III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAGRO 2018

METABOLISMO DO CARBONO EM MUDAS DE CASTANHEIRA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALUMÍNIO

CARBON METABOLISM IN BRASILIAN CHESTNUTS SEEDLINGS (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) SUBMITTED TO DIFFERENT ALUMINUM CONCENTRATIONS

Apresentação: Pôster

Kerolém Prícila Sousa Cardoso¹; Ana Ecídia de Araújo Brito²; Jéssica Taynara da Silva Martins³; Liliane Corrêa Machado⁴; Cândido Ferreira de Oliveira Neto⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00566>

Introdução

A fitotoxidade por alumínio é um fator abiótico que reduz drasticamente o rendimento das culturas, causando perdas econômicas e impactos negativos ao meio ambiente. Concomitante a isto, a compreensão do comportamento do metabolismo do carbono é fundamental ao estudo fisiológico das espécies a fim de se entender os locais de injúrias causadas pelos elementos fitotóxicos. Portanto, a presente pesquisa procurou estudar o metabolismo do carbono e os pigmentos fotossintéticos em mudas de *Bertholletia excelsa* submetidas a diferentes doses de alumínio.

Fundamentação Teórica

A ocorrência de fitotoxidade por alumínio (Al) em solos ácidos é conhecida e discutida como uma das principais razões à limitação da produtividade de biomassa (LEUSCHNER et al., 2007; ALLEONI et al., 2010). Neste sentido, a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), única espécie do gênero *Bertholletia* da família Lecythidaceae (FERNANDES et al., 2010), é um dos principais ícones vegetais da Floresta Amazônica, devido sua importância econômica, social e

¹ Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, k.cardoso.agro@gmail.com

² Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, ecidiabrito@hotmail.com

ambiental e por apresentar adaptabilidade nesses solos com alta saturação por alumínio (SCOLES et al., 2016).

³Mestranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria,
jessicamartins1609@gmail.com

⁴Mestranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria,
liliane.agro_machado@outlook.com ⁵ Professor, Dr., Universidade Federal Rural da
Amazônia, candido.neto@ufra.edu.br

Apesar de sua boa adaptabilidade em solos ácidos, a fitotoxidade por alumínio é um fator abiótico que pode reduzir drasticamente o seu rendimento, causando perdas econômicas (PROCHNOW, 2004). Assim, os estudos voltados ao comportamento fisiológico podem auxiliar na caracterização de espécies consideradas tolerantes ao excesso de elementos fitotóxicos (YANG, 2009).

Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, no campus de Belém, Pará no período de dezembro de 2017 a janeiro de 2018, sob condições controladas de temperatura (26,8 °C) e umidade relativa do ar de (95%). Mudanças de *B. excelsa* com onze meses de idade, em bom estado fitossanitário e homogêneas, foram selecionadas e aclimatadas em casa de vegetação durante 20 dias em sacos de polietileno com capacidade de 2,5 L, contendo uma mistura de terço e serragem (2:1 v/v). O fornecimento de água foi realizado diariamente de acordo com a capacidade dos sacos e o alumínio aplicado na forma de cloreto de alumínio hexahidratado ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Foi coletado uma folha primária para análise dos pigmentos fotossintéticos e separadas folhas e raízes a fim de serem secados (65 °C por 48 horas) e triturados (moinho) para obtenção de um pó fino a ser utilizado nas análises, as quais foram realizadas no laboratório de Fisiologia Vegetal/ Estudos da Biodiversidade em Plantas Superiores, localizado no Instituto de Ciências Agrárias da UFRA.

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos, utilizou-se o método descrito por Lichthenthaler (1987), e as leituras foram feitas em espectrofotômetro nos comprimentos de 663 nm (clorofila *a*), 647 nm (clorofila *b*), 537 nm (antocianinas) e 470 nm (carotenoides), sendo os teores de clorofilas expressos por $\mu\text{g mL}^{-1}$.

O método descrito por Dubois et al. (1956) foi utilizado para a determinação de açúcares solúveis totais. Para a determinação de açúcares redutores utilizou-se o método descrito por Rinner et al. (2012) e, o teor de açúcares não redutores foi obtido através do cálculo simples: açúcares não

redutores = açúcares solúveis totais – açúcares redutores. As concentrações de sacarose foram obtidas segundo Van Handel (1968).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹, 60 mg L⁻¹ e 80 mg L⁻¹ de Al³⁺) e sete repetições, totalizando 35 unidades experimentais e as médias dos níveis de alumínio ajustadas por meio da análise de regressão, a 5% de probabilidade, utilizando-se como testes de comparação de médias, tukey a 5%, através do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussões

Os pigmentos fotossintéticos apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) com o aumento das concentrações de alumínio, em que a clorofila *a* mostrou decréscimos de 60%, e carotenóides em 50% (Figura 1 A e D), sendo essas variáveis ajustadas ao modelo de regressão polinomial e, clorofila *b* 59%, clorofilas totais 59%, e antocianinas 53% (Figura 1 B, C e E), sendo essas variáveis ajustadas ao modelo de regressão linear, ao comparar-se o tratamento controle com a maior concentração deste metal (80 mg L⁻¹).

Figura 1. Valores médios de clorofila *a* (A), clorofila *b* (B), clorofilas totais (C), carotenóides (D) e antocianinas (E) em mudas de *B. excelsa* submetidas a diferentes concentrações de alumínio.

As clorofilas são principais indicadores fisiológicos do estresse por toxidez de alumínio, e foram prejudicadas possivelmente pela interferência na absorção e translocação de magnésio e nitrogênio, constituintes importantes das células da clorofila (MILIVOJEVIC; STOJANOVIC, 2003). Os carotenóides possuem como principal função a fotoproteção nos tecidos fotossintéticos, minimizando danos fotooxidativos (BARTLEY; SCOLNIK, 1995), assim, possivelmente teve tendência à atuação como fotoprotetor ao estresse causado nas mudas de *B. excelsa*.

As antocianinas, que constituem o grupo de pigmentos responsáveis pela coloração (FALCÃO et al., 2003), foram afetadas pelo alumínio, devido, possivelmente, as membranas do tilacóide e o transporte de elétrons serem influenciados pelo prejuízo causado pela fitoxidade por alumínio nos cloroplastos.

Ao comparar-se o tratamento controle ao de maior concentração de alumínio, os açúcares solúveis totais apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) de 15% para as folhas, sendo o ajuste do modelo de regressão dado pela polinomial e, 25% para as raízes, com ajuste do modelo de regressão linear (Figura 2 A e B). A sacarose demonstrou decréscimos significativos ($p < 0,05$) nas folhas em 75% e raízes em 29%, em relação ao tratamento controle e a concentração de 80 mg L^{-1} de alumínio (Figura 2 C e D).

excelsa submetidas a diferentes concentrações de alumínio.

Figura 2. Valores médios de açúcares solúveis totais (A e B) e de sacarose (C e D) em folhas e raízes de mudas de *B.*

Na dosagem de 80 mg L⁻¹ de alumínio, as concentrações de açúcares solúveis totais apresentaram redução nas folhas e nas raízes, provavelmente em decorrência da baixa atividade fotossintética, considerando os valores apresentados pelos pigmentos fotossintéticos nessa mesma

dosagem. Além disto, é possível explicar em partes, que o comportamento de acréscimos na variável sacarose, deve-se à sua biossíntese que foi promovida, possivelmente, pela maior atividade da enzima sacarose fosfato sintase que atua na célula fotossintética localizada no citosol, com a função de proteger a integridade de membranas e proteínas (HOEKSTRA et al, 2001).

Os açúcares redutores nas folhas das mudas da espécie em estudo apresentaram redução significativa ($p < 0,05$) de 8%, bem como os açúcares não redutores com decréscimo de 34% (Figura 3 A e B), sendo ajustados no modelo de regressão polinomial. Para as raízes, estas variáveis não apresentaram resultados significativos ($p > 0,05$).

Figura 3. Valores médios de açúcares redutores e não redutores em folhas (A e B) em mudas de *B. excelsa*, submetidas a diferentes concentrações de alumínio.

A redução na variável açúcares redutores pode ser devido a exsudação de glicose e frutose pelas raízes das mudas que receberam a maior dosagem de alumínio, como forma de tolerância ao estresse sofrido pela planta ou devido a interferência do Al^{3+} na absorção, transporte e uso de Mg^{2+} (FREITAS et al., 2006). Para os açúcares não redutores, é possível explicar a leve redução na maior dosagem de alumínio nas folhas e raízes pela redução de açúcares solúveis totais, sugerindo que, apesar dos decréscimos, possivelmente houve atuação dos mecanismos de defesa a fim de preservarem os múltiplos efeitos causados pela fitotoxicidade de alumínio (ABDUL JALEEL et al., 2007).

Conclusões

A maior concentração de Al^{3+} reduziu as variáveis de pigmentos fotossintéticos, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e aumentou a sacarose, inferindo-se que apesar da atuação negativa no metabolismo do carbono, as mudas apresentaram possíveis estratégias para atenuar os efeitos deletérios causados pela fitotoxicidade por alumínio no período estudado. No entanto, possivelmente a continuação da exposição ao alumínio, poderia causar maiores danos e até a morte das mudas de *B. excelsa*.

Referências

- ABDUL JALEEL, C.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B.; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Alterations in osmoregulations, antioxidant enzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 59, p. 150-157, 2007.
- ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J. Acidity and aluminum speciation as affected by surface liming in tropical no-till soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 74, n. 3, p. 1010–1017, 2010.
- BARTLEY, G. E.; SCOLNIK, P.A. Plant carotenoids: pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. **Plant Cell**, v.7, n. 7, p.1027- 1038, 1995.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Anal Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.
- FALCÃO, L. D.; BARROS, D. M.; GAUCHE, C.; LUIZ, M. T. B. Copigmentação intra e intremolecular de antocianinas: uma revisão. **CEPPA**, v. 21, p. 351-366, 2003.
- FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 10, p. 1650- 1655, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FREITAS, F. A.; KOPP, M. M.; SOUSA, R. O.; ZIMMER, P. D.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. **Ciência Rural**, v. 36, p. 72-79, 2006.
- HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; BUITINK, J. Mechanism of plant desiccation tolerance. **Trends Plant Science**, v. 6, p. 431-438, 2001.
- LEUSCHNER, C.; MOSER, G.; BERTSCH, C.; RODERSTEIN, M.; HERTEL, D. Large altitudinal increase in tree root/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador. **Basic and Applied Ecology**, v. 8, n. 3, p. 219–230, 2007.
- LICHTHENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Colowick SP, Kaplan NO (Ed) *Methods in Enzimology*, v.148. **Academic Press**, San Diego. p.350-382, 1987.
- MILIVOJEVIC, D. B.; STOJANOVIC, D. D. Role of calcium in aluminum toxicity on content of pigments and pigment-protein complexes of soybean. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, p. 341-350, 2003.
- PROCHNOW, L. I. Avaliação e Manejo da acidez do solo. **Better Crops**, v. 98, p. 1-5, 2004.

RINNER, K. T.; SAURER, M.; STREIT, K.; SIEGWOLF, R. T. W. Evaluation of a liquid chromatography method for compound specific $\delta^{13}\text{C}$ analysis of plant carbohydrates in alkaline media. **Rapid Comm Mass Spec**, v. 26, p. 2173-2185, 2012.

SCOLES, R.; CANTO, M. S.; ALMEIDA, R. G.; VIEIRA, D. P. Sobrevivência e frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em áreas desmatadas em Oriximiná, Pará. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 555-564, 2016.

VAN HANDEL, E. Direct micro determination of sucrose. **Anal Biochem**, v. 22, p. 280-283, 1968.

YANG, J. Brazilian nuts and associated health benefits: A review. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, n. 10, p.1573-1580, 2009.