

Avaliação de Híbridos Intraespecíficos de *Brachiaria decumbens* Stapf (Poaceae) para Tolerância ao Alumínio

Keise Mara Belmonte de Oliveira¹

Lucimara Chiari²

Sanzio Carvalho de Lima Barrios³

Valdemir Antônio Laura⁴

Abstract

The use of forage cultivars more tolerant to aluminum can be considered one of the most economically viable alternative for cattle production in soils with high acidity and concentration of aluminum. The aim of this work was to characterize the aluminum tolerance of an intraspecific progeny of Brachiaria decumbens to assisted genetic breeding program. We evaluated 100 hybrids from a cross between B. decumbens cv. Basilisk (aluminum tolerant) and a sexual tetraploidized genotype of B. decumbens called D24/27. The commercial cultivar Basilisk was used as check. The evaluation of aluminum tolerance was performed in hydroponics and young tillers were collected and evaluated in two solutions: A (200 mM CaCl₂, pH 4.2) and B (200 mM CaCl₂ + 200 mM AlCl₃, pH 4.2). The experiment was conducted in a greenhouse using a randomized block design with three replications. The traits evaluated were the relative growth of the main root (RGR) in both solutions (presence and absent of Al) and percentage of inhibition of root growth (IRG). The mixed model methodology REML/BLUP was used for the statistical analysis. The results showed that there is genetic variability

¹ Mestranda da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, keisemara@gmail.com

² Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, lucimara.chiari@embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, sanzio.barrios@embrapa.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, valdemir.laura@gmail.com

lity for aluminum tolerance and it is possible to select superior hybrids compare with the commercial cultivar Basilisk. Moreover, the methodology used in this work demonstrates the possibility of implementing this evaluation in our breeding program to facilitate progress toward aluminum tolerance.

Introdução

A criação de animais em pastos cultivados promoveu um diferencial qualitativo para a carne brasileira, em função de barreiras sanitárias e permitiu que o país se tornasse o maior exportador mundial desse produto (ABIEC, 2013). A abertura de novas áreas para pastagens está cada vez mais restrita e estas estão cada vez mais ocupando áreas marginais, com solos pouco férteis e elevada acidez, ricos em alumínio (Al) e outros elementos tóxicos (MACEDO, 1999). Sendo assim, a exploração de pastagens nesses solos necessita, cada vez mais, da seleção de forrageiras que sejam adaptadas a essas condições (EUCLIDES, 2000).

O comportamento das espécies de plantas sob efeito Al é diferente. Por isso, a seleção de plantas que suportam diferentes concentrações de alumínio é considerada indispensável em programas de melhoramento genético que visam à identificação de genótipos mais produtivos e com maior adaptabilidade a solos ácidos e ricos em Al (FREITAS et al., 2006).

Em *Brachiaria*, tanto a Embrapa Gado de Corte quanto o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) vêm investindo esforços no estudo da tolerância ao Al. O CIAT desenvolveu uma metodologia de fenotipagem em larga escala para análises de progênies (WENZL et al., 2006) e os resultados obtidos sugerem um padrão de herança quantitativa para essa característica. A Embrapa Gado de Corte desenvolveu uma população de híbridos intraespecíficos de *B. decumbens* a partir do cruzamento entre a cultivar Basilisk e a planta sexual/tetraploidizada D24/27, e, segundo Bitencourt et al. (2011) esses parentais apresentaram-se tolerante e medianamente tolerante ao Al, respectivamente.

Visando auxiliar o programa de melhoramento de *B. decumbens* na seleção de genótipos mais tolerantes, o objetivo neste trabalho foi caracterizar a tolerância ao Al de uma progênie intraespecífica de *B. decumbens* e validar na Embrapa Gado de Corte a metodologia do CIAT de fenotipagem para a tolerância ao Al em um grande número de genótipos (população), tendo em vista a seleção de gramíneas forrageiras tolerantes ao alumínio tóxico, abundante em solos ácidos.

Material e Métodos

Foram avaliados 100 híbridos intraespecíficos de *B. decumbens* bem como seus genitores: o parental apomítico/tetraploide *B. decumbens* cv. Basilisk e o genótipo sexual/tetraploidizado, denominado D24/27. Esses genótipos foram mantidos no campo experimental da Embrapa Gado de Corte. Mudanças dessas plantas foram coletadas e mantidas em vasos na casa-de-vegetação por 45 dias. Após foi realizada uma poda para estimular o perfilhamento e com mais dez dias foram coletados perfilhos jovens, que tiveram as raízes removidas e foram transferidos para um sistema hidropônico contendo a solução nutritiva de enraizamento da Hidrogood (750 g de Hidrogood Fert + Ferro e 550 g de Nitrato de Cálcio para 1.000 mL).

Onze dias após o enraizamento, as plantas tiveram suas raízes principais medidas para registro do comprimento inicial da raiz (CIR) e foram transferidas para duas soluções, conforme proposto por Wenzl et al. (2006): Solução A ($200 \mu\text{M CaCl}_2$; pH 4,2) e Solução B ($200 \mu\text{M CaCl}_2$ + $200 \mu\text{M AlCl}_3$; pH 4,2). Os perfilhos foram distribuídos num delineamento em blocos ao acaso com três repetições. As plantas permaneceram nessas soluções por 21 dias e durante esse período o pH foi monitorado diariamente e ajustado para 4,2, se necessário, pela adição de HCl 10% ou NaOH 20%.

Para avaliar a tolerância ao Al mediu-se o sistema radicular, antes (CIR) e depois dos 21 dias (comprimento final da raiz – CFR), para obtenção do crescimento relativo da raiz (CRR), por meio da fórmula (CFR-

-CIR)/CIR. A porcentagem de inibição do crescimento da raiz (ICR) foi calculada para todos os genótipos, usando a fórmula: $ICR = [1 - (CRR + AI / CRR - AI)] \times 100$. Onde $CRR + AI$ é o comprimento relativo da raiz na presença do AI e $CRR - AI$ é o crescimento relativo da raiz na ausência de AI, conforme Bitencourt et al. (2011).

A análise dos dados foi realizada utilizando-se a abordagem de modelos mistos. A variável crescimento relativo da raiz foi analisada considerando o fator alumínio (1 grau de liberdade, GL) e blocos (2 GL) como efeitos fixos e genótipos (101 GL), interação genótipos x alumínio (101 GL) e erro como efeitos aleatórios. Para a porcentagem de inibição do crescimento da raiz um modelo misto com efeito fixo de blocos (2 GL) e aleatório para genótipos (101 GL) e erro foi adotado.

As análises foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do programa SAS versão 9.2 (SAS, 2004). A significância dos componentes de variância associados aos efeitos aleatórios foi verificada pelo teste Wald e para os efeitos fixos pelo teste F, conforme descrito em Burdick e Graybill (1992). Os valores genótipos (BLUP - melhor predição linear não tendenciosa) dos genótipos foram calculados somando-se as estimativas de cada tratamento à média geral do experimento, para cada variável.

Resultados e Discussão

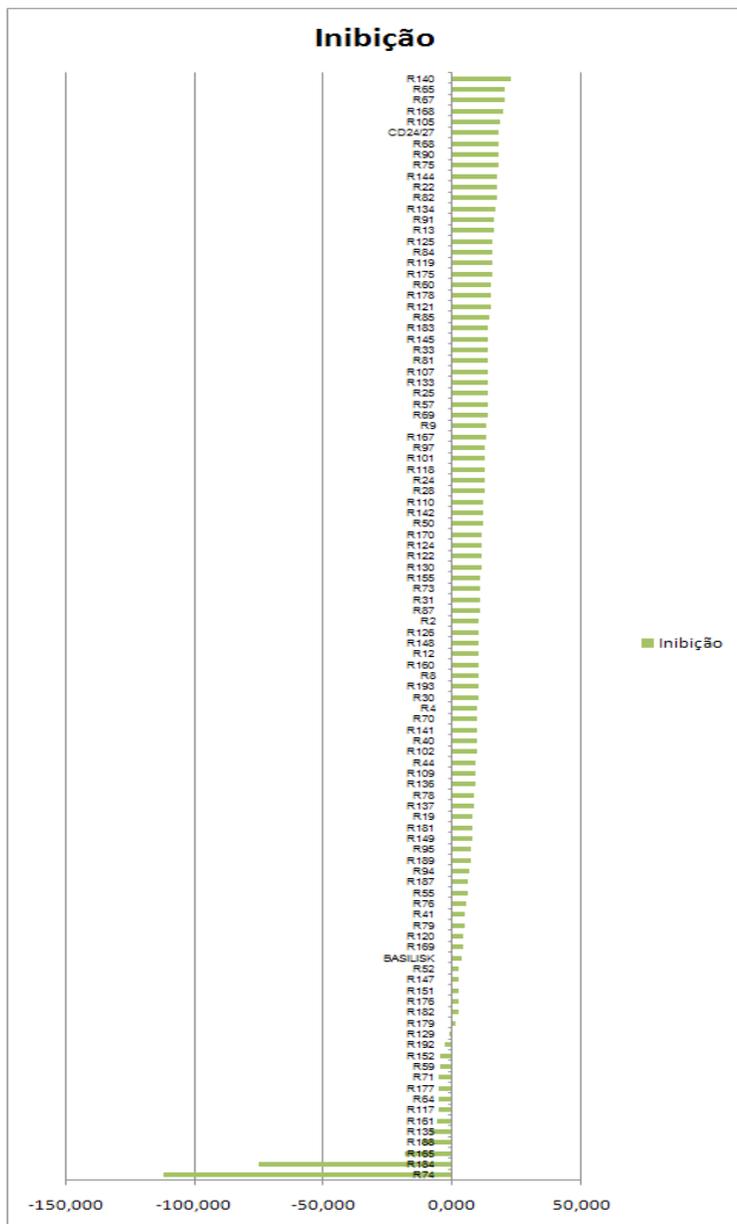
Os efeitos de genótipo, alumínio e interação genótipos x alumínio foram significativos (Tabela 1). Observando os valores médios de CRR na solução com AI, 14 híbridos apresentaram melhor desempenho que a cultivar Basilisk, 58 híbridos mais a cv. Basilisk não mostraram variação no CRR quando expostas ao AI e 28 híbridos mais o genitor materno (D24/27) mostraram redução no CRR na presença do AI. A Tabela 2 apresenta parte desses resultados.

A redução da taxa de crescimento radicular de plantas sensíveis tem sido considerada o principal efeito de níveis tóxicos de AI que influen-

cia no alongamento e na divisão celular (FERREIRA et al., 2006). A maioria dos trabalhos realizados envolvendo acidez tanto em campo quanto em solução nutritiva demonstram que o sistema radicular é a característica mais afetada pelo alumínio (HOWELER ; CAVADID, 1976). Camargo et al. (1987) trabalhando com a seleção de cultivares de milho em solução nutritiva, Sanchez-Chacón et al. (2000) em aveia, Mistro et al. (2001) em trigo, encontraram redução no crescimento do sistema radicular na presença de alumínio. A redução do crescimento da raiz ocorre, basicamente, em função da ação danosa do Al ao se ligar aos componentes das membranas celulares, reduzindo sua permeabilidade, ocorre também uma redução da atividade de replicação e transcrição, devido à ligação do Al ao grupo fosfato do ácido desoxirribonucleico (DNA) (MALAVOLTA et al., 1997; ANDRADE JUNIOR et al., 2005).

Para observar melhor o efeito do Al no CRR, inibição ou estímulo, foi calculada a porcentagem de inibição do CRR de todos os genótipos. A porcentagem de inibição variou de -112,68 a 22,481, sendo que o genótipo R74 apresentou o menor valor, sendo portanto o mais tolerante ao Al, e o genótipo R140 apresentou o maior valor, sendo o mais sensível (Tab. 2 e Fig. 1)

Para um programa de melhoramento genético, que visa o desenvolvimento de cultivares com maior tolerância a um determinado estresse abiótico, é extremamente importante que a seleção seja feita de maneira rápida e eficiente. A vantagem do uso do sistema hidropônico é que ele permite imediata observação dos efeitos do Al na inibição do crescimento da raiz, evitando os inconvenientes do uso de solo, onde a intensidade de seleção não pode ser quantitativamente controlada (BERTAN et al., 2005; SILVA et al., 2006). Os resultados para essa progênie demonstraram que com as características avaliadas foi possível fazer a seleção de genótipos com maior tolerância ao Al, inclusive melhores que a cultivar Basilisk, contribuindo com o programa de melhoramento genético desse gênero.



Agradecimentos

À Embrapa Gado de Corte, à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e à Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto) pelo suporte financeiro para a realização deste trabalho. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida a primeira autora.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, V.C.; MOTA, J.H.; CASTRO, N.E.A. Avaliação da tolerância a alumínio de dois genótipos de sorgo. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n.7, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. **Carne Brasileira**. Disponível em <www.abiec.com.br>. Último acesso em: outubro de 2013.

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, P.H.; SILVA, J.A.G.; BENIN, G.; SILVA, G.C.; HARTWIG, I.; PADILHA, E.B. Caracteres associados a tolerância ao alumínio tóxico em genótipos de trigos sul brasileiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 2, p.149-154, 2005.

BITENCOURT, G. A.; CHIARI, L.; LAURA, V. A.; VALLE, C.; JANK, L.; MORO, J.R. Aluminum tolerance on genotypes of signal grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 245-250, 2011.

BURDICK; R.K.; GRAYBILL, F.A. **Confidence intervals on variance components**. New York: Marcel Dekker, v.127, p. 211, 1992.

CAMARGO, C.E.O.; CAMARGO, O.B.A.; ROCHA-JÚNIOR, L. S. Trigo: tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Bragantia**, v. 42, n. 2/4, p. 183-190, 1987.

EUCLIDES, V.P.B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa gado de corte, 65p. 2000.

FERREIRA, R. DE P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J.B. Toxidez de alumínio em culturas anuais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 35p. (**Documentos**, 63).

FREITAS, F.A.; KOPP, M.M.; SOUSA, R.O.; ZIMMER, P.D.; CARVALHO, F.I.F. E OLIVEI-

RA, A.C. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. **Revista Ciência Rural**, v. 36, n. 1/6, p. 72-79, 2006.

HOWELER, R.H. E CAVADID, L.F. Screening of rice cultivars for tolerance to Al-toxicity in nutrients solutions as compared with a field screening method. **Agronomy Journal**, v. 68, p. 4/6, p. 551-555, 1976.

MACEDO, M.C.M. Degradação de pastagens; conceitos e métodos de recuperação In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL. **Anais...**, Juiz de Fora. 1999. p. 137-150.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MISTRO, J.C.; CAMARGO, C.E.O. E PETTINELLI-JÚNIOR, A. Avaliação de genótipos de trigo, de diferentes origens, em relação à toxicidade de alumínio. **Bragantia**, v. 60, n. 3/6, p. 177-184, 2001.

ROUT, G.R.; SAMANTARAY, S.; DAS, P. Aluminium toxicity in plants: a review. **Agronomie**, v.21, n.1, p. 3-21, 2001.

SANCHEZ-CHACON, C.D.; FEDERIZZI, L.C.; MILACH, S.C.K. E PACHECO, M.T. Variabilidade genética e herança da tolerância à toxicidade do alumínio em aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 9/12, p. 1797-1808, 2000.

SAS® proprietary software, version 9.12. SAS Institute, Cary, NC, USA.

SILVA, S.A; CARVALHO, F.I.F DE; SILVA, J.A.G. DA; OLIVEIRA, A.C. DE; CRUZ, P.J.; CAETANO, V.R. DIAMANTINO, M.S.A.S.; PASSOS, A.R; VIEIRA, E.A.; SIMIONI, D. Toxicidade do alumínio e efeito do ácido giberélico em linhas quase isogênicas de trigo com o caráter permanência verde e maturação sincronizada. **Ciência Rural**, v.36, p.765-771, 2006.

WENZL, P.; ARANGO, A.; CHAVES, A.L. ; BUITRAGO, M. E. ; PATINO, G. M. ; MILES, J. ; RAO, I. M. A greenhouse method to screen *Urochloa* grass genotypes for aluminum resistance and root vigor. **Crop Science**, v. 46, n. 2, p. 968-973, 2006.

R130	0,249	R102	0,311	R144	17,207
R133	0,237	R188	0,300	R75	17,564
R102	0,236	R79	0,252	R90	17,591
R161	0,206	R4	0,240	R68	17,627
R67	0,197	R165	0,237	CD24/27	17,646
R136	0,166	R169	0,225	R105	18,640
R117	0,165	R117	0,221	R168	19,317
R79	0,161	R136	0,216	R67	19,988
R4	0,157	R161	0,189	R65	20,365
R126	0,119	R126	0,170	R140	22,481
Média geral²	0,960		0,960		7,031

¹Ordenado em ordem decrescente

²Valor BLUP médio dos 100 híbridos