



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

**MICHELLE CORDEIRO FIRMINO**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS INICIAIS DE CRESCIMENTO DA  
MAMONA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2013**

**MICHELLE CORDEIRO FIRMINO**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS INICIAIS DE CRESCIMENTO DA  
MAMONA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Agrícola.**

**Orientadora: Dra. Maria Sallydelândia Sobral de Farias**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2013**



F525a Firmino, Michelle Cordeiro.  
Avaliação dos parâmetros iniciais de crescimento da mamona sob adubação orgânica. / Michelle Cordeiro Firmino. - Campina Grande - PB: [s.n], 2013.

21 f.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup> Maria Sallydelândia Sobral de Farias.

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Mamona - crescimento. 2. Cultura da mamoneira. 3. Adubação orgânica - mamona. 4. Irrigação com águas residuárias. 5. Efluentes na agricultura. 6. Adubação nitrogenada. 7. Teste de tukey. I. Farias, Maria Sallydelândia Sobral de. II. Título.

CDU:633.85:628.381(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626



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



**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS INICIAIS DE CRESCIMENTO DA  
MAMONA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA.**

*Michelle Cordeiro Firmino*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande.

Julgado em, 07/02/2013

Nota: 9,5 (nove virgula cinco)

Michelle Cordeiro Firmino

Michelle Cordeiro Firmino

BANCA EXAMINADORA:

Maria Salydelândia Sobral de Farias

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Salydelândia Sobral de Farias  
(UAEA/UFCG) - *Orientadora*

Marluce Araújo de Azevedo

Prof<sup>a</sup>. MSc. Marluce Araújo de Azevedo  
(UAEA/UFCG) - *Examinadora*

Silvana S. de Medeiros

Dra. Silvana Silva de Medeiros  
Engenheira Agrícola (UFCG) - *Examinadora*

## **MICHELLE CORDEIRO FIRMINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria Sallydelândia Sobral de Farias (UAEA/UFCG)

Campina Grande – PB

Fevereiro – 2013

## AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS INICIAIS DE CRESCIMENTO DA MAMONA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA.

### RESUMO

A cultura da mamoneira apresenta-se como uma alternativa promissora para os produtores do semiárido nordestino, principalmente por apresentar características como adaptação às condições climáticas e apresentar nas sementes substâncias químicas de suma importância para produção de Biodiesel, no entanto, ainda são escassos estudos sobre técnicas de manejo desta cultura, principalmente quanto a adubação. Neste sentido, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial da mamoneira submetida a seis doses de nitrogênio (0, 60, 100, 140, 180 e 220 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando-se como fonte o composto de lixo urbano. O estudo foi realizado em casa de vegetação pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com delineamento experimental inteiramente casualizado, correspondendo ao esquema fatorial 6x2 com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os parâmetros de crescimento avaliados foram: altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas, estes foram avaliados aos 15, 30 e 45 dias após a emergência das plantas (DAE). Além dos tratamentos com doses de nitrogênio, duas fontes de água foram utilizadas para irrigação das plantas estas não tiveram diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, porém, a água residuária foi a que mais se destacou, obtendo-se maiores valores para as medidas analisadas. Para as variáveis monitoradas, as doses de nitrogênio equivalentes a 180 e 220 kg ha<sup>-1</sup> de composto orgânico foram as que proporcionaram melhores resultados para o cultivo da mamoneira.

**Palavras chave:** *Ricinus communis* L., composto orgânico, reuso de água,

## INITIAL EVALUATION OF PARAMETERS OF GROWTH UNDER THE CASTOR BEAN ORGANIC FERTILIZER.

### ABSTRACT

The culture of castor bean is presented as a promising alternative for producers of semi-arid northeast, mainly due to its characteristics such as climate adaptation and chemicals present in the seeds of paramount importance for the production of Biodiesel, however, there are still few studies on techniques management of this culture, especially as a

fertilizer. Thus, this study was conducted to evaluate the initial development of castor bean subjected to six levels of nitrogen (0, 60, 100, 140, 180 and 220 kg ha<sup>-1</sup>), using as source the urban waste compost. The study was conducted in a greenhouse belonging to the Federal University of Campina Grande (UFCG) with a completely randomized design, corresponding to the 6x2 factorial designs with three replications, totaling 36 experimental units. The growth parameters were evaluated: plant height, stem diameter and number of leaves, these were assessed at 15, 30 and 45 days after plant emergence (DAE). In addition to treatments with nitrogen, two sources of water were used to irrigate these plants did not differ significantly by Tukey test at 5% probability, however, the wastewater was the one that stood out, obtaining higher values for measures analyzed. For the monitored variables, nitrogen rates equivalent to 180 and 220 kg ha<sup>-1</sup> of compost were the ones that provided the best results for the cultivation of castor beans.

**Keywords:** *Ricinus communis* L., organic compost, water reuse,

## INTRODUÇÃO

Em 1972, foi realizada em Estocolmo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, nessa conferência pela primeira vez começou a ser desenvolvido o termo chamado “sustentabilidade”. Desde então, esse termo tem ganhado cada vez mais importância, diante dos problemas relacionados ao meio ambiente e ao ser humano.

Assim, a busca mundial pela sustentabilidade ambiental, com base na substituição progressiva dos combustíveis minerais derivados do petróleo, responsáveis diretos pelo efeito estufa, por combustíveis renováveis de origem vegetal, dentre eles o biodiesel do óleo da mamona, criou uma perspectiva real para a expansão do seu cultivo em escala comercial, no semiárido brasileiro, principalmente na agricultura familiar, que já tem tradição no cultivo desta oleaginosa (BELTRÃO et al. 2005).

Até 1982, o Brasil era o principal produtor mundial de mamona (FAO, 2002). No início da década de setenta, a produção era concentrada na região sudeste, nos estados de São Paulo e Paraná, e o nordeste, se destacavam Bahia, Ceará e Pernambuco. Hoje a produção de mamona no país está concentrada na região nordeste, principalmente no estado da Bahia.

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma da mandioca, da seringueira e do pinhão manso. É originária provavelmente da África ou da Índia, sendo atualmente cultivada em diversos países do mundo, sendo a Índia, a China e o Brasil, nesta ordem, os maiores produtores mundiais. Seu principal produto é o óleo, o qual possui propriedades químicas peculiares que lhe fazem único na natureza (EMBRAPA ALGODÃO, 2012).

Além da vasta aplicação na indústria química, a mamoneira é importante devido à sua tolerância à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semiárida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. Dentre as várias cultivares disponíveis para o plantio no país, tem-se recomendado a Paraguaçu (BRS 188) e a Nordesteira (BRS 149) para a agricultura do nordeste, ambas desenvolvidas pela Embrapa Algodão. O porte é médio, possuem ciclo longo (até 250 dias se houver disponibilidade de água) e boa tolerância à seca. Estima-se que sob condições ideais, a produtividade seja de cerca de 1500 kg/ha (EMBRAPA ALGODÃO, 2012).

A tentativa de aumentar a produtividade implica em melhorar o desempenho agrícola, utilizando tecnologias mais adequadas de adubação, práticas culturais e escolha de variedades mais produtivas e de melhor rendimento. Adubos orgânicos, como o composto de lixo orgânico, têm causado efeitos benéficos ao solo e sendo muito utilizado atualmente pelos agricultores no cultivo das plantas. É um produto que se produz em abundância, seu custo é baixo e seu uso poderá promover a sustentabilidade da exploração das culturas, resultando na viabilidade econômica e social da cultura, além de favorecer os aspectos corretamente ecológicos do solo.

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. Segundo Beltrão et al. (2006), a recomendação das quantidades adicionadas aos solos para a adubação da mamoneira na região nordeste, têm sido maiores que 40 kg ha<sup>-1</sup>.

Devido à limitação de reservas de água doce no planeta, o aumento da demanda de água e as restrições que vêm sendo impostas em relação ao lançamento de efluentes no meio ambiente, torna-se necessário a adoção de estratégias que visem a racionalizar a utilização dos recursos hídricos e a mitigar os impactos negativos relativos à geração de efluentes (MEDEIROS et al. 2010). Diante disso, surge como solução viável, o aproveitamento da água presidiária para fins agrícolas, a qual possibilita além do aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos), a



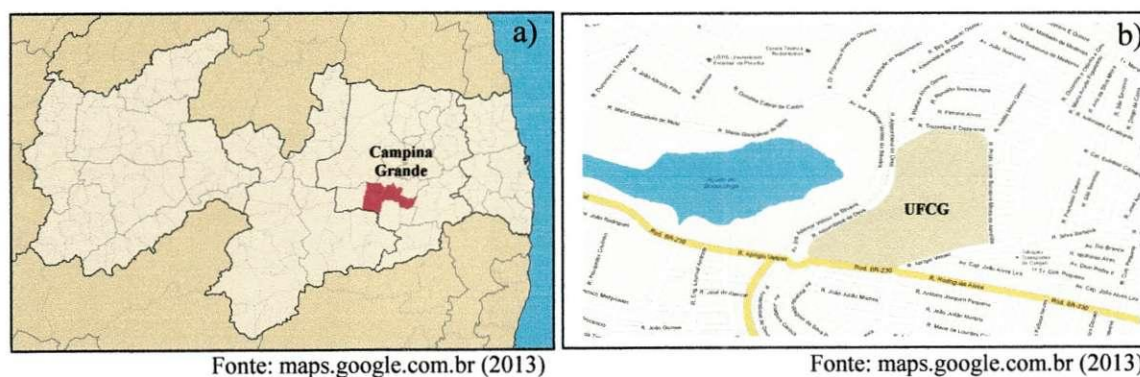
conservação da água disponível de boa qualidade, contribuindo também para a preservação do meio ambiente (VAN DER HOEK et al. 2002).

Nesse sentido, o presente trabalho busca realizar uma pesquisa sobre o crescimento da mamona irrigado com água potável e residuária, sobre diferentes tipos de doses de nitrogênio. Dados como altura média das plantas, diâmetro do caule e número de folhas foram coletados em períodos de 15, 30 e 45 dias após a emergência. Perguntas como, até que ponto o uso de água residuária e de uso de nitrogênio no solo pode ser importante para o desenvolvimento da mamona, foram analisadas.

Essa pesquisa tem papel importante no contexto atual, onde o aspecto econômico, social e do meio ambiente é imprescindível. Estudos sobre o crescimento das espécies de interesse agrônômico são de grande importância para a implantação ou expansão de uma cultura em uma região, pois este tipo de estudo contribui consideravelmente para o desenvolvimento de técnicas agrícolas que possibilitem a obtenção do máximo potencial produtivo do material genético estudado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período compreendido entre abril e maio de 2012, pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), município de Campina Grande, Estado da Paraíba (Figura 1), localizado a  $07^{\circ}13'11''$  S e  $35^{\circ}52'31''$  W a uma altitude de 550 m acima do nível do mar.



**Figura 1.** a) Mapa representativo do Estado da Paraíba, em destaque o município de Campina Grande. b) Universidade Federal de Campina Grande.

Conforme classificação de Köppen, o clima da região é do tipo “CSa”, semi-úmido, com verão quente e seco, com chuvas de outono e inverno. E período chuvoso que vai

de março a junho, sendo outubro a dezembro o período mais seco. Conforme Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta ainda precipitação média anual de 802,7 mm e temperaturas médias anuais situadas entre 19,2°C (mínima) e 27,5°C (máxima). Apresenta ainda umidade relativa do ar em torno de 83%.

O solo utilizado para formulação do substrato foi coletado a 20 cm de profundidade no Distrito de São José da Mata - PB, classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico. Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, em seguida foram encaminhadas para a caracterização físico-química, realizada pelo Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), de acordo com metodologia da EMBRAPA (1997).

A montagem das unidades experimentais se deu através de vasos plásticos de 200 litros de capacidade e 55 cm de altura. O material utilizado foi colocado em camadas, onde, na parte inferior dos vasos foram adicionados 15 cm de brita número zero + areia para facilitar a drenagem e evitar perda de material de solo; em seguida, foram adicionados 15 cm de solo peneirado e, por último, mais uma camada de 15 cm de solo, sendo este homogeneizado com o composto de resíduo sólido urbano, adquirido na usina de reciclagem do município de Esperança, PB, cuja caracterização, foi realizada de acordo com procedimentos descritos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instrução Normativa SDA N° 27, 05 de Junho de 2006, se encontra na Tabela 1.

Em todos os vasos, foram deixados folgas de 10 cm na parte superior para realização dos tratos culturais e manejo de irrigação. Para facilitar o escoamento do fluxo drenado, perfurou-se cada vaso nas duas laterais para o encaixe do conjunto (torneira + mangueira). Como coletores, utilizou-se garrafas plásticas.

A cultura utilizada foi a Mamona (*Ricinus communis* L.), variedade BRS 188 Paraguaçu, lançada em 1999 pela Embrapa Algodão. O porte é médio, apresenta altura média de 1,60 m, caule de coloração roxa coberto de cera, racemo oval, frutos semideiscentes e sementes de coloração preta, pesando aproximadamente 0,71g.

As sementes foram cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPQ-EMBRAPA). Estas foram semeadas a 1 cm de profundidade diretamente nas unidades experimentais, sendo que cada vaso recebeu seis sementes. O início da germinação se deu com 4 dias após o plantio, ocorrendo os desbastes no quinto dia após

a germinação total, tendo permanecido duas plantas por vaso, e o último feito aos quinze dias após a germinação, quando se deu a primeira leitura biométrica.

A irrigação das plantas foi realizada utilizando-se duas fontes de águas: água de abastecimento proveniente da própria cidade, e água residuária de origem doméstica, esta já tratada por meio de um reator UASB (Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente), instalado na própria Universidade, sendo as plantas irrigadas a cada 2 dias após a emergência das plantas. As análises da água residuária (Tabela 3) foram feitas a cada 15 dias, a partir do momento em que se iniciou a irrigação.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 6 x 2, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos por seis doses de composto de lixo urbano no substrato com as doses (0, 60, 100, 140, 180 e 220 kg ha<sup>-1</sup> N) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e água residuária tratada). Para calcular a quantidade de composto orgânico, foi considerada a quantidade de nitrogênio no mesmo.

Para verificar os efeitos da aplicação das doses de composto de lixo urbano e das fontes de água sobre o crescimento das plantas, foram feitas 3 avaliações a cada 15 dias após a emergência totalizando 45 dias. As avaliações foram baseadas nas variáveis de crescimento como: Altura da Planta (AP) – determinada em centímetros, entre o nível do solo e o apical; Diâmetro Caulinar (DC) – medido com um paquímetro digital a 3 centímetros acima do nível do solo; Número de Folhas (NF) – determinado através da contagem simples de todas as folhas da planta.

**Tabela 1.** Caracterização do composto orgânico oriundo de resíduo sólido urbano\*

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
pH	8,7
Umidade a 60 – 65 °C (%)	17,4
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	112
Carbono orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	56,9
Nitrogênio Kjeldahl (g kg <sup>-1</sup> )	5,5
Relação C/N	10,3
Boro (mg kg <sup>-1</sup> )	<b>6,4</b>
Cádmio (mg kg <sup>-1</sup> )	0,4
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	10,2
Chumbo (mg kg <sup>-1</sup> )	20,9
Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	39,5
Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )	1,0
Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )	1391

Cont.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	4,9
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )	1,5
Manganês (mg kg <sup>-1</sup> )	70,1
Níquel (mg kg <sup>-1</sup> )	4,3
Potássio (mg kg <sup>-1</sup> )	2067
Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )	121

\* Análise realizada no Instituto Agronômico de Campinas (IAC)

Fonte: LOPES (2013)

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), possui normas e resoluções para o uso de fertilizantes no solo (Instrução Normativa SDA da N° 27, 05 de Junho de 2006), atribuindo os valores máximos para os elementos químicos, descritos na Tabela 2.

**Tabela 2:** Limites Máximos de Contaminantes Admitidos em Fertilizantes Orgânicos, Instrução Normativa SDA da N° 27, 05 de Junho de 2006.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	3,00
Chumbo (mg/kg)	150,00
Cromo (mg/kg)	200,00
Mercúrio (mg/kg)	1,00
Níquel (mg/kg)	70,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes (NMP/g de MS)*	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos (n° em 4g ST)	1,00
Salmonella sp	Ausência em 10 g de matéria seca

\* Número mais provável por grama de matéria seca. \*\*Número por quatro gramas de sólidos totais.

Percebe-se que os valores do composto de resíduos sólidos produzidos na usina de reciclagem do município de Esperança, encontraram-se dentro dos valores recomendados pela norma vigente podendo, portanto, ser utilizado para uso agrícola.

**Tabela 3.** Caracterização química das águas utilizadas na irrigação: residuária e de abastecimento

<b>Água</b>		
<b>Residuária</b>	<b>mg L<sup>-1</sup></b>	<b>Abastecimento</b>
3,59	<b>P</b>	nd
31,59	<b>K</b>	5,47
28,60	<b>N</b>	nd
147,66	<b>Na</b>	35,65
81,20	<b>Ca</b>	20,00
39,48	<b>Mg</b>	15,80
0,01	<b>Zn</b>	nd
0,08	<b>Cu</b>	nd
0,001	<b>Fe</b>	nd
0,02	<b>Mn</b>	nd
7,45	<b>pH</b>	7,5
1,84	<b>CEa (dS m<sup>-1</sup>)</b>	0,38
3,36	<b>RAS (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup></b>	1,45

Fonte: LOPES (2013)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 dispõe dos resultados referentes à análise de variância para altura das plantas. Observa-se que nas três épocas de avaliação, não ocorreram efeitos significativos quanto ao tipo de água (A), não interferindo, portanto, na variável altura das plantas. Corroborando com Souza et al. (2010), que analisando a produtividade da cultivar Guarani (desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas-IAC), irrigada com esgoto doméstico tratado não registraram efeito significativo sob essa variável na cultura da mamoneira.

Em relação ao fator doses de nitrogênio (N), constatou-se efeito significativo em nível de 1% de probabilidade sobre a altura das plantas nas três épocas de avaliação. Conforme Oliveira et al. (2009), em estudos com a mamoneira acompanhando seu desenvolvimento inicial sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica cultivada em vaso, a mamoneira responde a fertilização orgânica, a qual além de fornecer nutrientes,

melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, como aeração e retenção de umidade.

Quanto a interação entre os fatores tipo de água e doses de nitrogênio (A x N), verificou-se efeito não significativo apenas na última avaliação (45 DAE), nas demais avaliações (15 e 30 DAE) ocorreram efeitos significativos em nível de 5% de probabilidade sobre a altura das plantas.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância referente ao desdobramento da variável altura das plantas da mamoneira BRS Paraguaçu para a água potável e residuária doméstica.

<b>Quadrados Médios</b>				
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>15DAE</b>	<b>30DAE</b>	<b>45DAE</b>
Tipo de Água (A)	1	6,167 <sup>ns</sup>	6,150 <sup>ns</sup>	54,760 <sup>ns</sup>
Doses de Nitrogênio (N)	5	180,937 <sup>**</sup>	234,936 <sup>**</sup>	167,629 <sup>**</sup>
Interação A x N	5	53,900 <sup>*</sup>	58,960 <sup>*</sup>	8,193 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	21,909 <sup>ns</sup>	6,567 <sup>ns</sup>	68,782 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	139,670 <sup>*</sup>	142,689 <sup>*</sup>	1,064 <sup>ns</sup>
Regressão Cúbica	1	150,023 <sup>ns</sup>	165,067 <sup>ns</sup>	122,346 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	18,672	22,589	38,099
Total	35			
CV (%)		13,55	11,20	9,76
<b>Doses de Nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alturas Médias das Plantas (cm)</b>			
0	26,167	32,566	57,550	
60	30,657	36,789	58,617	
100	38,083	42,980	59,333	
140	28,450	48,987	66,950	
180	38,533	49,754	67,800	
220	27,150	42,678	69,250	
<b>Fonte de Água</b>				
Água Potável		31,483a	36,230a	67,766a
Água Residuária		32,311a	42,345a	67,833a

\*,\*\* e ns; Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL: Grau de Liberdade e CV: Coeficiente de Variação.

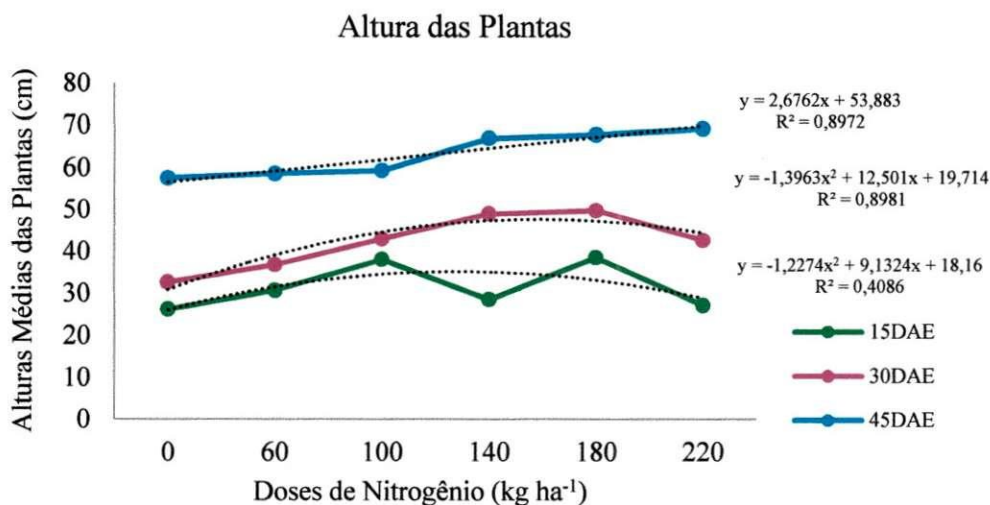
Ainda de acordo com a Tabela 4, verifica-se que não houve diferença significativa entre o efeito da aplicação de água potável e água residuária tratada no que se refere ao crescimento das plantas. Porém, nota-se um acréscimo de aproximadamente 16,9% na altura das plantas aos 30 dias após emergência (DAE).

No que diz respeito às doses crescentes de nitrogênio aplicadas via composto de lixo, nas três épocas de avaliação pode-se observar, na Figura 2, que aos 15 e 30 DAE as plantas tiveram maior altura com aplicação da dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, atingindo respectivamente 38,533 cm e 49,754 cm, para estas duas datas as doses inferiram em um comportamento quadrático, enquanto, que aos 45 DAE a maior altura constatada foi com a aplicação da dose de 220 kg ha<sup>-1</sup> N alcançando 69,250 cm, para esta data as doses propiciaram em um comportamento linear.

Ribeiro et al. (2009), constataram em estudos com a mesma cultivar avaliada com doses de N (40; 80; 120; 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup>, quinzenalmente até os 120 DAP), que os tratamentos só tiveram efeito significativo sobre a altura das plantas aos 80 DAP. 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 ha<sup>-1</sup> de N. Enquanto, que no presente estudo alcançou-se altura máxima de 69,250 cm aos 45 dias com aplicação de 220 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Provavelmente, menores alturas desequilibradas observadas neste trabalho, sejam o reflexo da falta de uma adubação de N balanceada com outros nutrientes, ou outros fatores como temperatura e umidade do ambiente. Severino et al. (2006), constataram em seus estudos com mamona, maior resposta à adubação nitrogenada, seguida pela fosfatada e potássica.

De modo geral, notou-se ainda boa precisão experimental na obtenção dos dados, com valores de coeficiente de variação variando entre 9,76 e 13,55 % nas diferentes épocas de avaliação.



**Figura 2.** Comportamento das alturas das plantas de mamona em função das doses crescentes de N, dos 15 aos 45 dias após a emergência (DAE).

Observa-se na Tabela 5, o resumo da análise de variância para os diâmetros médios dos caules das plantas, constatou-se que tal variável sofreu diferença significativa em nível de 5% de probabilidade provocada pelo fator tipo de água (A) apenas aos 30 DAE. O mesmo não ocorreu em relação ao fator doses de N, visto que, nas três épocas de avaliação, ocorreram efeitos significativos, sendo que aos 15 e 30 DAE ocorreram em nível de 1% de probabilidade, enquanto que aos 45 DAE ocorreu em nível de 5%.

No que se refere ao fator interação (A x N), verificou-se ao longo de toda avaliação que não ocorreram efeitos significativos, o que pode indicar independência entre os fatores para a variável em questão.

Diante dos resultados obtidos em relação às fontes de águas utilizadas nos tratamentos, estas não ocasionaram diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, no entanto, foram perceptíveis maiores médias de diâmetros para as plantas irrigadas com água residuária sobre aquelas irrigadas com água de abastecimento.



**Tabela 5.** Resumo da análise de variância referente ao desdobramento da variável diâmetro das plantas de mamoneira BRS Paraguaçu para a água potável e residuária doméstica.

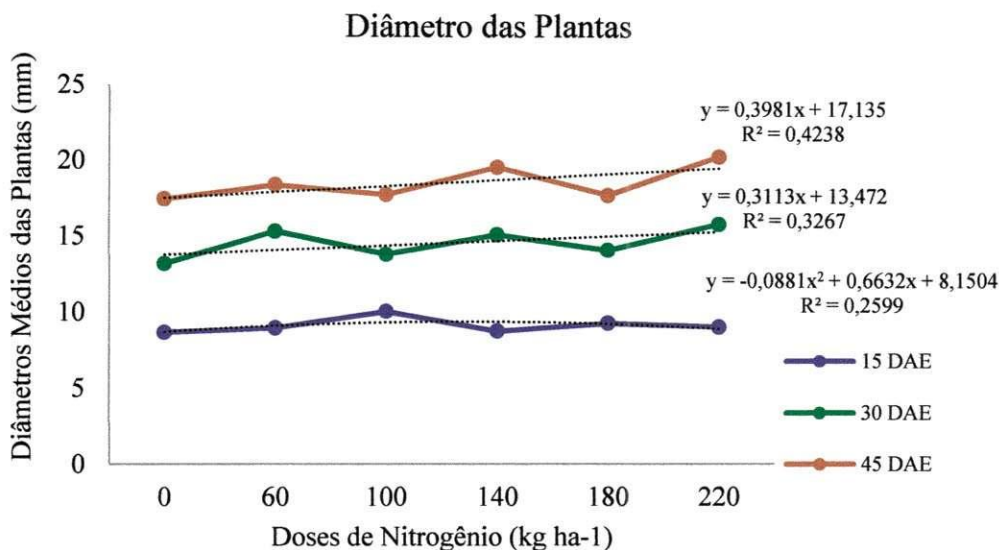
<b>Quadrados Médios</b>				
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>15DAE</b>	<b>30DAE</b>	<b>45DAE</b>
Tipo de Água (A)	1	0,100 <sup>ns</sup>	4,382 <sup>*</sup>	0,241 <sup>ns</sup>
Doses de Nitrogênio (N)	5	2,128 <sup>**</sup>	2,230 <sup>**</sup>	7,853 <sup>*</sup>
Interação A x N	5	0,616 <sup>ns</sup>	0,401 <sup>ns</sup>	0,384 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	1,637 <sup>ns</sup>	11,191 <sup>**</sup>	16,731 <sup>*</sup>
Regressão Quadrática	1	0,044 <sup>*</sup>	0,0767 <sup>ns</sup>	0,823 <sup>ns</sup>
Regressão Cúbica	1	5,182 <sup>**</sup>	9,449 <sup>ns</sup>	3,987 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	18,672	16,589	18,099
Total	35			
CV (%)		5,94	5,81	8,55
<b>Doses de Nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Diâmetros Médios do Caule das Plantas (mm)</b>			
0	8,671	13,183	17,450	
60	8,965	15,327	18,398	
100	10,055	13,811	17,758	
140	8,767	15,111	19,558	
180	9,298	14,101	17,726	
220	9,052	15,838	20,280	
<b>Fonte de Água</b>				
Água Potável	9,289a	14,213a	18,446 <sup>a</sup>	
Água Residuária	9,319a	14,911a	18,610 <sup>a</sup>	

\*, \*\* e ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL: Grau de Liberdade e CV: Coeficiente de Variação.

Relacionando as doses crescentes de nitrogênio com o diâmetro médio do caule das plantas (Figura 3), foram verificados os seguintes valores máximos: aos 15 DAE alcançou-se 10,055 mm com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>; aos 30 e 45 DAE obteve-se respectivamente 15,838 mm e 20,280 mm ambas com a dose de 220 kg ha<sup>-1</sup>. Em se tratando das linhas de tendência foi verificado comportamento quadrático para 15 DAE e linear para 30 e 45 DAE. Reforçando, dessa forma, a importância das doses de nitrogênio para o desenvolvimento da planta avaliada nesse estudo.

Em geral, os valores médios de diâmetro caulinar variaram de 8,671 mm (0,8671 cm) e 20,280 mm (2,028 cm) independentemente dos tratamentos. Plantas de mamona

cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia, irrigadas com água de 0,7 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica, apresentaram diâmetro caulinar em torno de 2,6 cm entre 80 e 100 DAS (SILVA et al., 2008). Entretanto, estes valores médios foram inferiores aos encontrados por Almeida et al. (2007) em BRS Paraguaçu e superiores aos encontrados por Silva et al. (2007) para o híbrido Sara. Trabalhando com a cultivar BRS 149 Nordestina, Albuquerque et al. (2006), encontraram diâmetro caulinar máximo de 22,1 mm (2,21 cm) quando as plantas foram adubadas com 465,9 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 51,7 DAE.



**Figura 3.** Comportamento dos diâmetros das plantas de mamona em função das doses crescentes de N, aos 15, 30 e 45 dias após a emergência (DAE).

A Tabela 6 apresenta o resumo da análise de variância para o número de folhas nas três datas de avaliação. Nota-se um efeito não significativo tanto para o fator tipo de água (A), quanto para a interação entre os fatores A x N. Para o fator doses de nitrogênio (N), apenas ocorreu efeito significativo a nível de 1% aos 15 DAE.

Assim como ocorreram para as variáveis altura e diâmetro das plantas, não obteve-se diferença significativa também entre os efeitos das fontes de águas utilizadas para a variável número de folhas. Porém, a água residuária foi a que mais se destacou, em todas as épocas de avaliação para as variáveis estudadas, apresentando, portanto, maiores valores de média.

No que diz respeito aos tratamentos recebidos com as doses crescentes de nitrogênio (Figura 4), foi verificado aos 15 DAE valor máximo do número médio de

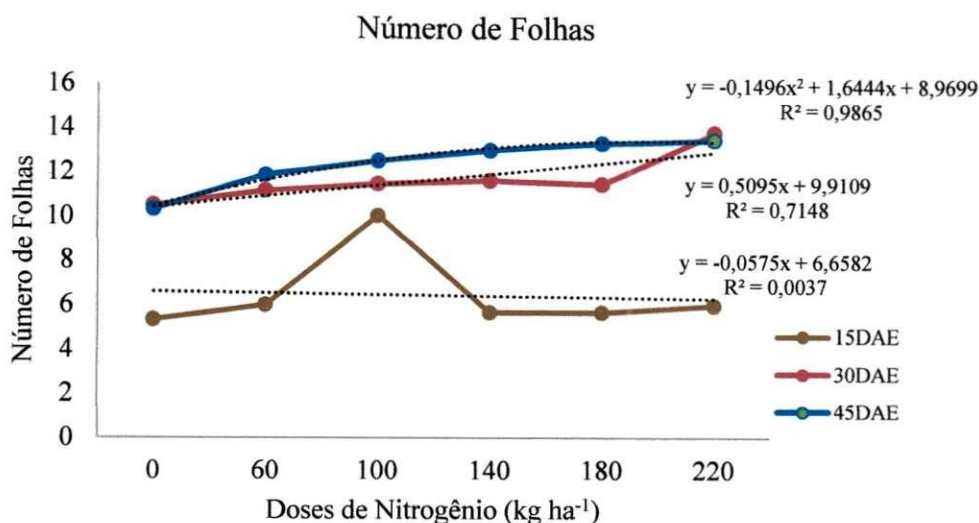
folhas de 10,055 com a dose 100 kg ha<sup>-1</sup>, aos 30 e 45 DAE foi verificado valores máximos, com a dose 220 kg ha<sup>-1</sup>, de 13,833 e 13,529, respectivamente. No geral, o número de folhas por planta variou entre 5,333 e 13,833, independentemente dos tratamentos recebidos.

Seguindo as linhas de tendência, o comportamento linear foi verificado aos 15 e 30 DAE, e quadrático aos 45 DAE.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância referente ao desdobramento da variável número de folhas das plantas da mamoneira BRS Paraguaçu para a água potável e residuária doméstica

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		15DAE	30DAE	45DAE
Tipo de Água (A)	1	0,100 <sup>ns</sup>	0,250 <sup>ns</sup>	2,777 <sup>ns</sup>
Doses de Nitrogênio (N)	5	0,444 <sup>**</sup>	7,627 <sup>ns</sup>	15,866 <sup>ns</sup>
Interação A x N	5	0,101 <sup>ns</sup>	4,383 <sup>ns</sup>	9,644 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	1,059 <sup>*</sup>	26,874 <sup>**</sup>	34,311 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	0,060 <sup>ns</sup>	3,16 <sup>ns</sup>	2,416 <sup>ns</sup>
Regressão Cúbica	1	0,418 <sup>ns</sup>	5,647 <sup>ns</sup>	16,510 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	8,654	4,300	12,303
Total	35			
CV (%)		6,68	17,73	28,06
Doses de Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Número de Folhas			
0	5,333	10,500	10,333	
60	6,000	11,166	11,897	
100	10,055	11,500	12,557	
140	5,677	11,666	13,048	
180	5,677	11,500	13,372	
220	6,000	13,833	13,529	
Fonte de Água				
Água Potável	9,289a	11,611a	12,222 <sup>a</sup>	
Água Residuária	9,319a	11,777a	12,777 <sup>a</sup>	

\*, \*\* e ns: Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL: Grau de Liberdade e CV: Coeficiente de Variação.



**Figura 4.** Comportamento do número de folhas das plantas de mamona em função das doses crescentes de N, aos 15, 30 e 45 dias após a emergência (DAE).

### CONCLUSÕES

- Comparando os efeitos significativos entre a água potável e água residuária, esta última resultou em um acréscimo de 16,9% na altura média das plantas e acréscimo de 4,91% no diâmetro médio do caule aos 30 DAE; acréscimo de 4,54% no número de folhas aos 45 DAE;
- Medições máximas na altura média das plantas foram verificadas em 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (15 DAE e 30 DAE) e 220 kg ha<sup>-1</sup> (45 DAE);
- Medições máximas no diâmetro médio do caule foram verificadas em 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (15 DAE) e 220 kg ha<sup>-1</sup> (30 DAE e 45 DAE);
- Medições máximas no número de folhas foram verificadas em 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (15 DAE) e 220 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (30 DAE, 45 DAE);
- As doses de nitrogênio equivalentes a 180 e 220 kg ha<sup>-1</sup> de composto orgânico foram as que proporcionaram melhores resultados para o cultivo da mamoneira;

- A irrigação com água residuária doméstica tratada e a adubação com composto orgânico acarretou em efeito positivo no crescimento vegetativo da mamoneira BRS Paraguaçu.

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece à doutoranda Riuzuani Michelle pela contribuição na execução da pesquisa, à professora Maria Sallydelândia pela orientação, aos demais colegas do curso de Engenharia Agrícola pelo apoio, e à UFCG pelo espaço concedido para realização dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. C. et al. 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. 1 CD-ROM

ALMEIDA, A. P. et al. Desenvolvimento e produção da variedade de mamona BRS-188 sob diferentes níveis e fontes de macronutrientes. Revista Pesquisa, v. 01, n. 01, p. 27-35, 2007.

BELTRÃO, N. E. de M.; Cartaxo, W. V.; Pereira, S. R. P.; Soares, J. J.; Silva, O. R. R. F.; O cultivo sustentável da mamona no semiárido brasileiro. Campina Grande: Embrapa CNPA, 2005. 23p. Circular técnica, 84.

BELTRÃO, N. E. M. et al. O Cultivo sustentável da mamona no semiárido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 62 p. (Embrapa Algodão, 1).

EMBRAPA ALGODÃO. Mamona . Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/index.html>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. 2002. Disponível em <https://www.fao.org.br/> Acesso em 20 de Jan. de 2013.

LOPES, R. M. B. P.; Cultivo da mamona e seu potencial fitorremediador sob adubação nitrogenada e irrigação com água residuária. tese de doutorado. Campina Grande (PB). 2013.

MAPS. Mapas de Campina Grande e da UFCG. Disponível em <<http://maps.google.com.br/maps/ms?ie=UTF8&source=embed&oe=UTF8&msa=0&msid=103647826028912612737.000459d8101d1c00c30c2>> Acesso em 28 de Jan. de 2013.

MEDEIROS, S.S.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Cultivo de flores com o uso de água residuária e suplementação mineral. *Revista Engenharia Agrícola*, v.30, n.6, p.1071-1080, 2010.

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, p.206-211, 2009.

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.40, n.4, p.465-473, 2009.

SANTOS, A. C. M. et al. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 04, p. 563-568, 2006.

SILVA, S. M. S. et al. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 04, p. 335-342, 2008.

SILVA, T. R. B. et al. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 09, p. 1357-1359, 2007

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

VAN DER HOEK, W.; HASSAN, U.M.; ENSINK, J.H.J.; FEENSTRA, S.; RASCHID-SALLY, L.; MUNIR, S.; ASLAM, R.; ALIM, N.; HUSSAIN, R.; MATSUNO, Y. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63).

