



20º Seminário de  
Iniciação Científica e  
4º Seminário de Pós-graduação  
da Embrapa Amazônia Oriental

ANNAIS 2016

21 a 23 de setembro

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



20º Seminário de  
Iniciação Científica e  
4º Seminário de Pós-graduação  
da Embrapa Amazônia Oriental

ANNAIS 2016

21 a 23 de setembro

**Embrapa Amazônia Oriental**  
Belém, PA  
2016



## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AMOSTRAS DE RAÍZES COM E SEM SINTOMAS DE AMARELECIMENTO FATAL DE *Elaeis guineensis* JACQ. (DENDEZEIRO)

Adam da Cruz Rodrigues<sup>1</sup>, Ana Catarina Siqueira Furtado<sup>2</sup>, Rafael Borges Valadares<sup>3</sup>, Marcelo Murad Magalhães<sup>4</sup>, Fernanda Ilkiu-Borges<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Bolsista Embrapa/ITV, Laboratório de Botânica, adamcrodrigues@gmail.com

<sup>2</sup>Bolsista Embrapa/ITV, Laboratório de Botânica, furtadoanacatarina@gmail.com

<sup>3</sup>Pesquisador Instituto Tecnológico Vale, rafael.borges.valadares@itv.org

<sup>4</sup>Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental, Lab. de Análise de Sistemas Sustentáveis, marcelo.magalhaes@embrapa.br

<sup>5</sup>Pesquisador Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Botânica, fernanda.ilkiu@embrapa.br

**Resumo:** O dendê possui grande importância econômica para o estado do Pará, no entanto, o Amarelecimento Fatal (AF) tem sido um grande obstáculo para a sua produção. Alguns elementos químicos foram testados, em pesquisas anteriores, para saber sua relação com o AF e as consequências da sua deficiência. A análise química por espectrometria de raios-x por dispersão de energia (EDS) é um recurso da microscopia de varredura (MEV) que permite fazer uma avaliação química da amostra. O presente trabalho teve como objetivo analisar semiquantitativamente os elementos químicos cálcio e silício, em quatro diferentes tecidos de raízes terciárias e quaternárias de *Elaeis guineensis* Jacq. (Dendzeiro) com grau zero (sem sintoma) e grau dez (com sintoma) de amarelecimento fatal (AF). Em plantas com sintomas de AF as médias percentuais para cálcio são de 0,731 a 4,453 e para silício 2,619 a 8,124 dentre os tecidos analisados, enquanto que em plantas sem sintomas as médias são de 0,712 a 5,313 e 2,963 a 7,494, para cálcio e silício, respectivamente. A diferença encontrada em relação as porcentagens dos elementos nos diferentes tecidos radiculares analisados, é maior do que entre os diferentes graus da doença, exceto para o aerênquima. Em relação ao acúmulo de cálcio e silício nos tecidos, o comportamento das plantas com sintoma e sem sintoma é muito parecido. A presença de cálcio aumenta conforme se aproxima do cilindro vascular, ocorrendo o comportamento variado com o silício.

**Palavras-chave:** Arecaceae, amarelecimento fatal, dendê, EDS



### Introdução

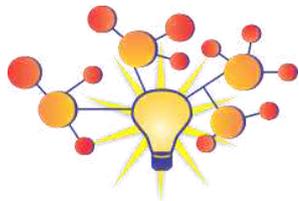
A cultura do dendê possui grande importância econômica para o estado do Pará. No entanto, o Amarelecimento Fatal (AF) tem sido um grande obstáculo para a sua produção no mundo inteiro.

Alguns elementos químicos foram testados, em pesquisas anteriores, para saber que tipo de relação estes tinham com o AF e quais eram as consequências da deficiência na nutrição do dendê. A deficiência transitória do elemento cálcio, por exemplo, é apontada como uma causa primária do AF, pois o suprimento inadequado de cálcio e outros elementos imóveis no floema das folhas flecha em desenvolvimento (heterotróficas) causam suscetibilidade da planta. A principal via de absorção de cálcio se dá por fluxo de massa, de maneira unilateral, por rota apoplástica da parede de raízes finas até o xilema. No dendê, essa absorção é feita pelas raízes mais finas e jovens (LAING, 2012).

Outros elementos também foram testados, como o silício, e não foi encontrada uma relação significativa com a doença ou até mesmo nenhuma relação. O silício também é um elemento considerado imóvel no floema em *Elaeis* (LAING, 2012), e estudos mostram que possui um papel importante no desenvolvimento de mecanismos de defesa contra agentes bióticos e abióticos causadores de doenças, podendo as mudas apresentarem um aumento de matéria fresca e seca em propágulos, maior teor de clorofila, aumento na espessura dos tecidos do limbo foliar e deposição de cera epicuticular (BRAGA, 2009). Os benefícios do silício em diversas culturas ainda estão sendo estudados.

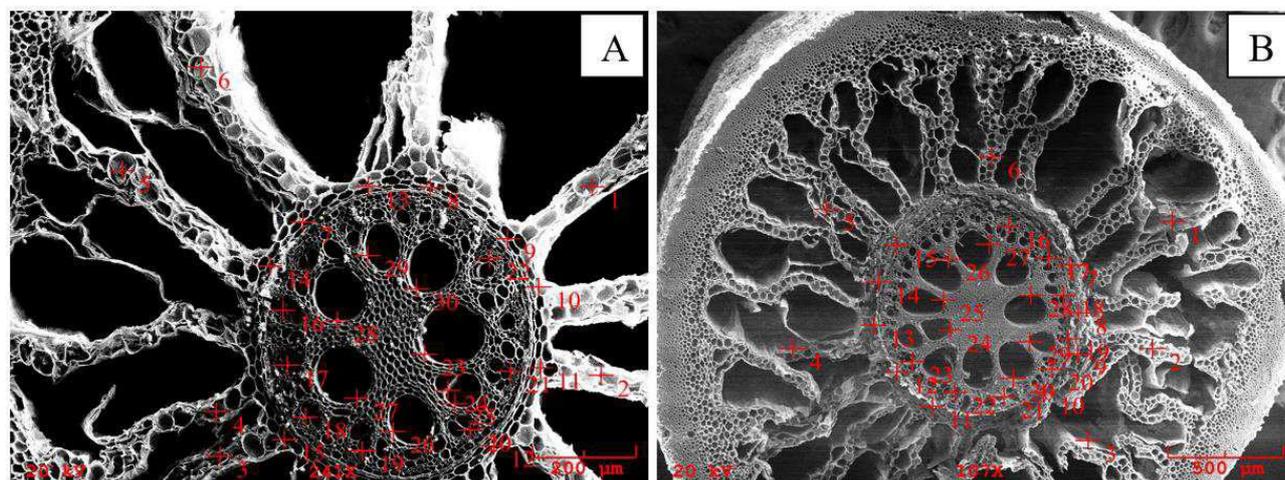
A análise química por espectrometria de raios-x por dispersão de energia (EDS) é um recurso da microscopia de varredura (MEV) que permite fazer uma avaliação semiquantitativa da composição química da amostra (COSTI, 2013).

O presente trabalho teve como objetivo analisar semiquantitativamente os elementos químicos cálcio e silício, em quatro diferentes tecidos de raízes terciárias e quaternárias de *Elaeis guineensis* com grau zero (sem sintoma) e grau dez (com sintoma) de amarelecimento fatal (AF), e comparar seus resultados, visando contribuir com estudos feitos a respeito da relação existente entre esses elementos e o AF.



### Material e Métodos

As amostras de raízes terciárias e quaternárias de *Elaeis guineensis* foram coletadas no plantio de dendê da empresa MARBORGES Agroindústria S.A., no município de Moju, Pará. Foram coletadas de indivíduos com grau zero (sem sintoma) e grau dez (com sintoma) de AF. O plantio data do ano de 2000, sendo as raízes coletadas de três plantas diferentes para cada grau, na profundidade aproximada de 20cm. As amostras foram fixadas em FAA 50% (Formol, Álcool e Ác. Acético) e posteriormente conservadas em álcool 70%. Em seguida, foram desidratadas em bateria alcoólica de 70%-100% para serem submetidas aos procedimentos necessários à microscopia eletrônica de varredura (MEV) – ponto crítico e metalização. Foram selecionados 22 cortes aleatoriamente, sendo 11 de plantas sem sintoma (grau zero) e 11 de plantas com grau 10 de AF. Em cada corte, foram analisados 30 pontos uniformemente distribuídos na secção transversal das raízes, totalizando 330 pontos por grau de doença (Figura 1). Os tecidos analisados foram o aerênquima, endoderme, xilema e floema, de raízes terciárias e quaternárias de *Elaeis guineensis*. Foram elaboradas tabelas contendo a média de porcentagem de cálcio e silício dos tecidos analisados.



**Figura 1-** Secção transversal de *Elaeis guineensis*, pontos analisados. A) Raiz com grau 10 de Amarelecimento Fatal, B) Raiz sem sintoma (grau zero) de Amarelecimento Fatal.

### Resultados e Discussão

Nas raízes de plantas sem sintoma, percebe-se que na região do aerênquima o cálcio aparece como elemento traço, uma vez que apresenta menos de 1% de média, tendo em vista que se tem



como padrão que elementos que apresentam porcentagem abaixo de 1% são considerados elementos traços, e a partir dessa porcentagem é possível considerar que este se apresenta em quantidade significativa no ponto analisado.

Por outro lado, o silício apresenta uma média de 6,8% (Tabela 1). Sendo assim, é possível inferir que no aerênquima tende a acumular este elemento. Para o mesmo tecido, as raízes de plantas com grau dez da doença apresentaram resultados semelhantes, no entanto a média da porcentagem obtida de silício é praticamente a metade quando comparada com raízes sem sintoma (Tabela 2).

O tecido da endoderme apresentou comportamento semelhante ao do aerênquima, nas raízes com sintoma e sem sintoma. Há um maior acúmulo de silício em relação ao cálcio, apresentando porcentagens maiores do que as obtidas no aerênquima, até mesmo para as raízes com sintoma de AF (Tabela 1 e 2). No entanto o cálcio não mais aparece como sendo um elemento traço, apresentando porcentagens acima de 1%. Em raízes sem sintoma houve um acúmulo maior de ambos os elementos do que em raízes com sintoma. A endoderme está intimamente ligada a origem do aerênquima, e em raízes muito jovens estes tecidos estão bem próximos (CARVALHO, 2000), o que pode explicar o comportamento semelhante em relação aos resultados obtidos, considerando que se tratam de amostras de raízes terciárias e quaternárias.

No xilema e floema das raízes de plantas com e sem sintoma, há uma inversão de resultados em relação aos tecidos anteriores. Nessa região, foi detectado um maior acúmulo de cálcio do que de silício, embora com porcentagens muito próximas. A média de porcentagem de cálcio desses tecidos se encontra acima de 4%, em ambos os casos. Apesar de em menor quantidade, o silício encontra-se em porcentagens maiores que 2,5% tanto nas plantas com sintoma quanto nas sem sintomas de AF. O acúmulo desses elementos se dá principalmente nos pontos do floema (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1** - Valores percentuais médios de massa de cálcio e silício nos tecidos analisados em raízes de *Elaeis guineensis* sem sintoma (AF0) de AF.

Elementos*	Aerênquima	Endoderme	Xilema e Floema
Cálcio	0,731	1,274	4,453
Silício	6,808	8,124	2,619

\*Valores médios em porcentagem (%) de massa



**Tabela 2** - Valores percentuais médios de massa de cálcio e silício nos tecidos analisados em raízes de *Elaeis guineensis* com grau 10 (AF10) de AF.

Elementos*	Aerênquima	Endoderme	Xilema e Floema
Cálcio	0,712	1,350	5,313
Silício	3,706	7,494	2,963

\*Valores médios em porcentagem (%) de massa

### Conclusão

A diferença encontrada em relação as porcentagens dos elementos nos diferentes tecidos radiculares analisados, é maior do que entre os diferentes graus da doença, exceto para o aerênquima. Em relação ao acúmulo de cálcio e silício nos tecidos, o comportamento das plantas com sintoma e sem sintoma é muito parecido. A presença de cálcio aumenta conforme se aproxima do cilindro vascular, ocorrendo o comportamento variado com o silício.

### Agradecimentos

Ao Instituto Tecnológico Vale, FADESP e empresa MARBORGES Agroindústria S.A.

### Referências Bibliográficas

BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G. de.; CASTRO, E. M. de. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, fev. 2009.

CARVALHO, C. J. R. de. Ecofisiologia do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). In: VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 89-124.

COSTI, H. T. **Análises químicas semiquantitativas por espectroscopia de Raio-x por dispersão de energia (EDS)**. In: POTIGUARA, R. C. V.; SILVA, R. J. F.; KIKUCHI, T. Y. S.; LUCAS, F. C. A.; MACEDO, E. G. **Estruturas vegetais em microscopia eletrônica de varredura**. Belém, PA: Museu Paraense Emilio Goeldi: Universidade do Estado do Pará, 2013.

LAING, D. Deficiência temporária de cálcio como causa primária do amarelecimento fatal do dendezeiro. **Informações agrônômicas**, n. 137, p. 1-17, mar. 2012.