

Adubação Nitrogenada no Desenvolvimento Radicular de Plantas Jovens de Pinhão-Manso⁽¹⁾

Leonardo Fardim Christo⁽²⁾; José Francisco Teixeira do Amaral⁽³⁾; Tafarel Victor Colodetti⁽²⁾; Lima Deleon Martins⁽⁴⁾; Bruno Galvêas Laviola⁽⁵⁾; Marcelo Antonio Tomaz⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Bolsista de Iniciação Científica pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES); Alegre, ES; leonardo_fardim@hotmail.com, tafarelcolodetti@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES); Alegre, ES; jfamaral@cca.ufes.br; ⁽⁴⁾ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES); Alegre, ES; deleon_lima@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Agroenergia; Brasília, DF; bruno.laviola@embrapa.br; ⁽⁶⁾ Professor do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES); Alegre, ES; tomaz@cca.ufes.br.

RESUMO: O pinhão-manso apresenta grandes perspectivas para a produção de biocombustível. Para alcançar boa produtividade, é necessário um correto manejo da nutrição dessa cultura. Este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento radicular de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada. O experimento foi instalado em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições, sendo os fatores: quatro genótipos de pinhão-manso (CNPAE 110-I, CNPAE 127-I, CNPAE 275-I e CNPAE 302-I) e quatro níveis de adubação nitrogenada (0%, 50%, 100% e 150% do recomendado por Novais et al., 1991), em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). O aumento do volume e do comprimento de raiz dos genótipos de pinhão-manso mostrou-se variável em função do aumento dos níveis de nitrogênio. Genótipos de pinhão-manso apresentam respostas diferenciadas aos níveis de adubação nitrogenada. No geral, o genótipo CNPAE 127-I se destaca por apresentar bom desenvolvimento radicular nos níveis estudados.

Termos de indexação: *Jatropha curcas*, Sistema radicular, Nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O grande uso dos combustíveis fósseis, aliado ao cenário de esgotamento destas fontes de energia, vêm contribuindo pela busca de fontes energéticas alternativas que promovam menores impactos ambientais e que permitam uma produção sustentável (Francis et al., 2005).

Nesse quadro, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) se destaca como uma boa alternativa para produção de óleo vegetal, com características positivas na fabricação de biocombustível, sendo uma espécie pertencente à família das Euforbiáceas, perene, robusta e adaptadas diversas

condições edafoclimáticas encontradas no Brasil (Costa et al, 2009).

Entretanto, esta cultura ainda se encontra em fase de pesquisas, sendo escassos os estudos agrônômicos a respeito de sua produção como matéria-prima para produção de biocombustível (Saturnino et al., 2005).

Contudo, para que esta cultura possa atingir altos níveis de produção, é necessário solos férteis e com boas condições físicas. Com isso, a correção da acidez e da fertilidade do solo se tornam fatores essenciais para se obter sucesso e lucratividade com a cultura (Laviola & Dias, 2008).

Dentre os nutrientes que mais influenciam o desenvolvimento agrícola, o nitrogênio apresenta lugar de destaque (Urquiaga & Zapata, 2000). E, segundo Laviola e Dias (2008), este é o nutriente mineral que a planta de pinhão-manso necessita em maior quantidade.

Devido sua grande importância para o metabolismo das plantas, um fornecimento adequado de nitrogênio proporciona a otimização do seu uso e eficiência pela planta. Além disso, a ausência de adubação com nitrogênio é considerada um dos fatores que mais limitam a produção de biomassa de espécies vegetais cultivadas nas regiões tropicais (Greenwood et al., 1991).

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desenvolvimento radicular de plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada, em condições de ambiente controlado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação instalada na Área Experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), que está localizada na latitude de 20°45' S e longitude de 41°33' W, no município de Alegre, no sul do Estado do Espírito Santo, com altitude média de 277,41 metros.

Tratamentos e amostragens

O solo utilizado foi coletado a uma profundidade de 40 cm, descartando-se os primeiros 10 cm. Uma amostra deste solo foi encaminhada a laboratório para análise química e física (**Tabela 1**), sendo o mesmo caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa – LVAarg (Embrapa, 2006).

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento.

Atributos	LVAarg
Areia (g kg ⁻¹) ¹	553,00
Silte (g kg ⁻¹) ¹	43,60
Argila (g kg ⁻¹) ¹	403,40
Densidade do solo (kg dm ⁻³) ²	1,21
pH ³	6,00
P (mg dm ⁻³) ⁴	3,00
K (mg dm ⁻³) ⁵	59,0
Ca (cmol _c dm ⁻³) ⁶	1,40
Mg (cmol _c dm ⁻³) ⁶	1,00
Al (cmol _c dm ⁻³) ⁶	0,00
H+Al (cmol _c dm ⁻³) ⁶	1,70
Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³)	2,10
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³)	4,18
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³)	2,51
Saturação por bases (%)	60,10

1. Método da pipeta (agitação lenta); 2. Método da proveta; 3. pH em água (relação 1:2,5); 4. Extraído por Mehlich-1 e determinado por colorimetria; 5. Extraído por Mehlich-1 e determinado por fotometria de chama; 6. Extraído com cloreto de potássio a 1 mol L⁻¹ e determinado por titulometria.

Após a caracterização, todo o volume de solo foi seco à sombra e homogeneizado em peneira de malha 2,0 mm. Posteriormente, foi separado em amostras de volume de 10 dm³ e acondicionado em vasos plásticos selados, com capacidade de 14 litros.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições, sendo os fatores: quatro genótipos de pinhão-manso (CNPAC 110-I, CNPAC 127-I, CNPAC 275-I e CNPAC 302-I) e quatro níveis de adubação nitrogenada (0%, 50%, 100% e 150% do recomendado por Novais et al., 1991), em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram semeadas seis sementes por vaso, com desbaste posterior (10 dias após a semeadura), sendo a parcela experimental constituída de uma planta por vaso.

As sementes de pinhão-manso utilizadas no estudo foram fornecidas pela Embrapa Agroenergia,

procedentes da safra de 2011, as quais foram beneficiadas, eliminando as sementes imaturas e deterioradas. O teor de água das mesmas foi mantido entre 10-12%, embaladas e armazenadas a 3 °C até serem utilizadas.

Os níveis de adubação foram calculados de acordo com a recomendação de Novais et al. (1991) para estudos em ambientes controlados. A adubação com N, foi realizada com NH₂CONH₂ P.A., diluído em água destilada e aplicado na superfície do solo a 10 cm do coleto da planta, sendo realizadas quatro aplicações em cobertura, iniciadas 10 dias após a germinação e com intervalos de 15 dias.

A adubação com os demais nutrientes foi realizada através do fornecimento de sais P.A., de modo a estabelecer o balanço nutricional recomendado (Novais et al., 1991).

A irrigação foi realizada mantendo-se a umidade do solo durante todo período experimental a 60% do volume total de poros, obtido pela densidade das partículas e do solo, determinados pelo método da proveta, de acordo com Embrapa (1997). Os tratos culturais foram realizados manualmente de acordo com a necessidade.

Após 100 dias de cultivo, em cada unidade experimental, obteve-se os valores de volume de raiz (cm³) por meio de diferença de volume de água, utilizando uma proveta graduada. Para isso as raízes foram separadas do solo, lavadas em água corrente e enxugadas em papel toalha para efetuar a medição de volume e o comprimento de raiz de acordo com metodologia descrita por Tennant (1975).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (p≤0,05), e, quando significativos, foi utilizado o teste de Tukey (p≤0,05) para os fatores qualitativos e a análise de regressão para os fatores quantitativos. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R²).

As análises foram realizadas através do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação entre o efeito dos níveis de adubação nitrogenada e os genótipos de pinhão-manso. Analisando os valores médios de VR e CR, os quatro genótipos apresentam comportamento diferenciado, dentro de cada nível de adubação nitrogenada (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Médias de comprimento de raiz (CR) e volume de raiz (VR) em genótipos de pinhão-manso cultivados em diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Genótipos	0%	50%	100%	150%
	de N	de N	de N	de N
Comprimento de raiz - CR (cm)				
CNPAE 302-I	214,67 d	235,00 c	246,67 c	261,33 d
CNPAE 127-I	324,33 a	340,67 a	336,33 a	305,00 c
CNPAE 275-I	253,00 c	303,33 b	281,67 b	341,00 b
CNPAE-110-I	265,33 b	301,67 b	272,67 b	353,67 a
Volume de raiz - VR (cm ³)				
CNPAE 302-I	34,67 c	54,00 c	50,00 c	56,00 c
CNPAE 127-I	63,00 a	70,00 a	53,00 b	70,67 a
CNPAE 275-I	50,00 b	72,00 a	69,67 a	67,00 b
CNPAE-110-I	50,00 b	61,00 b	49,33 c	66,00 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Para o nível de 0% de adubação nitrogenada, o genótipo CNPAE 127-I apresentou a maior média de CR, seguida pelos genótipos CNPAE 110-I, CNPAE 275-I. A menor média foi observada no genótipo CNPAE 302-I (**Tabela 2**).

No nível de 50% de adubação nitrogenada, a maior média de CR também foi oriunda do genótipo CNPAE 127-I. Os genótipos CNPAE 275-I e CNPAE 110-I apresentaram comportamento intermediário, enquanto o genótipo CNPAE 302-I continuou mostrando valores inferiores de CR (**Tabela 2**).

Do mesmo modo que no nível de 50%, o nível de 100% permitiu a distinção das médias com o mesmo comportamento (**Tabela 2**).

No nível de 150% de adubação nitrogenada, verifica-se que o genótipo CNPAE 110-I passou a representar a maior média de CR. Seguido pelo genótipo CNPAE 275-I, com a segunda maior média e CNPAE 127-I com a terceira. O genótipo CNPAE 302-I permaneceu com desenvolvimento radicular inferior mesmo com o maior nível de adubação (**Tabela 2**).

O estudo dos valores médios de VR dos quatro genótipos também permitiu a distinção das médias em todos os níveis de adubação nitrogenada (**Tabela 2**).

No nível 0% de adubação nitrogenada, verifica-se que o genótipo CNPAE 127-I apresentou volume superior, quando comparado aos demais. Os genótipos CNPAE 275-I e CNPAE 110-I não diferiram entre si, com médias inferiores ao genótipo CNPAE 127-I e superiores ao genótipo CNPAE 302-I, que apresentou a menor média (**Tabela 2**).

Observa-se no nível de 50% que as maiores médias de VR foram oriundas dos genótipos CNPAE 275-I e CNPAE 127-I. Os genótipos CNPAE 110-I e CNPAE 302-I apresentaram volumes inferiores, sendo este último o genótipo de menor

desenvolvimento radicular (**Tabela 2**).

No nível de 100%, verifica-se que o maior valor médio de VR foi observado no genótipo CNPAE 275-I, seguido pelo genótipo CNPAE 127-I. Os genótipos CNPAE 110-I e CNPAE 302-I apresentaram médias estatisticamente inferiores aos demais (**Tabela 2**).

No maior nível de adubação nitrogenada (150% do recomendado), o volume radicular do genótipo CNPAE 127-I foi maior que todos os demais. Valores intermediários foram observados nos genótipos CNPAE 275-I e CNPAE 110-I, enquanto o menor volume foi observado no genótipo CNPAE 302-I (**Tabela 2**).

Observa-se com esses resultados que, para os menores níveis de adubação nitrogenada (0% e 50% do recomendado), o genótipo CNPAE 127-I se sobressai em relação aos demais quanto ao CR e VR (**Tabela 2**).

Na tabela 3, observa-se que os genótipos apresentaram variação de comportamento, havendo uma diferenciação destes quanto à aplicação de nitrogênio.

Enquanto o genótipo CNPAE 302-I apresenta maior ganho em comprimento de raiz em função dos níveis de N, os genótipos CNPAE-275-I e CNPAE 110-I não apresentaram incremento no CR (**Tabela 3**).

Tabela 3 – Equações de regressão de comprimento (CR) e volume de raiz (VR) em genótipos de pinhão-manso cultivados em diferentes níveis de adubação nitrogenada (0%, 50%, 100% e 150% do recomendado por Novais et al., 1991).

Genótipos	Equação de regressão	R ²
	Comprimento de raiz - CR (cm)	
CNPAE 302-I	0,303*N + 216,6	0,98
CNPAE 127-I	0,167*N + 326,2	0,79
CNPAE 275-I	285,75	-
CNPAE-110-I	295,16	-
Volume de raiz - VR (cm ³)		
CNPAE 302-I	-0,001*N ² + 0,32*N + 36,33	0,93
CNPAE 127-I	64,16	-
CNPAE 275-I	-0,002*N ² + 0,467*N + 51,2	0,91
CNPAE-110-I	56,58	-

* Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade.

De maneira semelhante, os valores médios de VR dos genótipos CNPAE-127-I e CNPAE 110-I não foram influenciados pelo aumento dos níveis de adubação nitrogenada. Os demais genótipos apresentaram ajuste a modelos quadráticos (**Tabela 3**).

A variação observada no comportamento de CR e VR com o aumento dos níveis de adubação nitrogenada pode ter sido ocasionada pela



mobilização deste nutriente na planta para as funções metabólicas e fisiológicas necessárias ao seu desenvolvimento, gerando respostas diferenciadas a aplicação desse nutriente.

Oliveira (2009), avaliando a influência de doses de uréia no crescimento do pinhão-mansão, observou efeito linear para as variáveis relacionadas ao crescimento da folha e efeito quadrático para caule e raiz, ocorrendo crescimento diferenciado entre as doses aplicadas.

CONCLUSÕES

No geral, o genótipo CNPAE 127-I se destaca por apresentar bom desenvolvimento radicular nos níveis estudados.

O aumento do volume e do comprimento de raiz dos genótipos de pinhão-mansão mostrou-se variável em função do aumento dos níveis de nitrogênio.

AGRADECIMENTOS

À UFES pela concessão de bolsa ao primeiro autor. À Embrapa Agroenergia pela disponibilização das sementes da safra 2011.

REFERÊNCIAS

COSTA, N. V.; ERASMO, E. A. L.; DORNELAS, B. F.; DORNELAS, D. F.; SARAIVA, A. S. Crescimento de plantas de pinhão-mansão em resposta à adubação fosfatada: 1º ano de avaliação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO-MANSO, 2009, Brasília. Anais... Brasília: ABPPM, 2009. CD-ROM.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6):1039-1042, 2011.

FRANCIS, G.; EDINGER, R. E. & BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: need, potencial and perspectives of *Jatropha* plantations. *Natural Resources Forum*, 29,1:12-24, 2005.

GREENWOOD, D. J.; GASTAL, F.; LEMAIRE, G.; DRAYCOTT, A.; MILLARD, P. & NEETSON, J. J. Growth rate and % N of field grown crops: theory and experiments. *Annals of Botany*. 67:181-190, 1991.

LAVIOLA, B. G. & DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(5):1969-1975, 2008.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. & BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D. & LOURENÇO, S. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa/Sae, 1991. p.189-254.

OLIVEIRA, S. J. C. Componentes de crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da adubação mineral e da poda. 2009. 126 f.. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2009.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N. & GONÇALVES, N. P. Cultura do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário, 26(229):44-78, 2005.

TENNANT, D. A. Test of a modified hen intersects method of estimating root length. *Journal of Ecology*, 63:995-1001, 1975.

URQUIAGA, S. & ZAPATA, F. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. 1.ed. Porto Alegre: Génesis, 2000. 110p.