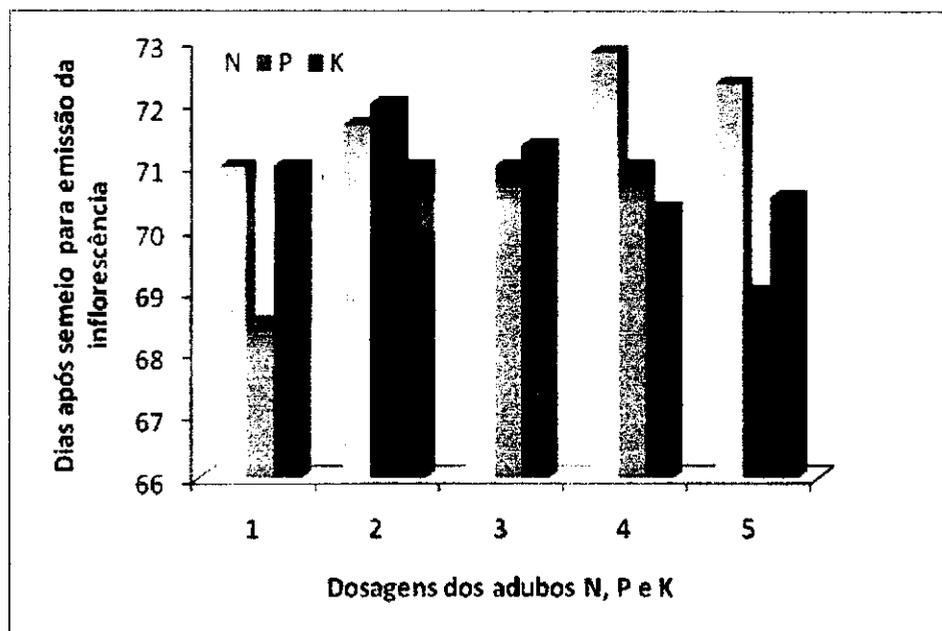
**Figura 4.8.** Área foliar em função das dosagens crescentes de N aos 60, 100 e 120 dia após a semeadura (DAS).

#### 4.5. Floração

Mesmo que o crescimento inicial das plantas de uma lavoura seja uniforme, é comum que a emissão da primeira inflorescência ocorra de forma desigual. Como pode se observar, a emissão da inflorescência das plantas da mamoneira BRS 149 – Nordestina se deu de forma diferenciada em relação à adubação de N, P e K. As duas maiores dosagens de N influenciaram os dois maiores tempos de emissão de inflorescência; em relação do P, os menores dias para emissão de inflorescência foram às dosagens maior e menor de P e, para o K, as duas maiores dosagens aplicadas do adubo apresentaram menos dias para que a emissão das flores ocorresse (Figura 4.9).

A emissão da inflorescência da mamoneira BRS 149 – Nordestina deu-se em torno dos 70 (120 Kg de N ha<sup>-1</sup>) e 72,83 (160 Kg de N ha<sup>-1</sup>); 68,5 (30 Kg de P ha<sup>-1</sup>) e 72 (60 Kg de P ha<sup>-1</sup>); 70,33 (120 Kg de K ha<sup>-1</sup>) e 71,33 (90 Kg de K ha<sup>-1</sup>) dias após semeio, para os adubos N, P e K, respectivamente. Esses resultados encontrados na pesquisa corroboraram com os encontrados a nova cultivar da mamona IAC-2028 por Savy Filho et al. (2007), e

foram superiores ao encontrado por Diniz Neto et al. (2008), para a mesma cultivar com plantio no campo, e ao da cultivar IAC-226 (Tarabay) (SAVY FILHO et al., 1990).

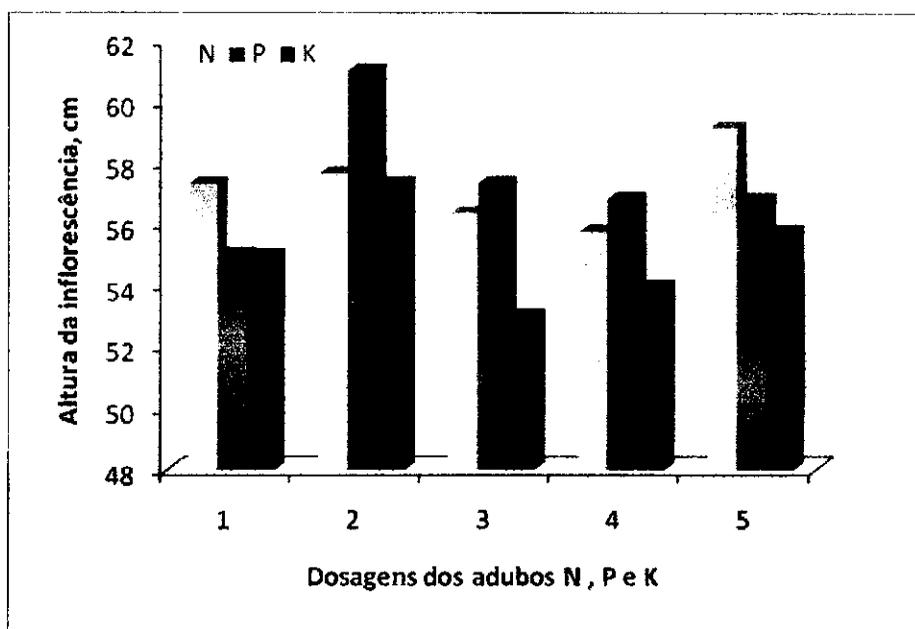


**Figura 4.9.** Dias após semeadura para emissão da inflorescência de plantas de mamoneira submetidas aos diferentes tratamentos com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

A altura da emissão da inflorescência das plantas em função dos adubos N, P e K, para cinco dosagens de cada adubo, encontra-se na Figura 4.10.

As maiores alturas das inflorescências das plantas adubadas com N, P e K foram, respectivamente, 59,16 cm (200 Kg de N ha<sup>-1</sup>); 61,00 cm (60 Kg de P ha<sup>-1</sup>) e 57,33 cm (60 Kg de K ha<sup>-1</sup>), valores estes, maiores que a altura de 48,5 cm para emissão de inflorescência do genótipo Coty Roxinha (MALTA et al., 2008). Apesar disso, estes resultados foram inferiores ao encontrado por Diniz Neto et al. (2008), com a mesma cultivar em adubação nitrogenada e ao encontrado por Malta et al. (2008), estudando genótipos diferentes de mamona, para o genótipo Juriti Grande (75,8 cm).

Apesar da variação dos resultados da emissão da inflorescência, tanto no que diz respeito ao tempo como na altura, não foram influenciados de forma significativa em função das dosagens crescentes de N, P e K (Tabela 4.5), corroborando com Diniz Neto et al. (2008), estudando a altura da mesma cultivar da mamoneira, com dosagens de N, em regime de sequeiro e em plantio antecipado.



**Figura 4.10.** Altura da emissão da inflorescência de plantas de mamoneira submetidas aos diferentes tratamentos com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

**Tabela 4.5.** Resumo da análise de variância para inflorescência da mamoneira cultivar BRS 149 – Nordestina submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DASI	AEI
<b>Nitrogênio</b>			
Dosagens	4	3,73 <sup>ns</sup>	5,14 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	7,55	5,98
Total corrigido	14	90,43	80,44
CV%		3,83	4,27
<b>Fósforo</b>			
Dosagens	4	6,60 <sup>ns</sup>	14,55 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	3,45	6,41
Total corrigido	14	60,90	122,32
CV%		2,64	4,41
<b>Potássio</b>			
Dosagens	4	0,50 <sup>ns</sup>	8,30 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	6,18	20,36
Total corrigido	14	63,83	236,83
CV%		3,51	8,20

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação; DASI = dias após semeio para inflorescência; AEI = altura da emissão da inflorescência.

#### 4.6. Fitomassa

Os valores de fitomassa total das plantas que receberam os tratamentos com N, em geral, foram superiores àqueles correspondentes as plantas que receberam os tratamentos com P e K. O maior valor observado, 303 g, referente ao tratamento de 200 kg N ha<sup>-1</sup>, foi próximo ao valor encontrado por Barros Junior et al. (2008), 258,41 g, em plantas conduzidas em solos mantidos a 80% de água disponível, porém, inferior ao correspondente às plantas conduzidas com 100% de água disponível, 1.393,45 g. Silva (2004), obteve em 150 dias de cultivo da cultivar Paraguaçu, peso médio de 246,72 g de matéria seca; também neste mesmo período, Coelho (2006), encontrou um peso médio de 727,9 g para a cultivar Nordestina e Rodrigues et al. (2006 b), obtiveram médias de peso da matéria seca para a Nordestina de 190,21 g e de 170,62 g para a Paraguaçu, irrigadas a um nível de reposição de 1,05 da evapotranspiração da cultura.

Em relação aos tratamentos com P e K, as maiores produções de fitomassa total corresponderam a 199,57g para a quantidade de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 193,58 g para 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. No entanto, de acordo com a análise de variância dos dados da fitomassa total da mamoneira cultivar BRS 149 – Nordestina proveniente dos tratamentos com P e K, não houve efeito significativo dos mesmos; só o tratamento com N apareceu a influência significativa ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4.6).

De acordo com análise de regressão, o peso total da fitomassa respondeu com efeito linear ao tratamento com N (Figura 4.11 A) corroborando com Oliveira et al. (2009b) que também encontraram resultados lineares à análise de regressão para a variável fitomassa total em mamoneira adubada sob esterco caprino, também cultivada em casa de vegetação.

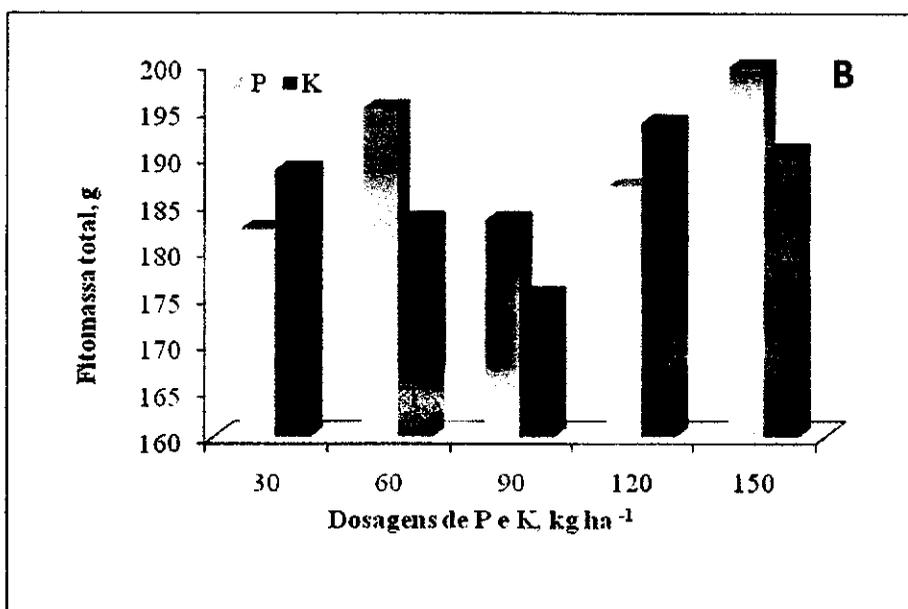
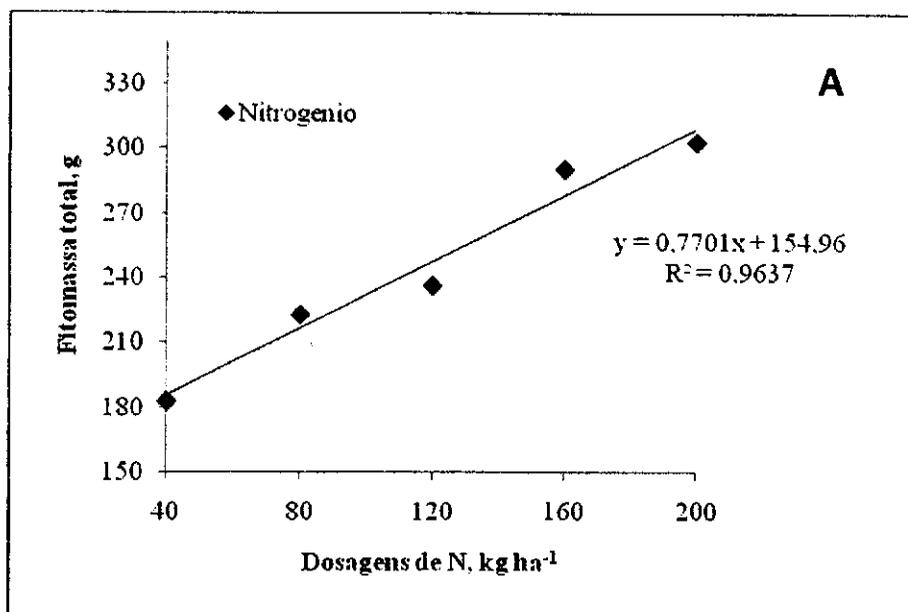
Ao final do experimento, aos 140 dias após semeadura (DAS), as plantas após serem coletadas, foram separadas e pesadas nas diversas partes como, por exemplo, folhas, caules, raízes e cachos. Observou-se que os maiores tratamentos de N foram os que proporcionaram os maiores resultados da fitomassa apresentando para folhas, caules, raízes e cachos, pesos de 92,02; 44,15; 54,82 e 45,98 g, respectivamente. De acordo com a análise de variância foi observada a influência significativa do tratamento de N, ao nível de 5% de probabilidade, nas variáveis do caule e da raiz e ao nível de 1% de probabilidade nas variáveis das folhas e cachos, tendo todas as variáveis respondidas linearmente ao ajuste de regressão (Tabela 4.6). Silva (2008) estudando dosagens de nitrogênio e desfolha

em mamoneira, também respondeu com efeito nas variáveis, matéria seca dos caules, folhas e raízes.

**Tabela 4.6.** Resumo da análise de variância para fitomassa da mamoneira cultivar BRS 149 – Nordestina submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio, estudados isoladamente.

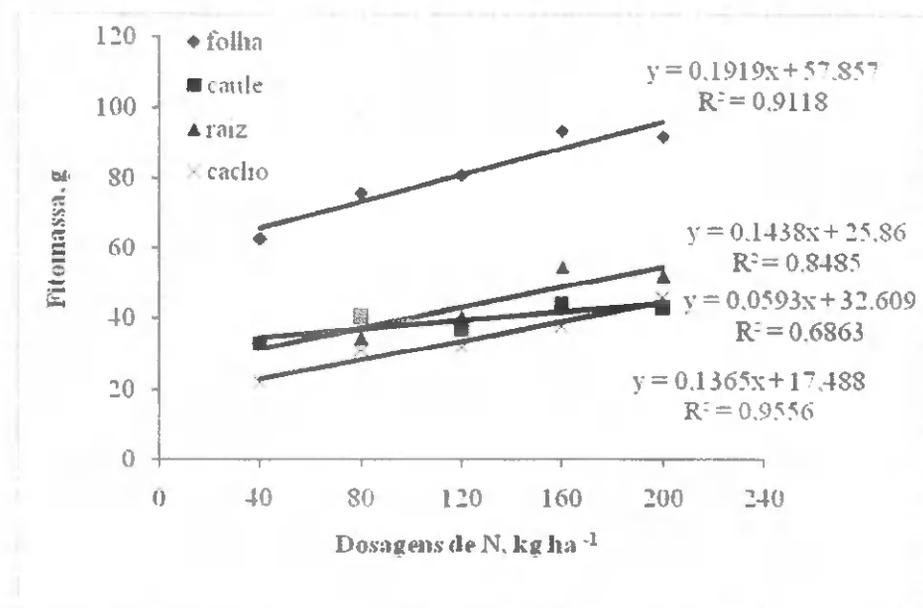
Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		PSF	PSC	PSR	PSCa	FT	RR/PA
<b>Nitrogênio</b>							
Doses	4	484,46**	61,45*	292,44*	233,95**	7384,57**	0,001 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	73,37	15,82	58,72	9,14	372,97	0,0009
Total corrigido	14	2671,65	404,05	1757,03	1027,25	33268,01	0,013
CV%		10,59	10,01	17,77	8,92	7,80	14,41
<b>Regressão</b>							
Equação linear	1	1767,01**	168,74**	992,56**	894,34**	28465,36**	-
Equação quadrática	1	98,74 <sup>ns</sup>	9,43 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	1,75 <sup>ns</sup>	41,80 <sup>ns</sup>	-
<b>Fósforo</b>							
Doses	4	3,60 <sup>ns</sup>	28,55 <sup>ns</sup>	16,18 <sup>ns</sup>	5,82 <sup>ns</sup>	174,22 <sup>ns</sup>	0,00037 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	30,01	9,56	23,26	7,97	269,26	0,00031
Total corrigido	14	314,59	209,88	297,42	103,01	3389,58	0,00463
CV%		8,65	8,69	13,96	11,92	8,66	7,96
<b>Potássio</b>							
Doses	4	38,12 <sup>ns</sup>	6,94 <sup>ns</sup>	10,94 <sup>ns</sup>	4,13 <sup>ns</sup>	157,15 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	15,87	7,02	38,96	7,38	280,22	0,00108
Total corrigido	14	311,22	98,05	433,42	90,42	3430,89	0,01201
CV%		6,48	7,46	18,31	11,93	8,98	14,7

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação; PSF = pesos seco das folhas; PSC = peso seco do caule; PSR = peso seco da raiz; PSCa = peso seco do cacho; FT = fitomassa total; RR/PA = relação raiz/parte aérea.



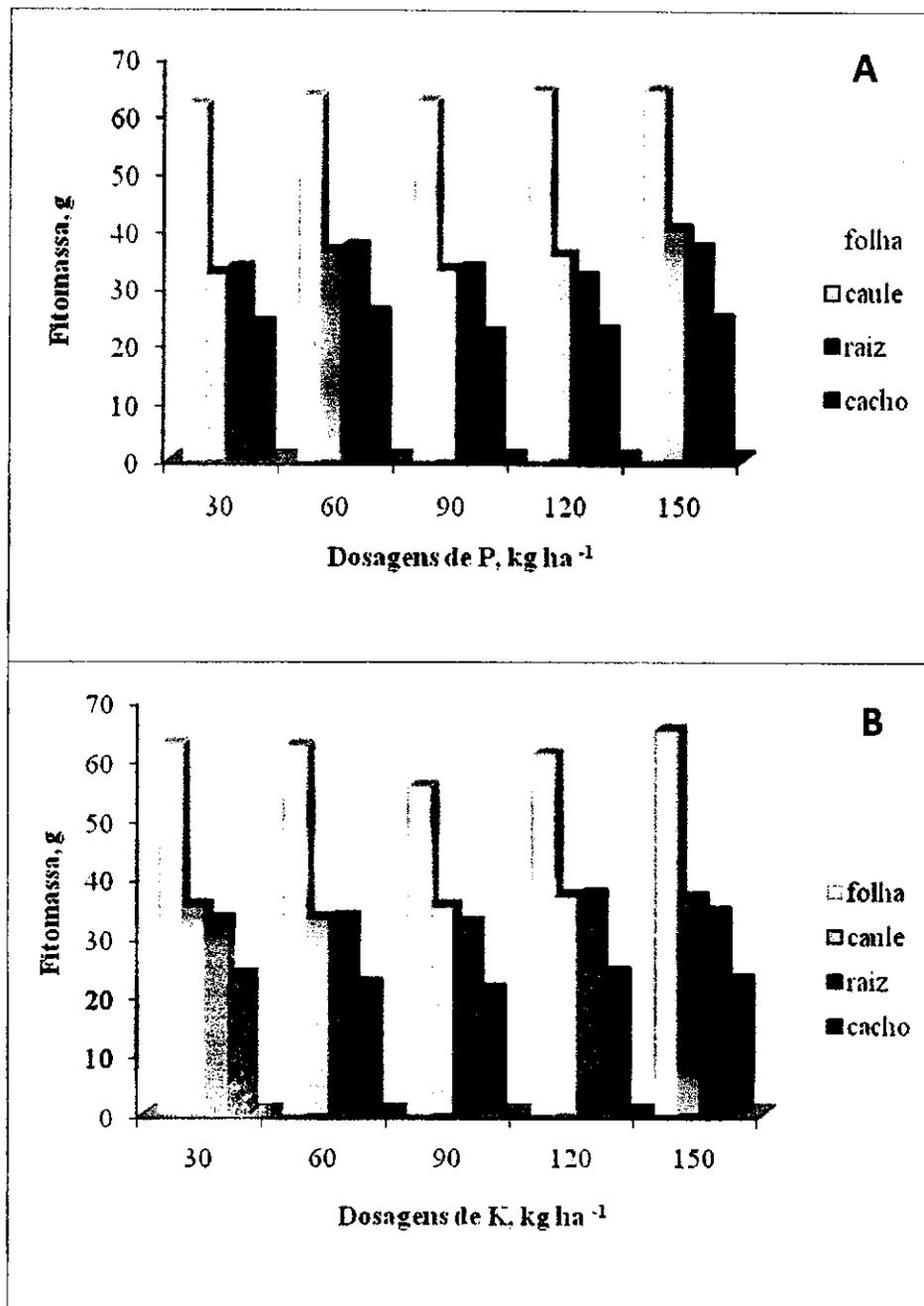
**Figura 4.11.** Fitomassa total da mamoneira tratada com doses de Nitrogênio (A), Fósforo e Potássio(B).

De acordo com a análise de regressão, podem-se variar as fitomassas das folhas, caules, raízes e cachos da mamoneira em função das dosagens crescentes de N com os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) iguais a 0,91; 0,84; 0,68 e de 0,95, para fitomassa de folhas, raiz, caule e cachos, respectivamente (Figura 4.12). Os resultados alcançados através da análise de regressão apresentaram tendência linear, corroborando com Silva (2008), que também encontrou tendência linear nas variáveis de fitomassa do caule, raiz e folhas da mamoneira adubada com dosagens crescentes de Nitrogênio.



**Figura 4.12.** Fitomassa das folhas, caule, raiz e cacho da mamoneira BRS 149 Nordeste, adubada com Nitrogênio.

Os gráficos referentes aos resultados das variáveis de fitomassa da mamoneira em função das adubações crescentes de P e K estão expostos na Figura 4.13 (A e B). Pode-se observar que para as doses crescentes dos referidos elementos, não ocorreram diferenças em peso, para os componentes das plantas analisados.



**Figura 4.13.** Fitomassa das folhas, caule, raiz e cacho da mamoneira BRS 149 Nordeste, adubada com doses crescentes de Fósforo (A) e Potássio (B).

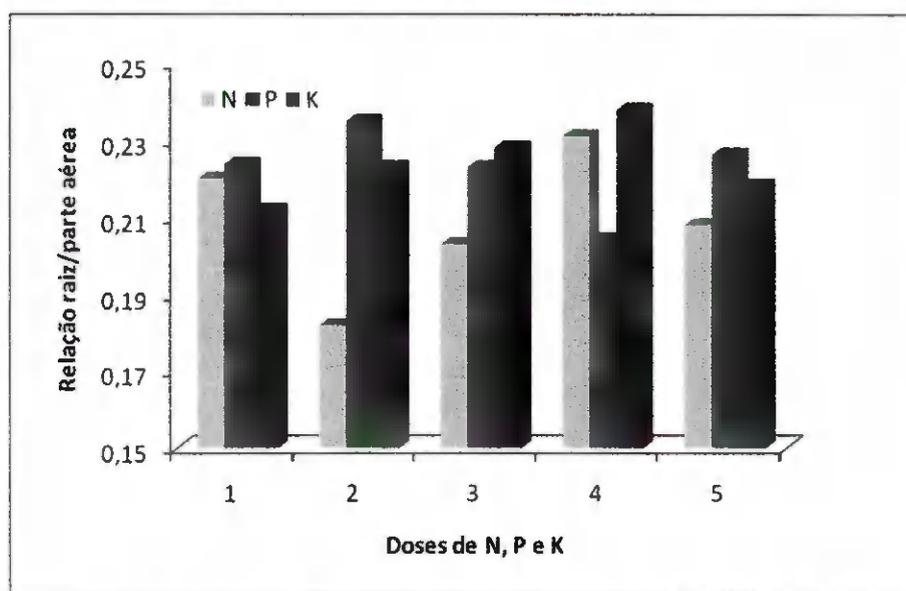
#### 4.7. Relação Raiz/Parte Aérea

Na Figura 4.14 são apresentadas as relações entre a fitomassa das raízes e a fitomassa das partes aéreas das plantas adubadas com N, P e K. Essas relações indicam o

nível de contribuição das reservas armazenadas no sistema radicular no favorecimento do crescimento da parte aérea.

As maiores relações foram representadas por dosagens intermediárias de N, P e K sendo 0,23 para o Nitrogênio ( $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), 0,23 para Fósforo ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e de 0,23 para o Potássio ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ). Estes valores encontrados foram superiores a  $0,13 \text{ g g}^{-1}$  observado por Barros Junior (2007) em plantas bem nutridas e conduzidas em solos mantidos a 100% de água disponível. Este mesmo autor encontrou um valor de  $0,20 \text{ g g}^{-1}$  para plantas conduzidas em solos com 40% de água disponível. Resultados destes valores também foram muito aquém dos encontrados por Oliveira et al. (2009b), trabalhando com diferentes fontes e dosagens de matéria orgânica na mamoneira Nordestina, em casa de vegetação.

De acordo com a análise de variância das relações raízes/partes aéreas não apresentou efeito significativo para nenhum dos tratamentos estudados (Tabela 4.6), sendo uma uniformidade na distribuição das relações em todos os tratamentos.



**Figura 4.14.** Resposta da mamoneira tratada com Nitrogênio, Fósforo e Potássio, à relação raiz/parte aérea. As dosagens de 1 a 5, correspondem a 40, 80, 120 160 e 200  $\text{kg de N ha}^{-1}$  e a 30, 60, 90, 120 e 150  $\text{kg de adubo P e K ha}^{-1}$ .

#### 4.8. Produção

Mantendo a mesma tendência observada para os parâmetros já avaliados, os tratamentos com N formam os que proporcionaram maior número de cápsulas, número de sementes e o peso das sementes em função das dosagens crescentes utilizadas (Tabela 4.7).

O número de cápsulas da mamoneira tratada com dosagens crescentes de N variou de 21 (40 kg de N ha<sup>-1</sup>) a 40,33 (200 kg de N ha<sup>-1</sup>), apresentando acréscimos de 36,5; 53,9; 76,2 e 92,0%, para as dosagens 80, 120 160 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os números de cápsulas obtidas no presente trabalho têm situado dentro dos limites apontados por Souza & Távora (2006), os quais comentam que a mamoneira pode produzir de 15 a 80 cápsulas por ciclo.

**Tabela 4.7.** Quadrados médios obtidos das análises de variâncias para os parâmetros número de cápsulas, número de sementes e peso das sementes aos 140 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste submetida ao tratamento com nitrogênio estudado isoladamente e cultivadas em casa de vegetação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Número de cápsulas	Número de sementes	Peso das sementes, g
<b>Nitrogênio</b>				
Doses	4	169,93**	1535,06**	695,68**
Resíduo	10	11,20	115,53	18,86
Total corrigido	14	791,73	7295,60	2971,35
CV%		10,50	11,24	8,72
<b>Regressão</b>				
Equação linear	1	662,70**	5992,53**	2729,58**
Equação quadrática	1	12,59 <sup>ns</sup>	123,42 <sup>ns</sup>	22,44 <sup>ns</sup>
<b>Médias</b>				
Doses de N, kg ha <sup>-1</sup>				
40		21,00	63,00	31,89
80		28,66	85,00	40,74
120		32,33	99,00	46,02
160		37,00	109,66	60,34
200		40,33	121,33	69,79

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação

O número de sementes é um fator importante para resultados sobre a produção; as sementes são um dos principais produtos de interesse econômico para o ricinocultor, sendo

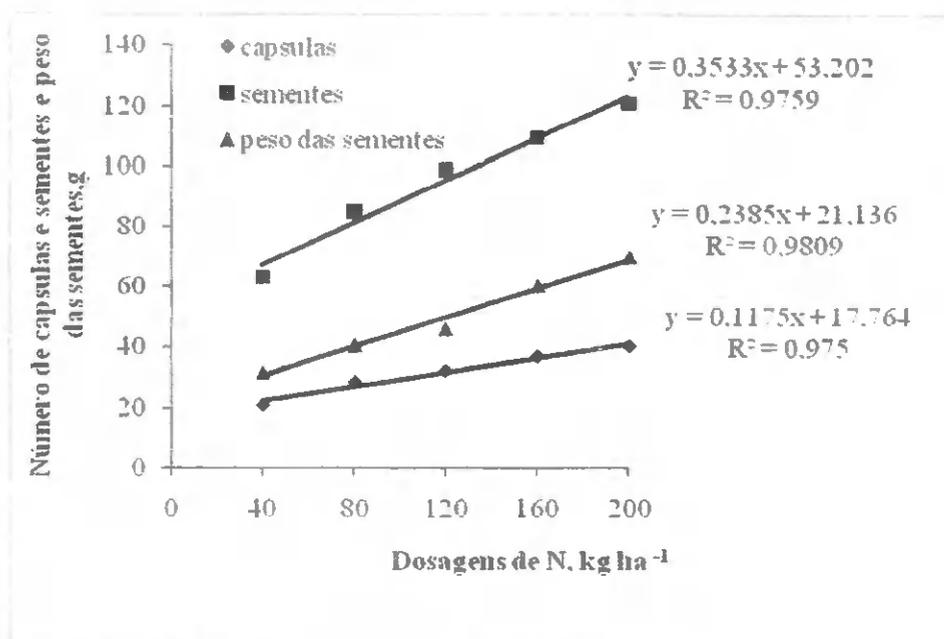
nelas encontradas o óleo, fonte para a produção do Biodiesel, principal produto da mamoneira e a torta, que é o resíduo da semente após a extração desse óleo.

O número de sementes foi afetado pela adubação nitrogenada, da mesma forma que a produção de fitomassa; quando se eleva a quantidade de adubo eleva-se também a quantidade de frutos e conseqüentemente o número de sementes, já que um fator é correspondente ao outro.

Diniz Neto et al. (2008) trabalhando com a mamoneira Nordestina adubada com N, em Pentecostes CE, não encontraram efeito significativo, mas a dosagem de N mais elevada foi a que proporcionou maior resultado. Resultado semelhante foi também encontrado por Silva et al. (2003) para a cultura do feijão. Silva et al. (2007), estudando o efeito de dosagens de N (0, 30, 60 e 120 kg de N ha<sup>-1</sup>) na mamoneira híbrido Sara verificou efeito quadrático, sendo a dosagem 80 kg de N ha<sup>-1</sup> a que proporcionou melhor resultado.

O maior peso das sementes da mamoneira foi observado com 69,8 g por planta, obtido com a dosagem 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, o que corresponderia, para condições de campo (espaçamento de 1,0 m x 0,7 m), uma produção de 997,1 kg ha<sup>-1</sup>. Um valor considerado baixo, quando comparado com o que observaram Diniz Neto et al. (2009b) estudando a mamoneira nordestina em regime de sequeiro e antecipado, em Pentecostes - CE, constataram que a mamoneira produziu mais (1.947,8 kg ha<sup>-1</sup>), em plantio antecipado com adubação de 120, 75 e 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente. Silva et al. (2007) concluíram que a mamoneira respondeu com efeito na produção a dosagens crescentes de N (0; 30; 60 e 120 kg de N ha<sup>-1</sup>), produzindo 1.679 kg ha<sup>-1</sup> de baga de mamona com 60 kg de N ha<sup>-1</sup>.

De acordo com o resumo da análise de variância (ANAVA), observa-se que o N influenciou significativamente os parâmetros número de cápsulas, número de sementes e o peso das sementes, respondendo linearmente a análise de regressão apresentando coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), iguais a 0,97; 0,99 e 0,98, respectivamente (Figura 4.15). O efeito significativo sobre o peso das sementes foi corroborado com Sampaio et al. (2006) e Ribeiro (2008) que também encontraram efeito significativo de dosagens de nitrogênio sobre o número e peso de frutos e número de sementes da cultivar BRS 149 Nordestina. Da mesma forma, Ferreira et al. (2006), utilizando dosagens de N de 0; 30; 60 e 120 kg/ha em mamoneira híbrida Savana encontraram efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de frutos, casca e sementes.



**Figura 4.15.** Número de cápsulas, Número de sementes e Peso das sementes da mamoneira BRS 149 Nordeste tratada com dosagens crescentes de Nitrogênio.

Em relação aos tratamentos com fósforo e potássio, não se observou efeito significativo dos mesmos sobre o número de cápsulas, número de sementes e o peso das sementes, discordando de Ferreira et al. (2006) que avaliando dosagens de  $P_2O_5$  de 0; 40; 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, encontraram efeito significativo das mesmas sobre alguns desses parâmetros (Tabela 4.8 e 4.9).

Os tratamentos com o P e com o K influenciaram de forma diferenciada entre os parâmetros de produção, mas com os maiores resultados encontrados, sempre estiveram abaixo da dosagem de 80 kg N ha<sup>-1</sup>, tanto na quantidade de cápsulas como de sementes.

**Tabela 4.8.** Quadrados médios obtidos das análises de variâncias para os parâmetros número de cápsulas, número de sementes e peso das sementes aos 140 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordesteina submetida ao tratamento com fósforo, estudados isoladamente e cultivadas em casa de vegetação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Número de cápsulas	Número de sementes	Peso das sementes
<b>Fósforo</b>				
Doses	4	10,16 <sup>ns</sup>	87,73 <sup>ns</sup>	2,95 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	8,66	81,46	8,87
Total corrigido	14	127,33	1165,60	100,52
CV%	-	12,98	13,35	9,22
<b>Médias</b>				
Doses de P, kg ha <sup>-1</sup>				
30	-	24,66	73,33	30,85
60	-	24,66	73,66	32,80
90	-	21,00	63,00	31,89
120	-	21,66	63,66	32,45
150	-	21,33	64,33	33,48

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação

**Tabela 4.9.** Quadrados médios obtidos das análises de variâncias para os parâmetros número de cápsulas, número de sementes e peso das sementes aos 140 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordesteina submetida ao tratamento com potássio, estudados isoladamente e cultivadas em casa de vegetação.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Número de cápsulas	Número de sementes	Peso das sementes
<b>Potássio</b>				
Doses	4	2,66 <sup>ns</sup>	26,26 <sup>ns</sup>	6,14 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	5,33	49,13	15,21
Total corrigido	14	64,00	596,40	176,79
CV%	-	10,49	10,65	12,03
<b>Médias</b>				
Doses de K, kg ha <sup>-1</sup>				
30	-	23,00	69,00	33,63
60	-	21,00	63,00	31,89
90	-	21,00	62,33	30,63
120	-	22,66	67,66	34,12
150	-	22,33	67,00	31,82

\*, \*\*, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; CV = Coeficiente de Variação

O maior número de sementes para os adubos estudados foi de 121,3 para N (200 kg de N ha<sup>-1</sup>), 73,7 para o P (60 kg de P ha<sup>-1</sup>) e de 69,0 para o K (30 kg de K ha<sup>-1</sup>) em sementes/planta. Observou-se que o peso das sementes de uma maneira geral foi baixa, não respondeu estatisticamente com efeito nos tratamentos estudados com adubações P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, ficando em média de 32,3g e 32,4g, respectivamente (Figura 4.16). Resultados semelhantes foram observados por Rodrigues et al. (2009) estudando a mamoneira sob efeito de irrigação com água residuária doméstica. Santos et al. (2004) afirmam que sob deficiência de N, a frutificação, quando ocorre, é fraca, com poucos cachos e frutos com peso abaixo do esperado.

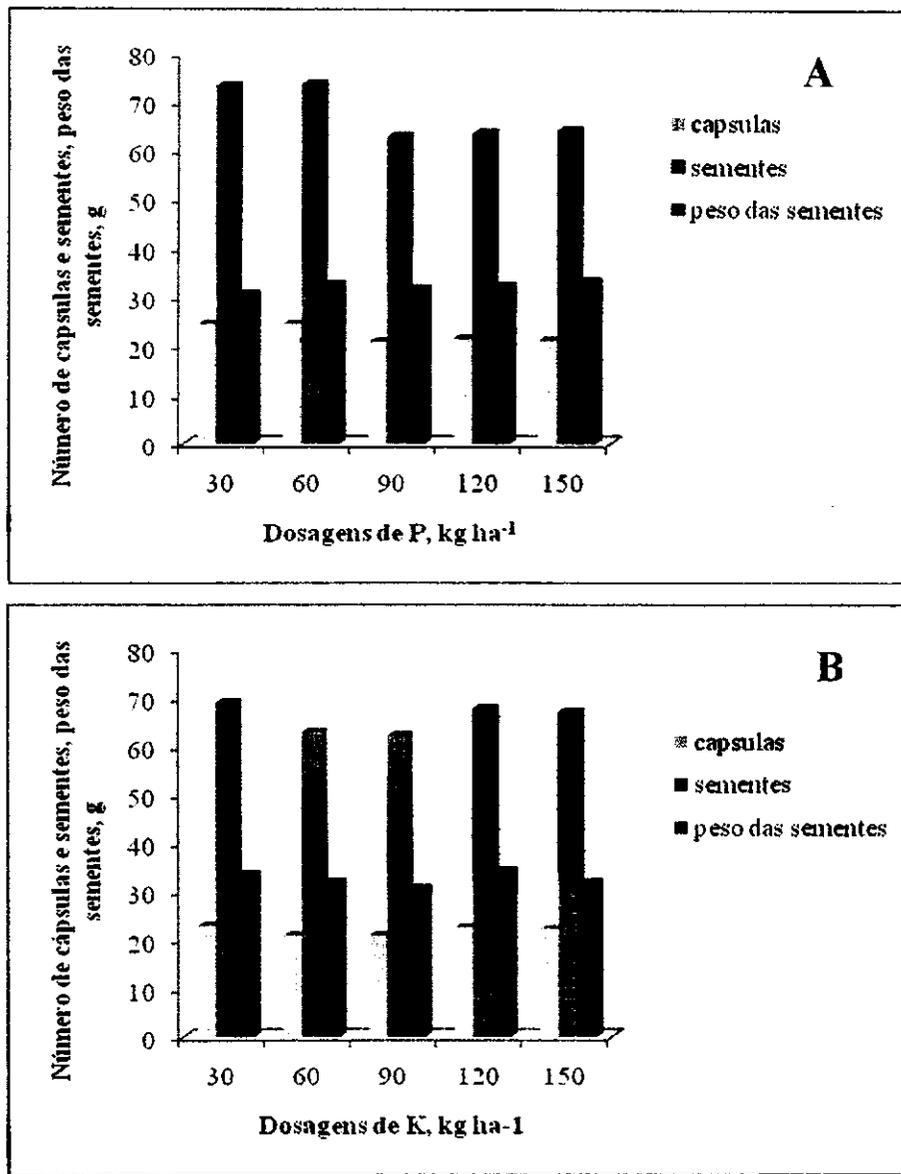


Figura 4.16. Número de cápsulas (NC), Número de sementes (NS) e Peso das sementes (PS) da mamoneira BRS 149 Nordestina tratada com doses crescentes de Fósforo (A) e Potássio (B), produzidas até os 140 DAS.

## 5. CONCLUSÕES

A adubação desbalanceada afetou o desenvolvimento da mamoneira.

A aplicação de dosagens crescentes de nitrogênio foi a que promoveu melhor benefício no desenvolvimento do diâmetro do caule, do número de folhas, da área foliar, da fitomassa das folhas, raiz, caule, cachos e da fitomassa total.

As dosagens crescentes de fósforo promoveram melhor benefício no desenvolvimento da altura da mamoneira.

As variáveis de produção apresentaram maiores rendimento com as dosagens mais elevadas de nitrogênio, como para número de cápsulas, sementes e peso das sementes.

As melhores respostas da mamoneira foram correspondentes às dosagens de  $200 \text{ kg}^{-1}$  de N;  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $150 \text{ kg}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , as quais deveriam ser utilizadas em futuros trabalhos para se avaliar o efeito das mesmas quando aplicadas de forma conjunta.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R.C.; SAMPAIO, L.R.; BELTRÃO, N.E.M.; LIMA, R.L.S. Influência de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú. Cenário atual e Perspectivas. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD.

ALMEIDA, A.P.; GUERRA, H.O.C; BARROS JUNIOR, G; CAVALCANTE, M.L.F.; LACERDA, R.D. Desenvolvimento e produção da variedade de mamona BRS-188 sob diferentes níveis e fontes de macronutrientes. **Revista Pesquisa**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2007.

ALMEIDA JUNIOR, A.B.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; OLIVEIRA, M.K.T.; LINHARES, P.C.F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 217-221, 2009.

ALVES, F.M.; SOARES, D.Z.; TEIXEIRA, N.T. Resposta da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) à adubação com Fósforo, Potássio, Boro e Zinco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza-CE: UFC, 2009. CD-ROM.

ALVIN, P.R.T. **Los factores de la productividad agrícola**. Lima: ILCA, 1962. 20p.

ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S. (ed). **Nutrição mineral de plantas**. Visoça: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. p. 253-280.

AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E.M.; SOARES, J.J.; VIEIRA, R.M.; MOREIRA, J.A.N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1997. 52p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 25).

BARROS JUNIOR, G. GUERRA, H.O.C.; CAVALCANTI, M.L.F.; LACERDA, R.D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a

estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.350-355, 2008.

BARROS JÚNIOR, G. **Efeito do conteúdo de água do solo, monitorado com TDR, sobre o desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamona**. 2007. 153 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. Fisiologia. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (eds.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**, 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. cap. 6, p.140-150.

BELTRÃO, N.E.M.; CARTAXO, W.V.; PEREIRA, S.R.; SOARES, J.J.; SILVA, O.R.R. **O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 62 p. (Cartilha, 1).

BELTRÃO, N.E.M.; LIMA, R.L.S. Aplicação do óleo de mamona como fonte de energia: Biodiesel. In: AZEVEDO, D.M. P.; BELTRÃO, N.E.M. (eds.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2007. cap. 17, p. 395-416.

BELTRÃO, N.E.M.; GONDIM, T.M.S.; VASCONCELOS, R.A.; CARDOSO, G.D.; SANTOS, J.W.; FERREIRA, G.B. Comparativo entre sistemas de plantio de mamona cv. BRS Nordestina: mudas vs sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, C.L.; MELO, F.B. **Cultivo da mamona consorciada com feijão caupi para o semi-árido nordestino em especial Piauí**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 44p.

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

BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, J.G.; SANTOS, J.W.; JERONIMO, J.F.; COSTA, F.X.; LUCENA, A.M.A.; QUEIROZ, U.C. Fisiologia da mamona, cultivar BRS 149 Nordestina,

na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.7, n.1, p.659-664, 2003.

CARVALHO, L.O. **Cultura da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1981. 88p. (Comunicado Técnico,73).

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação Industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Campina Grande: Algodão, 2007. p. 417-448.

COELHO, D.K. **Crescimento e desenvolvimento da mamoneira em função da irrigação com águas salinas e matéria orgânica**. 2006. 85 p. Dissertação de Mestrado. - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

COSTA, F.E; DANTAS, D.A.; MAGALHÃES, I.D.; SILVA, A.E.; SILVA, S.D.; BEZERRA, H.M.; MEDEIROS, Y.F. Avaliação da fitomassa seca de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) nas condições edafoclimáticas de Catolé do Rocha-PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza, 2009a. CD-ROM.

COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; LIMA, V.L.A.; NUNES JÚNIOR, E.S.; GUITMARÃES, M.M.B.; DAMACENO, F.A.V. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 06, n. 01, p. 259-268, 2009b.

CURTARELLI, L.M.N.; CARVALHO, L.L.T.; MORO, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Adubação fosfatada e crescimento radicular de híbridos de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: CONQUISTAS E DESAFIOS DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramados. **Anais...** Gramados: SBCS, 2007. CD-ROM.

DINIZ NETO, M.A.; TÁVORA, F.J.A.F.; CRISÓSTOMO, L.A.; DINIZ, B.L.M.T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II - Componentes das fases vegetativas e reprodutivas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009a.

DINIZ NETO, M.A.; TÁVORA, F.J.A.F.; CRISÓSTOMO, L.A.; DINIZ, B.L.M.T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. I - Componentes da produção e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.4, p.578-587, 2009b.

DINIZ NETO, M.A.; TÁVORA, F.J. A.F. ; CRISOSTOMO, L.A.; DINIZ, B.L.M.T. Crescimento e produtividade de duas cultivares de mamona com diferentes níveis de adubação NPK e épocas de plantio. I - Pentecoste-CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3, 2008, Salvador - BA. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2008. CD.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro – RJ, 1997. 212 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos,1).

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande-PB). **BRS – 149 Nordestina e BRS – 188 Paraguaçu**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 2.ed. folder.

FERNANDES, J.D.; CHAVES, L.H.G.; DANTAS, J.P.; SILVA, J.R.P. A adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Revista Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 358-368, 2009.

FERREIRA, P.V. **Estatística aplicada a agronomia**. 3ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

FERREIRA, G.B.; SANTOS, A.C.M.; XAVIER, R.M; FERREIRA, M.M.M.F; SEVERINO, L.S; BELTRÃO, N.E.M.; MORAES, R.A. Deficiência de Fósforo e Potássio na Mamona (*Ricinus Communis* L.): Descrição e Efeito Sobre o Crescimento e a Produção da Cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2004. CD-ROM.

FERREIRA, G.B.; VASCONCELOS, O.L.; PEDROSA, M.B.; ALENCAR, A.R.; FERREIRA, A.F.; FERNANDES, A.L.P. Resposta da mamoneira híbrida Savana a doses de nitrogênio e fósforo, em cambissolo do sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 295-333.

GOMES, M.; BIONDI, A.; BRIANEZI, T.; GLASS, V.: **O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade - Soja e Mamona 2009**. Centro de monitoramento de Agrocombustíveis: ONG Repórter Brasil. Impresso no Brasil. Distribuição gratuita. Abril de 2009. 58 p. Disponível em: [http://www.reporterbrasil.org.br/documentos/o\\_brasil\\_dos\\_agrocombustiveis\\_v4.pdf](http://www.reporterbrasil.org.br/documentos/o_brasil_dos_agrocombustiveis_v4.pdf)

GONÇALVES, N.P.; SATURNINO, H.M.; OLIVEIRA, R.N.; FARIA, M.A.R.V.; SILVA, H.P.; SÁ, T.R.N. **101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 800p.

GUIMARAES, M.M.B.; BELTRÃO, N.E.M.; COSTA, F.X.; SANTOS, J.S.; LUCENA, A.M.A. Fontes de fertilizantes nitrogenados e seus efeitos no crescimento da mamoneira. **Revista Engenbaria Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 203-219, 2008.

JOLY, A.B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 13 ed., 2002. 777p.

LAVRES JUNIOR, J.; BOARETTO, R. M.; SILVA, M.L.S.; CORREIA, D.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2, p.145-151, 2005.

LIMA, C.B.; SANTOS FILHO, S.V.; SANTOS, M.A.; OLIVEIRA, M. Desenvolvimento da mamoneira, cultivada em vasos, sob diferentes níveis de salinidade da água em Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico. **Caatinga**, v. 21, n.5, p. 50-56, 2008.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; BELTRÃO, N.E.M. Fontes e doses de matéria orgânica na composição do substrato para produção de muda de mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.11, n.2, p. 77-83, 2007.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; VALE, L.S. Crescimento inicial de mudas de mamoneira em substrato contendo lodo de esgoto e casca de amendoim. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 9, n. 1/3, p. 887-891, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações**. 2 ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALTA, D.S.H.; SANTOS, D.B. ; HOLANDA FILHO, R.S.F.; LIMA, I.S. Variabilidade da altura da inserção do primeiro cacho e da altura de dez genótipos de mamona cultivados em Senhor do Bonfim-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3, 2008, Salvador-BA. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2008. CD.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 2002. 889p.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SANTANA, J.E.; BORCHI, E. Adubação nitrogenada em híbridos de mamona no sistema de semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2009. CD-ROM.

MELHORANÇA, A.L.; STAUT, L.A. **Indicações técnicas para cultura da mamona no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 65p.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (ed). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006. p.281-298.

MORAES, R.D. **Estudo para a criação e implantação do Programa Nacional de Óleos Vegetais Combustíveis – PROÓLEO**. Brasília: Fundação Dalmo Giacomelli, 2003. 140 p.

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

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

NASCIMENTO, J.V.R.; TAVARES, M.J.V.; SEVERINO, L.S. Efeito da torta de mamona sobre o crescimento da mamoneira BRS 149 Nordestina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E RICINOQUIMICA, 3, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008. CD-ROM.

OLIVEIRA, J.P.B.; LOPES, J.C.; ALEXANDRE, R.S.; JASPER, A.P.S.; SANTOS, L.N.S.; OLIVEIRA, L.B. Efeito do lodo de esgoto no desenvolvimento inicial de duas cultivares de mamona em dois tipos de solos. **Engenharia Ambiental – Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 174-180, 2009a.

OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; MEDEIROS, J.F.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; LINHARES, P.C.F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Caatinga**, v. 22, n. 01, p. 206-211, 2009b.

PACHECO, D.D.; GOLÇALVES, N.P.; SATURNINO, H.M.; ANTUNES, P.D. Produção e disponibilidade de nutrientes para mamoneira (*Ricinus communis*) adubada com NPK. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.153-160, 2008a.

PACHECO, D.D.; GOLÇALVES, N.P.; SATURNINO, H.M.; ANTUNES, P.D. Teores foliares de nutrientes em mamoneiras (*Ricinus communis*) adubadas com doses variadas de NPK em solo de Chapada da Bacia do Rio Jequitinhonha. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 224-231, 2008b.

QUEIROZ, W.N.; QUEIROZ, U.C.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, R.T. Efeitos isolados e conjuntos da mamoneira (*Ricinus communis* L.), em função de nitrogênio e temperatura noturna em ambientes diferentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú - SE. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.

RIBEIRO, S. **Resposta da mamona, cultivar BRS-188 Paraguaçu a aplicação isolada de nitrogênio, fósforo e potássio**. 2008. 123 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

RIBEIRO, S.; CHAVES, L.H.G.; GUERRA, H.O.C.; GHEYI, H.R.; LACERDA, R.D. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v.4, n.4, p.465-473, 2009.

RODRIGUES, L. N.; NERY, A.R.; CARVALHO, A.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Crescimento foliar da mamoneira irrigada com esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006a. CD.

RODRIGUES, L.N; NERY, A.R.; CARVALHO, A. P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Mamoneira irrigada com efluente de esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006b. CD.

RODRIGUES, L.N. NERY, A. R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M.; GHEYI, H.R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, (Suplemento), p.825-835, 2009.

SAMPAIO, L.R.; ALBUQUERQUE, R.C.; BELTRÃO, N.E.M.; LIMA, R.L.S. Rendimento da mamoneira submetida a diferentes fontes e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú. Cenário atual e Perspectivas. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD – ROM.

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

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

SAVY FILHO, A.; AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; MARTINS, A.L.M.; CAVICHIOLI, J.C. Novas cultivares: IAC-2028: nova cultivar de mamona. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.449-452, 2007.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V.; VEIGA, R.F.A.; CAMPANA, M.P.; PETTINELLI JUNIOR, A. Novo cultivar de mamona: IAC-226 (Tarabay). **Bragantia**, v. 49, n. 2, p.269-280, 1990.

SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S.; FREIRE, W.S.A.; CASTRO, D.A.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 04, p. 563-568, 2006a.

SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; SAMPAIO, L.R. Crescimento e teor de macronutrientes em mudas de mamoneira cultivadas em cinco substratos orgânicos. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.8, n.1, p.120-125, 2008.

SEVERINO, L.S.; MILANI, M.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T.M.S. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.188-194, 2006b.

SEVERINO, L.S.; LIMA, C.L.D.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D.; FARIAS, V.A. **Comportamento da mamoneira sob encharcamento do Solo**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 14 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57).

SEVERINO, L.S.; MORAES, R.A.; FERREIRA, M.G.; CARDOSO, D.; BELTRÃO, N.E.M.; VIRIATO, G.R. Adubação Química da Mamoneira com N-P-K e Micronutrientes em Assu, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2004. CD-ROM.

SILVA, M.I.L. **Acúmulo de fitomassa e componentes de produção da mamoneira em função de desfolhamento e adubação nitrogenada**. Areia – PB, 2008. 57 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. 2008.

SILVA, M.T.; AMARAL, J.A.B.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE JUNIOR, A.S. A.; COSTA, A.M.N.; SILVA, A.A. G.; BARROS, A.H.C. Zoneamento de Risco Climático para a Mamona no Estado da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2004. CD.

SILVA, S.M.S. **Germinação, crescimento e desenvolvimento de genótipos de mamoneira irrigados com águas salinas**. 2004. 74f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

SILVA, S.M.S.; ALVES, A.N.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; SOARES, F.A.L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p. 335-342, 2008.

SILVA, S.M.S.; GHEYI, H.R.; BELTRÃO, N.E.M.; SANTOS, J.W.; SOARES, F.A.L. Dotações hídricas em densidades de plantas na cultura da mamoneira cv. BRS Energia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.3, p.338-348, 2009.

SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SORATTO, R.P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.24, p.81-87, 2003.

SILVA, T.R.B.; LEITE, V.E.; SILVA, A.R.B.; VIANA, L.H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9, p. 1357-1359, 2007.

SOUZA JÚNIOR, A.J.L.; ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; OLIVEIRA, T.M.M.; DUBA, G.P. Avaliação dos teores de macronutrientes em diferentes variedades de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: CONQUISTAS E DESAFIOS DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramados. **Anais...** Aracaju, 2007. CD-ROM.

SOUZA, S.A.; TÁVORA, F.J.A.F.; PITOMBEIRA, J.B.; BEZERRA, F.M.L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, n. 4, p. 422-429, 2007.

SOUZA, A.S.; TÁVORA, F.J.A.F. Antecipação de plantio e irrigação suplementar na mamoneira. I – Efeito nos componentes de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

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

VALE, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; MONTENEGRO, A.A.A. Efeito da salinidade na cultura da mamoneira. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL,  
2, 2005, Varginha. **Anais...**Varginha, 2005. CD-ROM.

WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castor (*Ricinus communis* L.) and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, v.59, p.485-487, 1967.

WEISS, E.A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. 659p.