

PatV



Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar visando à resistência ao alumínio e cromo

Leônidas Paixão Passos¹, Letícia Sayuri Suzuki-D'Oliveira², Daniele Pereira da Silva³, Marcelle Leandro Dias⁴, Danilo Pereira de Almeida⁵, Tatiane Tagliatti Maciel⁶

¹Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, BRA. e-mail: lpassos@cnppl.embrapa.br

²Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, BRA. e-mail: lsuzuki@cnppl.embrapa.br

³Bolsista de Apoio Técnico II FAPEMIG. e-mail: danises19@yahoo.com.br

⁴Graduanda em Ciências Biológicas – CESJF, BRA. Bolsista da EMBRAPA. e-mail: marcelle.leandrodias@gmail.com

⁵Graduando em Química – UFJF, BRA. Bolsista da EMBRAPA. e-mail: daniloalmeida@ice.ufjf.br

⁶Graduanda em Ciências Biológicas – CESJF, BRA. Bolsista da EMBRAPA. e-mail: tatitagliatti@hotmail.com

Resumo: A resistência a estresses abióticos, como a toxidez por metais, é um dos alvos do melhoramento de plantas. O objetivo desse trabalho foi avaliar três genótipos de cana-de-açúcar (IAC 86-2480, IAC-CNPGL e São José) em relação à resistência ao alumínio e ao cromo. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos em solução nutritiva por 30 dias: Controle, pH 5.7; Solução sem Fe e P, pH 4.0; Solução sem Fe e P, pH 4.0 + Al⁺³ (6.0 mg L⁻¹), ou Solução sem Fe e P, pH 4.0 + Cr(III) (5.0 mg L⁻¹). O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial de três genótipos e quatro tratamentos. Em relação aos efeitos principais dos genótipos, eles diferiram em relação ao alongamento relativo da raiz, onde a variedade São José se sobressaiu. Quanto ao teor de clorofila, a variedade IAC-CNPGL apresentou os maiores valores. Em relação aos efeitos principais dos tratamentos, o tratamento com o cromo foi o mais prejudicial. O tratamento com alumínio não diferiu do tratamento com solução incompleta pH 4,0, sendo prejudicial para o índice de crescimento, alongamento relativo da raiz e teor de clorofila. Porém, a interação genótipos x tratamentos não foi significativa, mostrando que os genótipos não diferiram por causa da presença de cromo ou alumínio, assim como os efeitos dos tratamentos não foram influenciados pelo genótipo. Outros genótipos devem ser avaliados a fim de encontrar as características desejadas de resistência ao alumínio e cromo.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L., metal, solução nutritiva, estresse abiótico

Sugarcane genotypes evaluation aiming at resistance to toxic aluminum and chromium

Abstract: Resistance to abiotic stress, such as caused by metals, is one of the targets of plant breeding. The aim of this study was to evaluate three genotypes of sugarcane (IAC 86-2480, IAC-CNPGL and São José) looking for resistance to aluminum and chromium. Plants were treated in nutrient solution for 30 days as follows: control, pH 5.7; solution without Fe and P, pH 4.0; solution without Fe and P, pH 4.0 + Al⁺³ (6.0 mg L⁻¹), or solution without Fe and P, pH 4.0 + Cr(III) (5.0 mg L⁻¹). Experimental design was completely randomized with four replications in a factorial arrangement of three genotypes and four treatments. Regarding the main effects of genotypes, they differed significantly in the relative elongation of the root, where the variety São José presented the highest values. Variety IAC-CNPGL showed the highest values of chlorophyll content. Regarding the main effects of treatment, treatment with chromium was the most detrimental. The treatment with aluminum did not differ from treatment with incomplete solution pH 4.0, decreasing the growth rate, relative root elongation and chlorophyll content. However, the genotype x treatment interaction was not significant, showing that the genotypes did not differ because of the presence of chromium or aluminum, as well as treatment effects were not influenced by genotype. Other genotypes should be evaluated in order to find the desired characteristics of resistance to aluminum and chromium.

Keywords: *Saccharum officinarum* L., metal, nutrient solution, abiotic stress

Introdução

A contaminação do solo por metais pesados e tóxicos é um problema frequente na agricultura. Tanto o alumínio (Al) quanto o cromo (Cr) são tóxicos para plantas e animais e podem ocorrer simultaneamente no solo. O Al é o terceiro elemento mais abundante da crosta terrestre, enquanto o Cr se situa na sétima posição. Além disso, o teor de Cr no solo frequentemente é aumentado por meio da ação antropogênica, como o uso de fertilizantes químicos e despejo de resíduos industriais (Ali et al., 2011; Malavolta, 2006). Consequentemente, a maioria dos solos contém quantidades consideráveis de Al e Cr. Em solos ácidos, o Al se converte em sua forma solúvel e tóxica às plantas, enquanto a presença de manganês pode causar a oxidação do cromo trivalente – Cr(III) em cromo hexavalente – Cr(VI), que permanece no solo por longos períodos, sendo altamente tóxico e prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das plantas (Ali et al., 2011; Drummond et al., 2001).

SP 5725
P. 185



A resistência a estresses abióticos, como o causado por metais, é um dos alvos do melhoramento de plantas, incluindo as culturas destinadas à nutrição animal. A seleção de genótipos é um passo importante para o desenvolvimento de variedades resistentes. Desse modo, os objetivos desse trabalho foram avaliar os efeitos dos metais Al e Cr e de três genótipos de cana-de-açúcar sobre diversas variáveis fisiológicas nas plantas.

Material e Métodos

Os genótipos de cana-de-açúcar avaliados foram: IAC 86-2480, IAC-CNPGL e São José. As plantas foram obtidas a partir de micropropagação *in vitro*. Após 14 dias de aclimatação ao ambiente externo, elas foram cultivadas em solução nutritiva de Clark com $\frac{1}{4}$ de força iônica (Passos, 1996), recebendo um dos seguintes tratamentos: Controle, pH 5.7; Solução sem Fe e P, pH 4.0; Solução sem Fe e P, pH 4,0 + Al⁺³ (6.0 mg L⁻¹), ou Solução sem Fe e P, pH 4,0 + Cr(III) (5.0 mg L⁻¹). As plantas foram mantidas em câmara de crescimento com temperatura (25±4° C) e iluminação controladas. Cada frasco com quatro plantas constituiu uma repetição.

Ao final de 30 dias, as plantas foram coletadas e tiveram as seguintes variáveis determinadas: comprimento da raiz e da parte aérea, peso fresco das raízes, caules e folhas, teor de clorofila, transpiração, área foliar e número de folhas. O índice de crescimento (IC) foi obtido por meio da fórmula IC=(Peso final da planta - Peso inicial da planta)/Peso inicial da planta. O alongamento relativo da raiz (ARR) foi calculado de acordo com a fórmula: ARR=(Cf Trat - Ci Trat)/ (Cf Controle - Ci Controle), onde Cf é o comprimento final da raiz, Ci o comprimento inicial da raiz e Trat é o tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial com três genótipos e quatro tratamentos. Os dados foram analisados utilizando o software SISVAR - Sistema de Análise de Variância, desenvolvido na Universidade Federal de Lavras - DEX/UFLA.

Resultados e Discussão

Os efeitos principais dos genótipos sobre as variáveis fisiológicas podem ser observados na Tabela 1. Os diferentes materiais genéticos diferiram significativamente quanto ao alongamento relativo da raiz, onde a variedade São José apresentou o maior valor, seguida da IAC 86-2480. Quanto ao teor de clorofila, a variedade IAC-CNPGL apresentou os maiores valores, seguida da IAC 86-2480 e com a variedade São José apresentando os menores teores. Em relação às outras variáveis avaliadas, porém, os genótipos não diferiram significativamente.

Tabela 1. Efeitos principais dos genótipos de cana-de-açúcar sobre diversas variáveis fisiológicas. Abreviaturas: ARR: alongamento relativo da raiz.

Variável	Genótipo		
	IAC 86-2480	IAC-CNPGL	São José
Comprimento da raiz (cm)	9,49 a	8,53 a	7,57 a
Comprimento da parte aérea (cm)	40,84 a	39,02 a	34,24 a
Índice de crescimento	0,27 a	0,38 a	0,23 a
ARR (cm)	0,609 ab	0,0002 b	0,775 a
Peso fresco da raiz (g)	2,38 a	2,49 a	1,71a
Peso fresco do colmo (g)	1,55 a	1,78 a	1,39 a
Peso fresco das folhas (g)	2,19 a	2,16 a	1,67 a
Peso da planta (g)	6,11 a	6,43 a	4,77 a
Teor de clorofila (SPAD)	25,53 ab	27,73 a	21,68 b
Transpiração (mmol m ⁻² s ⁻²)	5,61 a	3,57 a	5,94 a
Área foliar (cm ²)	21,24 a	20,89 a	18,17 a
Número de folhas	5,05 a	4,83 a	4,42 a

* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos efeitos principais dos tratamentos (Tabela 2), o tratamento com o cromo foi o mais prejudicial. O tratamento com alumínio não diferiu do tratamento com solução incompleta pH 4,0, sendo prejudicial para o índice de crescimento, alongamento relativo da raiz e teor de clorofila. Tais resultados também foram observados por Ali et al. (2011), que avaliaram os efeitos do Al e Cr sobre o crescimento de dois genótipos de cevada. O pH 4,0 reduziu o peso e o índice de crescimento relativo das plantas. Os autores também observaram que os danos foram mais pronunciados no tratamento concomitante com pH 4,0 e cromo, da mesma forma que no presente trabalho. Porém, no trabalho de Guo et al. (2007), o pH 4,5 não afetou o crescimento das plantas de cevada testadas, mas elas foram afetadas negativamente pela tratamento concomitante com o pH 4,5 mais Al.



Tabela 2. Efeitos principais dos tratamentos: Controle (Solução completa, pH 5,7), pH 4,0 (Solução sem Fe e P, pH 4,0), pH 4,0 + Al³⁺ (Solução sem Fe e P, pH 4,0 + 6 mg L⁻¹ de Al³⁺) e pH 4,0 + Cr(III) (Solução sem Fe e P, pH 4,0 + 5 mg L⁻¹ de Cr (III)) sobre diversas variáveis fisiológicas. ARR: alongamento relativo da raiz.

Variável	Tratamento			
	Controle	pH 4,0	pH 4,0 + Al ³⁺	pH 4,0 + Cr(III)
Comprimento da raiz (cm)	9,430 a	11,07 a	8,930 a	4,698 b
Comprimento da parte aérea (cm)	41,896 a	40,096 a	42,365 a	27,781 b
Índice de crescimento	0,774 a	0,403 b	0,379 b	-0,384 c
ARR (cm)	1,000 a	0,511 b	0,619 b	-0,285 c
Peso fresco da raiz (g)	2,925 a	2,289 a	2,385 a	1,168 b
Peso fresco do colmo (g)	1,599 a	1,655 a	1,734 a	1,304 a
Peso fresco das folhas (g)	3,003 a	2,160 a	2,121 a	0,739 b
Peso da planta (g)	7,526 a	6,103 a	6,239 a	3,210 b
Teor de clorofila (SPAD)	27,204 a	23,988 ab	27,185 ab	21,545 b
Transpiração (mmol m ⁻² s ⁻²)	4,412 a	5,925 a	5,820 a	4,006 a
Área foliar (cm ²)	27,705 a	22,417 a	22,171 a	8,106 b
Número de folhas	5,604 a	5,063 a	5,563 a	2,833 b

* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Porém, a interação genótipos x tratamentos não foi significativa para nenhuma das variáveis avaliadas, mostrando que os genótipos não diferiram por causa da presença de cromo ou alumínio, assim como os efeitos dos tratamentos não foram influenciados pelo genótipo. Outros genótipos devem ser avaliados a fim de se encontrar as características desejadas de resistência ao alumínio e cromo.

Conclusões

O cromo é um elemento mais tóxico às plantas do que o alumínio, dentro das condições testadas, mas diferentes resultados podem ser obtidos com concentrações maiores de Al.

Foi observado que o pH baixo por si só já é prejudicial às plantas e, assim, deve constituir tratamento isolado nesse tipo de trabalho.

Como não houve influência dos genótipos nas respostas das plantas ao Al e Cr, outros materiais devem ser avaliados a fim de se encontrar as características desejadas de resistência a esses metais.

Agradecimentos

Ao Sr. Sebastião de Castro Evaristo, pelo auxílio técnico. À FAPEMIG, Pólo de Excelência do Leite e EMBRAPA pelo auxílio financeiro.

Literatura citada

- ALI, S.; BAI, P.; ZENG, F. et al. The ecotoxicological and interactive effects of chromium and aluminum on growth, oxidative damage and antioxidant enzymes on two barley genotypes differing in Al tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, v.70, p.185–191, 2011.
- DRUMMOND, R.D.; GUIMARÃES, CT.; FELIX, J. et al. Prospecting sugarcane genes involved in aluminum tolerance. *Genetics and Molecular Biology*, v.24, p.221-230, 2001.
- GUO, T.R.; ZHANG, G.P., ZHANG, Y.H. Physiological changes in barley plants under combined toxicity of aluminum, copper and cadmium. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v.57, p.182–188, 2007.
- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronomica Ceres Ltda. 2006. 638 p.
- PASSOS, L.P. *Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal*. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1996, 223 p.