

6º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
9º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel  
**ALUMÍNIO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL E NA NUTRIÇÃO DE  
PLÂNTULAS DE *Elaeis*, CULTIVADAS EM TUBETES.**

Maria do Rosário Lobato Rodrigues (Embrapa Amazônia Ocidental, rosario.lobato@embrapa.br), Ariadny dos Santos Almeida (Bolsista AT/Fapeam, almeidaariadny@gmail.com), Marcelle Larissa de Lima Corrêa (Bolsista DTI/Fapeam, marcellerlarissa03@gmail.com), Márcia Coelho de Lima (PIBIC/Fapeam, marciacolim32@gmail.com), Clíciane Muniz Nunes (PIBIC/Fapeam, cliciane\_muniz@yahoo.com.br).

**Palavras Chave:** E. oleífera, E. guineensis, Palma de óleo, Caiaué, nutrientes, toxidez, Amazônia.

## 1 - Introdução

O gênero *Elaeis* apresenta duas espécies de interesse comercial: o dendê ou palma de óleo (*Elaeis guineensis*, Jacq.) de origem africana, domesticada e já em avançado estágio de melhoramento genético, sendo a mais produtiva entre as oleaginosas, e o caiaué ou dendê americano (*Elaeis oleífera* (Kunth) Cortés) espécie nativa da América tropical, segunda espécie mais importante do gênero *Elaeis* que tem despertado grande interesse devido seu lugar na economia da América do Sul e Central e seu valor para a hibridização com *E. guineensis*, gerando híbridos interespecíficos (HIE's) com menor taxa de crescimento vertical do estipe, e maior resistência a pragas e doenças (CUNHA et al., 2009; CUNHA; LOPES, 2010).

Na Amazônia, a palma vem sendo cultivada predominantemente em Latossolos e Argissolos, geralmente distróficos e/ou álicos, com soma de bases diminuindo acentuadamente em profundidade, sendo a composição mineralógica dominada por óxidos de ferro e alumínio, e caulinita (RODRIGUES et al., 2002). Nestas condições, as maiores limitações para a agricultura estão relacionadas a problemas de nutrição mineral. A ocorrência de toxicidade de alumínio em plantas cultivadas é frequente em muitos solos brasileiros e, geralmente, está associada aos solos lixiviados, com baixa fertilidade e de elevada acidez, como os da Amazônia.

Para muitas culturas, já são conhecidos os efeitos deletérios do alumínio quando em altas concentrações no substrato, sendo esse elemento identificado como um dos principais fatores limitantes do crescimento e da produção de diversas espécies cultivadas em solos de regiões tropicais (FOY, 1974; 1984; 1992; STEINER ET AL., 2012). Mundialmente, as pesquisas sobre o efeito do alumínio no gênero *Elaeis* são incipientes. Este trabalho foi realizado para estudar o efeito do alumínio no desenvolvimento inicial e no acúmulo de nutrientes em quatro genótipos de *Elaeis* spp.

## 2 - Material e Métodos

Foram utilizados quatro materiais vegetais de *Elaeis* provenientes do Banco Ativo de Germoplasma do Campo Experimental do Rio Urubu (CERU), da Embrapa Amazônia Ocidental, Rio Preto da Eva, AM. As sementes pré-germinadas, obtidas pelo método do calor seco (CORRADO E WUIDART, 1990), com adaptações de Lima et al. (2011), foram colocadas para crescer no pré-viveiro em tubetes plásticos de 120 cm<sup>3</sup> contendo substrato comercial (Basaplant), com redução da luminosidade (50%). Durante a fase de pré-viveiro, com duração de

aproximadamente 2-3 meses, não houve adição de nutrientes, apenas efetuada a irrigação para manutenção da umidade.

Na sequência, o experimento foi instalado em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial com três repetições, sendo fator A: sete níveis de alumínio (AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), nas concentrações (em µM): T0=0; T1=200; T2=500; T3=800; T4=1.200; T5=1.500 e T6=1.800; e fator B, quatro genótipos de *Elaeis*: G1= *Elaeis oleífera*, origem Coari; G2= *E. oleífera*, origem Careiro; G3= *E. oleífera*, origem Manicoré; G4= *Elaeis guineensis*, BRS 2501. A adubação básica, adaptada a partir de Furlani; Furlani (1988), e as doses de Al em função dos tratamentos foram aplicadas na forma de solução nutritiva.

Aos trinta dias, foram realizadas mensurações de crescimento (diâmetro do coleto e número de folhas emitidas), e em seguida as plantas foram separadas em folhas, coleto e raízes, lavadas e acondicionadas em saco de papel, para secar em estufa de circulação forçada de ar para obtenção da produção de biomassa seca. Posteriormente foi realizada a moagem e os teores nutricionais em cada parte da planta foram determinados no Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP), seguindo metodologia de Malavolta et al. (1997).

## 3 - Resultados e Discussão

O resumo da anova para as variáveis de crescimento, de acordo com o teste F (1% de probabilidade), evidenciaram uma diferença marcante entre os quatro genótipos de *Elaeis* estudados para todos os parâmetros avaliados.

**Tabela 1** - Anova para as avaliações biométricas dos genótipos de *Elaeis* e dos níveis de alumínio, produzidos em tubetes plásticos de 120 cm<sup>3</sup> com uso de composto orgânico e solução nutritiva, em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Ocidental.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio (QM)					
		DC	NF	MSF	MSC	MSR	PA/R
Alumínio (AL)	6	0,628ns	0,242ns	0,027ns	0,027ns	0,154ns	0,126ns
Material Genético (MG)	3	7,232**	1,250**	1,066**	0,451**	1,371**	0,372**
AL*MG	18	1,302ns	0,231ns	0,119ns	0,081*	0,179ns	0,072ns
Resíduo	56	0,886	0,202	0,077	0,043	0,109	0,071
Média Geral		12,504	4,440	1,698	1,038	1,796	1,567
CV (%)		7,53	10,13	16,31	19,94	18,37	17,05

ns – não significativo pelo teste F, ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade. GL: grau de liberdade; DC: diâmetro do coleto; NF: número de folhas; MSF: matéria seca da folha; MSC: matéria seca do caule/coleto; MSR: matéria seca da raiz; Rel PA/R: relação parte aérea/raiz.

A análise de variância para a quantidade total acumulada de nutrientes em função dos níveis de alumínio e dos genótipos de *Elaeis* mostrou que os tratamentos com Al afetaram o conteúdo total de fósforo e de alumínio nas plantas. Ainda de acordo com o teste F foram evidenciadas diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade entre os genótipos de *Elaeis* para o conteúdo total de

nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e alumínio, e ao nível de 5% para o fósforo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Anova para os conteúdos totais dos nutrientes em genótipos de *Elaeis* e níveis de alumínio, produzidos em tubetes, em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Ocidental.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio (QM)					
		CTN	CTP	CTK	CTCa	CTMg	CTAl
Alumínio (AL)	6	10,19ns	4569,55**	22,78ns	2,84ns	7,99ns	25492534,0**
Material Genético (MG)	3	204,65**	171,22*	224,22**	155,54**	462,07**	3414610,8**
AL*MG	18	24,42*	272,10**	30,60ns	13,99ns	20,66**	1037663,4*
Resíduo	56	11,38	0,202	23,97	4,72	8,68	486857,1
Média Geral		26,01	4,44	37,75	14,88	19,52	3914,10
CV (%)		12,97	10,13	12,97	14,61	15,09	17,83

ns - não significativo pelo teste F, ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade. GL: grau de liberdade; CTN: conteúdo total de nitrogênio na planta; CTP: conteúdo total de fósforo na planta; CTK: conteúdo total de potássio na planta; CTCa: conteúdo total de cálcio na planta; CTMg: conteúdo total de magnésio na planta; CTAl: conteúdo total de alumínio na planta.

A Tabela 3 mostra a comparação de médias pelo teste Tukey entre os quatro materiais vegetais de *Elaeis* (*E. oleifera* origem Coari (G1), Careiro (G2), Manicoré (G3) e o *E. guineensis*, BRS 2501 (G4)) para os conteúdos de nutrientes nas diferentes partes estudadas das plantas. Conforme já apontada pela análise de variância (Tabela 2), verificou-se que os materiais vegetais de *Elaeis* spp. diferiram significativamente pelo teste de Tukey para os acúmulos dos nutrientes nas diferentes partes estudadas das plantas. Comparativamente, observou-se valores médios dos conteúdos de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) mais elevados nas folhas. De modo geral, o conteúdo dos nutrientes foi maior para o genótipo G2 - *Elaeis oleifera* origem Careiro nas diferentes partes da planta, sendo significativamente superior aos demais para o N na folha e coleto, P na raiz, Mg na folha. Verificou-se um elevado acúmulo de alumínio nas raízes (raiz>coleto>folha), sendo que o dendê (G4) apresentou valores inferiores aos demais genótipos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação de médias pelo teste Tukey entre os quatro materiais genéticos de *Elaeis* (*Elaeis oleifera* origem Coari (G1), Careiro (G2), Manicoré (G3) e o *Elaeis guineensis*, BRS 2501 (G4)) para os conteúdos de nutrientes (mg/tubete) nas diferentes partes das plantas (folha, coleto/estipe e raiz), cultivadas em tubetes, com uso de composto orgânico e solução nutritiva, em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Ocidental.

Material Genético	N	P	K	Ca	Mg	Al
<b>Conteúdo de nutriente na folha</b>						
G1	12,01 a	4,25 ab	16,76 a	8,82 b	8,02 ab	36,92 a
G2	14,62 b	4,64 b	20,36 b	10,35 c	11,33 c	60,81 a
G3	12,77 a	4,04 ab	20,43 b	9,78 bc	8,79 b	210,88 c
G4	12,04 a	3,49 a	17,98 ab	6,88 a	6,59 a	161,99 b
<b>Conteúdo de nutriente no coleto/estipe</b>						
G1	3,88 a	3,70 bc	6,89 c	3,15 bc	4,46 b	306,45 ab
G2	4,65 c	4,02 c	6,64 bc	3,62 c	6,10 c	331,47 b
G3	3,57 a	3,19 ab	5,70 ab	3,02 b	4,81 b	303,03 ab
G4	3,42 a	2,64 a	5,55 a	1,91 a	3,19 a	257,85 a
<b>Conteúdo de nutriente na raiz</b>						
G1	9,92 bc	4,57 ab	13,81 b	3,13 bc	7,29 b	3539,31 b
G2	10,93 c	5,17 c	12,69 b	3,57 c	7,26 b	3929,70 b
G3	9,01 b	4,88 ab	14,45 b	2,99 b	6,73 b	3565,23 b
G4	7,22 a	4,17 a	9,73 a	2,31 a	3,53 a	2952,77 a

Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados apresentados revelaram diferenças marcantes entre os genótipos estudados, tanto para as variáveis biométricas como para o acúmulo de nutrientes, em função dos níveis de alumínio testados.

## 4 – Conclusões

Estes resultados indicam a necessidade de prosseguir com as pesquisas para uma melhor compreensão do papel do Al no desenvolvimento e produtividade das palmeiras do gênero *Elaeis*, definir níveis tóxicos, e entender como o alumínio que pode interferir no processo de absorção e uso dos nutrientes por estas palmeiras.

Destaca-se que os genótipos estudados acumulam elevadas quantidades de Al em suas raízes, sendo este acúmulo, em média, 30 vezes maior (3000%) em relação ao Al acumulado nas folhas e 12 (1200%) do acumulado no coleto.

Apesar do elevado conteúdo de alumínio nas raízes, a produção de biomassa e ausência de sintomatologia visual devido a aplicação dos níveis de

alumínio, indicam ser as raízes dessas palmeiras adaptadas as condições de solos ácido e/ou álicos.

## 5 – Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, no âmbito do Programa Universal Amazonas e do Programa de Iniciação Científica, pelo apoio na realização deste trabalho.

## 6 - Bibliografia

- CORRADO, F.; WUIDART, W. Germination des graines de palmier à huile (*E. guineensis*) em sacs de polyéthylène. Méthode par "charleur sèche". **Okéagineux**, 45, 11, 511-514, 1990.
- CUNHA, R.N.V. da; LOPES, R.; ROCHA, R.N.C. da; LIMA, W. A. de; TEIXEIRA, P.C.; BARCELOS, E.; RODRIGUES, M.R.L. **Domesticação e Melhoramento do Caiuá**. In: BOREM, A.; LOPES, M.T.G.; CLEMENT, C.R. Domesticação e Melhoramento: Espécies Amazônicas. Domesticação e Melhoramento: Espécies Amazônicas. Viçosa: Suprema Editora Ltda., v.1, p. 275-296, 2009.
- CUNHA, R. N. V. DA; LOPES, R. BRS Manicoré: **Híbrido interespecífico entre o caiuá e o dendezeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 4p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 85).
- FOY, C.D. Effect of aluminum on plant growth. In: CARSON, F.W. (Ed.) **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, 1974, p.601-642.
- FOY, C.D. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicities in acid soil. In: ADAMS, F. (Ed.) **Soil acidity and liming**. 2.ed. Madison: Soil Science Society American, 1984, p.57-97.
- FOY, C.D. Soil chemical factors limiting plant root growth In: HATFIELD, J.L.; STEWART, B.A. **Limitations to plant root growth**. New York: Springer-Verlag, 1992, p.97-149.
- FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R. **Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições adversas**. Campinas: IAC, 1988. p.21-26. (Boletim Técnico, 121).
- LIMA, W. A. A. de; GREEN, M.; FAUSTO, A. M. C.; RIOS, S. de A. **Quebra de dormência e germinação de sementes do híbrido interespecífico BRS Manicoré: dendê (*Elaeis guineensis*) X caiuá (*Elaeis oleifera*)**, EMBRAPA Amazônia Ocidental, setembro 2011.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos. 1997. p.304.
- RODRIGUES, M.R.L.; AMBLARD, F.; SILVA, E.B.; MACEDO, J.L.V.; CUNHA, R.N.V. & TAVARES, A.M. Avaliação do estado nutricional do dendezeiro: análise foliar. (**Circular técnica**, 11) EMBRAPA Amazônia Ocidental, dezembro 2002.
- STEINER, F.; ZOZ, T.; JUNIOR, A.S.P.; CASTAGNARA, D.D.; DRANSKI, J.A.L. Effects of aluminum on plant growth and nutrient uptake in young physic nut plants of pinhão-mansão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1779-1788, set/out.2012.