

# Avaliação nutricional em mudas de pinhão-mansu cultivadas em diferentes substratos e fontes nitrogenadas

D. R. S. Brito<sup>1,2</sup>; R. A. Viégas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, 58.708-110, Patos-PB, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, 58.708-110, Patos-PB, Brasil

raviegas@uol.com.br

(Recebido em 04 de junho de 2014; aceito em 24 de agosto de 2014)

O presente estudo teve como objetivo avaliar a acumulação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em mudas de pinhão-mansu em resposta ao cultivo em diferentes substratos e fontes de nitrogênio. O ensaio foi conduzido em ambiente com sombreamento de 50%. Os tratamentos foram dispostos em um fatorial 4 x 2, correspondendo, respectivamente, às fontes de nitrogênio e substratos e foram distribuídos de acordo com o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições. Os substratos utilizados foram: solo argiloso (S1) e solo argiloso:areia (1:1 v/v). As fontes nitrogenadas foram: sulfato de amônio (N1); nitrato de cálcio (N2); ureia (N3); Sem adição de nitrogênio (N4). Após 80 dias de semeadura o material vegetal foi seco em estufa a 65 °C, para análises químicas. Observou-se que a adubação nitrogenada influenciou na relação parte aérea/raiz e o acúmulo de nitrogênio nos tecidos foliares foi maior no tratamento que recebeu como fonte de nitrogênio, o nitrato de cálcio. A concentração de fósforo e potássio foi favorecida tanto pelo nitrato de Cálcio como pela ureia.

Palavras-chave: Oleaginosa, Adubação Mineral, Absorção de Nutrientes.

## Nutritional assessment in physic nut seedlings of grown in different substrates and nitrogen sources

This study aims to evaluate nitrogen (N), phosphorus (P) e potassium (K) tissue accumulation in physic nut cultivation in response to different substrates and nitrogen sources. The trial was conducted in an environment with shading of 50%. The treatments were arranged in a factorial 4 x 2, correspond, respectively, to the sources of nitrogen and substrates, and were distributed according to the a completely randomized design (CRD) with five replications. The substrates used were: clay soil, and clay soil:sand (1:1 v/v). The nitrogen sources were: ammonium sulfate (N1); calcium nitrate (N2); urea (N3); without added of nitrogen (N4). After 80 days of grown the seedling material was dried at 65 °C and then chemical analyzed. It was observed that nitrogen fertilization influenced the relation shoot / root ratios. The nitrogen accumulation in leaf tissues was higher in treatments at which nitrogen source was calcium nitrate. Phosphorus and potassium concentration was favored by calcium nitrate and urea as well.

Keywords: Oilseed, Mineral Fertilization, Nutrient Absorption.

## 1. INTRODUÇÃO

O pinhão-mansu (*Jatropha curcas* L.) tem como característica ser produtora de óleo e adaptável a várias regiões do Brasil. Este potencial e adaptabilidade garante a esta Euphorbiaceae incentivos por ser alternativa ao fornecimento de matéria prima para a fabricação de biodiesel [1]. Os biocombustíveis são pouco poluentes e esta característica, atrelada ao fato de ser uma fonte renovável, agrega valor a esta alternativa particularmente por ser substitutiva aos combustíveis fósseis [2].

Além da utilização do óleo presente em suas sementes o pinhão-mansu apresenta outras funções como, plantio com o objetivo de controlar a erosão, recuperar áreas degradadas, contenção de encostas de dunas e como cercas vivas [3].

O cultivo desta oleaginosa pode ser realizado tanto em grande escala como na agricultura familiar. As exigências nutricionais para esta cultura podem ser consideradas como mínimas, isso ao ser levado em conta sua sobrevivência. A alta produtividade do pinhão-mansu vai depender, em grande parte, das condições de clima e solo e, também, do uso de insumos agrícolas, como os fertilizantes químicos [4].

A produtividade do vegetal se relaciona com inúmeros fatores, como, por exemplo, solo, clima e a genética da planta [5]. A interação destes fatores é considerada específica para cada local, em particular, e determina o nível de produtividade da cultura.

Pesquisas pioneiras sobre esta cultura mostram que a taxa de crescimento é considerada alta e que o nitrogênio é tido como o nutriente mais requerido em sua fase de muda [6]. Dentre os macronutrientes, a exigência nutricional pelas plantas tem o nitrogênio como aquele exigido em maior quantidade. Este nutriente também se destaca por apresentar um dinamismo acentuado no solo, podendo ser resultado de sua mobilidade e está presente em reações mediadas por microrganismos [7].

O nitrogênio é constituinte em vários componentes da célula vegetal, tendo como exemplo, os aminoácidos e os ácidos nucleicos. Sua deficiência inibe o crescimento vegetal, com acentuada clorose nas folhas, principalmente nas mais velhas [8].

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os possíveis efeitos de fontes de nitrogênio e substratos sobre a acumulação foliar de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas jovens de pinhão-manso na fase de viveiro.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido entre agosto e outubro de 2012, telado (sombreamento de 50%) localizada no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campus de Patos, PB, cujas coordenadas geográficas são: 7°03'32,03" S, 37°16'32,03" W e altitude de 255 m.

O ensaio foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando o fatorial 4 x 2, correspondendo ao controle experimental e fontes de nitrogênio e aos substratos, respectivamente, perfazendo 8 tratamentos, cada com cinco repetições. A composição individual de cada substrato foi: S1 – solo argiloso e S2 – solo argiloso: areia na proporção 1:1, v/v. As fontes de nitrogênio utilizadas foram: N1 – sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); N2 – nitrato de cálcio (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O) e N3 – ureia (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> CO). O controle experimental, N4, correspondeu a ausência da adição de nitrogênio aos substratos.

A combinação dos fatores experimentais correspondeu aos seguintes tratamentos: N1S1 (sulfato de amônio + solo argiloso); N1S2 (sulfato de amônio + solo argiloso:areia); N2S1 (nitrato de cálcio + solo argiloso); N2S2 (nitrato de cálcio + solo argiloso:areia); N3S1 (ureia + solo); N3S2 (ureia + solo argiloso:areia); N4S1 (controle experimental + solo argiloso) e N4S2 (controle experimental + solo argiloso:areia).

A parcela experimental foi constituída por um vaso, com uma planta; o número de parcelas experimentais deste experimento foi determinado com base na procedência do material reprodutivo utilizado, que é geneticamente melhorado. As sementes utilizadas foram previamente selecionadas com peso individual médio de 0,70g (lote 3P10) fornecidas pelo Instituto Fazenda Tamanduá, município de Santa Terezinha, PB.

No semeio foram utilizadas cinco sementes por vaso plástico, cada vaso apresentava capacidade para 3,5L de substrato, com dimensões de 19 cm de diâmetro na parte superior e 10,5cm na inferior, e altura de 17,5cm. Decorridos 10 dias da emergência foi realizado desbaste de modo a deixar apenas uma planta por vaso, com base no: maior tamanho em altura, maior diâmetro do coleto, ausência de danos mecânicos e ausência de sinais visíveis de patógenos.

Durante todo o período experimental as mudas receberam regas diárias e sempre no início do dia. Quando houve necessidade foi realizada uma rega adicional para suprir as necessidades hídricas das plantas, no final da tarde. Nas irrigações foi utilizada água de abastecimento da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) em quantidade suficiente para que a umidade do solo fosse mantida próxima à sua capacidade de campo.

A adubação nitrogenada, a exceção do controle experimental, foi aplicada via fertirrigação aos respectivos tratamentos, independente da fonte utilizada, duas vezes por semana (5mM/planta). Concomitantemente à adubação nitrogenada procedeu-se a adubação complementar, inclusive no controle experimental, composta por micronutrientes e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> em concentrações correspondentes a 2 e 3 mM/Planta, respectivamente. Esta adubação

complementar foi o critério aqui sugerido, para garantir um ambiente nutricional, semelhante a todos os tratamentos.

Decorridos 80 dias da sementeira as mudas foram cortadas rente ao solo e foram separadas em parte aérea (caule e folhas) e raízes; o material vegetal foi seco em estufa a 65 °C, até peso constante, para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Amostras dos substratos utilizados no experimento foram retiradas antes de sua instalação, para análises físicas e de fertilidade (Tabela 1). Foram tomados também a altura da parte aérea e o comprimento das raízes.

*Tabela 1: Análise química e física do solo utilizado na composição dos substratos utilizados no presente estudo. Em que: S1- solo argiloso; S2- solo argiloso:areia; pH- acidez ativa; P- fósforo disponível; Ca- cálcio trocável; Mg- magnésio trocável; K- potássio trocável; Na- sódio; H+Al- acidez potencial e alumínio trocável; T- capacidade de troca de cátions; V- saturação por base; SBCS- Sociedade Brasileira de Ciências do Solo.*

<b>Análises Químicas</b>									
<b>Substratos</b>	pH	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V
	CaCl <sub>2</sub> 0,01M	mg.dm <sup>-3</sup>	-----cmol.dm <sup>-3</sup> -----			-----			%
(S1)	5,95	11,9	8,9	3,0	0,15	1,3	2,5	15,9	84,2
(S2)	5,9	5,0	3,6	1,0	0,12	0,83	2,5	8,0	68,9
<b>Análises Físicas</b>									
<b>Substratos</b>	Granulometria g.kg <sup>-1</sup>			Classificação Textural (SBCS)					
	areia	silte	Argila						
(S1)	600	180	220	Franco argilo-arenoso					
(S2)	740	100	160	Franco arenoso					

*Análises realizadas no Laboratório de Solos e Água (LASAG) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), Campus de Patos-PB.*

Para a análise química, as folhas foram submetidas à digestão nítrico-perclórica, de modo a serem determinados os teores de fósforo e potássio. Já para a determinação de nitrogênio, o material foliar foi submetido à digestão sulfúrica [9].

A comparação das médias dos tratamentos foi feita utilizando o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No final do período experimental as plantas de pinhão-manso que receberam adubação nitrogenada, cultivadas no substrato S2, obtiveram respostas distintas com relação ao crescimento da parte aérea; o maior comprimento médio foi de 32,1 cm (N2S2), enquanto que 18,3 cm (N4S1) foi o menor. Com isso é possível afirmar que o tratamento N2S2 superou N4S1 em 75,41% (Figura 1). Ao disponibilizar adubação nitrogenada para mudas de pinhão-manso, alguns autores encontraram resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa, onde o incremento observado em altura das plantas que receberam nitrogênio superou o controle experimental em 81,61% [10].

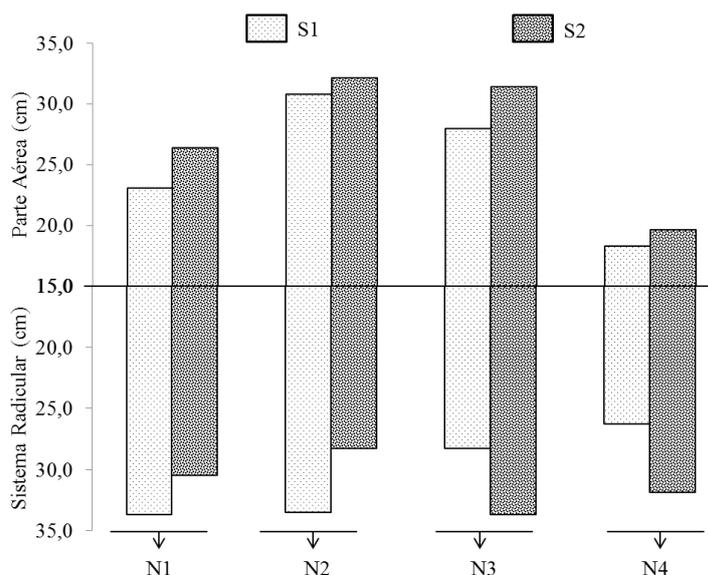


Figura 1: Comprimento médio do sistema radicular e parte aérea de plantas jovens de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) cultivadas em diferentes substratos e submetidas a diferentes fontes nitrogenadas. Em que: N1- sulfato de amônio; N2- nitrato de cálcio; N3- ureia; N4- controle; S1- solo argiloso; S2- solo argiloso:areia (1:1).

O sulfato de amônio (N1), foi a fonte nitrogenada que proporcionou o menor incremento no comprimento médio da parte aérea das plantas de pinhão-mansão (Figura 1). As fontes nitrogenadas nitrato de cálcio e ureia proporcionaram respostas semelhantes no comprimento médio da parte aérea, com o uso dessas fontes, as mudas de pinhão-mansão apresentaram maiores incrementos em altura.

De forma geral, os menores acréscimos no comprimento da parte aérea foram observados nas plantas cultivadas em S1, particularmente naquelas que não receberam fonte adicional de nitrogênio (N4S1); neste tratamento, a altura média foi de 18,3 cm na parte aérea e de 26,2 cm no sistema radicular. A resposta observada por pinhão-mansão, com relação ao crescimento radicular, foi semelhante entre as fontes nitrogenadas utilizadas na presente pesquisa.

Um dos mais relevantes fatores a ser levado em consideração na avaliação das condições ótimas de cultivo para mudas de pinhão-mansão é a relação entre o crescimento da parte aérea e raízes [5].

Na figura 2 encontra-se a relação parte aérea, raízes das plantas de pinhão-mansão, tomado ao final de experimento, 80 dias. É possível observar que as plantas cultivadas no S1 (solo argiloso) e submetidas às fontes nitrogenadas, nitrato de cálcio e ureia foram as que apresentaram maior equilíbrio em relação a partição de fotoassimilados, uma vez que apresentaram valores próximo a 1,0 com 0,97 e 1,01, respectivamente, o que significa que o crescimento da parte aérea e das raízes foi igualmente contemplado pela oferta de fotoassimilados.

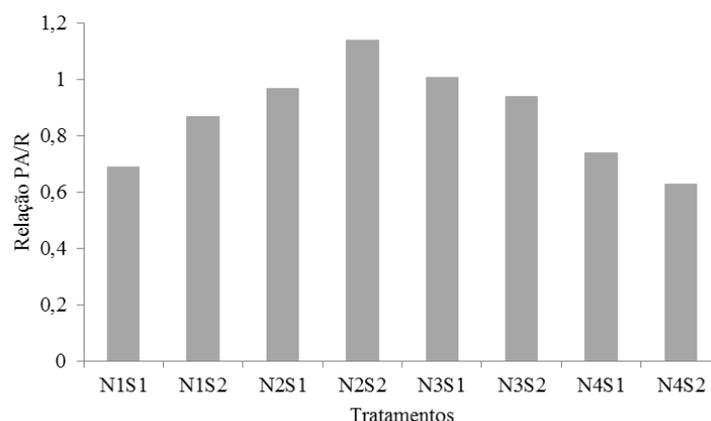


Figura 2: Relação parte aérea (PA)/raiz (R) de plantas jovens de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) cultivadas em diferentes substratos e submetidas a diferentes fontes adicionais de nitrogênio. Em que: N1S1- sulfato de amônio em solo argiloso; N1S2- sulfato de amônio em solo argiloso:areia; N2S1- nitrato de cálcio em solo argiloso; N2S2- nitrato de cálcio em solo argiloso:areia; N3S1- ureia em solo argiloso; N3S2- ureia em solo argiloso:areia; N4- controle em solo argiloso; N4S2- controle em solo argiloso:areia.

A maior relação para parte aérea e raízes, encontrada neste experimento foi de 1,14 (N2S2); neste caso se conclui que houve maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular (Figura 2). Resultado semelhante ao aqui exposto foi encontrado em pesquisas anteriores [5], em que a oferta de nutrientes garante mais benefícios à parte aérea do que às raízes, em relação à partição de fotoassimilados.

A fonte nitrogenada que proporcionou maior crescimento da parte aérea, proporcionalmente ao crescimento do sistema radicular, das plantas de pinhão-manso, foi o nitrato de cálcio, particularmente para as mudas cultivadas no substrato composto por argila e areia (figura 2).

Para a massa seca encontrada na parte aérea, o pinhão-manso apresentou respostas diferentes ( $P < 0,05$ ) entre os substratos (Tabela 2), de forma que no substrato 2 a acumulação de massa seca foi mais intensa em todos os tratamentos com nitrogênio e também no controle experimental. Estes resultados evidenciam interação positiva entre as características físicas do S2 com as fontes nitrogenadas.

Tabela 2: Massa seca da parte aérea (PA) em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) após 80 dias de experimento.

	Massa seca da parte aérea (g)	
	S1	S2
N1	3,26 cB	4,66 bA
N2	5,29 aB	6,36 aA
N3	4,06 bB	6,33 aA
N4	1,38 dB	2,51 cA

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (minúscula para colunas e maiúscula para linha) aplicando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: N1- sulfato de amônio; N2- nitrato de cálcio; N3- ureia; N4- controle; S1- solo argiloso; S2- solo argiloso:areia (1:1).

É possível sugerir como melhores fontes nitrogenadas para o acúmulo de massa seca da parte aérea do pinhão-manso, o nitrato de cálcio e a ureia, uma vez que estas duas fontes nitrogenadas apresentaram respostas semelhantes ( $P \geq 0,05$ ) (tabela 2).

Como já observado para a acumulação de massa seca na parte aérea (tabela 2), a acumulação de N foi maior ( $P < 0,05$ ) nas plantas crescidas no substrato S2 (tabela 3), com especial destaque para nitrato de cálcio e ureia (tabela 3). As plantas que receberam como fonte adicional de nitrogênio, o nitrato de cálcio, superaram o controle experimental em 99,38% (S1) e 80,69% (S2); valores semelhantes foram também observados para a ureia.

Tabela 3: Resultados referentes à concentração de nitrogênio (N) em plantas jovens de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) cultivadas em diferentes substratos e fontes nitrogenadas.

	Concentração de nitrogênio (g/Kg – MS)	
	S1	S2
N1	17,92 cB	20,98 cA
N2	25,88 aB	27,32 aA
N3	23,02 bB	26,02 bA
N4	12,98 dB	15,12 dA

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (minúscula para colunas e maiúscula para linha) aplicando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: N1- sulfato de amônio; N2- nitrato de cálcio; N3- ureia; N4- controle; S1- solo argiloso; S2- solo argiloso:areia (1:1); MS- massa seca.

O nitrogênio já foi constatado, como o nutriente que apresentou maiores concentrações foliares em pinhão-mansão, seguido do magnésio, cálcio e potássio [6]. Esta autora relata que não existe um consenso em relação ao teor adequado de nitrogênio foliar que expresse o estágio nutricional de pinhão-mansão. O tecido foliar desta cultura apresenta, via de regra, a seguinte ordem na acumulação de nutrientes nas folhas: N > K > Mg > Ca > P > S [11].

É relatado que o pinhão-mansão possui elevado teor nutricional em seus tecidos foliares, de modo que o nitrogênio foi o nutriente de maior acúmulo no limbo foliar. Este nutriente é importante para a formação das folhas, característica evidente tanto em pinhão-mansão como nas outras culturas vegetais [12]. Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa ficou perceptível que o nitrato de cálcio foi a fonte nitrogenada que garantiu maior acúmulo de nitrogênio nos tecidos foliares de pinhão manso (tabela 3).

A resposta de mudas de pinhão-mansão, com relação à acumulação de massa seca nas folhas e com o crescimento em altura, depende, bem mais, do conteúdo total de nitrogênio, do que dos conteúdos de fósforo e potássio presentes no tecido foliar [5].

Semelhante ao encontrado para o teor de nitrogênio, a concentração de fósforo nos tecidos foliares de pinhão-mansão apresentou resultados diferentes ( $P < 0,05$ ) entre os substratos e fontes nitrogenadas (Tabela 4). Os dados também mostram que as maiores concentrações foliares de fósforo ocorreram quando as plantas foram fertilizadas com nitrato de cálcio, no substrato 2.

Semelhante ao que foi sugerido para a concentração de nitrogênio nos tecidos foliares do pinhão-mansão, a fonte nitrogenada que garantiu maior acúmulo do elemento fósforo nas folhas desta cultura foi, também, o nitrato de cálcio (tabela 4).

É interessante ressaltar que a ordem decrescente de acumulação de massa seca na parte aérea das plantas de pinhão-mansão (Tabela 2), bem como a acumulação de nitrogênio e fósforo nas folhas (Tabelas 3 e 4), foi: tratamento N2 > N3 > N1 > N4, no substrato 2. Houve, então, compatibilização entre crescimento e acumulação de nitrogênio e fósforo.

Tabela 4: Resultado referentes à concentração de fósforo (P) em plantas jovens de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) cultivadas em diferentes substratos e fontes nitrogenadas.

	Concentração de Fósforo (g/Kg – MS)	
	S1	S2
N1	2,72 cB	3,20 cA
N2	3,80 aB	4,14 aA
N3	3,42 bB	3,80 bA
N4	1,84 dB	2,30 dA

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (minúscula para colunas e maiúscula para linha) aplicando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: N1- sulfato de amônio; N2- nitrato de cálcio; N3- ureia; N4- controle; S1- solo argiloso; S2- solo argiloso:areia (1:1); MS- massa seca.

Algumas pesquisas ao avaliarem o teor de macro e micronutrientes nos tecidos foliares de mudas de pinhão-mansão têm destacado a presença destes nutrientes em ordem de concentração. O fósforo, apareceu em quinto lugar em relação ao seu acúmulo total em plantas adubadas com diferentes doses de nitrogênio [6]. Resultado semelhante foi encontrado em outra pesquisa, onde a concentração de fósforo, nas folhas de pinhão-mansão assumiu o quinto lugar entre os macronutrientes mais requeridos [11].

A omissão de fósforo foi limitante para o crescimento em altura e diâmetro do coleto em mudas de pinhão-mansão [13]. Nos primeiros anos de cultivo de pinhão-mansão, o fornecimento de fósforo deve ser em maior quantidade do que o acumulado pela planta, de modo que este nutriente é considerado limitante a esta espécie, principalmente em sua fase de mudas [12].

Diferente da tendência observada para os teores foliares de nitrogênio e fósforo a concentração de potássio nas folhas do pinhão-mansão não foi impactada ( $P \geq 0,05$ ) pelo tipo do substrato, particularmente quando se consideram as fontes ureia e nitrato de cálcio. Apenas as plantas cultivadas com sulfato de amônio (N1) apresentaram respostas diferentes ( $P < 0,05$ ) quando o desempenho é avaliado comparando-se os substratos (S1 e S2) (Tabela 5).

*Tabela 5: Resultados referentes à concentração de potássio (K) em plantas jovens de pinhão-mansão (Jatropha curcas L.) cultivadas em diferentes substratos e fontes de nitrogênio.*

	<b>Concentração de Potássio (g/Kg – MS)</b>	
	<b>S1</b>	<b>S2</b>
<b>N1</b>	12,84 bB	14,20 bA
<b>N2</b>	15,99 aA	16,18 aA
<b>N3</b>	15,64 aA	15,98 aA
<b>N4</b>	12,26 cA	12,62 cA

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (minúscula para colunas e maiúscula para linha) aplicando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em que: N1- sulfato de amônio; N2- nitrato de cálcio; N3- ureia; N4- controle; S1- solo argiloso; S2- solo argiloso:areia (1:1); MS- massa seca.*

As fontes nitrogenadas, nitrato de cálcio e ureia podem ser sugeridas como fonte adicional que proporcionou maior acumulação de potássio nos tecidos foliares de pinhão-mansão, uma vez que estas duas fontes nutricionais apresentaram respostas semelhantes ( $P \geq 0,05$ ) (tabela 5).

O potássio foi o segundo macronutriente de maior acumulação no tecido foliar de pinhão-mansão [11], tendência que foi também observada na presente pesquisa. Embora exista número significativo de pesquisas envolvendo a acumulação de potássio em folhas de pinhão-mansão, ainda não há consenso acerca de qual seria o teor adequado deste nutriente nesta espécie de planta [6].

#### **4. CONCLUSÃO**

A ordem decrescente de acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio foliar em plantas de pinhão-mansão foi:  $N > K > P$ . O acúmulo de nitrogênio no tecido foliar foi maior no tratamento que recebeu como fonte nitrogenada, o nitrato de cálcio. As concentrações foliares de fósforo e potássio foram reguladas pela acumulação de nitrogênio, em que a resposta obtida entre os tratamentos apresenta ordem semelhante entre a acumulação de nitrogênio e as concentrações de fósforo e potássio nos tecidos foliares de pinhão-mansão. Com isso é possível recomendar o nitrato de cálcio como viável fonte adicional de nitrogênio, para a produção de mudas do pinhão-mansão.

1. Guimarães A de S. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes. Tese Doutorado. Areia – PB: Universidade Federal da Paraíba; 2008. 92p.
2. Albuquerque WG; Freire MA de O; Beltrão NE de M; Azevedo CAV de. Avaliação do crescimento do pinhão manso em função do tempo, quando submetido a níveis de água e adubação nitrogenada. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*. 2009; 9(2):68-73.
3. Alves JMA; Solsa A de A; Silva SRG da; Lopes GN; Smirdeli OJ; Uchôa SCP. Pinhão-manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. *Revista Agroambiente On-Line*. Boa Vista. 2008; 2(1):57-68.
4. Oliveira SJC. Componentes de crescimento do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e adubação química, Tese Doutorado. Areia – PB: Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias; 2009. 126p.
5. Morais DL de. Impacto da nutrição mineral no crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Dissertação Mestrado. Patos - PB: Universidade Federal de Campina Grande; 2010. 54p.
6. Friberger MB. Crescimento inicial e nutrição do pinhão-manso em função da adubação NPK. Dissertação Mestrado. Botucatu – SP: Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. 2012. 68p.
7. Furtini Neto AE; Vale FR do; Resende AV de; Guilherme LRG; Guedes GA de A. Fertilidade do Solo. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.
8. Silva MI de L. Acúmulo de fitomassa e componentes de produção da mamoneira em função de desfolhamento e adubação nitrogenada. Dissertação Mestrado. Areia – PB: Universidade Federal da Paraíba; 2008. 58p.
9. Malavolta E; Vitti GC; Oliveira SA. Avaliação do estado nutricional das plantas e aplicação. 2 ed., Piracicaba: Potafos. 1989.
10. Oliveira SJC; Beltrão NE de M. Crescimento do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e da adubação química. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*. 2010; 14(1):9-17.
11. Camargo R de; Maldonado ACD; Dias PAS; Souza MF; França MS. Diagnose foliar em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) produzidas com biossólido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande – PB. 2013; 17(3):283-290.
12. Laviola BG; Dias LA dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 2008; 32(5): 1969-1975.
13. Silva E de B; Tanure LPP; Souza PT de; Graziotti PH; Silva AC. Crescimento de pinhão-manso em Neossolo Quartzarênico usando a técnica do nutriente faltante. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*. Campina Grande. 2010; 14(2):73-81.