

## I Workshop sobre Tolerância a Estresses Abióticos em Plantas Forrageiras



18 e 19 de junho de 2013 - Campo Grande, MS



ISSN 1983-974X

Junho, 2013

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Gado de Corte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# ***Documentos 199***

## **I Workshop sobre Tolerância a Estresses Abióticos em Plantas Forrageiras**

**18 a 19 de junho de 2013 - Campo Grande – MS**

### **Comitê Técnico-Científico:**

Cacilda Borges do Valle

Geovani Ferreira Alves

Letícia Jungmann Cançado

Liana Jank

Lucimara Chiari

Lucinete Colombo

Sanzio Carvalho Lima Barrios

Ulisses José de Figueiredo

Embrapa Gado de Corte

Brasília, DF

2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Gado de Corte**

Rodovia BR 262, Km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Caixa Postal 154

Fone: (67) 3368 2090

Fax: (67) 3368 2150

<http://www.cnpqc.embrapa.br>

E-mail: [publicacoes@cnpqc.embrapa.br](mailto:publicacoes@cnpqc.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Pedro Paulo Pires*

Secretário-Executivo: *Andréa Alves do Egito*

Membros: *Rodrigo Carvalho Alva, Elane de Souza Salles, Valdemir Antônio Laura, Dalízia Montenário de Aguiar, Davi José Bungenstab, Guilherme Cunha Malafaia, Roberto Giolo de Almeida*

Supervisão editorial: *Rodrigo Carvalho Alva*

Revisão de texto e Editoração Eletrônica: *Rodrigo Carvalho Alva*

Normalização bibliográfica: *Elane de Souza Salles*

Foto da capa: *Lucimara Chiari*

**1ª edição**

Versão online (2013)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Gado de Corte.**

---

Tolerância a Estresses Abióticos em Plantas Forrageiras (2013 : Campo Grande, MS).

Anais do I Workshop sobre tolerância a estresses abióticos [recurso eletrônico] / Comitê técnico : Cacilda Borges do Valle [et al] - Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2013.

104 p. ; 21cm. - (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 199).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader, 4 ou superior.

Modo de acesso: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/DOC196.pdf>>

Título da página da Web (acesso em 10 de junho de 2013).

Comitê técnico: Cacilda Borges do Valle; Geovani Ferreira Alves; Letícia Jungmann Cançado ; Liana Jank ; Lucimara Chiari ; Lucinete Colombo ; Sanzio Carvalho Lima Barrios ; Ulisses José de Figueiredo.

1. Planta forrageira. 2. Estresse abiótico. 3.Evento. I. Valle, Cacilda Borges do. II. Alves, Geovani Ferreira. III. Jank, Liana. IV. Chiari, Lucimara. V. Colombo, Lucinete. VI. Barrios, Sanzio Carvalho Lima. VII. Título. VIII. Série.

---

CDD 633.2 (21. ed.)

© Embrapa Gado de Corte 2013

# **Comitê Técnico-Científico**

**Cacilda Borges do Valle**  
Embrapa Gado de Corte

**Geovani Ferreira Alves**  
Embrapa Gado de Corte

**Letícia Jungmann Cançado**  
Embrapa Gado de Corte

**Liana Jank**  
Embrapa Gado de Corte

**Lucimara Chiari**  
Embrapa Gado de Corte

**Lucinete Colombo**  
Centro Universitário da Grande Dourados  
(UNIGRAN)

**Sanzio Carvalho Lima Barrios**  
Embrapa Gado de Corte

**Ulisses José de Figueiredo**  
Universidade Federal de Lavras (UFLA)



# Sumário

Características Morfogênicas e Estruturais de <i>Brachiaria ruziziensis</i> Submetida a Níveis de Sombreamento .....	7
Avaliação de Híbridos Intraespecíficos de <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf (Poaceae) para Tolerância ao Alumínio ..	16
Cultivares de Amendoim Forrageiro Avaliadas no Período de Transição Águas-Seca e no Período Seco do Ano .....	26
Avaliação de Cultivares de <i>Panicum maximum</i> Jacq. Submetidas ao Déficit Hídrico.....	37
Biomassa Seca e Relação Raiz-Parte Aérea de Acessos de <i>Paspalum</i> Submetidos ao Alagamento do Solo .....	46
Plasticidade Foliar de Características Anatômicas Paradérmicas de Genótipos de <i>Brachiaria ruziziensis</i> em Diferentes Épocas .....	54
Caracterización de la Tolerancia al Aluminio en Genotipos de la Especie Silvestre de Arroz <i>Oryza glumaepatula</i> Steud....	67
Avaliação do Potencial Embriogenético de Sementes Maduras das Cultivares Tanzânia e Mombaça de <i>Panicum maximum</i> .....	78

Diversidade Genética entre Acessos de Camaratuba ( <i>Cratylia argentea</i> (Desv.) Kuntze) com Marcadores ISSR .....	86
Caracterização Molecular de Forrageiras do Gênero <i>Poincianella</i> .....	94



# Características Morfogênicas e Estruturais de *Brachiaria ruziziensis* Submetida a Níveis de Sombreamento

---

*Claudio Ramalho Townsend<sup>1</sup>*

*Leilane Oliveira Santos<sup>2</sup>*

*Josilane Pinto de Souza<sup>3</sup>*

*Josiline Pinto de Souza<sup>4</sup>*

## Abstract

*To evaluate the response of *Brachiaria ruziziensis* to three shading levels (0, 25 and 50%), an experiment was conducted at Embrapa Rondônia in Porto Velho. We used completely randomized design with 15 replications. The objective was to determine the morphogenetic traits: rates the of leaves expansion (LER), senescence (LRS) and appearance (LAR), phyllochron (PHILO), leaf lifespan (LLS) and rate of stem elongation (RSE); and structural characteristics: total mass (TL) and mass of green leaves (GL), leaf blade length (LBL) and height of tillers (HT). Except for LLS, all other morphogenetic characteristics were influenced by the supply of sunlight, according to the models:  $LER = 0.001x + 0.088$ ;  $LSR = 0.0006x + 0.040$ ;  $RSE = 0.0027x + 0.1541$ ;  $LAR = 0.00002x + 0.0034$ ;  $PHILO = -1.319x + 289$ . Except for LBL, other structural attributes showed similar results, according to models:  $GL = 0.0387x + 5.3$  and  $HT = 0.6947x + 42.1$ . Phenotypic plasticity was observed in response to the supply of solar radiation, which confers adaptability to variations*

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Rondônia, claudio.townsend@embrapa.br

<sup>2</sup> Mestranda da Universidade Federal de Lavras, leilanezootecnista@hotmail.com

<sup>3</sup> Mestranda da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, josilane@zootecnista.com.br

<sup>4</sup> Estudante de graduação do curso de Zootecnia da Faculdades Integradas Aparício Carvalho - FIMCA, Bolsista CNPq - PIBIC, josilinpinto@gmail.com

*of this abiotic factor.*

## Introdução

A radiação solar especialmente, considerando-se a intensidade e a duração do período luminoso (fotoperíodo) nas diferentes épocas do ano, corresponde a um dos principais aspectos da interação das plantas com seu ambiente, controlando o desenvolvimento. Além da radiação solar a temperatura também afeta o crescimento das plantas. A compreensão do processo de crescimento das plantas forrageiras tem sua influência direta à adoção do modelo de manejo específico para cada necessidade almejada. O estudo das características morfogênicas e estruturais pode contribuir neste sentido, à medida que fornece informações detalhadas do crescimento vegetal e se bem analisados pode propiciar estratégias de manejos que busquem aperfeiçoar a eficiência da interface planta/animal do sistema pastoril. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi determinar e avaliar as características morfogênicas e estruturais da *B. ruziziensis* submetida a diferentes níveis de sombreamento.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Rondônia em Porto Velho, onde o clima é do tipo Am, com temperatura média anual de 24,9°C; precipitação anual entre 2.000 a 2.300 mm (estação seca de junho a setembro) e umidade relativa do ar média de 89%. O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, com os seguintes atributos químicos na camada arável: pH 5,0, MO 32 g.kg<sup>-1</sup>, P e K respectivamente, 1,4 mg.dm<sup>-3</sup> e 0,04 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, Ca + Mg 1,7 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, H + Al 5,9 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, Al 2,2 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> e V 23%.

O experimento teve por objetivo determinar e avaliar as características morfogênicas e estruturais da gramínea *B. ruziziensis* submetida a diferentes níveis de oferta de luz solar; para tanto se adotou o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quinze

repetições, considerando cinco perfilhos alocados ao acaso em três parcelas submetidas aos níveis de sombreamento artificial de 0, 20 e 50%. A gramínea foi estabelecida em parcelas de 3 m<sup>2</sup> (2,0 m x 1,5 m) formada por quatro linhas espaçadas de 0,5 m. Após o estabelecimento dos estandes, se instalou o sombreamento artificial (tela de nylon tipo “sombrite”).

Por ocasião da implantação do experimento (outubro de 2009), o solo foi corrigido (2,8 t.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico-PRNT 100%), e adubado com 100, 60 e 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, KCl e N, respectivamente, e após o corte de uniformização, os adubos contendo KCl e N foram reaplicados em cobertura.

O acompanhamento da dinâmica de desenvolvimento foliar ocorreu no período de 06/09 a 11/10/2011 (36 dias), obedecendo à metodologia de perfilhos marcados. Para tanto, foram selecionados e identificados cinco perfilhos que foram avaliados semanalmente. Quando se registrou o número de folhas e a condição das mesmas (em expansão, expandida, em senescência ou senescida) e se mediu o comprimento de lâmina foliar verde; bem como se mensurou o comprimento de perfilho estendido e altura de bainha da primeira folha expandida. A partir destas informações foram determinadas as características morfogênicas: taxa de aparecimento de folhas (TAF), filocrono (FILO), taxa de expansão de folhas (TEF), taxa de senescência de folhas (TSF), taxa de alongamento de colmos (TAC) e duração de vida de folhas (DVF); bem como as estruturais: número total de folhas (NTF), número de folhas verdes (NFV), comprimento final de folhas (CFF) e altura de perfilho (AP). As variáveis foram submetidas análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, além da análise de regressão.

As variáveis climáticas foram registradas em estação meteorológica automática de superfície, sendo as características morfogênicas expressas em graus-dia (GD em °C), considerando o acúmulo térmico (ST) como o somatório das temperaturas médias diárias registradas no período de avaliação.

## Resultados e Discussão

A exceção da longevidade das folhas (DVF), todas as de mais características morfogênicas da *B. ruziziensis* foram afetadas pelo nível de oferta de radiação solar ao qual foi submetida, obedecendo a diferentes modelos de resposta a este fator (Tab. 1). Quando mantida em condições de restrição à luz solar, sua TEF não diferiu entre os níveis de 20 e 50% de sombreamento, os quais foram superiores ao crescimento a pleno sol, ajustando-se a modelo de resposta linear com taxa de incremento de 0,001. Enquanto isso, a TSF foi maior na condição de sombreamento intenso em relação ao moderado e a pleno sol, obedecendo a modelo linear com taxa de resposta de 0,0006. O efeito do sombreamento sobre a TAC foi bastante evidente, pois à medida que a radiação solar foi restringida a mesma foi incrementada, respondendo de maneira diretamente proporcional, com coeficientes angular de 0,0027, a qual refletiu diretamente sobre a AP, mas não no CFF. As folhas surgiram a menores taxas quando mantidas a pleno sol e em sombreamento moderado, em relação as que foram submetidas à restrição mais severa de radiação solar, apontando que o sombreamento estimulou a TAF, com modelo de resposta dado por:  $0,00002x + 0,0034$ . Esta passou a atuar diretamente sobre o NFV. Por sua vez, como o esperado, o FILO teve comportamento inverso a TAF, com taxa de resposta de -1,319. A DVF não diferiu entre os níveis de oferta de radiação solar, e nem se ajustou a um modelo de resposta. Os valores das características morfogênicas e estruturais são próximos aos obtidos por Townsend et al. (2010) e Santos et al. (2011), ao determinarem a dinâmica do crescimento foliar desta gramínea cultivada em vasos mantidos a pleno sol em ambiente semelhante a do experimento. O comportamento das características morfogênicas frente ao nível de sombreamento a que a gramínea foi submetida segue resposta semelhante aos alcançados por Paciullo et al. (2011), bem como por Campos et al. (2007) e Paciullo et al. (2008) ao submeterem a *B. decumbens* a diferentes níveis de sombreamento, havendo divergên-

cia com relação a TAF, pois estes autores não obtiveram resposta desta característica.

A exceção do CFF, todas as demais características estruturais da *B. ruziziensis* foram afetadas pelo nível de sombreamento ao qual foi submetida, obedecendo a diferentes modelos de resposta a este fator (Tab. 1). Tanto o NTF, bem como o NFV, aumentou na condição de sombreamento mais intenso: a resposta do NFV aos níveis de sombreamento foi dada pelo modelo linear com taxa de incremento de 0,0387. Quando mantida em condição de sombreamento mais intenso a AP foi maior do que quando a pleno sol, com AP intermediária sob sombreamento moderado, respondendo de maneira diretamente proporcional a este fator, com coeficientes angular de 0,69. O CFF não diferiu em relação aos níveis de sombreamento, nem tão pouco se ajustou a um modelo de resposta a este fator. A elevada TAC, com consequente aumento na altura de perfilho, aliada a incremento na TAF, redundando no aumento da quantidade de NFV, em resposta a restrição na luz solar, indicam que a gramínea priorizou a alocação de assimilados a estas características estruturais, em detrimento ao CFF. O comportamento das características estruturais frente ao nível de sombreamento a que a gramínea foi submetida, divergem um pouco das respostas observadas por Paciullo et al. (2011), bem como por Campos et al. (2007) e Paciullo et al. (2008) com a *B. decumbens*, a exceção da AP.

Esses resultados demonstram que a gramínea assumiu estratégias de adaptação à condição de ambiente sombreado, as quais buscam maximizar a interceptação e absorção da radiação solar, por meio da alocação e arranjo do seu aparato fotossintético (p.e. elevando AP), bem como, no aumento da área fotossintetizante (p.e. mantendo maior NFV) e, por conseguinte no IAF. Com isto criou efeito compensatório à restrição deste fator abiótico de meio, e assim manteve suas taxas de assimilação e síntese de metabólitos, como postularam Chapman e Lemaire (1993).

## Conclusões

O sombreamento incrementou as taxas de expansão, de senescência e de aparecimento de folhas, bem como a taxa de alongamento de colmo, número de folhas verdes e altura de perfilho, mas não influenciou a duração de vida e comprimento final das folhas da *B. ruziziensis*, demonstrando que esta cultivar apresenta plasticidade fenotípica, em resposta a oferta de radiação solar a que é submetida, conferindo-lhe adaptabilidade a oscilações deste fator abiótico.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC.

## Referências

CAMPOS, N. R.; PACIULLO, D. S. C.; BONAPARTE, T. P.; GUIMARÃES NETTO, M. M.; CARVALHO, R. B. de; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M. de F. Característica morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 819-821, jul. 2007.

CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress, 17, Palmerston North. **Proceedings...**Palmerston North, 1993. p.95-104.

PACIULLO D.S.C; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008.

PACIULLO D.S.C; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.40, n.2, p.270-276, 2011.

SANTOS, L.O.; TOWSNEND, C.R.; PEREIRA, R.G.A.; SALMAN, A.K.D.; SANTOS, M.G.R.; SOUZA, J.P.; CASSARO, J.D.; RIBEIRO, R.S. Características morfogênicas e estruturais de gramíneas com potencial de uso em sistemas de integração lavoura-pecuária-

-floresta (iLPP) em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21. Maceió, 2011. **Anais....** ABZ, UFA, 2011, CD-Room.

TOWNSEND, C. R.; SOUZA, J. P.; CASSARO, J. D.; RIBEIRO, R. da S.; PEREIRA, R. G. de A.; SALMAN, A. K. **Características morfológicas e estruturais de gramíneas com potencial de uso em Sistemas de Integração - Lavoura - Pecuária - Floresta em Rondônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010. 4 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 364).

Tabela 1 - Características morfológicas e estruturais da *B. ruziziensis* submetida a diferentes níveis de sombreamento. Porto Velho, RO, 2011.

Características	Nível de Sombreamento (%)			Modelo <sup>(1)</sup>	R <sup>2</sup>
	0 (pleno sol)	20 (moderado)	50 (intenso)		
<b>Morfológicas</b>					
Taxa de expansão de folhas TEF (cm de folha.perfilho-1. GD-1)	0,089 b	0,122 a	0,145 a	$y = 0,088 + 0,001x^{**}$	0,80
Taxa de senescência de folhas TSF (cm de folha.perfi- lho-1.GD-1)	0,043 b	0,055 b	0,086 a	$y = 0,040 + 0,0006x^{*}$	0,44
Taxa de alongamento de colmos TAC (cm de colmo. perfilho-1.GD-1)	0,502 c	0,661 b	0,939 a	$y = 0,154 + 0,0027x^{**}$	0,89
Taxa de aparecimento de folhas TAF (folha.perfilho-1. GD-1)	0,003 b	0,004 b	0,005 a	$y = 0,0034 + 0,00002x^{**}$	0,74
Filocrono FILO (GD.folha -1.perfilho-1)	283 a	272 a	219 b	$y = 289 - 1,319x^{**}$	0,71
Duração de vida de folhas DVF (GD.folha-1.perfilho-1)	1.532 a	1.618 a	1.605 a	ns	-



**Estruturais**

Total de folhas TF (n° folhas. perfilho-1)	6,3 b	7,0 a	8,6 a	-	-
Folhas verdes FV (n° folhas. perfilho-1)	5,4 b	5,9 b	7,3 a	$y = 5,3 + 0,0387x$	0,90
Comprimento final de folhas CFF (cm.folha-1)	24,5 a	28,5 a	28,1 a	ns	-
Altura de perfilho AP (cm. perfilho-1)	42,8 b	54,9 ab	77,3 a	$y = 14,5 + 0,280x^{**}$	0,58

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(1) \*\* Significativo a  $P < 0,01$ ; \* Significativo a  $P < 0,05$  e ns = não significativo pelo teste F.

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

Keise Mara Belmonte de Oliveira<sup>1</sup>

Lucimara Chiari<sup>2</sup>

Sanzio Carvalho de Lima Barrios<sup>3</sup>

Valdemir Antônio Laura<sup>4</sup>

## 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 CaCl<sub>2</sub>, pH 4.2) and B (200 mM CaCl<sub>2</sub> + 200 mM AlCl<sub>3</sub>, 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*

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

<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, lucimara.chiari@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, sanzio.barrios@embrapa.br

<sup>4</sup> 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.

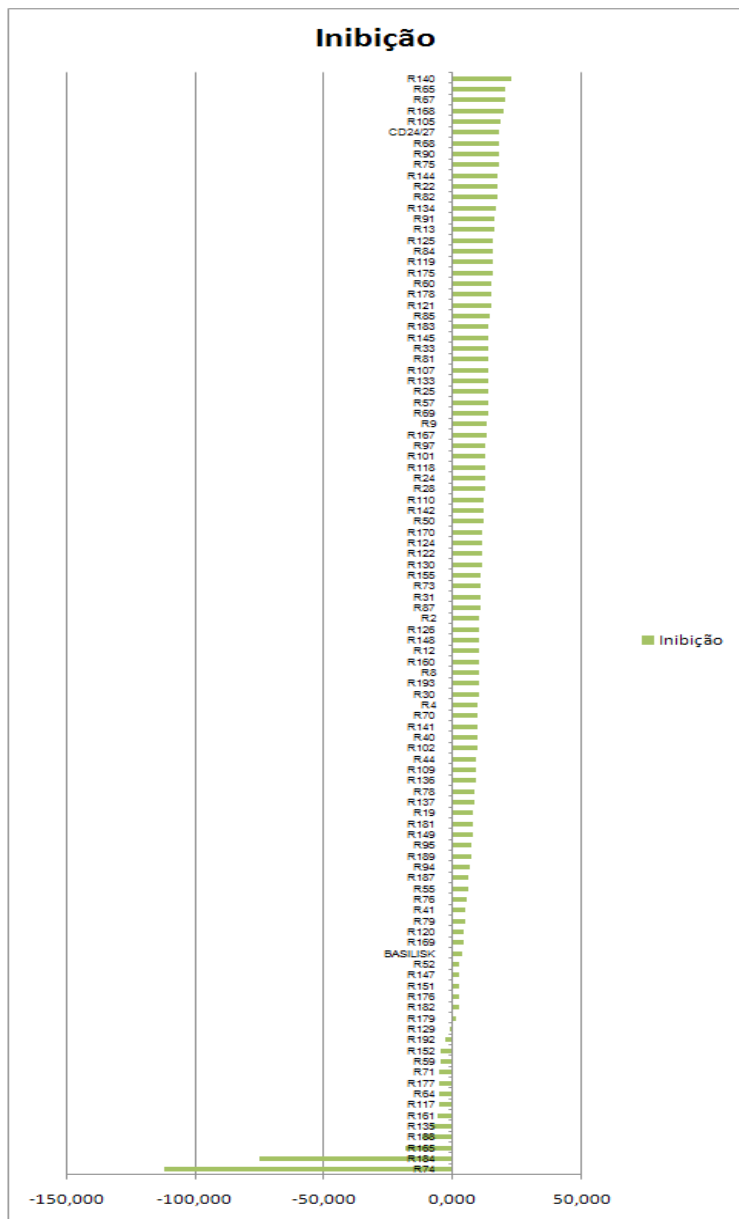


Figura 1. Valores genotípicos médios para porcentagem de inibição do crescimento da raiz (ICR) principal dos híbridos intraespecíficos de *B. decumbens* e respectivos parentais.

## 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](http://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.

Tabela 1 - Significância dos efeitos de genótipos, alumínio e interação genótipos x alumínio para as variáveis analisadas.

Variável	<i>p</i> valor		
	Genótipos (G)	Alumínio (A)	G x A
CRR <sup>1</sup>	0,037	< 0,001	< 0,001
ICR <sup>2</sup>	0,048	-	-

<sup>1</sup>Crescimento relativo da raiz<sup>2</sup>Porcentagem de inibição do crescimento da raiz

Tabela 2 - Valores genotípicos (BLUP) médios dos genótipos para o crescimento relativo da raiz (CRR) e porcentagem de inibição do crescimento da raiz (ICR), nove híbridos com maiores e dez híbridos com menores valores para as variáveis.

Genótipo	CRR			ICR		
	Com AI <sup>1</sup>	Genótipo	Sem AI <sup>1</sup>	Genótipo <sup>1</sup>		
R151	2,417	R181	3,539	R74	-112,68	
R137	2,264	R137	3,194	R184	-75,083	
R95	2,248	R25	2,755	R165	-18,385	
R181	2,095	R148	2,675	R188	-11,868	
R148	2,075	R95	2,52	R135	-8,41	
R177	1,861	R97	2,47	R161	-5,933	
R97	1,751	R82	2,463	R117	-5,708	
R192	1,575	R91	2,276	R64	-5,658	
R76	1,490	R151	2,193	R71	-5,519	

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	<b>CD24/27</b>	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
<b>Média geral<sup>2</sup></b>	0,960		0,960		7,031

<sup>1</sup>Ordenado em ordem decrescente

<sup>2</sup>Valor BLUP médio dos 100 híbridos

# Cultivares de Amendoim Forrageiro Avaliadas no Período de Transição Águas-Seca e no Período Seco do Ano

*Giselle Mariano Lessa de Assis<sup>1</sup>*

*Erlailson Costa dos Santos<sup>2</sup>*

*Maykel Franklim Lima Sales<sup>3</sup>*

*Carlos Mauricio Soares de Andrade<sup>4</sup>*

## Abstract

*The forage peanut breeding program should consider the demand for cultivars propagated by seeds and more tolerant to drought. This work aimed to evaluate two forage peanut cultivars (Belmonte and BRS Mandobi), growing in two seasons (wet-to-dry transition and full dry season) under different harvesting intervals (28, 42, 56 and 70 days). The treatments were arranged in a 2 x 4 factorial design in a randomized block with four replications. Belmonte and BRS Mandobi showed genetic differences that depend on the trait, season and harvest interval. During the transition period, genotypes responded very similarly. However, during the dry season, Belmonte was superior to Mandobi. The selection of genotypes under water deficit should be further investigated. Phenotyping methodologies for drought tolerance in A. pintoi must be defined for testing a large numbers of hybrids obtained in the breeding program.*

<sup>1</sup> Pesquisadora da Embrapa Acre, giselle.assis@embrapa.br

<sup>2</sup> Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Acre, erlailson12@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Acre, maykel.sales@embrapa.br

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Acre, mauricio.andrade@embrapa.br

## Introdução

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. & Greg.) é uma leguminosa herbácea perene, recomendada para uso em diversas regiões do Brasil, sendo utilizada na alimentação animal, na recuperação de áreas degradadas, como adubo verde, no plantio direto e ainda como cobertura do solo para fins ornamentais e de conservação (MIRANDA et al., 2008). No entanto, são poucas as opções de amendoim forrageiro disponíveis no mercado, havendo uma demanda por cultivares propagadas por sementes, adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas e, principalmente, mais tolerantes à seca. Portanto, os programas de melhoramento devem ser dirigidos para a obtenção de novas cultivares que possam aumentar a qualidade e a quantidade de forragem produzida e, conseqüentemente, a eficiência da produção animal.

Em ensaios de avaliação agrônômica de genótipos do Banco Ativo de Germoplasma de Amendoim Forrageiro na Embrapa Acre, sob regime de cortes, tem-se verificado a existência de variabilidade genética entre os genótipos e também a presença de interação entre genótipos e cortes, havendo grande variabilidade no período seco do ano (ASSIS; VALENTIM, 2009). Esses resultados indicam a necessidade de se avaliar e selecionar genótipos com elevada produtividade durante o período das águas, mas que também sejam mais tolerantes à seca. Nas avaliações deve-se considerar que o crescimento das forrageiras após o corte é um processo dinâmico, que envolve vários mecanismos ecofisiológicos de adaptação dessas plantas ao meio, sendo afetado diretamente pela época, duração, intensidade e frequência de corte ou pastejo (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar duas cultivares de amendoim forrageiro bem adaptadas às condições edafoclimáticas de Rio Branco-AC, porém contrastantes do ponto de vista morfológico e reprodutivo, em duas épocas do ano, sob diferentes intervalos de corte.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Acre no período de novembro de 2010 a outubro de 2011 (latitude  $9^{\circ}58'22''S$ , longitude  $67^{\circ}48'40''W$  e altitude de 160 m). A temperatura média anual da região é de  $25^{\circ}C$ , com umidade relativa do ar de 80 a 90% e precipitação anual entre 1.800 e 2.000 mm, com período chuvoso de outubro a maio e período seco de junho a setembro (ACRE, 2006). Os dados pluviométricos e de temperatura durante o período experimental são apresentados na Tabela 1.

Foram avaliadas duas cultivares de amendoim forrageiro, Belmonte e BRS Mandobi, em duas épocas do ano: período de transição águas-seca (entre 22 de março e 30 de maio de 2011) e no período da seca (entre 31 de maio e 17 de outubro de 2011), sendo realizados quatro intervalos de corte (28, 42, 56 e 70 dias). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial  $2 \times 4$  e o delineamento foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. O plantio do material foi realizado em novembro de 2010 em parcelas de  $4 \text{ m}^2$ , no início do período das chuvas. A adubação foi realizada doze dias após o plantio, de acordo com a necessidade demonstrada na análise química do solo. Foram utilizados  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ ,  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$  e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de micronutrientes (FTE). Os cortes foram efetuados na altura de 2 cm acima do solo, em  $1 \text{ m}^2$  de área útil da parcela.

As seguintes características agronômicas foram avaliadas: cobertura do solo (CS, em %); altura do estande (ALT, em cm); relação folha/caule (F/C); e produção de matéria seca (PMS, em kg/ha). Os valores de produção de matéria seca são resultado do somatório dos valores dos cortes acumulados dentro do período (transição águas-seca ou seca) para cada intervalo.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5% de significância. O teste de Tukey, a 5% de probabilidade, foi empregado na comparação de médias entre os genótipos. Para os intervalos

de corte, foram estimadas equações de regressão. Procedeu-se ao desdobramento das interações significativas, quando pertinente. Para realização das análises estatísticas utilizou-se o software SISVAR 5.1 (Build 72) para Windows (FERREIRA, 2007), as quais foram realizadas, separadamente, para o período de transição águas-seca e para o período da seca.

## Resultados e Discussão

A interação genótipo x intervalo de corte foi significativa ( $P < 0,01$ ) somente para a variável altura do estande no período da seca. Com exceção da relação folha/caule e da produção de matéria seca na transição, as demais variáveis foram afetadas significativamente ( $P < 0,01$ ) pelos genótipos. O intervalo de corte influenciou de modo significativo ( $P < 0,01$ ) a cobertura do solo nos dois períodos; a relação folha/caule no período de transição águas/seca; e a produção de matéria seca no período da seca (Tabela 2).

O Belmonte apresentou percentagem de cobertura do solo superior ao BRS Mandobi nos dois períodos; maior altura do estande no intervalo de 70 dias e maior produção de matéria seca no período da seca (Tabelas 3 e 4). O BRS Mandobi apresentou maior altura do estande no período de transição águas-seca (Tabela 3).

### A. Cobertura do Solo

Quando as condições de crescimento das plantas eram mais favoráveis (período de transição águas-seca), mesmo tendo ocorrido diferença estatística, os resultados obtidos para ambos os genótipos foram elevados, com cobertura do solo próxima de 100%. No período de déficit hídrico, os genótipos perderam folhas e o BRS Mandobi apresentou, inclusive, morte de alguns estolões, reduzindo, em média, 19,57% de sua cobertura do solo, quando comparado ao Belmonte, que manteve cobertura superior a 90%.

Independente do genótipo, a cobertura do solo foi influenciada ( $P < 0,01$ ) pelo intervalo de corte no período de transição e seca, apre-

sentando ajuste de equação quadrático com ponto de máximo. Nos dois períodos de avaliação observou-se tendência de estabilização da cobertura do solo a partir do intervalo de 42 dias com ponto de máximo estimado no intervalo de 61 dias no período de transição e 60 dias no período da seca (100% de cobertura na transição e 87,73% na seca).

O corte mais frequente (intervalo de 28 dias) provocou crescimento mais lento do amendoim forrageiro, ocasionando menor cobertura do solo nos dois períodos de avaliação. Rocha (2001) explica que os efeitos da desfolhação podem variar com a frequência, intensidade, uniformidade e época em que ocorre. Segundo o mesmo autor quando a desfolha é frequente e intensa, ocorre diminuição das reservas orgânicas na planta e a rebrotação é mais lenta.

## **B. Altura**

O BRS Mandobi apresentou altura do estande superior ao Belmonte no período de transição (Tabela 3), provavelmente devido à forma diferenciada de crescimento dos genótipos, onde o Belmonte cresceu mais horizontalmente (rasteiro), enquanto o Mandobi cresceu de forma mais vertical. No período da seca, os genótipos apresentaram redução do crescimento e no intervalo de 70 dias o Belmonte respondeu de forma mais rápida às chuvas ocorridas no final deste período, apresentando altura do estande 21,09% maior quando comparado ao BRS Mandobi.

No período da seca, o Belmonte apresentou ajuste de equação quadrático com ponto de mínimo (2,58 cm) para altura, no intervalo de corte estimado de 43 dias. Não houve ajuste de equação para o Mandobi, com altura média de 2,64 cm. A diminuição de altura observada do intervalo de 42 dias para o intervalo de 56 dias pode ter sido ocasionada pelos baixos índices pluviométricos registrados neste período (Tabela 1) para os meses (junho, julho e agosto) que antecederam a data de realização do corte no intervalo de 56 dias (05/09/2011), prejudicando a produção de biomassa aérea. Neste período, as plantas de amendoim forrageiro necessitaram de intervalos maiores para recompor a parte aérea.



### C. Relação Folha/Caule

A variável relação folha/caule foi influenciada ( $P < 0,01$ ) pelo intervalo de corte no período de transição, diminuindo linearmente com o aumento do intervalo de 28 para 70 dias, devido ao conhecido efeito da maturidade das plantas na sua composição morfológica. Apesar da diminuição observada neste período, nota-se que o amendoim forrageiro apresentou um bom valor (acima de 1,0) para essa característica, mesmo no maior intervalo estudado.

No período da seca, os valores da relação folha/caule foram elevados (Tabela 4) devido à pequena quantidade de biomassa coletada neste período, já que as alturas médias estavam somente um pouco acima da altura definida para os cortes (2 cm) e, dessa forma, a biomassa colhida era composta, quase que em sua totalidade, por folhas.

### D. Produção de Matéria Seca

Os dois genótipos avaliados apresentaram boa produção de matéria seca no período de transição independente do intervalo de corte, não diferindo ( $P > 0,05$ ) entre si. A produtividade média acumulada entre março e maio, pelo Belmonte e pelo BRS Mandobi, foi de 2.316,51 kg ha<sup>-1</sup> (33,1 kg ha<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>) e 2.119,00 kg ha<sup>-1</sup> (30,3 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), respectivamente (Tabela 3). Os resultados obtidos demonstram a elevada capacidade de rebrota e produção de biomassa do amendoim forrageiro em condições de crescimento favoráveis, mesmo submetido a intervalos de corte mais intensos.

No período seco, o Belmonte apresentou produtividade média superior (2.033,82 kg ha<sup>-1</sup>) à do Mandobi (854,22 kg ha<sup>-1</sup>), com taxas de acúmulo de matéria seca iguais a 14,5 e 6,1 kg ha<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Tal resultado indica a existência de diferença genética entre os genótipos avaliados e que o Belmonte adaptou-se melhor às condições edafoclimáticas da região, suportando o déficit hídrico comum no período seco, sendo menos afetado pelos cortes efetuados nesse período.

O intervalo de corte influenciou ( $P < 0,01$ ) a produção de matéria seca acumulada no período seco, porém, não houve ajuste de equação que pudesse ser explicado biologicamente. Em função do intenso déficit hídrico ocorrido entre maio e setembro de 2011 (Tabela 1), não houve produção de biomassa aérea suficiente para a realização de todos os cortes previstos, ou seja, no momento do corte, a produção de biomassa aérea foi considerada nula. O resultado observado mostra que, em períodos de baixa precipitação, como ocorreu em Rio Branco no ano de 2011, em que a soma das precipitações nos meses de julho e agosto foi menor que 40 mm, o corte para fins de avaliação de produção da biomassa aérea em amendoim forrageiro não foi viável, quando se utilizou intervalos de corte definidos (28, 42, 56 e 70 dias) a partir do corte de uniformização.

Mesmo para os intervalos de 56 e 70 dias, cujos cortes anteriores ocorreram em 16/05 e 30/05/2011, respectivamente, a biomassa disponível nos meses de julho e agosto foi insuficiente para realização dos cortes programados. Este fato indica, conforme constatado visualmente, que houve perda de folhas de ambos os genótipos, porém com muito mais intensidade no BRS Mandobi, que apresentou, inclusive, morte de alguns estolões. Viana et al. (1998) verificaram menor produção de matéria seca pelo amendoim forrageiro no intervalo de doze semanas comparado aos demais intervalos estudados (três, seis e nove semanas). Os autores explicam essa menor produção como sendo provocada pela morte dos estolões, pois, os cortes subsequentes para o intervalo de doze semanas ocorreram no período da seca em Prudente de Moraes (MG).

A seleção de genótipos sob déficit hídrico deve ser melhor estudada, considerando as diferenças genéticas observadas nesta época, e os cortes devem ser realizados em períodos mais longos, que podem variar conforme a ocorrência de precipitações durante este período do ano. Metodologias de fenotipagem para tolerância à seca para *A. pintoi* devem ser definidas, visando à avaliação de elevado número de genótipos obtidos no programa de melhoramento genético desta espécie.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo para o segundo autor por meio do programa REUNI.

## Referências

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II**: documento Síntese – Escala 1: 250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 354 p.

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**: dados meteorológicos – Acre. Embrapa Informática Agropecuária - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. 2011. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisaWeb?uf=AC>>. Acessado em: 22 de nov. 2011.

ASSIS, G. M. L.; VALENTIM, J. F. Forage peanut breeding program in Brazil. In: Simpósio Internacional sobre Melhoramento de Forrageiras, 2. Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Empara Gado de Corte, 2009. 1 CD-ROM

FERREIRA, D. F. **Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 5.1 Build 72. Lavras: DEX/ UFLA, 2007.

MIRANDA, E. M. de.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. da. **Amendoim forrageiro: importância, usos e manejo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 92 p. (Documentos, 259).

ROCHA, F. C. **Fisiologia vegetal e manejo das pastagens**. 2001. 12 p. Disponível em: <[www.forragicultura.com.br/.../FISIOLOGIAVEGETALMANEJO](http://www.forragicultura.com.br/.../FISIOLOGIAVEGETALMANEJO)>. Acessado em: 18 mar. 2012.

SILVA, S. C. da.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006, p. 1-42.

VIANA, M. C. M.; PURCINO, H. M. A.; MASCARENHAS, M. H. T. et al. Efeito do intervalo de corte na produção de forragem de *Arachis pintoi* (1). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1998.

Tabela 1 - Precipitação e temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental, em Rio Branco, AC.

Mês/ano	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	
		Máxima	Mínima
Nov/2010	209,1	31,9	22,8
Dez/2010	213,3	31,3	23,0
Jan/2011	208,9	30,5	22,7
Fev/2011	176,4	29,8	22,4
Mar/2011	263,6	30,5	22,5
Abr/2011	288,7	30,4	22,1
Mai/2011	44,6	30,0	20,6
Jun/2011	13,1	30,5	20,5
Jul/2011	4,0	32,1	20,0
Ago/2011	32,6	33,0	19,9
Set/2011	128,8	33,2	21,5
Out/2011	115,6	31,2	22,3

Fonte: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO, 2011).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância das características agrônomicas cobertura do solo (CS), altura do estande (ALT), relação folha/caule (F/C) e produção de matéria seca (PMS) de genótipos de amendoim forrageiro em diferentes intervalos de corte.

<b>PERÍODO DE TRANSIÇÃO ÁGUAS/SECA</b>					
Fonte de Variação (FV)	Quadrado Médio (QM)				
	CS	ALT	F/C	PMS	
Genótipo (G)	2,00*	17,85**	0,300 <sup>ns</sup>	312.085,551 <sup>ns</sup>	
Intervalo de Corte (IC)	8,25**	4,798 <sup>ns</sup>	0,796**	241.254,657 <sup>ns</sup>	
Bloco	1,00 <sup>ns</sup>	1,011 <sup>ns</sup>	0,062 <sup>ns</sup>	227.132,306 <sup>ns</sup>	
G*IC	1,08 <sup>ns</sup>	2,932 <sup>ns</sup>	0,067 <sup>ns</sup>	73.881,952 <sup>ns</sup>	
Resíduo	0,43	1,83	0,100	213.592,95	
CV (%)	0,66	23,91	20,09	20,84	
<b>PERÍODO DA SECA</b>					
Fonte de Variação (FV)	Quadrado Médio (QM)				
	CS	ALT	F/C	PMS	
Genótipo (G)	2.688,83**	0,630**	0,161 <sup>ns</sup>	11.131.720,056**	
Intervalo de Corte (IC)	176,82**	1,145**	0,202 <sup>ns</sup>	1.241.791,024**	
Bloco	17,14 <sup>ns</sup>	0,052 <sup>ns</sup>	0,133 <sup>ns</sup>	310.834,118 <sup>ns</sup>	
G*IC	49,74 <sup>ns</sup>	0,242**	0,682 <sup>ns</sup>	369.081,346 <sup>ns</sup>	
Resíduo	20,55	0,05	0,09	256.274,55	
CV (%)	5,31	8,19	16,98	35,06	

<sup>ns</sup> - não significativo; \*, \*\* - significativo a 5 e 1% , respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 3 - Médias das características cobertura do solo (CS), altura do estande (ALT), relação folha/caule (F/C) e produção de matéria seca (PMS) de genótipos de amendoim forrageiro em diferentes intervalos de corte no período de transição águas/seca.**

Intervalo	CS (%)			ALT (cm)			F/C			PMS (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Mandobi
28	98,50	97,00	4,87	5,35	1,80	2,25	2.480,26	2.179,24				
42	99,75	99,25	5,17	8,42	1,35	1,55	2.043,14	1.924,44				
56	99,75	100,00	4,75	5,82	1,40	1,48	2.174,40	2.205,56				
70	100,00	99,75	4,82	6,00	1,30	1,35	2.568,22	2.166,74				
Média	99,50a	99,00b	4,90b	6,40a	1,46	1,66	2.316,51	2.119,00				

Médias seguidas de letra diferente na linha, por característica, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4 - Médias das características cobertura do solo (CS), altura do estande (ALT), relação folha/caule (F/C) e produção de matéria seca (PMS) de genótipos de amendoim forrageiro em diferentes intervalos de corte no período da seca.**

Intervalo	CS (%)			ALT (cm)			F/C			PMS (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Mandobi	Belmonte	Mandobi
28	90,62	65,00	2,76a	2,48a	1,65	1,61	2.056,53	612,34				
42	95,92	79,58	2,89a	2,82a	1,95	1,63	2.749,58	1.245,23				
56	93,25	76,25	2,37a	2,37a	1,57	1,63	1.348,27	783,09				
70	95,00	80,62	3,65a	2,88b	2,08	1,81	1.980,90	776,20				
Média	93,70a	75,36b	2,92	2,64	1,81	1,67	2.033,82a	854,22b				

Médias seguidas de letra diferente na linha, por característica, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

# Avaliação de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Submetidas ao Déficit Hídrico

---

*Pamylla Mayara Pereira da Silva*<sup>1</sup>

*Lucimara Chiari*<sup>2</sup>

*Liana Jank*<sup>3</sup>

*Alexandre Romeiro Araújo*<sup>4</sup>

*Valéria Pacheco Batista Euclides*<sup>5</sup>

## Abstract

*This study aimed to evaluate three cultivars of *Panicum maximum* (Tanzânia, Mombaça and Massai) submitted to the drought on greenhouse. The evaluations were performed in decreasing levels of soil water: 80%, 50% and 30% of the total volume of pores (VTP). The variables studied were plant height, fresh weight and dry weight. Was used a completely randomized design with three replications. The results obtained show that both stress levels 50% and 30% were sufficient for reduction on height, fresh weight and dry weight of shoots in all cultivars. Cultivar Massai shows no reduction in plant height in the first two assessments (Alt 1 and Alt 2), independent of the level of applied stress.*

---

<sup>1</sup> Mestranda da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pamyllamayara@hotmail.com

<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, lucimara.chiari@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, liana.jank@embrapa.br

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Corte, alexandre.araujo@embrapa.br

<sup>5</sup> Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, valeria.pacheco@embrapa.br

## Introdução

No Brasil, é comum as pastagens sofrerem com o déficit hídrico durante o período de veranicos, ou secas estacionais, quando a água do solo não está disponível para a planta durante dias, semanas ou até meses, causando um decréscimo em suas atividades fisiológicas segundo Cavalcante et al. (2009).

Um grande desafio aos programas de melhoramento de forrageiras é o desenvolvimento de cultivares mais tolerantes ao déficit hídrico e que sejam mais produtivas inclusive em períodos de veranicos, para isso é necessário aliar o conhecimento de diferentes áreas tais como fisiologia vegetal, biotecnologia e melhoramento genético.

Segundo Mattos et al. (2005) as plantas desenvolvem certos mecanismos de adaptação ao déficit hídrico tais como: fechamento estomático, ajustamento osmótico, redução da área foliar e aumento na densidade e profundidade de raízes. Entretanto, ainda pouco se conhece sobre as características que determinam a tolerância ao déficit hídrico no gênero *Panicum* e o conhecimento do comportamento da forrageira em condições de estresse hídrico pode ser de grande importância prática para auxiliar no entendimento dos efeitos do período seco, possibilitando, assim, alternativas de manejo que tornem possível a melhor utilização do pasto durante esse período (Dias Filho et al., 1989).

Neste trabalho o objetivo foi estabelecer um método de fenotipagem em casa de vegetação que possibilite a triagem de vários genótipos de *P. maximum* em curto período de tempo.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Gado de Corte em Campo Grande-MS, no período de agosto a outubro de 2012.

Foram avaliadas três cultivares de *P. maximum*: Tanzânia, Mombaça e



Massai; em três níveis hídricos: 30%, 50% e 80% de volume total de poros (VTP), sendo 80% de VTP o nível controle (testemunha).

As sementes das cultivares de *Panicum* continham valor cultural (VC) de 60% e foram germinadas em bandejas de isopor, em células individuais, com areia e vermiculita na proporção 1:1. Quinze dias após a emergência as plântulas foram selecionadas para padronização do tamanho da parte aérea através de comparação visual e foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de três litros pesando em média 2,5 kg de solo. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) com menos de 50% de saturação de bases e com a seguinte granulometria: 40% argila, 50% areia e 10% silte, as demais características estão apresentadas na Tabela 1 e as correções de adubação realizadas estão apresentadas na Tabela 2.

Cada vaso continha cinco plantas que permaneceram 20 dias em período de adaptação para que o experimento fosse iniciado, nessa fase foi determinado o VTP a partir da saturação dos vasos teste. Os vasos saturados começaram a liberar o excesso de água, quando os vasos pararam de perder água os mesmos foram pesados para quantificar a quantidade de água presente em cada vaso. A partir de regra de três determinou-se as quantidades de água para cada nível de estresse testado. O controle da quantidade de água de cada vaso era realizada duas vezes ao dia com pesagens e quando necessário adicionado água aos tratamentos. A partir das pesagens pode-se determinar que para cada 100 g de solo seco são necessários 37 ml de água para sua total saturação, a partir de uma regra de três simples.

$$\begin{array}{r}
 100 \text{ g solo seco} \text{ -----} 37 \text{ ml água} \\
 2,5 \text{ kg solo seco} \text{ -----} x \\
 x = 949,75 \text{ ml água (para saturar um vaso com 2,5 kg de solo)}
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{r}
 949,75 \text{ ml água} \text{ -----} 100\% \text{ VTP} \\
 x \text{ -----} 80\% \text{ VTP} \\
 x = 759,80 \text{ ml água}
 \end{array}$$

Somatório do conjunto de pratinho, vaso, solo seco e quantidade de água resulta no valor real para cada VTP, no caso o valor de 3.737 kg corresponde a 80% VTP. Os valores 3.452 kg e 3.262 kg correspondem aos VTP's de 50% e 30%.

Após um período de adaptação que durou 20 dias, com o solo a 80% de VTP, adicionou-se solução de ureia (comercial), na quantidade calculada da seguinte maneira:

$$\begin{array}{r} 0,28 \text{ g ureia por vaso} \text{ ----} 2,5 \text{ kg solo/vaso} \\ \times \text{-----} 60 \text{ vasos} \\ \hline x = 16,8 \text{ g ureia} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1.000 \text{ ml de solução} \text{ ----} x \text{ g ureia} \\ 10 \text{ ml} \text{-----} 0,28 \text{ g ureia por vaso} \\ \hline x = 28 \text{ g ureia/litro} \end{array}$$

Os vasos foram pesados e calculados a necessidade de água para cada cultivar e para melhor ação da ureia no solo.

As plantas permaneceram nos vasos submetidos a cada tratamento durante 12 dias consecutivos a partir do momento que atingiam as porcentagens de VTP. A quantidade de água nos vasos foi medida diariamente duas vezes ao dia, utilizando pesagem dos vasos para manter as cultivares nos respectivos tratamentos.

As características mensuradas foram: altura das plantas (Alt), massa verde da parte aérea (MV) e massa seca da parte aérea (MS). A altura foi determinada com o auxílio de uma régua graduada, da base da planta até o ápice da folha mais alta, no período de quatro em quatro dias. Essas alturas foram denominadas Alt 1, Alt 2 e Alt 3. Cada planta dos vasos foi marcada com anéis de plástico para identificação. A MV foi determinada ao término do período de estresse, para tanto a parte aérea de todas as plantas foi cortada e pesada. Após, foram secas em estufa a 65°C por 72 horas e pesadas para verificar a MS.

O delineamento experimental foi blocos inteiramente casualizados com três repetições. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e teste Duncan ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico Statistical Analysis System, versão 9.3 (SAS, 2011).

## Resultados e Discussão

Na ANOVA envolvendo todas as cultivares, as características Alt2, Alt3, MV e MS foram significativas para cultivares, níveis de seca e para a interação cultivares por níveis de seca. No caso das cultivares, essa diferença era esperada visto que elas apresentam diferenças no desenvolvimento, sendo a cultivar Mombaça a de maior porte (JANK, 1995).

Como houve interação significativa para níveis de seca e para a interação cultivares por níveis de seca, foi feita ANOVA individual, para cada cultivar.

Para Tanzânia todas as características foram significativas quando comparado os níveis de 80% VTP com 50% e 30% (Tabela 3). No início do desenvolvimento, Alt 1, o crescimento da parte aérea foi maior nos níveis 50% e 30%, entretanto este caiu a partir do oitavo dia (Alt 2). A característica altura não variou entre os níveis de 50% e 30% VTP. Esta variável foi proposta neste trabalho por ser apontada como a característica de maior relevância nos trabalhos que avaliam plantas sob estresse hídrico. Quanto a característica MV e MS, houve diferença significativa em todos os níveis de VTP, sendo que foi decrescente com o aumento do nível de estresse, ou seja, diminuição do %VTP.

Para a característica altura de plantas na cultivar Massai, houve diferença apenas ao final dos 12 dias de estresse (Alt 3) e houve decréscimo do nível 50% para 30% de VTP (Tabela 4). Para as demais características a diferença foi significativa apenas entre o controle 80% e os níveis 50% e 30%, mas não entre esses níveis.

Para a cultivar Mombaça, semelhante a Tanzânia, todas as alturas de plantas mostraram diferença significativa com relação ao controle, e Alt 3 mostrou diferença significativa também entre os níveis 50% e 30%. Para as características MV e MS a diferença foi significativa apenas entre o controle e os níveis 50% e 30%, mas não entre eles (Tabela 5).

Pode-se concluir com este trabalho que ambos os níveis de estresse 50% e 30% foram suficientes para mostrar redução nas características altura, massa verde e massa seca da parte aérea em todas as cultivares. No caso da cultivar Massai, não foi observado redução na altura das plantas nas duas primeiras avaliações (Alt 1 e Alt 2) independente do nível de estresse aplicado, sugerindo que esta cultivar pode ser mais tolerante a seca que as demais, pois, Tanzânia e Mombaça foram sensíveis desde o início do período de estresse considerando esta característica.

## Agradecimentos

À Embrapa Gado de Corte, à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect) 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

CAVALCANTE, A. C. R.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. B. **Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras**. Sobral: Embrapa Caprinos, p.50. 2009. (Embrapa Caprinos. Documentos, 89).

DIAS FILHO, M.B.; CORSI, M.; CUSATO, S. Resposta morfológicas de *Panicum maximum*, JACQ. cv. Tobiata ao estresse hídrico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 24, p. 893-898, 1989.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO

SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.21-58, 1995.

MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ Y HUAMAN, C.A. Crescimento de espécies do gênero *Brachiaria*, sob déficit hídrico, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.746-754, 2005.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). SAS/STAT user software: changes and enhancements through release. Version 9.3. Cary, 2011.

**Tabela 1 - Resultados de Cálcio, Magnésio, Potássio, pH, soma de bases (S), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t), acidez, saturação por bases (V), saturação por alumínio (m), matéria orgânica (MO) e fósforo (PM1) do Lvd em condições naturais, na camada de 0 a 20 cm.**

Solo	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	S	T	t	V	m	MO	PM1
Cerra- do	CaCl <sub>2</sub>	.....cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> .....%..... mg.dm <sup>-3</sup>											
0-20 cm	4,43	0,01	0,15	0,09	1,17	6,76	0,25	7,01	1,42	3,52	82,71	4,54	0,82

Os íons Ca e Mg foram analisados por espectroscopia de absorção atômica enquanto que o íon K foi analisado por espectroscopia de chama. O íon Al foi determinado por titulometria.

Matéria Orgânica pelo método Dakota do Sul modificado. "H + Al" por SMP. Fósforo pelo Mehlich 1. Onde: S é a soma de bases (Ca + Mg + K); T é a CTC potencial (H + Al + Ca + Mg + K); t é a CTC efetiva (Ca + Mg + K + Al), V é a saturação por bases [(S/T)\* 100] e m é saturação por alumínio [Al/(S + Al)]\* 100.

**Tabela 2 - Quantidade equivalente de nutrientes/produtos aplicados para condução do experimento.**

Trat.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Calcário	K <sub>2</sub> O	N	S	Zn	Cu	B	Mo
.....	.....kg.ha <sup>-1</sup> .....								
120	2.500	120	100	60	4	4	1	0,2	

**Tabela 3 - Comparação das variáveis analisadas para os níveis de VTP (valor total de poros) testados na cultivar Tanzânia**

Variáveis	Níveis de VTP	
	80%	50%
Altura 1 cm	27,42 b	30,50 a
Altura 2 cm	42,06 a	37,32 b
Altura 3 cm	55,56 a	40,54 b
Massa Verde g	2,31 a	1,64 b
Massa Seca g	0,63 a	0,36 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 4 - Comparação das variáveis analisadas para os níveis de VTP (valor total de poros) testados na cultivar Massai.**

Variáveis	Níveis de VTP	
	80%	50%
Altura 1 cm	27,19 a	29,44 a
Altura 2 cm	30,89 a	34,11 a
Altura 3 cm	42,76 a	30,57 b
Massa Verde g	0,92 a	0,3 b
Massa Seca g	0,35 a	0,16 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

# Biomassa Seca e Relação Raiz-Parte Aérea de Acessos de *Paspalum* Submetidos ao Alagamento do Solo

Tatiane Beloni<sup>1</sup>

Bianca Baccili Zanotto Vigna<sup>2</sup>

Cristiana de Gaspari Pezzopane<sup>3</sup>

Patrícia Menezes Santos<sup>4</sup>

## Abstract

*In general, tropical pastures have limitations of use under conditions of stress by flooding. The purpose was to measure the flooding stress response in dry biomass and root/shoot ratio of five accessions of Paspalum (Paspalum regnellii, BRA 23469, BRA 23540, BRA 23671 and 21377 BRA) and Brachiaria brizantha cv. Marandu at the end of the stress period and after recovery under ideal water conditions. The greater shoot biomass was observed in Brachiaria brizantha, being similar among Paspalum accessions. The root biomass and the root/shoot were negatively affected by flooding and also by the collection period at the end of 28 days of stress. Flooding considerably influenced biomass allocation to roots and root/shoot ratio Paspalum genotypes. The allocation model is important for understanding the strategies adopted by these plants to acquire competitive advantages under water stress.*

<sup>1</sup> Doutoranda da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, tbeloni@usp.br

<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, bianca.vigna@embrapa.br

<sup>3</sup> Pós-Doutoranda da Embrapa Pecuária Sudeste, cristiana.gaspari@gmail.com

<sup>4</sup> Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, patricia.santos@embrapa.br



## Introdução

O Brasil possui a biodiversidade mais rica do planeta, porém 60 a 80% das áreas de pastagens cultivadas são ocupadas por espécies exóticas. As gramíneas do gênero *Brachiaria* são as mais utilizadas no estabelecimento, na formação e recuperação de pastagens brasileiras (ZIMMER; EUCLIDES, 2000), demonstrando a vulnerabilidade genética do sistema pecuário a pasto. Dentro da biodiversidade brasileira, destaca-se o gênero *Paspalum* (Poaceae), considerado por Aliscioni (2002) como o gênero mais importante desta família nas Américas. Entretanto, o desconhecimento do potencial destas espécies nativas como forrageiras, impossibilita sua indicação na formação das pastagens.

O alagamento ou o encharcamento temporário do solo é um problema global que pode trazer sérios prejuízos para o desenvolvimento agropecuário (DIAS-FILHO, 2005). Embora, em diversas regiões seja um evento raro, em outras, porém, é um problema crônico, necessitando ser constantemente enfrentado pelos produtores. Nos trópicos, muitas áreas de pastagens são geralmente localizadas em áreas marginais, não totalmente apropriadas para a agricultura (DIAS-FILHO, 1998).

Ajustes metabólicos funcionam como uma estratégia adaptativa para facilitar a tolerância das plantas ao alagamento do solo. Em resposta ao déficit de oxigênio no solo e ao conseqüente comprometimento do desenvolvimento do sistema radicular, a planta pode emitir raízes adventícias, que promovem o aumento da superfície de contato entre as raízes e o meio ambiente (DIAS-FILHO, 2005).

Desta forma, o intuito deste trabalho foi mensurar o efeito do estresse hídrico por alagamento em cinco acessos de *Paspalum* (*Paspalum regnellii*, BRA 23469, BRA 23540, BRA 23671 e BRA 21377) e em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sobre a biomassa seca e a relação raiz/parte aérea destes genótipos ao final do período de estresse e após recuperação sob condição hídrica ideal.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fazenda Canchim em São Carlos-SP, base física da Embrapa Pecuária Sudeste, a uma altitude de 860 m e com coordenadas geográficas aproximadas de 21°57'42" Latitude Sul e 47°50'28" Longitude Oeste. Os acessos de *Paspalum* selecionados para esta avaliação foram provenientes do banco de germoplasma da espécie, instalado no mesmo local do experimento. Os controles utilizados foram *P. regnellii* (acesso de *Paspalum* em fase final de avaliação pelo programa de melhoramento de forrageiras da Embrapa Pecuária Sudeste) e *B. brizantha* cv. Marandu. O capim Marandu foi utilizado como controle devido a estudos nos quais foi considerado intolerante ao alagamento do solo (DIAS-FILHO; CARVALHO, 2000 e DIAS-FILHO, 2005). O delineamento experimental adotado foi blocos completos ao acaso com arranjo em fatorial 6x2x2 (seis genótipos, duas condições hídricas e duas datas de coleta) com três repetições.

As condições hídricas foram: controle (mantido a 80% da capacidade de campo) e com alagamento (lâmina d'água de três centímetros acima do nível do solo a partir do dia 0). Após as plantas se encontrarem bem estabelecidas nos vasos, aproximadamente 30 dias após o transplante, foram aplicadas as condições hídricas previstas em cada tratamento.

O período experimental foi de 21 de janeiro a 27 de fevereiro de 2013, totalizando um período de estresse hídrico de 28 dias. Ao final deste período, as plantas de metade dos vasos foram colhidas para avaliação. Por sua vez, as plantas da outra metade dos vasos foram levadas a condição de umidade próxima a 80% capacidade de campo, e mantidas por dez dias com vistas à avaliação da capacidade de recuperação dos acessos submetidos ao estresse. No final do período de recuperação, as plantas foram coletadas para avaliação.

Para a mensuração da massa seca, as plantas foram coletadas e separadas em folhas, colmos, raízes e material morto. As raízes foram lavadas com o auxílio de peneiras. Em seguida, o material foi levado a

estufa para secagem (à 65°C por 72 horas) e posteriormente pesado para determinação da biomassa seca. A partir destes dados, subsequentemente foi determinada a razão raiz/parte aérea (biomassa seca da raiz/biomassa seca da parte aérea).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do programa R Development Core Team (2011), considerando como fontes de variação os efeitos de bloco, de genótipos, de condição hídrica, data de coleta e suas respectivas interações. As médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

As variáveis biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca de raiz (BSR) e relação raiz-parte aérea (RRPA) não apresentaram interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre genótipos, condição hídrica e data de coleta. A BSPA somente foi afetada pelos diferentes genótipos avaliados e a BSR pelos genótipos e pela condição hídrica imposta. Por outro lado, a RRPA foi influenciada pelos três fatores de variação (genótipo, condição hídrica e data de coleta).

A *B. brizantha* cv. Marandu apresentou o maior valor de BSPA ( $81,56 \pm 4,55$ ), enquanto os acessos de *Paspalum* foram semelhantes entre si (*P. regnellii*:  $51,37 \pm 4,35$ , BRA 23469:  $40,32 \pm 3,52$ , BRA 23540:  $39,50 \pm 4,10$ , BRA 23671:  $55,33 \pm 5,17$  e BRA 21377:  $52,02 \pm 4,16$ ). A espécie *B. brizantha* é considerada a espécie de maior porte entre as braquiárias cultivadas como forrageiras no Brasil, além de se desenvolver verticalmente quando se encontram isoladas ou em baixa densidade (FIALHO et al., 2009), o que pode ter contribuído sobremaneira para essa diferença de biomassa em relação aos genótipos de *Paspalum*. Além disso, as sementes de *B. brizantha* cv. Marandu germinaram primeiro e também no momento da aplicação dos tratamentos as plantas apresentavam-se mais desenvolvidas em comparação aos acessos de *Paspalum*.

Contudo, quando se observa os dados de BSR e conseqüentemente os da RRPA verifica-se a formação de dois grupos (Tab. 1 e 2), *B. brizantha* cv. Marandu, BRA 23469 e BRA 23540 que apresentaram menor RRPA, e o contrário para o *P. regnellii*, BRA 23671 e BRA 21377. Existem diversas razões para os contrastes em alocação raiz/parte aérea, que depende primeiramente do hábito de crescimento da planta (SHEFFER-BASSO et al., 2002).

A alocação de biomassa para as raízes pode tornar a planta mais apta a persistir sob condições adversas. O déficit de O<sub>2</sub> compromete o desenvolvimento radicular, e a absorção de água, de oxigênio e nutrientes pode ser restabelecida com a emissão de raízes adventícias, que promovem o aumento da superfície de contato entre as raízes e o meio ambiente (DIAS-FILHO, 2005). Esta característica é considerada uma resposta comum em plantas tolerantes (ARMSTRONG et al., 1994; LIAU; LIN, 2001).

As condições hídricas impostas influenciaram a BSR e a RRPA (Tabelas 1 e 2), as plantas forrageiras que foram submetidas ao alagamento do solo tiveram a BSR e a RRPA reduzidas. A anoxia ou hipoxia sofrida pelo sistema radicular em plantas alagadas provoca queda imediata na respiração das raízes, tanto em plantas tolerantes como nas intolerantes (LIAO; LIN, 2001). E a raiz é essencialmente aeróbica e sensível à deficiência de oxigênio (ARMSTRONG et al., 1994), sendo desta forma diretamente afetada por esse estresse (VISSER et al., 1996).

A RRPA também apresentou efeito de data de coleta sendo as médias de  $2,82 \pm 0,39$  para as plantas coletadas aos 28 dias e  $3,58 \pm 0,35$  para as coletas após dez dias de recuperação. O período de recuperação estimulou BSR, fato este relevante para sustentar a recuperação da planta após um período de estresse.

Frente ao exposto, o alagamento afeta a BSR e a RRPA dos genótipos de *Paspalum*. Em espécies tropicais o assunto assume especial importância, pois grande parte das pastagens nos trópicos está localizada em

áreas marginais normalmente propensas a inundação ou alagamento temporário do solo (DIAS-FILHO, 2005). Nesse sentido, o modelo de alocação de biomassa é uma estratégia de sobrevivência. Além disso, conhecer o modelo de crescimento de uma espécie permite maior entendimento do seu potencial de produção e fornece subsídios aos programas de melhoramento (SHEFFER-BASSO et al., 2002).

## Agradecimentos

À Embrapa Pecuária Sudeste por ceder a área para a condução do experimento. À CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- ALISCIONI, S. S. Contribution to the phylogeny of the genus *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). **Annual Missouri Botany Garden**, v.89, p.504-523, 2002.
- ARMSTRONG, W.; BRANDLE, R.; JACKSON, M.B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v.43, p.307-358, 1994.
- DIAS-FILHO, M. B. **Pastures in the western Brazilian Amazon: causes and processes of degradation and recovery strategies**. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. Eds. Recovery of degraded areas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 135-147.
- DIAS-FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1959-1966, 2000.
- DIAS-FILHO, M. B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; DA SILVA, S. C.; FARIA, V. P. de. (Ed). 22º Simpósio sobre manejo de pastagem. **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. p.71-93.
- FIALHO, C. M. T.; FERREIRA, E. A.; MEIRA, R. A. S.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; FREITAS, F. C. L.; GALON, L.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; TIRONI, S. P. V.; ROCHA, P. R. R. Caracteres morfoanatômicos de *Brachiaria brizantha* submetida à aplicação de Trinexapac-Ethyl. **Planta daninha**, v.27, p. 533-539, 2009.

LIAO, C. T.; LIN, C. H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proceedings National Science Council**, v.25, p.148-157, 2001.

R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

SCHEFFER-BASSO, S. M., JACQUES, A. V. A.; AGNOL, M. D. Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contratantes. **Scientia Agricola**, v.59, p. 629-634, 2002.

VISSER, E. J. W.; COHEN, J. D.; BARENDSE, C. W. M.; BLOM, C. W. P. M.; VOESENEK, L. A. C. J. An ethylene-mediated increase in sensitivity to auxin induces adventitious root formation in flooded *Rumex pahstris* Sm. **Plant Physiology**, v.11, p.1687-1692, 1996.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. **Importância das pastagens para o future da pecuária de corte no Brasil**. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 1. ed. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2000. p. 1-49.

Tabela 1 - Biomassa seca de raiz nos diferentes genótipos em função das condições hídricas impostas.

Genótipo	Controle	Alagado	
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	250,30 ± 25,68	49,23 ± 5,92	149,77 ± 32,81 <sup>abc</sup>
<i>P. regnellii</i>	250,73 ± 42,60	143,50 ± 18,78	197,12 ± 27,46 <sup>ab</sup>
BRA 23469	158,62 ± 30,28	27,73 ± 7,55	93,18 ± 24,71 <sup>c</sup>
BRA 23540	155,75 ± 36,85	51,12 ± 13,46	103,43 ± 24,46 <sup>bc</sup>
BRA 23671	302,55 ± 80,58	137,38 ± 24,69	219,97 ± 47,26 <sup>a</sup>
BRA 21377	316,00 ± 64,61	148,50 ± 28,18	232,25 ± 42,03 <sup>a</sup>
	239,00 ± 2190 <sup>a</sup>	92,91 ± 11,06 <sup>b</sup>	

Letras diferentes nas linhas e colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2 - Relação raiz/parte aérea nos diferentes genótipos em função das condições hídricas impostas.

Genótipo	Controle	Alagado	
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	3,03 ± 0,28	0,65 ± 0,09	1,84 ± 0,75 <sup>b</sup>
<i>P. regnellii</i>	5,71 ± 0,75	2,68 ± 0,52	4,19 ± 0,6 <sup>a</sup>
BRA 23469	3,54 ± 0,63	0,83 ± 0,20	2,19 ± 0,77 <sup>b</sup>
BRA 23540	3,37 ± 0,50	1,58 ± 0,44	2,47 ± 0,42 <sup>b</sup>
BRA 23671	5,76 ± 1,12	2,34 ± 0,41	4,05 ± 0,51 <sup>a</sup>
BRA 21377	6,22 ± 0,99	2,68 ± 0,51	4,45 ± 0,39 <sup>a</sup>
	4,60 ± 0,36 <sup>a</sup>	1,79 ± 0,21 <sup>b</sup>	

Letras diferentes nas linhas e colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

# Plasticidade Foliar de Características Anatômicas Paradermicas de Genótipos de *Brachiaria ruzizensis* em Diferentes Épocas

---

Fabiola Carvalho Santos<sup>1</sup>

Aline Silva Freitas<sup>2</sup>

Vânia Helena Techio<sup>3</sup>

Fausto de Souza Sobrinho<sup>4</sup>

## Abstract

*In grasses, the study of leaf anatomical plasticity is of great importance for breeding because the anatomical features allows you to select genotypes tolerant to water stress or flooding. The objective of this study was to evaluate the effect of season on the anatomical features in cuts paradermal, the eight genotypes Brachiaria ruzizensis. Fully expanded leaves were collected in the rainy and dry season for 72 hours and fixed in FAA and stored in 70% alcohol. The anatomical characteristics were analyzed using traditional techniques. The variables studied were: tiller density, polar and equatorial diameters of stomata on the adaxial and abaxial leaf surfaces, the stomatal density (NE), stomatal index (SI), polar diameter (DP) and equatorial (DE), the number of epidermal cells (NC) and functionality of stomata (FE) from observations on the adaxial and abaxial leaf surfaces in both seasons. All genotypes showed plasticity ( $p < 0.05$ ) for at least two of the variables. The genotype with the highest number (four) of features interacting with the environment ( $p < 0.05$ ) was 54. Genotypes 51, 67, 74 and 78 showed three adaptive traits and genotypes 13, 72 and 81 only two.*

<sup>1</sup> Doutoranda - Departamento de Biologia – UEL, email:fabiolacs86@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Mestranda - Departamento de Biologia – UFLA

<sup>3</sup> Prof. Dra. - Departamento de Biologia - UFLA

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, fausto.sobrinho@embrapa.br



## Introdução

O uso de gramíneas forrageiras é a base para a bovinocultura de corte e de leite, sendo grande a demanda por variedades novas e adaptadas. Em 2006, as espécies do gênero *Brachiaria* ssp. representavam 85% dos 120 milhões de hectares de pastagens brasileiras cultivadas (MA-CEDO, 2006).

O gênero *Brachiaria* (sinonímia *Uroclhoa*) é de origem africana e contém aproximadamente 100 espécies, sendo *B. decumbens*, *B. brizantha*, *B. humidicola* e *B. ruziziensis* as mais importantes. *B. ruziziensis* é diploide ( $2n = 2x = 18$ ) e apresenta reprodução sexual. Apesar de não possuir maior área cultivada, a demanda por sementes de *B. ruziziensis* tem aumentado, acompanhando o incremento da integração entre agricultura, pecuária e floresta. Além disso as plantas possuem alta aceitabilidade, alta produtividade de massa, tem potencial produtivo de até 15t MS/ha/ano (ARAUCÁRIA SEMENTES, 2010). Em relação às demais espécies do gênero apresenta melhor adaptação à sobressemeadura e menor uso de herbicida na dessecação para estabelecer a cultura seguinte (SOUZA SOBRINHO, 2009).

A plasticidade fenotípica é a capacidade que alguns genótipos possuem de responder a alterações do meio ambiente em que se encontram, modificando a sua expressão fenotípica, mediante ajustamentos morfológicas, anatômico e/ou fisiológicas (SCHLICHTING, 1986). Ela é essencial para que os organismos possam sobreviver em ambientes heterogêneos ou sob condições ambientais variáveis, como escassez de recursos (CÔRREA, 2003; SULTAN, 2003;).

As variáveis anatômicas foliares têm sido muito utilizada para indicar características que atribuem tolerância a diferentes condições ambientais para as plantas cultivadas contribuindo muito com os programas de melhoramento na seleção de genótipos promissores, como tolerância à seca (BATISTA et al., 2010) ou mesmo demais estresses como o alagamento (GRISI et al., 2008; SOUZA et al., 2007; SOUZA et al., 2010).

Visto que a *Brachiaria* ssp. vem se destacando na pecuária nacional por apresentar boa adaptação em solos ácidos e com baixa fertilidade (como a Região dos cerrados) e por sua fácil multiplicação por sementes, associada à agressividade na competição com invasoras (VALLE et al., 2008), é de grande interesse para os programas de melhoramento o estudo da plasticidade anatômica foliar em diferentes épocas (água e seca) para permitir seleção de genótipos adaptados em condições de estresses bióticos e abióticos. Portanto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento de oito genótipos nas épocas das águas (outubro a março) e da seca (abril a setembro) sobre as características anatômicas foliares em cortes paradérmicos e observar possíveis variações anatômicas.

## Materiais e Métodos

Foram avaliados oito genótipos de *Brachiaria ruziziensis* oriundos do programa de melhoramento desta espécie, desenvolvido pela Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora-MG, em parceria com a Universidade Federal de Lavras –UFLA, Lavras, MG. Esses materiais foram cultivados no Campo Experimental e fixados em uma solução FAA (acético glacial: álcool etílico) por 72 horas seguindo a metodologia de Johansen (1940). Após a fixação, as folhas foram conservadas em álcool etílico 70%, em temperatura ambiente. Para a realização dos cortes manuais paradérmicos foram utilizadas amostras foliares. Os cortes foram clarificados em solução de hipoclorito de sódio 50%, sendo corados com solução safranina 0,5%. Lâminas semipermanentes foram montadas em água glicerizada 50%.

Avaliou-se a densidade estomática (NE - estômatos/mm<sup>2</sup>), índice estomático (IE), diâmetros polar (DP -  $\mu\text{m}$ ) e equatorial (DE -  $\mu\text{m}$ ), número de células epidérmicas (NC - células/mm<sup>2</sup>) e funcionalidade dos estômatos (FE - relação diâmetro polar/equatorial) a partir de observações da epiderme das faces abaxial e adaxial. O índice estomático (%) foi determinado com base no número de estômatos e células epidérmicas por unidade de área e calculado pela fórmula: índice estomático =  $n^{\circ}$  de estômatos / ( $n^{\circ}$  de estômato +  $n^{\circ}$  de células epidérmicas) x 100.

Para as mensurações foram montadas três lâminas de cada tratamento, realizando leituras em sete pontos (campos) por lâmina, totalizando três repetições com a média das 7 medidas de cada lâmina. As imagens foram analisadas com o programa Image tool®. O delineamento foi inteiramente casualizado e as análises estatísticas realizadas no programa SISVAR, considerando as variáveis, entre época água (outubro a março) e seca (abril a setembro) e epidermes das face (abaxial e adaxial), para cada genótipo.

## Resultados e Discussão

Nas águas (outubro a março) todas as médias mensais das características avaliadas na estação meteorológica foram maiores com: temperatura 23,78°C, luminosidade 627,09 Watt/m<sup>2</sup>, insolação 191,59 horas/mês, precipitação 64,1mm/mês e umidade relativa 89,84% e para seca (abril a setembro) as médias foram: temperatura 19,37°C, luminosidade 585,64 Watt/m<sup>2</sup>, insolação 172,35 horas/mês, precipitação 27,06 mm/mês e umidade relativa 88,09% que em relação a época da seca.

Houve diferença no comportamento entre genótipos ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis (Tabela 1). Exceto para o DP ( $p > 0,05$ ), as demais variáveis apresentaram diferentes médias ( $p < 0,05$ ) nas duas épocas na análise conjunta ( $p < 0,05$ ). As variáveis, NE (161,62 est/mm<sup>2</sup>.), IE (13,76) e FE(1,37), obtiveram a maior média na época das águas, o oposto aconteceu para o NC (1300,35 cél/mm<sup>2</sup>.) e DE (19,89  $\mu\text{m}$ ) ( $p < 0,05$ ) com as médias superiores na seca (Tabela 2).

Algumas características anatômicas variaram em função do ambiente onde se encontram e ocorrem frequentemente em plantas submetidas a diferentes estresses como o comportamento estomático, tanto em relação à densidade quanto ao tamanho dos estômatos (CASTRO et al. 2005; MELO, 2004,).

Para a variável NE os genótipos que apresentaram comportamento diferente entre as duas épocas ( $p < 0,05$ ) foram: 51, 67 e o 78 com

a maior média nas águas 176,4342est/mm<sup>2</sup>, 209,1742est/mm<sup>2</sup> e 156,42 est/mm<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2). Na análise por época para o NE os genótipos foram separados em quatro grupos ( $p < 0,05$ ) nas águas: grupo um (74) com a maior média, grupo dois (81, 54, 48 e o 13), grupo três (51 e 72) seguido do grupo quatro (67) com a menor média. Na época da seca foram separados em três grupos: grupo um (74 e o 78) com a maior média, grupo dois (51, 67, 54, 13) e grupo três (13, 81 e 72) com a média inferior aos demais (Tabela 3).

Vários estudos apontam uma correlação positiva entre o aumento da luminosidade e a densidade estomática (MENDES et al., 2001; ESPINDOLA JUNIOR, 2006; NERY et al., 2007). Esse aumento de densidade representa um maior controle sobre a transpiração, possibilitando reduzir a perda de água com abertura e fechamento dos estômatos, em condições mais favoráveis afirma Klich (2000). Relaciona também com a maior capacidade das plantas em captar o CO<sub>2</sub> da atmosfera e aumentando assim a eficiência fotossintética por permitir que mais desse gás seja fixado sob diferentes condições do ambiente (LIMA JR. et al., 2006; CASTRO et al., 2009).

Há também limitação no aumento do NE, pois diversos autores afirmam que a penetração estomática é a via preferencial para os fungos ingresarem nos tecidos dos seus hospedeiros (RUEHLE 1964; MOSCOW & LINDOW 1989).

Para o NC, os genótipos 54 (1753.80 cel/mm<sup>2</sup>), 72 (1363.33 cel/mm<sup>2</sup>) e o 81 (1354.97 cel/mm<sup>2</sup>), apresentaram a maior média ( $p < 0,05$ ) na época da seca em relação a água (Tabela 2). Esses resultados são condizentes com alguns trabalhos da literatura que afirmam que em condições de maior sombreamento é comum a diminuição da densidade dos estômatos por unidade de área, que geralmente está relacionada ao aumento do tamanho das células epidérmicas (FEILD et al., 2001; MORAIS et al., 2004).

Com relação às análises por época para NC, nas águas, o genótipo 74 superou em média os demais e o genótipo 54 apresentou a menor

média, os demais não tiveram diferença entre eles. Na seca os genótipos 74 e o 81 superaram os demais, que não diferenciaram entre si em relação às médias (Tabela 3).

Os genótipos que apresentaram diferença entre as épocas ( $p < 0,05$ ) em relação a variável DE, apresentaram médias superiores na seca, foram: 13 (19,76  $\mu\text{m}$ ), 74 (23,61  $\mu\text{m}$ ) e o 78 (19,30  $\mu\text{m}$ ) (Tabela 2). Nas águas os genótipos separaram em quatro grupos são eles: grupo 1 com a maior média (13 e o 78), grupo 2 (51, 81, 67 e o 72) e grupo 3 (54) e menor média o genótipo 74. Na seca o grupo um (67, 81, 51, 72, 78 e o 13) com as maiores médias, grupo 2 (54) e o grupo 3 representado pelo genótipo 74 com a menor média (Tabela 3).

Os genótipos 54 e 67 apresentaram maior média do DP nas águas ( $p < 0,05$ ) em relação à seca com médias: 26,14  $\mu\text{m}$  e 25,28  $\mu\text{m}$  respectivamente (Tabela 2). Na seca o genótipo 74 apresentou menor média que os demais. Nas águas a diferença entre as médias dos genótipos foram separadas por três grupos. O grupo um com a maior média (67, 51, 81 e o 54), grupo dois (78 e o 13) e a menor média para grupo três representado pelo genótipo 74 (Tabela 3).

O diâmetro polar dos estômatos está diretamente relacionado com o tamanho dessas estruturas (CASTRO et al., 2009), sendo que características ambientais são diretamente relacionadas com o DP que pode aumentar em resposta à deficiência hídrica (GRISI et al., 2008; BATISTA et al., 2010). De acordo com Larcher (2000), plantas tolerantes reagem à deficiência hídrica lançando novas folhas com maior densidade estomática, porém esses estômatos têm menor tamanho.

Em ambientes ensolarados os estômatos diminuem seu tamanho para minimizar a perda de água, pois quanto menor o estômato, mais rápido acontece o processo de abertura e fechamento do poro estomático. Isto ocorre para evitar que a diminuição no tamanho das CG não comprometa o processo fotossintético. Isto é, para que folhas com estômatos menores e mais numerosos tenham igual ou maior condutância estomática do que folhas com estômatos maiores.

Exceto o genótipo 13, todos os demais tiveram um comportamento diferente ( $p < 0,05$ ) no IE em relação às épocas, com a média superior nas águas: 13, 51, 54, 67, 72, 74, 78 e 81 (Tabela 2). Na análise por época, nas águas, os genótipos foram diferenciados em quatro grupos, grupo 1 (74, 78, 13 e o 54) com as maiores médias, grupo 2 (51), grupo 3 (72) e grupo 4 (67 e o 81) com médias inferiores. Na seca somente dois grupos foram separados ( $p < 0,05$ ), grupo 1 (54, 78 e o 51) com média superior ao grupo 2 (74, 67, 13, 81 e o 72) (Tabela 3).

Wilkinson (1979) argumenta que o índice estomático tem sido considerado mais estável do que a densidade estomática para o estudo de diferenças anatômicas, porém, em estudos fisiológicos, a densidade estomática expressa melhor aclimação da planta ao estresse hídrico do que o índice estomático.

Àqueles genótipos, 13, 51, 54 e 74 que apresentaram diferença significativa entre as épocas ( $p < 0,05$ ), na FE, as maiores médias foram nas águas: 1,42; 1,34; 1,29; 1,70 (Tabela 2). Na análise por época os genótipos foram separados em três grupos são eles: grupo 1 (54, 72, 81, 67, 78 e 51) com a maior média, grupo 2 representado pelo genótipo 13 e o grupo 3 com menor média representado pelo genótipo 74. Na seca o genótipo 54 apresentou a média superior e o 74 a menor média que os demais ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

Segundo Rocha (2005), há uma maior funcionalidade nos estômatos mais elípticos e quanto maior for a relação diâmetro polar/equatorial, mais elipsoide será o estômato. A redução da transpiração pode ser associada com uma maior funcionalidade estomática, pois os estômatos se tornam mais elípticos (CASTRO et al., 2009; BATISTA et al., 2010; SOUZA et al., 2010).

A anatomia foliar pode influenciar a taxa de trocas gasosas e, assim, promover grandes diferenças na eficiência do uso da luz (SCHLUTLER et al., 2003), demonstrando que há uma plasticidade adaptativa em espécies que apresentam amplo potencial de aclimatização (NAKAZONO et al., 2001; PIEL et al., 2002; SCHLUTER et al., 2003).

Neste trabalho todos os genótipos analisados tiveram uma plasticidade anatômica foliar significativa em pelo menos duas características avaliadas. O genótipo 54 que apresentou o maior número (quatro) de características interagindo com o ambiente ( $p < 0,05$ ), ou seja, com potencial de adaptação em diferentes ambientes. Os genótipos 51, 67, 74 e o 78 apresentaram três características adaptativas e os genótipos 13, 72 e o 81 somente duas (Tabela 2).

## Referências

- ARAUCÁRIA SEMENTES. *Brachiaria ruziziensis*: pastagens. Disponível em: <<http://www.sementesaraucaria.com.br/ruziziensis.php>>. Acesso em: 18 jun. 2010.
- BATISTA, L. A.; GUIMARÃES, R. J.; PEREIRA, F. J.; CARVALHO, G. R.; CASTRO, E. M. DE. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v.4, n.3, p. 475-481. 2010.
- CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; MELO, H.C.; SOARES, A.M.; ALVARENGA, A.A.; LIMA JÚNIOR, E.C.. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a diferentes fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, v.23, p. 846-850, 2005.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**, Lavras: UFLA, 2009. 234 p.
- CORRÊA, I. J. **Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (ruiz et pav.) a. l. juss – verbenaceae**. 56f. 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.
- ESPINDOLA JUNIOR, A. **Morfologia e anatomia foliar de duas espécies medicinais (*Mikania glomerata* Spreng. – Asteraceae e *Bauhinia forficata* Link. - Leguminosae) associadas à erva mate, sob diferentes condições de luminosidade**. 82f. 2006. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- FEILD, T.S.; BRODRIBB, T.; JAFFRÉ, T.; HOLBROOK, N.M. Acclimation of leaf anatomy, photosynthetic light use, and xylem hydraulics to light in *Amborella trichopoda* (Amborellaceae). **International Journal of Plant Science**, v.162, n.5, p.999-1008, 2001.
- GRISI, F.A.; ALVES, J.D.; CASTRO, E.M.; OLIVEIRA, C.; BIAGIOTTI, G.; MELO, L.A. Avaliações anatômicas foliares em mudas de café 'catuaí' e 'siriema' submetidas ao

estresse hídrico. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1730-1736, 2008.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. Mc Graw Hill, New York. 1940

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

LIMA JUNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. ASPECTOS fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 30, p. 33-41, 2006.

MACEDO, M. C. M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: BARBOSA, R. A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. p. 35-65.

MELO, H.C., CASTRO, E.M., FERRER, J.L.R., ALVES, J.D. FRIES, D.D., MELO, L.A.; MAGALHÃES, P.C. Influência da aplicação de cálcio e alagamento do solo sobre características anatômicas das folhas de milho (*Zea mays* L.) "Saracura" BRS-4154. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p. 333-342, 2004.

MENDES, M. M.; GAZARINI, L. C.; RODRIGUES, M. L. Acclimatation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. **Environmental and Experimental botany**, v. 45, p. 165-178, 2001.

MOSCOW D.; LINDOW S.E. Infection of milk thistle (*Silybum marianum*) leaves by *Septoria silybi*. **Phytopathology**, v.79., p.1085-1090, 1989.

MORAIS, H.; MEDRI, M.E.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A. GOMES, J.C. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of pigeonpea (*Cajanus cajan*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n. 6, p. 863-871, 2004.

NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C. DA; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n.2, p. 173-179, 2001.

NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 129-131, 2007.



PIEL, C.; FRAK, E.; LE ROUX, X.; GENTY, B. Effect of local irradiance on CO<sub>2</sub> transfer in wainut. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 379, p.2423-2430, 2002.

ROCHA, H. S. **Luz e sacarose na micropropagação da bananeira “Prata Anã”: alterações morfoanômicas**. 98 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Fisiologia vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RUEHLE, G. D. A strain of *Alternaria citri* Ellis & Pierce causing a leaf spot of rough lemon in Florida. **Phytopathology**, v.27, p.863-865, 1964.

SCHLICHTING, C. D. The evolution of phenotypic plasticity in plants. **Annual Review of Ecology & Systematics**, v.17, p. 667-693, 1986.

SOUZA SOBRINHO, F.; BRIGHENTI, A. M.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; PIRES, A. B.; DUARTE, L. H.; COSTA, T. R. Sensibilidade de Espécies de *Brachiaria* ao Glyphosate. In: **Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa**, Brasília, 2009.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E.; BIAGIOTTI, G.; DEUNER, S. Estrutura foliar e de cloroplastídeos em *Mikania laevigata* Shultz Bip. ex Baker em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 05. p. 78-80, 2007. Suplemento.

SOUZA, T. C.; P. C. MAGALHAES, F. J. PEREIRA, E. M. DE CASTRO, DA SILVA JUNIOR, S. N. Parentoni Leaf plasticity in successive selection cycles of ‘Saracura’ maize in response to soil flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 01, p. 16-24, 2010.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, v. 5, n.1, p. 25–33, 2003.

SCHLUTER, U.; MUSCHAK, M.; BERGER D.; ALTMANN, T. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (sdd1-1) under different light regimes. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 383, p. 867-874, 2003

VALLE, C. B. DO.; SIMIONI, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; CHIARI, L. Melhoria genética de *Brachiaria*. In: RESENDE RMS, VALLE C.B. DO & JANK L. (Eds.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa, 2008, p. 13-53

WILKINSON, H.P. The plant surface. Part I. Stomata. In: Metcalfe, C. R. & Chalk, L. (ed.). *Anatomy of the dicotyledons*. 2ª. ed. Oxford, Clarendon Press, 1979, p. 97-117.



Tabela 2 - Efeito de épocas e análise conjunta por época de oito genótipos avaliados de *Brachiaria ruziziensis*: densidade estomática (NE - estômatos/mm<sup>2</sup>), índice estomático (IE), diâmetros polar (DP -  $\mu$ m) e equatorial (DE -  $\mu$ m), número de células epidérmicas (NC - células/mm<sup>2</sup>) e funcionalidade dos estômatos (FE - relação diâmetro polar/equatorial).

Variável	NE	NC	IE	DE	DP	FE
Época	(Água) 161,62	(Seca) 1300,35	(Água) 13,76	(Seca) 19,89	p>0,05	(Água) 1,37
Genótipo	NE	NC	IE	DE	DP	FE
13				S		A
51	A		A			A
54		S	A		A	A
67	A		A		A	
72		S	A			
74			A	S		A
78	A		A	S		
81		S	A			

Letras nas colunas o efeito de épocas foi significativo, quando apresentadas por A (maior média nas águas), e por S (maior média na seca).

Tabela 3 - Teste de agrupamento Scott Knott s.k. de oito genótipos de *B. ruziziensis* das características anatômicas: densidade estomática (DE - estômatos/mm<sup>2</sup>), índice estomático (IE), diâmetros polar (DP -  $\mu$ m) e equatorial (DE -  $\mu$ m), número de células epidérmicas (NC - células/mm<sup>2</sup>) e funcionalidade dos estômatos (FE - relação diâmetro polar/equatorial).

NE		NC		IE		DE		DP		RD	
Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca	Água	Seca
74(a)	74(a)	74(a)	74(a)	78(a)	54(a)	13(a)	67(a)	78(a)	67(a)	54(a)	54(a)
81(b)	78(a)	78(b)	81(a)	74(a)	78(a)	78(a)	81(a)	81(a)	51(a)	72(a)	51(b)
54(b)	51(b)	67(b)	72(b)	13(a)	51(a)	51(b)	51(a)	13(a)	81(a)	81(a)	81(b)
78(b)	67(b)	51(b)	67(b)	54(a)	74(b)	81(b)	72(a)	51(a)	54(a)	67(a)	67(b)
13(b)	54(b)	13(b)	51(b)	51(b)	67(b)	67(b)	78(a)	72(a)	72(b)	78(a)	72(b)
51(c)	13(c)	81(b)	54(b)	72(c)	13(b)	72(b)	13(a)	67(a)	78(b)	51(a)	78(b)
72(c)	81(c)	72(b)	13(b)	67(d)	81(b)	54(c)	54(b)	54(a)	13(b)	13(b)	13(b)
67(d)	72(c)	54(c)	78(b)	81(d)	72(b)	74(d)	74(c)	74(b)	74(c)	74(c)	74(c)

Letras nas colunas o efeito de épocas foi significativo, quando apresentadas por A (maior média nas águas), e por S (maior média na seca).

# Caracterización de la Tolerancia al Aluminio en Genotipos de la Especie Silvestre de Arroz *Oryza glumaepatula* Steud.

*Duina Posso Duque*<sup>1</sup>

*Jonathan Llano López*<sup>2</sup>

*Alejandra Londoño Villegas*<sup>3</sup>

*Zaida Lentini*<sup>4</sup>

*Thaura Ghneim-Herrera*<sup>5</sup>

## Abstract

*We characterized the response of *Oryza glumaepatula* seedlings to aluminum using a set of genotypes collected in areas with soils affected by low pH and high aluminum concentrations ( $\mu[Al^+]$ ). Thirty-four genotypes were evaluated in a hydroponic system using a Magnavaca solution (pH 4.0) in the absence (control) or presence of 540  $\mu M$   $Al_3Cl$  (164  $\mu M$  free  $Al_3^+$ ). The root system was photographed at different times (3-6 days) and digital images were used to measure the total root length, the deepest root length and the total root number. Tolerance indexes were calculated as relative values between aluminum and control treatments. We observed a highly diverse response to  $\mu[Al^+]$ , with six *O. glumaepatula* genotypes showing higher tolerance than Azucena, an *O. sativa* cultivar selected as highly tolerant check. No clear geographical patterns were observed, although all highly tolerant cultivars were collected in areas with  $pH < 6$ . Additional work is underway to establish the mechanisms involved in their tolerance response.*

<sup>1</sup> Estudiante de Doctorado, Universidad del Valle, Cali-Colombia, duina.posso@correounivalle.edu.co.

<sup>2</sup> Estudiante de Agronomía, Universidad Nacional, jllanol@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de Biología, Universidad ICESI, alejandrondonovillegas@gmail.com

<sup>4</sup> Decana de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Icesi, Cali-Colombia, zlentini@icesi.edu.co

<sup>5</sup> Profesora Universidad ICESI, .†Lider de proyecto, tghneim@icesi.edu.co

## Introducción

Las especies silvestres de arroz (*Oryza* sp.) son una fuente comprobada de genes y características valiosas para el mejoramiento de los cultivos de arroz (BRONDANI et al., 2002, McCOUCH al., 2007; LIAKAT et al., 2010). En América del Sur, la especie originaria *Oryza glumaepatula* Steud., se encuentra establecida en una variedad de hábitats naturales entre los cuales se incluyen ambientes con suelos ácidos, afectados por toxicidad de aluminio (Al). Claramente, su presencia y persistencia en estos ambientes es un indicativo de su adaptación evolutiva a las condiciones de estrés predominantes. De allí que la evaluación de esta especie es de gran interés en el contexto de la identificación de genes y mecanismos que permitan mejorar la tolerancia a altas concentraciones de aluminio en variedades cultivadas.

La tolerancia o sensibilidad de las plantas a las altas concentraciones de aluminio está predeterminada genéticamente (DELHAIZE, 1995). Un estudio realizado por Famoso y colaboradores (2010) demostró que el arroz es el cereal con mayor tolerancia a concentraciones fitotóxicas de aluminio, comparado con el maíz, trigo y sorgo. No obstante, el rendimiento del arroz es afectado por el aluminio por lo cual existe interés en identificar nuevas fuentes de genes que permitan incrementar la tolerancia del arroz a altas concentraciones de este metal. Estudios de mejoramiento de la tolerancia a altas concentraciones de aluminio se han realizado recurriendo a otras especies cultivadas, como *Oryza glaberrima*. *O. glaberrima* Steud pertenece al grupo con genoma AA y es endémica de África, esta especie posee características muy importantes como competitividad con malezas, tolerancia a la sequía y la habilidad de responder ante condiciones de estrés abiótico. Estas características permitieron desarrollar las líneas NERICA (New Rice for África), nuevas variedades cultivadas que muestran mayor rendimiento en las condiciones agroecológicas del oeste de África, entre las cuales se encuentra el bajo pH de los suelos y altas concentraciones disueltas de aluminio (Sarla y Swamy, 2005). A la fecha no existen reportes sobre trabajos similares con *O. glumaepatula*.

La susceptibilidad al aluminio está relacionada con la inhibición del crecimiento de las raíces, órgano en contacto directo con el metal. Las plantas sometidas a concentraciones fitotóxicas de aluminio exhiben en pocas horas una interrupción del crecimiento radical. El aluminio afecta la zona de transición distal, específicamente la región de 2-3 mm de la punta de la raíz. El aluminio interfiere con la elongación celular, afecta proteínas, fosfolípidos y ácidos nucleicos (ADN y ARN), lo que ocasiona graves desórdenes celulares como estrés oxidativo, y reduce la asimilación de nutrientes. En consecuencia, las características de raíz son utilizadas para evaluar el efecto del aluminio sobre la planta y establecer su nivel de susceptibilidad (o inversamente, su tolerancia). Los parámetros más empleados en la caracterización de la respuesta al aluminio incluyen: 1) Longitud máxima de raíz, 2) Longitud total del sistema radical, 3) Número de raíces laterales, 4) Número de pelos radicales, y 5) Ángulos de crecimiento de raíz. La selección de un parámetro en particular depende de varios factores, entre ellos el sistema de estudio, el estadio de desarrollo de la planta y la arquitectura del sistema de raíces.

El cultivo hidropónico es una metodología ampliamente utilizada en estudios de nutrición mineral y fitotoxicidad pues permite variar de manera controlada la concentración y/o disponibilidad del elemento de interés mientras se mantienen constantes las condiciones de pH, conductividad eléctrica y la concentración de otros nutrientes minerales. De esta manera es posible evaluar los cambios morfo – estructurales que se presentan en las plántulas como consecuencia de la toxicidad del aluminio y no a la convergencia de todos los factores que limitan el crecimiento de las plantas en los suelos ácidos. En el 2010, Famoso y colaboradores desarrollaron una metodología para la evaluación de tolerancia al aluminio en plántulas de arroz, maíz, sorgo y trigo en condiciones hidropónicas. Modificaron la composición de la solución clásica de Magnavaca (Magnavaca et al., 1987), logrando prevenir la interacción entre el Al y elementos como el P y el Mg, un problema característico de los medios de cultivos líquidos. Con lo anterior lograron implementar una metodología para la evaluación de germoplasma de arroz y otros

cereales, en la que se reduce la incertidumbre sobre las concentraciones de los elementos presentes en la solución de cultivo, un método rápido pues se desarrolla en plántulas jóvenes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la tolerancia a altas concentraciones de aluminio en genotipos de *O. glumaepatula* empleando la metodología desarrollada por Famoso y colaboradores (2010). Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto doctoral cuyo objetivo es identificar genes y rutas metabólicas implicadas en la tolerancia al aluminio en la especie *O. glumaepatula*.

## Materiales y Métodos

### A. Material vegetal

Las semillas fueron obtenidas a través de la colección de *Oryza glumaepatula* Steud mantenida en la Universidad ICESI (Cali-Colombia). Los materiales seleccionados provienen de la región de los Llanos Venezolanos, de tres localidades del Edo. Portuguesa (Camagúan, Lecherito y Vía Herrera) y una del Edo. Guárico (Esfuerzo). Estas fueron colectadas en una amplia variedad de hábitats, incluidos ambientes naturales (humedales), parches dentro de zonas cultivadas y zonas intermediarias entre cultivos y carreteras. Inicialmente se seleccionaron cincuenta genotipos al azar (~ 10% de la colección) representativos de las localidades de origen. No obstante debido a problemas de germinación, la evaluación incluyó sólo 31 de estos genotipos. Como controles internos del experimento se incluyeron tres genotipos de la especie *Oryza sativa* con diferentes niveles de tolerancia al aluminio (Azucena: tolerante, IR64: ligeramente susceptible y, BGI 9311: susceptible).

### B. Evaluación de la respuesta a aluminio

Se implementó la metodología descrita por Famoso y colaboradores (2010) con modificaciones. Cien semillas escarificadas de cada genotipo fueron desinfectadas con etanol al 70% (1 min), hipoclorito de sodio al 3% (15 min) y tres lavados sucesivos con agua destilada estéril. Las semillas estériles se colocaron en cajas de Petri sobre papel servilleta



humedecido con agua destilada estéril y se incubaron en la oscuridad a 30°C por siete días para inducir la germinación. Se seleccionaron los genotipos con porcentaje de germinación mayor al 20%, para cada uno de éstos se escogieron plántulas homogéneas de 1 cm de longitud para aplicar los tratamientos.

Las plántulas se acondicionaron durante dos días en la solución de Magnavaca modificada pH 4,0 (Famoso 2010) bajo condiciones semi-controladas de crecimiento (12h luz: oscuridad, 450  $\mu\text{mol. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  RFA, 27°C-30°C). Posteriormente, ocho plántulas de cada genotipo fueron sometidas a tratamiento con aluminio (540  $\mu\text{M}$  de  $\text{AlCl}_3$  disueltos en solución de Magnavaca modificada pH 4,0, 164  $\mu\text{M}$   $\text{Al}^{3+}$  libre) y ocho plántulas se mantuvieron en solución de Magnavaca modificada pH 4,0 (control). Se fotografió el sistema de raíces de cada plántula luego de 3, 4, 5 y 6 días de incubación en los tratamientos.

### **C. Fotografías digitales y evaluación de crecimiento de las raíces**

Las fotografías digitales fueron tomadas con una cámara digital Sony  $\alpha 850$ . El análisis de los parámetros de crecimiento de la raíz se realizó con el software libre RootReader 2D v4.3.2 ([www.plantmineralnutrition.net](http://www.plantmineralnutrition.net)). Este programa basado en Java Web Start, está diseñado para asistir en la medición de la longitud de las raíces en imágenes digitales y sus funciones permiten calcular automáticamente los parámetros de interés basándose en las raíces seleccionadas por el usuario (CLARK, 2011).

Se seleccionaron tres características del sistema de raíces, como indicadores de la tolerancia a altas concentraciones de aluminio: 1) la longitud de la raíz más larga, 2) la longitud total del sistema radical, correspondiente a la suma de las raíces primarias y secundarias, y 3) el número de raíces por plántula. En base a estas características, se calcularon tres índices de tolerancia como la relación entre los valores obtenidos en el tratamiento con aluminio y el control: 1) Longitud relativa de la raíz más larga (LRRM), 2) Longitud relativa del sistema radical (RRG), 3) Número relativo de raíces (NRR).

## D. Diseño experimental

Los experimentos se realizaron bajo un arreglo de parcelas divididas bajo un diseño completamente al azar, donde las parcelas están representadas por los tratamientos (-Al, +Al) y los genotipos (34) fueron distribuidos al azar dentro de cada parcela. El análisis estadístico descriptivo se realizó en Excel empleando la herramienta Daniel's XL Toolbox v5.05. Los análisis de varianza se realizaron con Minitab16.

## Resultados y Discusión

En este estudio se seleccionaron tres cultivares de *Oryza sativa* como referencias de tolerancia/susceptibilidad a altas concentraciones de aluminio. Azucena, un cultivar japónica de secano, ha sido reportado como tolerante al aluminio con RRG  $\sim 0,82$ . IR64, es un cultivar indica con tolerancia media al aluminio (RRG  $\sim 0,45$ ) mientras que la variedad BGI\_9311 es susceptible (RRG  $\sim 0,26$ ). La caracterización de la respuesta de estos genotipos en nuestro sistema experimental ratificó esta clasificación (Fig. 1A), lo cual indica que nuestras condiciones experimentales son adecuadas para detectar diferencias en la respuesta al aluminio. Los valores de RRG para estos genotipos son mayores a los reportados en un estudio reciente (FAMOSO et al. 2010), no obstante, se ha documentado que los índices varían en respuesta a las condiciones experimentales utilizados (XUE et al. 2006, WENZL et al. 2001).

Diversos parámetros asociados al crecimiento de raíces han sido utilizados como índices de tolerancia al aluminio. Un estudio comparativo realizado por Famoso y colaboradores (2010) concluye que RRG representa el índice con mayor poder discriminatorio para diferenciar genotipos, mientras que LRRM y NRR muestran mayor variabilidad. Nuestros resultados apoyan esta conclusión, pues las diferencias observadas entre Azucena, IR64 y BGI\_9311 cambian al emplear estos índices (Fig. 1B y C).

La comparación de los genotipos de *O. glumaepatula* con los controles de tolerancia (Fig. 1A) indica la existencia de variabilidad en la respuesta

al aluminio en nuestra colección, con diferentes niveles de tolerancia a altas concentraciones de este metal (RRG 0,54-1,34). Seis genotipos (OG89\_2, OG162\_4, OG145\_1, OG99\_4, OG134b\_1, OG155\_3) mostraron niveles de tolerancia iguales o superiores a Azucena (alta tolerancia) y siete genotipos (OG44\_4, OG137\_3, OG138\_6, OG236\_9, OG157a\_4, OG124\_1, OG48\_1) exhibieron tolerancia media, similar a IR64. Los genotipos restantes (16) alcanzaron RRG similares o menores que BGI\_9311, clasificándose en consecuencia como susceptibles al aluminio.

Si bien nuestro sistema experimental permitió discriminar entre genotipos, es importante considerar que para los tres índices calculados alrededor del 75% de los valores oscilaron  $\sim 1$ , es decir, el tratamiento de aluminio no indujo una marcada reducción del crecimiento. Estos resultados indican que las condiciones experimentales deben ser optimizadas. Diversos factores podrían estar afectando la respuesta en *O. glumaepatula*, entre ellos, la concentración de aluminio en solución podría tener un rol mayor. Aunque se seleccionó la concentración superior reportada en la literatura para *O. sativa*, ésta podría no ser suficiente para afectar el crecimiento en *O. glumaepatula* y por lo tanto no permite expresar los límites de la tolerancia en esta especie. Actualmente, se realizan experimentos de dosis-respuesta a fin de establecer la concentración de  $Al^{3+}$  óptima.

La variabilidad en RRG observada en el conjunto de genotipos de *O. glumaepatula* evaluados es más amplia que la reportada por Famoso y colaboradores (2010) para un grupo de 23 cultivares de arroz pertenecientes a la especie *O. sativa*. Reconociendo las diferencias asociadas a las condiciones experimentales, es interesante resaltar que los genotipos extremos (Azucena e IR64) reportados por Famoso et al. (2010) quedaron incluidos dentro del rango de respuesta observado para los genotipos de *O. glumaepatula* evaluados en este estudio. Este resultado aunque de esperarse, dada la reducción de la diversidad genética y ecológica de *O. sativa* por efectos de la domesticación (McCOUCH et al., 2006), es promisorio y confirma el potencial de nuestra colección de *O. glumaepatula* tanto para mejoramiento genético como para contribuir a establecer las bases de la tolerancia al aluminio en el género *Oryza*.

Las accesiones de *Oryza glumaepatula* empleadas en este estudio fueron colectadas en la región de los Llanos Centrales y Occidentales de Venezuela, cuyos suelos varían en pH y concentración de aluminio. Si bien, la totalidad de los genotipos clasificados como tolerantes en este trabajo provienen de suelos ácidos ( $\text{pH} < 6$ ) no se observó una clara relación entre el nivel de tolerancia y la localidad de origen o el pH del suelo, pues un número importante de genotipos susceptibles fueron también colectados en estas localidades (Fig. 2). Un análisis detallado de pH y  $[\text{Al}^+]$  es requerido para establecer la relación entre el origen geográfico y el nivel de tolerancia a altas concentraciones de aluminio.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad ICESI por el financiamiento recibido para la realización de este estudio. Igualmente al postgrado de la Universidad del Valle por el apoyo para la presentación del mismo en este simposio. Al profesor Enrique Peña Salamanca por su participación en la revisión del trabajo. A los estudiantes de la Universidad ICESI, Juliana Chaura y Luis Ramos por su colaboración para la realización del montaje experimental.

## Referencias

- ARCIA, M. K. A. **Identificación de especies silvestres del género *Oryza* del estado de Portuguesa- Venezuela, mediante caracterización molecular y morfológica.** Tesis de maestría. Universidad Nacional-Palmira, Colombia. 2008.
- BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, R. P. V.; FERREIRA, M. E. QTL mapping and introgression of yield-related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 104, p. 1192–1203, 2002.
- CLARK, R. T., CRAFT, E. J. **RootReader2D users guide.** 2011.
- DELHAIZE, E.; RYAN, P. R. Aluminum toxicity and tolerance in plants. **Plant physiology**, v. 107, n. 2, p. 315-321, 1995.

FAMOSO, A.N.; CLARK, R.T. ; SHAFF, J.E. ; CRAFT, E. ; MCCOUCH S.R. ; Y KOCHIAN, L.V. Development of a novel aluminum tolerance phenotyping platform used for comparisons of cereal aluminum tolerance and investigations into rice aluminum tolerance mechanisms. **Plant Physiology**, v. 153, p. 1678–169, 2010.

HOWELER, R. H. Identifying plants adaptable to low pH conditions. In: WRIGHT, R. J.; MURRMANN, R. P. (Eds). **Plant–soil interactions at low pH**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1991. p. 885–904.

LIAKAT, A. M.; SANCHEZ, P. L.; YU, SI-BIN; LORIEUX, M.; EIZENGA, G.,C. Chromosome segment substitution lines: a powerful tool for the introgression of valuable genes from *Oryza* wild species into cultivated rice (*O. sativa*). **Rice**, v. 3, n. 4, p. 218-234, 2010.

MAGNAVACA, R., GARDNER, C.O.; CLARK, R.B. Inheritance of aluminum tolerance in maize. In: GABELMAN, H.W.; LOUGHMAN, B.C. (Ed.). **Genetic aspects of plant mineral nutrition**. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster, 1987. p.201-212.

MCCOUCH, S. R.; SWEENEY, M.; LI, J.; JIANG, H.; THOMSON, M.; SEPTININGSIH, E.; JEREMY, E.; MONCADA, P.; XIAO, J.; GARRIS, A.; TAI, T.; MARTINEZ, C.; TOHME, J.; SUGIONO, M.; MCCLUNG, A.; YUAN, L. P.; AHN, S. N. Through the genetic bottleneck: *O. rufipogon* as a source of trait-enhancing alleles for *O. sativa*. **Euphytica**, v. 154, p. 317-339, 2006.

SAMAC, A.S.; TESFAYE, Y. M. Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils – a review. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 75, p. 189-207, 2003.

SARLA, N.; SWAMY, B. P. M. *Oryza glaberrima*: a source for the improvement of *Oryza sativa*. **Current Science**, v. 89, p. 955–963, 2005.

WENZL, P.; PATIÑO, G. M.; CHAVES, A. L.; MAYER, J. E.; RAO, I. M. The high level of aluminum resistance in signalgrass is not associated with known mechanisms of external aluminum detoxification in root apices. **Plant Physiology**, v. 125, p. 1473–1484, 2001.

XUE, Y.; WAN, J.; JIANG, L.; WANG, C.; LIU, L.; ZHANG, Y. M. ; ZHAI, H. Identification of quantitative trait loci associated with aluminum tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). **Euphytica**, v. 150, p. 37–45, 2006.

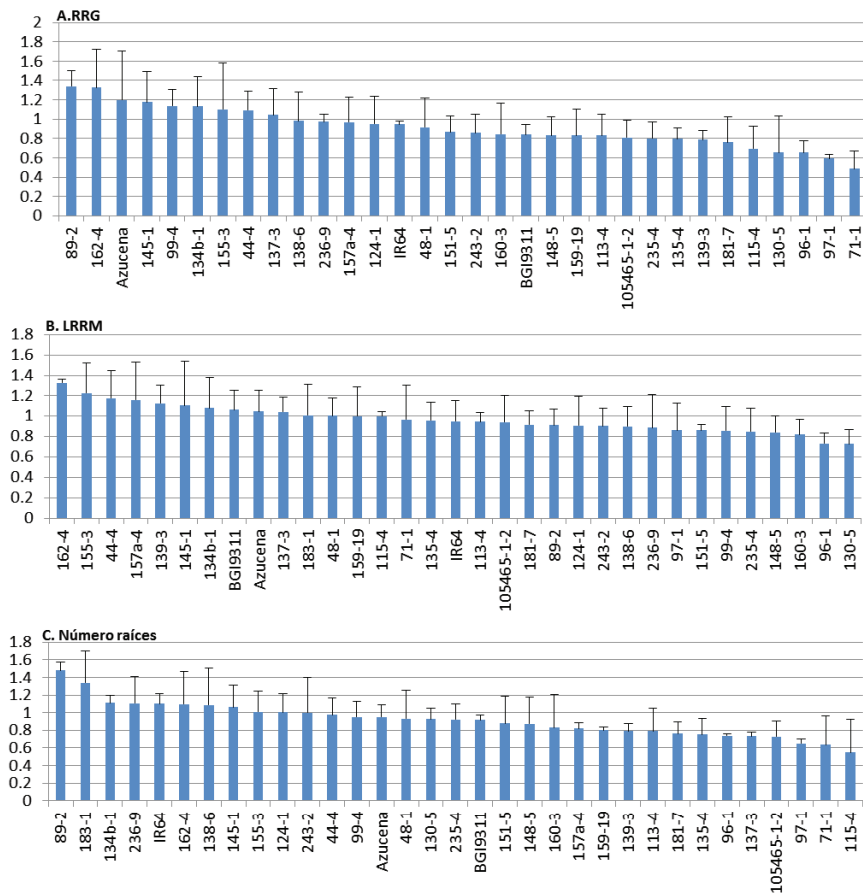


Figura 1: Valores relativos de parámetros de raíces en genotipos de *O. glumepatula* y *O. sativa*. A. longitud relativa del sistema radical (RRG), B. Longitud relativa de la raíz más larga (LRRM), C. Número relativo de raíces.

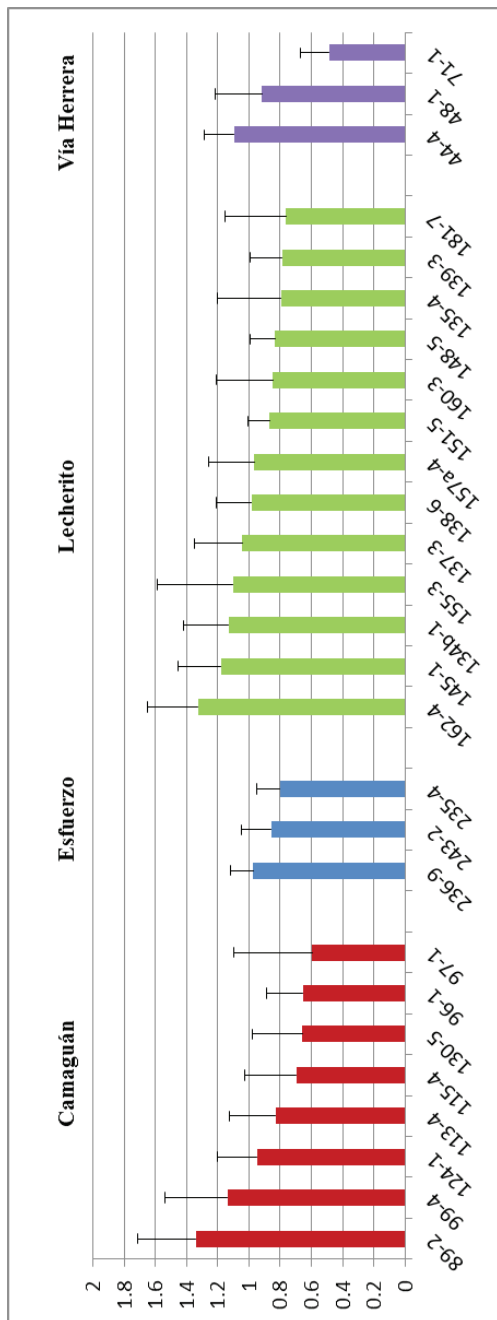


Figura 2: Longitud relativa del sistema radical en genotipos de *O. glumaepatula* organizados por localidad de muestreo.

# Avaliação do Potencial Embriogênético de Sementes Maduras das Cultivares Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum*

*Diva Maria de Alencar Dusi*<sup>1</sup>

*Glaucia Barbosa Cabral*<sup>2</sup>

*Renan Balduino de Oliveira*<sup>3</sup>

*Liana Jank*<sup>4</sup>

*Vera Tavares de Campos Carneiro*<sup>5</sup>

## Abstract

*Panicum maximum is an important forage grass that has apomictic and sexual reproduction. The development of an in vitro regeneration system for P. maximum will open the possibility of future work on genetic transformation to introduce desirable agronomic characteristics. Cultivars Tanzania and Mombaça were inoculated in one of the combination media for induction/regeneration of calluses: MSCLind/MSCLreg, NB-BAP/NBreg or MSCLind5-1/MSCLreg. In the culture conditions both cultivars formed proembryos only in the media combination MSCLind/MSCLreg, in 5% of induced explants and were observed only when they were transferred to the regeneration medium. In addition, cv. Mombaça formed shoots in this combination in 3% of the seeds transferred to regeneration medium (MSCLreg). The tested conditions for calluses, embryos and plants showed low regeneration efficiency, being necessary to test other culture conditions and callus proliferation viability and to check the maintainability of embryogenic potential thereof.*

<sup>1</sup> Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, diva.dusi@embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, glaucia.cabral@embrapa.br

<sup>3</sup> Estudante de graduação do curso de Agronomia da Universidade de Brasília, bad\_babudo@hotmail.com

<sup>4</sup> Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, liana.jank@embrapa.br

<sup>5</sup> Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, vera.carneiro@embrapa.br



## Introdução

A Embrapa Gado de Corte dispõe de coleção de germoplasma de *Panicum maximum*. Este germoplasma foi introduzido no Brasil em 1982 e foi composto por 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais, sendo considerado representativo da variabilidade natural da espécie (JANK et al., 2011). A cultivar Tanzânia-1 foi lançada em 1990 e a Mombaça em 1993. Atualmente, a Embrapa Gado de Corte lidera projeto em melhoramento genético de *P. maximum* do qual a equipe da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia participa visando estabelecer técnicas de biotecnologia vegetal para futuramente serem aplicadas em experimentos de transformação genética (COSTA et al., 2009).

*P. maximum* é uma espécie de grande interesse agrônomo e possui plantas de reprodução apomítica e plantas de reprodução sexual. O melhoramento genético desta espécie com posterior avaliação e seleção de materiais genotípicos é essencial para se lançar e recomendar cultivares adaptadas às diversas regiões brasileiras.

Os sistemas de cultura de tecidos e transformação genética descritos na literatura para o gênero *Panicum* não são eficientes e são limitados a uma única cultivar, *P. virgatum* cv. Álamo. Existem atualmente três sistemas de cultura de tecidos publicados para *P. virgatum* cv. Álamo que são via: calos embriogênicos, calos derivados de sementes maduras e de inflorescência imatura. Algumas das limitações desses sistemas incluem a baixa longevidade da viabilidade dos calos embriogênicos obtidos, tipicamente menos do que dois meses, e a alta variabilidade genética na resposta morfogênica do sistema derivado de sementes (BURRIS et al., 2009). Dessa forma, é muito importante o desenvolvimento de um sistema de regeneração usando variedades brasileiras amplamente cultivadas no Brasil. O objetivo deste trabalho é estabelecer metodologia de regeneração *in vitro* de plantas de *P. maximum* cv. Mombaça e Tanzânia.

## Material e Métodos

Cariopses maduras de *P. maximum* cv. Tanzânia e cv. Mombaça oriundas da Embrapa Gado de Corte foram descascadas com auxílio de pinças e selecionadas visualmente. Sementes foram desinfestadas por imersão em etanol 70% por 5 min, seguida de imersão em hipoclorito de sódio 2%, com duas gotas de Tween® 20, por 30 min com frequente agitação. Após esta etapa, as sementes foram lavadas por cinco vezes em água destilada esterilizada em autoclave e então colocadas sobre papel filtro esterilizado. As sementes foram inoculadas em cada um dos meios de cultura estabelecidos para indução de calos embriogênicos: MSCLind pH4, NBBAP pH4 (CABRAL et al., 2011) ou MSCLind com 5 mg/L de 2,4D e 1 mg/L de BAP (MSCLind 5/1) (Richards et al, 2001) em placas de Petri contendo 10-12 sementes. As placas foram incubadas no escuro a 25°C por três a quatro semanas. Os calos obtidos foram avaliados e posteriormente repicados para meio de regeneração, ou foram mantidos nos respectivos meios de indução, em repicagens sucessivas antes da transferência para meio de regeneração. Calos obtidos em MSCLind, NBBAP e MSCLind5/1 foram transferidos para meios de regeneração MSCLreg ou NBreg. As placas foram incubadas a 25°C e fotoperíodo de 12 horas.

## Resultados e Discussão

Foram obtidos resultados referentes à resposta morfogênica das duas cultivares testadas (Tabela 1). Nas condições de cultura, tanto a cv. Tanzânia como a cv. Mombaça formaram proembriões na combinação de meio MSCLind/MSCLreg em 5% dos explantes cultivados, sendo possível visualizá-los no meio de regeneração ou quando subcultivados no meio de indução (Figura 1A). Na Tabela 2 é possível observar que quando calos induzidos de sementes maduras das cultivares Tanzânia e Mombaça são subcultivados na presença da auxina 2,4D, apresentam proembriões visíveis (Figura 1A) imediatamente após o segundo subcultivo na mesma combinação de meios MSCLind/MSCLreg. Esses proembriões estão sendo subcultivados para multipli-

cação dos calos e para confirmar a capacidade de manutenção do seu estado proliferativo, e após alguns subcultivos serão transferidos para meio de regeneração para ser observada sua capacidade de conversão em brotos verdes. A cv. Mombaça formou embriões somáticos bem diferenciados (Figura 1B) e brotos (Figura 1C) nesta combinação de meios em 3% das sementes transferidas para o meio de regeneração (MSCLreg). Em razão da baixa eficiência de regeneração, novas condições de cultura serão testadas. A cultivar Álamo de *P. virgatum* é a única desta espécie que tem metodologia publicada de regeneração e transformação genética via biobalística (RICHARDS et al., 2001) e *Agrobacterium tumefaciens* (SOMLEVA, et al., 2002). Os autores relatam uma frequência de indução de calos no meio NB (também testado neste trabalho) de 6%, que também é muito baixa. Entretanto, uma vez obtidos, os calos podem ser multiplicados para serem usados nos experimentos de transformação genética, e esta capacidade de manutenção dos calos está sendo testada para as cultivares Mombaça e Tanzânia. Concluindo, a análise dos resultados dos nossos experimentos demonstram que a combinação de meios MSCLind/MSCLreg foi a mais adequada para induzir embriogênese somática em ambas as cultivares de *P. maximum*; a germinação dos embriões somáticos foi observada na combinação de meios MSCLind/MSCLreg apenas na cultivar Mombaça; proembriões foram obtidos em ambas as cultivares quando subcultivados na combinação de meio MSCLind. Para viabilizar a transformação genética de *P. maximum* com genes de interesse agrônomicos, tais como os que conferem resistência ou tolerância a estresses bióticos e abióticos, os protocolos de indução de embriogênese e regeneração deverão ser otimizados.

## Referências

BURRIS, J. N.; MANN, D. G. J.; JOYCE, B. L.; STEWART, Jr. C. N. AN IMPROVED TISSUE CULTURE SYSTEM FOR EMBRYOGENIC CALLUS PRODUCTION AND PLANT REGENERATION IN SWITCHGRASS (*Panicum virgatum* L.). **Bioenergy Research**, v. 2: p. 267-274, 2009. doi:10.1007/s12155-009-9048-8

CABRAL, G.; CARNEIRO, V.; LACERDA, A.; DO VALLE, C.; MARTINELLI, A. DUSI, D. M.

Somatic embryogenesis and organogenesis in apomictic and sexual *Brachiaria brizantha*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.107, n.2, p.271-282, 2011.

COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S.; MELO FILHO, G. A.; CARDOSO, E. E.; PEREIRA, M. A.; MIRANDA, C. H. B. Avaliação dos impactos econômicos de quatro forrageiras lançadas pela Embrapa. **Documentos/Embrapa Gado de Corte**, ISSN 1983-974X; 174. Campo Grande, MS, 2009. 26 p.

JANK, L.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Special Edition - S1. p. 27-34, June 2011.

RICHARDS, H. A.; RUDAS, V. A.; SUN, H.; MCDANIEL, J. K.; TOMASZEWSKI, Z.; CONGER, B. V. Construction of a GFP-BAR plasmid and its use for switchgrass transformation. **Plant Cell Reports**, v.20: p. 48-54, 2001.

SOMLEVA, M.N.; TOMASZEWSKI, Z.; CONGER, B.V. Agrobacterium-Mediated Genetic Transformation of Switchgrass. **Crop Science**, v. 42: p. 2080-2087, 2002.

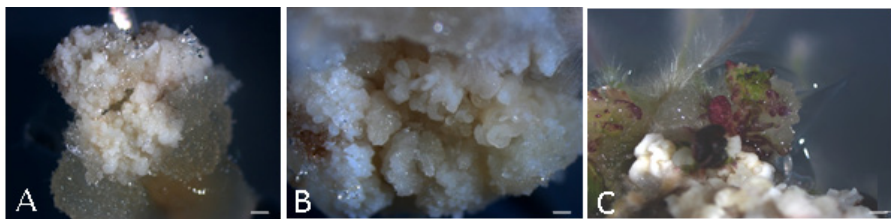


Figura 1. Resposta morfogênica de sementes de *Panicum maximum* cv. Mombaça em meio MSCLind por três semanas e em MSCLreg por quatro semanas. (A) proembriões observados após subcultivos sucessivos; (B) embriões somáticos diferenciados com escutelo e eixo embrionário distintos e presença de escutelo; (C) no primeiro plano agregados de embriões somáticos bem diferenciados, no segundo plano agregados de gemas apresentando antocianina e também raízes bem diferenciadas. Barras em A = 0,5 mm; B = 0,2 mm e C = 0,5 mm.

Tabela 1 - Resposta morfológica de sementes de *Panicum maximum* cv. Tanzânia e cv. Mombaça em meios de indução MSCLind e NBBAP e após transferência para os meios de regeneração MSCLreg e NBreg, respectivamente.

Tratamentos	total explantes inoculados	% sementes com calos	% de Calos obtidos dos tipos				
			Friável	Compacto	Com Raiz	Com Proembrião	Com broto(s)
<b>Tanzânia</b>							
MSCLind	309	39 ± 18	15 ± 3	33 ± 8	9 ± 6	0	0
MSCLreg	185	27 ± 2	10 ± 4	19 ± 3	24 ± 4	5 ± 2	0
<b>NBBAP</b>							
NBBAP	350	56 ± 19	28 ± 7	25 ± 10	6 ± 5	0,5 ± 0,7	0
NBreg	189	10 ± 4	6 ± 0,7	5 ± 4	7 ± 4	0	0
<b>Mombaça</b>							
MSCLind	210	27 ± 12	10 ± 7	14 ± 15	9 ± 2	2 ± 2	0
MSCLreg	122	34 ± 22	5 ± 6	31 ± 20	30 ± 21	10 ± 6	3 ± 4
<b>NBBAP</b>							
NBBAP	322	44 ± 23	40 ± 27	4 ± 4	3 ± 0,8	0	0
NBreg	120	14 ± 5	10 ± 7	3 ± 0 (3)	10 ± 4	0	0

Os valores referem-se às médias de 2 experimentos ± erro padrão. Os experimentos foram avaliados após 3 semanas em meio de indução e 4 semanas em meio de regeneração.

Tabela 2 - Resposta morfológica de sementes de *Panicum maximum* cv Tanzânia e cv. Mombaça cultivadas em meios de indução (MSCLind X NBBAP) por três subcultivos consecutivos.

Treatamentos	total sementes	sementes com calos (%)	Calos friáveis	Calos compactos	Com raiz	Com proem- brião (%)
<b>Tanzânia</b>						
MSCLind	50	5 (10)	4 (8)	2 (4)	1 (2)	0
	27	9 (33)	5 (19)	4 (15)	3 (11)	1 (4)
	12	12 (100)	11 (91)	1 (8)	5 (42)	1 (8)
NBBAP	200	8 (4)	5 (3)	3 (2)	1 (1)	0
	110	10 (9)	4 (4)	6 (5)	3 (3)	0
	75	9 (12)	7 (9)	2 (3)	1 (1)	0
<b>Mombaça</b>						
MSCLind	100	3 (3)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	0
	28	9 (32)	3 (11)	6 (21)	2 (7)	2 (7)
	18	6 (33)	5 (28)	1 (6)	4 (22)	2 (11)
NBBAP	220	6 (3)	5 (2)	1 (0)	1 (0)	0
	133	10 (8)	6 (5)	5 (4)	2 (2)	1 (1)
	63	9 (14)	9 (14)	0	2 (3)	1 (2)

Todos os valores referem-se às médias das três avaliações dos tratamentos de 1 experimento (média das porcentagens). O experimento foi avaliado após três semanas no meio de indução, após cada subcultivo em meio de indução fresco.

# Diversidade Genética entre Acessos de Camaratuba (*Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze) com Marcadores ISSR

---

Gizele de Andrade Luz<sup>1</sup>

Karina de Sousa Leite<sup>2</sup>

Sulimary Oliveira Gomes<sup>3</sup>

Raimundo Bezerra de Araujo Neto<sup>4</sup>

Maria do Socorro Cortez Bona do Nascimento<sup>5</sup>

Paulo Sarmanho da Costa Lima<sup>6</sup>

## Abstract

*The low rates rainfall with irregular distribution in semiarid cause hydric deficit and high evapotranspiration in period of drought disadvantaging the availability of forage in the period. Among strategies used for elevate the availability of forage in the dry period, is the use of species resistant to drought. Among the leguminous, the Camaratuba is promising due to their high productive, high nutritional value, resistance to drought and adaptation to arid soils. The objective of the study was the molecular characterization of 13 accessions of Camaratuba from the native forage germplasm bank of Embrapa Mid-North. Were selected 15 primers to accessions the DNA genomic of the accessions. Was constructed a binary matrix from which analysis were performed to estimate the similarities of access. The similarity coefficient ranged from 0,49 to 0,73. The accession of the germplasm bank show considerable variability with potential parents for genetic breeding.*

<sup>1</sup> Estudante de Graduação do curso de Biologia da Universidade Estadual do Piauí, gyz\_luz@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduada em Biomedicina pela Faculdade Aliança, karinasousaleite@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí, sgomes\_pi@hotmail.com

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, raimundo.bezerra@embrapa.br

<sup>5</sup> Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, msbn13@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Paulo.costa-lima@embrapa.br



## Introdução

No semiárido brasileiro os índices pluviométricos são baixos e mal distribuídos. Isso faz com que ocorra uma baixa disponibilidade de forragem de qualidade no período de estiagem por causa do déficit hídrico e evapotranspiração elevada, sendo necessária a suplementação alimentar para obtenção de níveis aceitáveis de desempenho animal (Andrade et al., 2010). Existem diversas estratégias para elevar a oferta de forragem no período seco, entre as quais se destaca a utilização de espécies resistentes à seca e bem ajustadas às variações climáticas do ambiente.

Entre as leguminosas, a Camaratuba (*Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze) é promissora por sua adaptação a solos ácidos, tolerância à seca, alto teor de proteína, alta retenção de folhas verdes e capacidade de germinar durante o período seco (LASCANO et al., 2002). Essa leguminosa arbustiva da família Fabaceae está geograficamente distribuída na América do Sul, com ocorrência no Brasil, Bolívia, Argentina e Peru (ARGEL; LASCANO, 1998).

Os fatores limitantes da produção animal como estresses bióticos e abióticos podem ser superados pelo melhoramento genético de forrageiras, especialmente em busca de proteína a baixo custo. No melhoramento genético é essencial o conhecimento da diversidade genética, uma vez que esta orienta a formação de uma coleção de trabalho a partir da identificação de grupos heteróticos e a seleção de genitores mais divergentes para cruzamento (BONATO et al, 2006).

Nos estudos da diversidade genética os marcadores moleculares são amplamente utilizados por mostrarem diferenças no DNA e não sofrerem influência do ambiente. Entre os marcadores baseados em PCR (Polimerase Chain Reaction), o marcador dominante ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) é uma técnica simples, rápida, eficiente e reproduzível que amplifica segmentos de DNA presentes entre duas regiões microssatélites idênticas orientadas em direções opostas (REDDY et al.,

2002). Este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade molecular de 13 acessos de Camaratuba do Banco de Germoplasma de Forrageiras Nativas da Embrapa Meio-Norte.

## Material e Métodos

Foram coletadas folhas jovens de 13 acessos de Camaratuba oriundos do Banco de Germoplasma de forrageiras nativas da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI. O DNA genômico foi extraído a partir de 0,1 g de folhas de cada acesso com o kit Qiagen de acordo com o protocolo sugerido pelo fabricante. O DNA foi quantificado em gel de agarose (0,8%) com TBE 0,5x e corado com GelRed™, comparando-o ao DNA  $\lambda$  na concentração de 100 ng.

Foram selecionados 15 iniciadores desenvolvidos pelo Laboratório de Biotecnologia da British Columbia University: UBC 808, UBC 810, UBC 811, UBC 812, UBC 818, UBC 827, UBC 830, UBC 834, UBC 835, UBC 836, UBC 840, UBC 842, UBC 848, UBC 878 e UBC 886. As amostras de DNA foram amplificadas via PCR. Cada reação continha: 1x de tampão [10 mM Tris-HCl; 50 mM KCl; 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>] (Biolabs), 1 mM de dNTP, 0,3  $\mu$ M de iniciador, 0,5 U de Taq DNA Polimerase (Biolabs), 0,5  $\mu$ L de DNA genômico (7 ng/ $\mu$ L) e água de MiliQ em um volume final de 10  $\mu$ L.

As amplificações foram realizadas em termociclador Veriti™ 96 Well Thermal Cycler (Applied Biosystems) sob as seguintes condições: 1 ciclo inicial de desnaturação de 1,30 minutos a 94°C, seguido de 40 ciclos de 40 segundos a 94°C para desnaturação, 45 segundos com a Ta do respectivo iniciador para anelamento, 2 minutos a 72°C para extensão e uma extensão final de 7 minutos a 72°C. Os produtos amplificados foram separados em gel de agarose (1,5%) conduzido a 110 V por 6 horas, corados com GelRed™ e fotodocumentados sob luz ultravioleta.

Foi construída uma matriz para os fragmentos amplificados codificados em sistema binário, atribuindo-se (1) para presença e (0) para ausên-

cia de bandas. Para cálculo do coeficiente de similaridade de Jaccard, coeficiente de correlação cofenético ( $r$ ) e índice de confiabilidade de bootstrap foi usado o programa Past v.1.34 (HAMMER et al., 2001). A análise de agrupamento foi realizada pelo método de ligação média entre grupos (UPGMA).

## Resultados e Discussão

Com as amplificações dos 15 iniciadores obteve-se 313 marcadores dos quais 247 (78,21%) foram polimórficos. O número de loci amplificados variou entre sete (UBC 808) e 33 (UBC 834 e 838) com média de 20,87 loci por iniciador, enquanto o tamanho das bandas variou entre 280 e 3.000 pares de bases (Figura 1).

A matriz de similaridade variando entre 0,49 a 0,73 (Tabela 1) demonstrou a existência de variabilidade na espécie, apresentando acessos promissores para utilização em futuros programas de melhoramento. A maior similaridade está entre os acessos C12 e C13 e a menor entre os acessos C6 e C9. O reconhecimento de indivíduos com variabilidade genética otimiza a seleção de genitores para cruzamentos, uma vez que, o cruzamento entre os mais divergentes deve gerar maior segregação (FRANCO et al., 2001). A Camaratuba por ser alógama permite a recombinação do material genético de diferentes plantas resultando numa maior variabilidade. Portanto, há boas possibilidades de se obter combinações de genes incomuns e favoráveis nos cruzamentos entre C6 e C9, C1 e C6, C3 e C6, entre outros.

A análise de agrupamento baseada na matriz de similaridade utilizando o coeficiente de Jaccard cuja média foi de 0,59 revelou as relações genéticas entre os genótipos permitindo a identificação de quatro grupos (Figura 2). Os grupos um, dois e quatro foram formados por um único acesso indicando que há variabilidade a ser explorada enquanto o grupo dois por dez deles. O grupo dois indica que ocorre um fluxo mais intenso de genes entre essas plantas provavelmente por se encontrarem mais próximas provocando maiores similaridades. O cálculo da correlação cofenética entre a matriz de dados originais e a matriz gerada pelo

dendrograma foi de 0,87 indicando que não há distorções significativas e que o dendrograma representa a matriz de dados originais.

O Banco de Germoplasma de Forrageiras Nativas apresenta uma variabilidade considerável entre os acessos de Camaratuba. Sendo importante sua conservação para utilização em futuros programas de melhoramento, visando ganhos genéticos. E assim, suprir a necessidade da agropecuária por novas cultivares que sejam bem adaptadas às variações climáticas do ambiente.

## Agradecimentos

PAC/Embrapa pelo suporte financeiro.

## Referências

ARGEL, P. J. & LASCANO, C. E. *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. **Pasturas tropicales**, v.20, n.1, p.37-43, 1998.

ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.4, p.01-14, 2010.

BONATO, A. L. V.; CALVO, E. S.; GERALDI, I. O.; ARIAS, C. A. A. Genetic similarity among soybean (*Glycine max* (L) Merrill) cultivars released in Brazil using AFLP markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.29, n.4, p.692-704, 2006.

FRANCO, M. C.; CASSINI, S. T. A.; OLIVEIRA, V. R.; TSAI, S. M. Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p.381-385, 1997.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v.4, issue 1, art.4, 9pp. 2001.

LASCANO, C.; RINCÓN-CORPOICA, A.; PLAZAS, C.; AVILA, P.; BUENO-CORPOICA, G.; ARGEL, P. *Veranera (Cratylia argentea (Desvaux) O. Kuntze)*: leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía em Colombia. Centro

Internacional de Agricultura Tropical, 2002.

REDDY, M. P.; SARLA, N.; SIDDIQ, E. A. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. **Euphytica**, v.128, p.9-17, 2002.

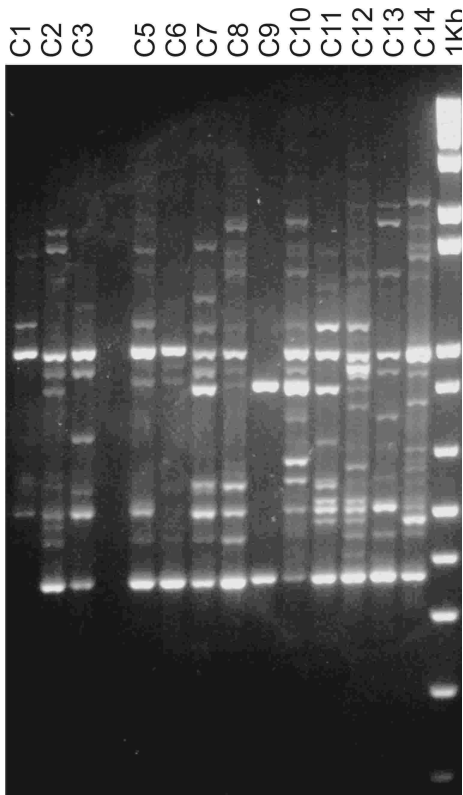


Figura 1. Produtos amplificados com o iniciador 827.

Tabela 1 - Similaridades genéticas entre os acessos de Camaratuba pelo coeficiente de Jaccard.

	C1	C2	C3	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
C1	1												
C2	0,57	1											
C3	0,70	0,57	1										
C5	0,65	0,62	0,60	1									
C6	0,50	0,55	0,52	0,58	1								
C7	0,57	0,59	0,59	0,63	0,53	1							
C8	0,60	0,58	0,59	0,68	0,56	0,72	1						
C9	0,55	0,53	0,57	0,57	0,49	0,58	0,58	1					
C10	0,58	0,54	0,60	0,63	0,52	0,57	0,60	0,59	1				
C11	0,61	0,53	0,62	0,65	0,56	0,58	0,64	0,57	0,66	1			
C12	0,59	0,53	0,59	0,61	0,53	0,58	0,57	0,56	0,65	0,61	1		
C13	0,57	0,53	0,57	0,61	0,53	0,57	0,57	0,54	0,65	0,63	0,73	1	
C14	0,60	0,60	0,59	0,64	0,57	0,63	0,62	0,54	0,65	0,68	0,66	0,62	1

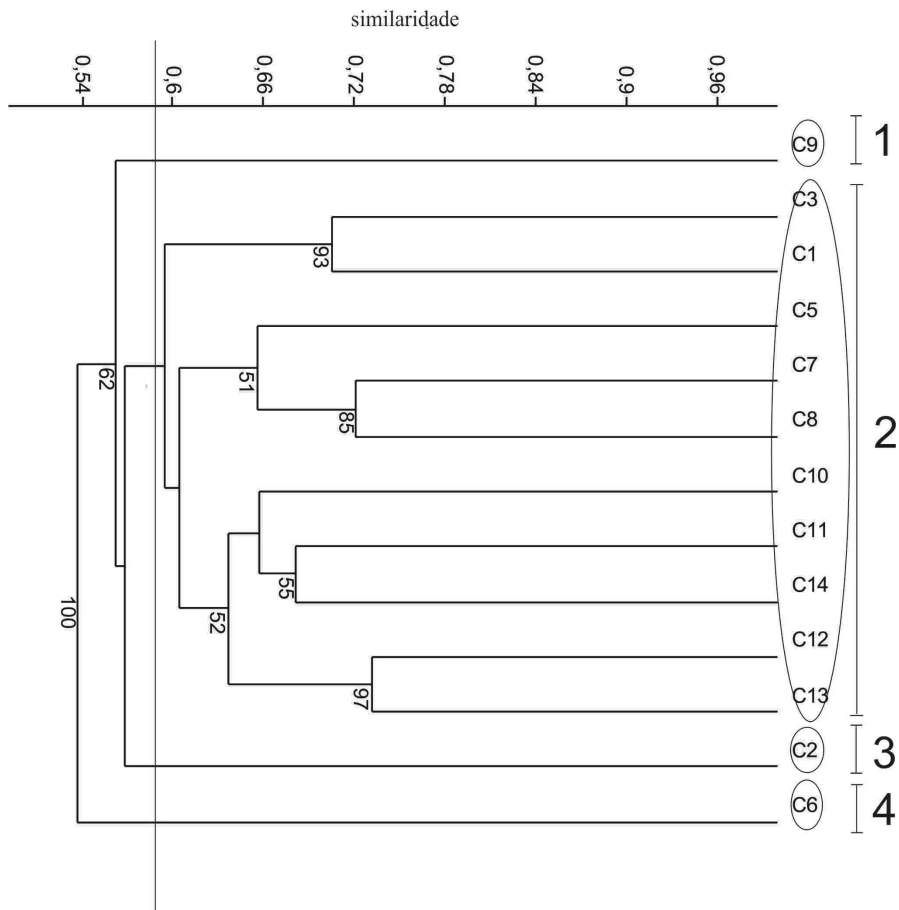


Figura 2. Agrupamento dos 13 acessos de Camaratuba pelo método UPGMA.

# Caracterização Molecular de Forrageiras do Gênero *Poincianella*

---

*Raul Ferreira de Miranda Mendes*<sup>1</sup>

*Raimundo Bezerra de Araujo Neto*<sup>2</sup>

*Maria do Socorro Bona Cortez do Nascimento*<sup>3</sup>

*Paulo Sarmanho da Costa Lima*<sup>4</sup>

## Abstract

*Among the native species of the caatinga, the Poincianella pyramidalis and Poincianella bracteosa presents great potential forage. Thus, at the beginning of the rainy season cattle looking young leaves extremely acceptable, preferred by cattle, goats and sheep. Markers Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) was used in order to perform molecular characterization of 10 accessions of the species already mentioned. Obtained 70% of polymorphism. The average similarity was 0.59 range. The similarity matrix showed that there was variability between samples. Based on data from genetic dissimilarity between accesses the dendrogram shows the separation into two groups corresponding to the species and three subgroups as P. pyramidalis. These results indicate that, although small, this is valuable germplasm and genetic variability detected here could be exploited in breeding program of the Poincianella. The purpose of this study was to evaluate the genetic diversity of accessions Catingueira (Poincianella spp.) by RAPD markers.*

<sup>1</sup> Mestrando da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI. Email: raul-mendes@hotmail.com

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Meio-Norte, raimundo.bezerra@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisadora Embrapa Meio-Norte msn13@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Pesquisador Embrapa Meio-Norte, paulo.costa-lima@embrapa.br



## Introdução

A vegetação de caatinga é constituída, especialmente, de espécies lenhosas e herbáceas de pequeno porte. Essas espécies são fundamentais no contexto de produção e disponibilidade de forragem no semiárido nordestino. Região com baixa precipitação pluviométrica e temperaturas elevadas, condições que diminuem a disponibilidade de forragem para o rebanho de bovinos. Entre as espécies nativas da caatinga, a Catingueira-verdadeira (*Poincianella pyramidalis* Tul.) e a Catinga-de-porco (*Poincianella bracteosa* Tul.) apresentam grande potencial forrageiro, pois a primeira espécie é uma das plantas sertanejas cujas gemas brotam nas primeiras manifestações de umidade. Dessa forma, suas folhas jovens são usadas na alimentação de bovinos, caprinos e ovinos (Maia, 2004). Já a segunda espécie tem suas folhas, flores e principalmente as vagens (Costa et al, 2002) consumidas no chão, por cabras, ovelhas e bovinos.

O Brasil ocupa, desde 2004, o primeiro lugar em exportação de carne bovina no mundo (FAOSTAT, 2007). Segundo o IBGE (2006) foram 170 milhões de bovinos criados em 172 milhões de hectares de pastagens. Já em 1995 eram 153 milhões de cabeças em 178 milhões de hectares. Portanto houve um aumento da eficiência do sistema, haja vista, que houve um decréscimo na área de pastagem utilizada. Isso é fruto tanto do melhoramento animal como das pastagens.

A coleta de recursos genéticos forrageiros a partir da década de 1980, tanto no Brasil como na África, possibilitou explorar a variabilidade natural das coleções, bem como a gerar nova variabilidade por meio de cruzamentos (SAVIDAN et al., 1985). No melhoramento genético é imprescindível a obtenção de variabilidade genética entre indivíduos de uma espécie ou entre grupos de cruzamentos interespecíficos do mesmo gênero. Portanto, uma das etapas indispensáveis é o conhecimento da diversidade genética, principalmente em espécies que ainda não foram domesticadas, como a catingueira. Os marcadores moleculares têm sido amplamente utilizados e com sucesso para a análise genética

de espécies vegetais e para caracterizar a variabilidade entre elas (ES-FAHANI et al. 2009, Gomes et al. 2011).

Entre os marcadores moleculares baseados em PCR (Polymerase Chain Reaction), as marcas RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) apresentam muitas vantagens metodológicas que justificam sua utilização, tornando-a uma poderosa ferramenta para estudos genéticos em diferentes organismos, pois possibilita a obtenção de um grande número de marcadores genéticos sem qualquer informação prévia sobre sequências de nucleotídeos do genoma da espécie, baixo custo, rapidez, simplicidade e velocidade na aquisição dos dados (FERREIRA, GRATTAPAGLIA, 1998 e REITER et al. 1992).

Muitos trabalhos realizaram a análise genética de forrageiras com a utilização de marcadores RAPD (YANAKA et al. 2005, AMBIEL et al. 2008, CHIARI et al. 2010). No entanto estudos sobre a diversidade genética de espécies do gênero *Poincianella* são escassos, o conhecimento e a organização da variabilidade genética é uma etapa importante para a conservação genética e para um programa de melhoramento futuro. O propósito deste estudo foi avaliar a diversidade genética de acessos de Catingueira (*Poincianella* spp.) por meio de marcadores RAPD.

## Material e Métodos

Foram coletadas folhas jovens de 8 acessos de plantas de *Poincianella pyramidalis* (acessos PP2, PP3, PP4, PP5, PP6, PP8, PP9 e PP10) e 2 acessos (acessos FG1 e FG2) de *Poincianella bracteosa* oriundos do Banco de Germoplasma de Forrageiras da Embrapa Meio-Norte localizado em Teresina-PI. As folhas foram colocadas em uma caixa de isopor com gelo até serem armazenadas no freezer a -20°C, para posterior extração.

A extração de DNA foi realizada com material fresco e macerada em homogeneizador Precellys. Utilizou-se o Kit de extração da Quiagen, segundo recomendações do fabricante. A quantificação do DNA extraído foi feito em gel de agarose a 0,8% com TBE (Tris-Borato-EDTA) 1x e corado com GelRed™, foi feita a quantificação comparando o DNA das

amostras com o DNA  $\lambda$  na concentração de 100 ng.

Para a análise de marcadores RAPD foram testados 100 primers dos quais 11 foram selecionados. As reações de amplificação foram preparadas em volume final de 20  $\mu$ l contendo 15 ng de DNA, 0,25 mM de dNTP, 1U de TaqPolimerase (Invitrogen), 0,2  $\mu$ M de primer, 3,0 mM de  $MgCl_2$ , 2,0  $\mu$ l l de tampão 1X e H<sub>2</sub>O ultrapura.

As reações de amplificação foram realizadas em termociclador Veriti seguindo um programa com uma etapa inicial de desnaturação de 1 min a 92°C, seguida de 45 ciclos de 1 min a 92°C para desnaturação, 1 min a 35°C para anelamento, 2 min a 72°C e uma extensão final de 5 min a 72°C. Os produtos das reações foram visualizados em gel de agarose a 1,5%, corado com GelRed™ e fotodocumentados sob luz ultravioleta.

Foi construída uma matriz para os fragmentos polimórficos amplificados que foram codificados em um sistema binário, atribuindo-se (1) para presença e (0) para ausência de banda. Somente foram consideradas as bandas que não davam margens a dúvidas. Bandas muito fracas, de difícil resolução, não foram incluídas. Para análise dos dados, utilizou-se o programa PAST versão 1.34 (Hammer et al., 2001) pelo método de Ligação Média entre Grupos (UPGMA). A similaridade entre as amostras foi estimada pelo coeficiente de Dice. Esta análise viabilizou a construção de um dendrograma que mostrou graficamente a similaridade entre as amostras.

O ponto de corte no dendrograma foi definido com base na estimativa da similaridade genética média (sgm), que foi obtida a partir da proximidade genética entre cada par de indivíduos dividido pelo número de pares obtidos. O índice de confiabilidade de bootstrap foi calculado a partir de 1.000 permutações.

## Resultados e Discussão

Foram selecionados 11 primers: A08, A09, F02 M01, M04, M15, M19, M20, N06, N08 e P06, retirados de um set de 100 primers. Um

total de 167 loci foi gerado, perfazendo uma média de aproximadamente 15 loci por primer, que variaram de 10 a 22 loci por primer.

O número total de loci amplificados e polimórficos foram, respectivamente, 146 e 126, portanto 86,30% de polimorfismo em *P. pyramidalis*. Já em *P. bracteosa* obteve-se 53,26% de polimorfismo.

A média de similaridade foi de 0,59 e a amplitude de variação do coeficiente de similaridade variou de 0,44 a 0,75. Em *P. pyramidalis*, a variação foi de 0,50 a 0,75 sendo os acessos PP4 e PP8 os mais similares (0,75) e PP2 e PP6 os mais divergentes (0,50) (Tabela 1). A similaridade entre os dois acessos (FG1 e FG2) de *P. bracteosa* foi de 0,64. A maior diferença genética (0,442) foi observada entre dois acessos de espécies diferentes, PP2 e FG2 (Tabela 1).

O número de fragmentos amplificados foi muito superior ao encontrado por Chiari et al. (2006) quando analisaram a diversidade genética de *Stylosanthes guianensis*, uma importante leguminosa forrageira, com marcadores RAPD e que obtiveram uma média de 5,25 bandas por primer. O tamanho dos fragmentos amplificados variou de 396 a 4000 pb. Uma variação bem mais elevada a que Santos et al. (2012) encontrou em seu trabalho com 13 acessos de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P., que variou entre 250 e 1.000 pb.

A alta variabilidade que se obteve em *P. pyramidalis* foi semelhante ao 94,6% encontrado por Santos et al. (2012) na mesma espécie. Diferente da *P. bracteosa*, que foi baixa se comparado com a *P. pyramidalis*. Isso pode ser devido ao baixo número de acessos utilizado nesse estudo. Mesmo assim foi superior ao polimorfismo encontrado por Chiari et al. (2010) analisando também duas espécies de forrageiras, obtendo 39,13% em *S. capitata* e 34,28% em *S. macrocephala*.

Esse alto polimorfismo nos acessos de *Poincianella* pode ser devido à autoincompatibilidade, pois em *P. pyramidalis* segundo Leite e Machado (2009) só há formação de frutos apenas quando ocorre polinização cruzada manual e polinização natural.

Na matriz de similaridade (Tabela 1), observa-se que os coeficientes entre os acessos da mesma espécie foram baixos e variaram muito. Chiari et al. (2010) utilizando 26 primers obteve coeficientes de similaridade alto e assim com pouca variação em duas espécies de forrageiras. Este autor encontrou em *Stylosanthes capitata* a variação de 0,741 a 0,913 e em *Stylosanthes macrocephala* os coeficientes variaram de 0,724 a 0,924. Esses resultados indicam uma variabilidade intraespecífica muito abaixo em comparação aos resultados do presente trabalho, mostrando a riqueza em variabilidade genética desses acessos do gênero *Poincianella*.

A árvore de classificação mostra claramente a separação dos acessos em dois grupos representando as duas espécies analisadas nesse trabalho, a *P. pyramidalis* (acessos PP2, PP3, PP4, PP5, PP6, PP8, PP9 e PP10) e a *P. bracteosa* Tul. (acessos FG1 e FG2) além de formar três subgrupos entre os acessos de *P. pyramidalis* (Fig. 1).

Estes resultados indicam que, apesar de pequeno, este germoplasma possui elevada variabilidade inter e intraespecífica. Isso poderá ser explorado em um programa de melhoramento genético do gênero.

Por fim, este estudo mostrou que a aplicabilidade de marcadores RAPD em estabelecer a relação genética de germoplasmas de Catingueira mostrou-se satisfatório, pois se observou grande diversidade genética entre os acessos analisados.

## Agradecimentos

PAC/Embrapa pelo suporte financeiro.

## Referências

AMBIEL, A. C.; GUALBERTO, L. M.; VANDERLEY, T. M.; MACHADO NETO, N. B. Agrupamento de acessos e cultivares de três espécies de *Brachiaria* por RAPD. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 30, n. 4, p. 457-464, 2008.

CHIARI, L.; VALLE, J. V. R. do; RESENDE, R. M. S.; CANÇADO, L. J.; SALGADO, L. R.; LEGUIZÁMON, G. O. de C. *Análise da diversidade genética em Stylosanthes guianensis*

utilizando marcadores RAPD. Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Embrapa Gado de Corte, 2006. 25p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

CHIARI, L. ; JERBA, V. de F. ; FERNANDES, C. D. ; RESENDE, R. M. S. **Variabilidade genética molecular entre acessos de *Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*, resistentes e suscetíveis à antracnose.** Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Embrapa Gado de Corte, 2010. 28p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

COSTA, J.A.S.; NUNES, T.S.; FERREIRA, A.P.L.; STRADMANN, M.T.S.; QUEIROZ, L.P. DE. **Leguminosas forrageiras da caatinga: espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia.** Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, SASOP. 2002.

ESFAHANI S. T.; SHIRAN B.; BALALI G. AFLP markers for the assessment of genetic diversity in European and North American potato varieties cultivated in Iran. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 9, 2009. 75-86.

FAOSTAT: **FAO statistical database**, 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569>>. Acessado em: 10 de maio de 2013.

FERREIRA M. E.; GRATTAPAGLIA D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética.** Embrapa/Cenargen, Brasília, 1998. 220p.

GOMES L. R. P.; LOPES M. T. G.; BENTO J. L. S.; BARROS W. S.; COSTA NETO P. Q.; CONTIM L. A. S. Genetic diversity in natural populations of Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, p. 216-223, 2011.

HAMMER O., HARPER D. A. T.; RYAN P. D. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontol Electronica**, v. 4, p. 1-9, 2001.

IBGE: **Censo agropecuário**, 2006. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=1064](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1064)> Acessado em: 10 de maio de 2013.

LEITE A. V.; MACHADO I. C. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae-Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasil**, v. 32, p. 79-88, 2009.

MAIA G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** São Paulo: D&Z, 2004. 413p.

REITER R. S., WILLIAMS J. G. K., FELDMANN K. A., RAFALSKI J. A., TINGEY S. V., SCOLNIK P. A. Global and local genome mapping in *A. thaliana* by using recombinant inbred lines and random amplified polymorphic DNAs. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 89, p. 1477-81, 1992.

SANTOS J. S., MENDES S. S., CONDE D. C., DELMONDEZ R. C., MANN R. S., THOMAZZI S. M. Genetic diversity assessment of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz accessions using RAPD markers. **Scientia plena**, v. 8, n. 3, p. 1-8, 2012.

SAVIDAN Y. H., JANK L.; PENTEADO M. (1985) **Introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras tropicais no Brasil: novas propostas de Modus operandi**. Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Embrapa Gado de Corte, 1985. 36p. (Documentos, 24).

YANAKA F. Y.; DALL'AGNOL, M.; SHIFINO-WITTMANN, M. T.; DIAS, P. M. B.; GOMES, K. E. Variabilidade Genética em Populações Naturais de *Bromus auleticus* Trin. ex Nees (Poaceae) com Base em Isoenzimas e Marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1897-1904, 2005.

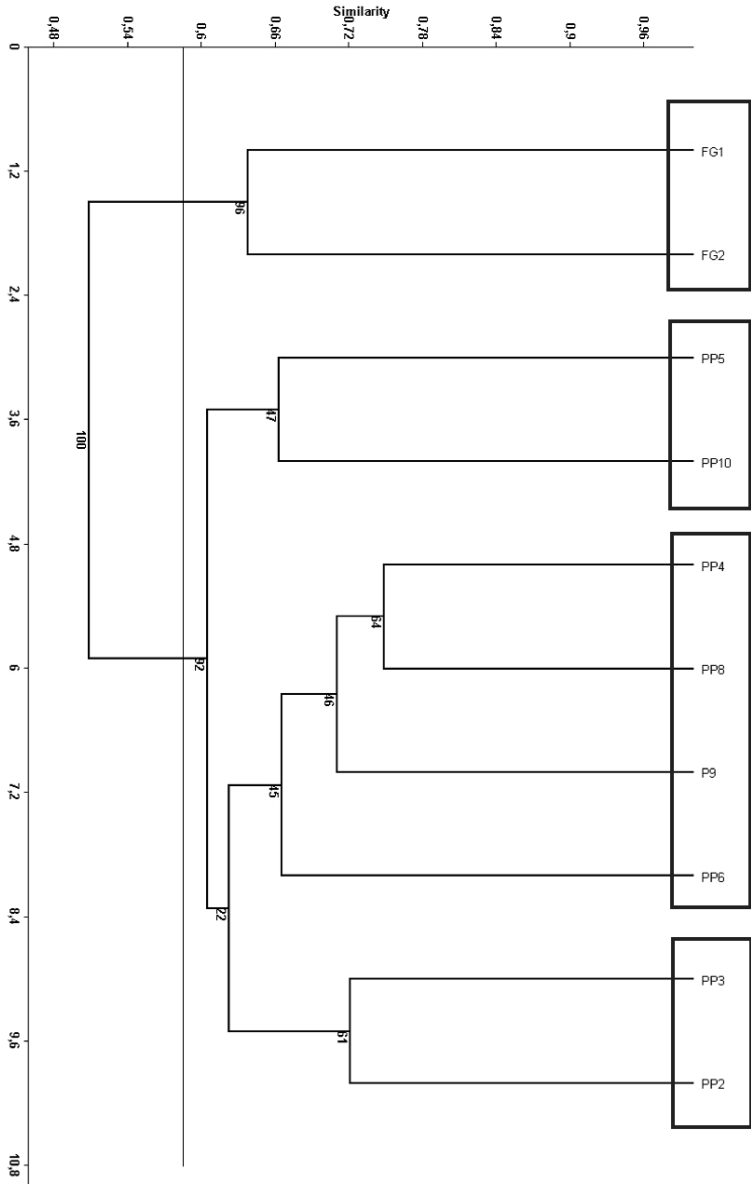


Figura 1. Agrupamento de 10 genótipos de Catingueira. *Poincianella pyramidalis* (acessos PP2, PP3, PP4, PP5, PP6, PP8, PP9 e PP10) e 2 acessos de *Poincianella bracteosa* (acessos FG1 e FG2).



Tabela 1 - Similaridades genéticas entre os acessos de Camaratuba pelo coeficiente de Jaccard.

	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP8	PP9	PP10	FG1
PP3	0,72000								
PP4	0,61905	0,63415							
PP5	0,59420	0,68148	0,58824						
PP6	0,50370	0,63636	0,64662	0,59310					
PP8	0,61654	0,66154	0,74809	0,55944	0,67143				
PP9	0,60870	0,69630	0,69118	0,67568	0,67586	0,72727			
PP10	0,57576	0,63566	0,58462	0,66197	0,51799	0,59854	0,64789		
FG1	0,55285	0,56667	0,51240	0,49624	0,55385	0,50000	0,54135	0,47244	
FG2	0,44286	0,54015	0,47826	0,49333	0,54422	0,49655	0,49333	0,44444	0,63704





# Embrapa

## Gado de Corte

Patrocínio:



CGPE 10569



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

