

## Melhoramento do capim setária para tolerância conjunta ao encharcamento e à seca: caracterização das populações selecionadas em 1º ciclo

Yara Beatriz Moreira<sup>(1)</sup>, Julieta de Jesus da Silveira Castor<sup>(2)</sup>, Antônio Vander Pereira<sup>(3)</sup>, Juarez Campolina Machado<sup>(3)</sup> e Leônidas Paixão Passos<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Graduanda em Engenharia da Produção – UFJF, Juiz de Fora, MG. Bolsista PIBIC Fapemig. e-mail: yara.beatriz@engenharia.ufjf.br, <sup>(2)</sup>Analista, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, <sup>(3)</sup>Pesquisadores, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Resumo-** A condução de ciclos de seleção para obtenção de população de capim setária com tolerância conjunta ao encharcamento e à seca foi iniciada na Embrapa Gado de Leite. Este trabalho descreve o 1º ciclo do processo, no qual uma população recombinante foi amostrada, produzindo um grupo que foi submetido ao desafio por encharcamento e outro grupo que foi submetido ao desafio por seca (déficit hídrico) em condições controladas. Após 90 dias, duas populações com as respectivas tolerâncias foram selecionadas com sucesso. Os indicadores fisiológicos e nutricionais quantificados na colheita (proteína bruta, teor de clorofila, área foliar, peso fresco e peso seco) mostraram que a população tolerante ao encharcamento sofreu menores efeitos adversos do que aquela tolerante à seca, apresentando médias pouco inferiores àquelas verificadas na testemunha. Conclui-se que há variabilidade no germoplasma de capim setária para a seleção de populações com tolerância tanto ao encharcamento quanto à seca. A espécie apresenta tolerância mais evidente ao desafio por encharcamento, pela redução menos acentuada nos indicadores estudados e pelo maior número de indivíduos aptos a serem selecionados. O próximo passo é a inversão dos desafios dos dois estresses, e espera-se que possa gerar a primeira população com tolerância conjunta ao encharcamento e à seca.

**Termos para indexação:** *capim setária, melhoramento genético, tolerância, encharcamento, seca.*

**Improvement of common setaria for tolerance to both waterlogging and drought: characterization of selected populations in 1st cycle**

**Abstract-** Efforts to carry out selection cycles to obtain a common setaria population with tolerance to both waterlogging and drought were initiated at Embrapa Dairy Cattle. This work describes the 1st cycle of the process, in which a recombinant population was sampled, producing a group that was challenged by waterlogging and another group that was challenged by drought (water deficit) under controlled conditions. After 90 days, two populations with the respective tolerances were successfully selected. The physiological and nutritional indicators quantified at harvest (crude protein, chlorophyll content, leaf area, fresh weight and dry weight) showed that the population tolerant to waterlogging suffered lesser adverse effects than those tolerant to drought, yielding averages only slightly lower than those observed in the control. In conclusion, there is variability in common setaria germplasm for the selection of populations with tolerance to both waterlogging and drought.

Tolerance to waterlogging is more conspicuous, because of the less pronounced reduction in the indicators studied and the greater number of individuals capable of being selected. The next step is to reverse the challenges of the two stresses, and it is expected that this will generate the first population with joint tolerance to waterlogging and drought.

**Index terms:** common setaria, drought, genetic breeding, tolerance, waterlogging.

## Introdução

O capim setária (*Setaria sphacelata* (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb.) possui características desejáveis para a produção animal, ressaltando-se a facilidade de propagação via sementes, adaptabilidade a diversos tipos de solo, persistência e a palatabilidade (Jank et al., 2007). Além disso, constitui uma alternativa viável para áreas sujeitas a estresses ambientais, tais como seca e encharcamento (Hare et al., 1999), possibilitando assim o aproveitamento de áreas marginais para a formação de pastagens, com produção de alimento volumoso de bom valor nutritivo ao longo de todo o ano e redução na demanda por concentrados e silagem (López et al., 2018). No entanto, a exploração da variabilidade genética da espécie para desafios de encharcamento e seca permanece pouco explorada, com relatos conflitantes de baixa e alta tolerância a essas condições, situação agravada pela predominância de poucas cultivares testadas e comprovadas nas áreas tropicais e subtropicais (Mas, 2007).

Diversas espécies de gramíneas forrageiras tropicais expressam adaptabilidade para tolerância à seca e ao encharcamento (Baruch, 1994), evidenciando a existência de variabilidade genética que pode ser explorada para a obtenção dessa dupla tolerância. Recentemente, a Embrapa introduziu dos Estados Unidos (USDA/ARS) uma coleção de 80 acessos de capim setária com os objetivos de caracterizar e conservar esse germoplasma e iniciar um programa de melhoramento genético da espécie. Visto que uma coleção de germoplasma similar mostrou alta variabilidade genética para tolerância ao frio no Uruguai (Reyno et al., 2013), estima-se que possa haver também alta variabilidade para outros caracteres quantitativos, em especial a dupla tolerância à seca e ao encharcamento.

Dessa forma, está em curso na Embrapa Gado de Leite, como parte do programa de melhoramento genético da espécie, a condução de ciclos de seleção para obtenção de populações de capim setária com tolerância conjunta a esses dois estresses abióticos. O processo baseia-se na submissão de uma população ao desafio por encharcamento e de outra população ao desafio por aplicação de seca. Após a seleção de indivíduos tolerantes, efetua-se a inversão de aplicação desses estresses, seguida de nova seleção de indivíduos, os quais passam a ser considerados portadores de tolerância conjunta ao encharcamento e à seca. E assim, as populações derivadas de cada ciclo de seleção são submetidas a novos ciclos idênticos de seleção e recombinação, sempre invertendo os desafios com relação aos estresses anteriores, visando atingir a uniformização e equilíbrio gênico. Na sequência, a população obtida será submetida ao teste de VCU (valor de cultivo e uso), visando comprovar sua superioridade em relação a um genótipo padrão.

Este trabalho descreve o 1º ciclo de todo esse processo, o qual foi realizado em uma população recombinante, para posterior inversão desses desafios nas plantas selecionadas. O estudo também descreve os indicadores fisiológicos e nutricionais usados para monitorar

o potencial de crescimento das plantas selecionadas, os quais poderão ser utilizados em ciclos seletivos posteriores objetivando caracterizar as populações melhoradas. Os resultados obtidos vão ao encontro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) contidos na Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil é signatário, nos seguintes objetivos específicos: ODS 2 - Erradicação da fome: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; ODS 8 - Empregos dignos e crescimento econômico: promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos.

## Material e métodos

Dois conjuntos de plantas de capim setária provenientes de população de ampla base genética produzida por recombinação em condições de campo foram semeados e cultivados em vermiculita com suprimento de solução nutritiva por 90 dias. Em seguida, um conjunto foi submetido ao desafio por encharcamento (cultivo em vermiculita, com inundação permanente de solução nutritiva até a altura de 1 cm acima da superfície do substrato) e outro ao desafio por seca (cultivo em vermiculita, com déficit hídrico induzido por adição de adição de 200 g.L<sup>-1</sup> de PEG 8000 à solução nutritiva). A testemunha consistiu de plantas da população recombinante original, não selecionadas, e cultivadas em vermiculita com suprimento de solução nutritiva, sem imposição de qualquer estresse.

Após outro período de 90 dias de crescimento contínuo, as plantas com maior crescimento vegetativo foram selecionadas em cada parcela experimental, com base em critérios visuais e fisiológicos, avaliadas e colhidas para posterior processamento. As avaliações incluíram área foliar usando o aplicativo Digimizer (Carvalho et al., 2017), pesos fresco e seco (balança analítica TECNAL, modelo D-TEC-210A, SP, Brasil), teor de clorofila (medidor SPAD-502, Konica Minolta, NJ, EUA) e teor de proteína bruta (Ferreira et al., 2015).

O experimento foi conduzido em câmara ambiental Biotronette Mark III (LAB-LINE Instruments, TX, EUA), regulada para 26°C, 60% U.R., 16 h de fotoperíodo e 200 mol s<sup>-1</sup> m<sup>2</sup> de radiação fotossinteticamente ativa (PAR), a qual foi medida com sensor de quântico LI-190SA e medidor quântico LI-189 (LI-COR Biosciences, St Louis, MO, EUA).

A solução nutritiva (Passos, 1996) consistiu de 1,5 mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 1 mM K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1 mM MgSO<sub>4</sub>, 0,5 mM NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, e micronutrientes (0,32 µM CuSO<sub>4</sub>, 60,65 µM H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 0,52 µM MoO<sub>3</sub>, 11,37 µM MnCl<sub>2</sub>, e 1,15 µM ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O). FeEDTA foi adicionado em quantidade suficiente para liberar 89,5 mM Fe. A solução foi trocada periodicamente e o pH ajustado sempre que necessário medidor Metrohm, modelo 827 (Metrohm, Herisau, Suíça).

A abordagem seguiu o delineamento inteiramente ao acaso, considerando três tratamentos e seis repetições. A análise estatística dos dados foi realizada com o cálculo dos desvios-padrão, para registro e uso futuro dos valores correspondentes à dispersão total do conjunto total de valores.

## Resultados e discussão

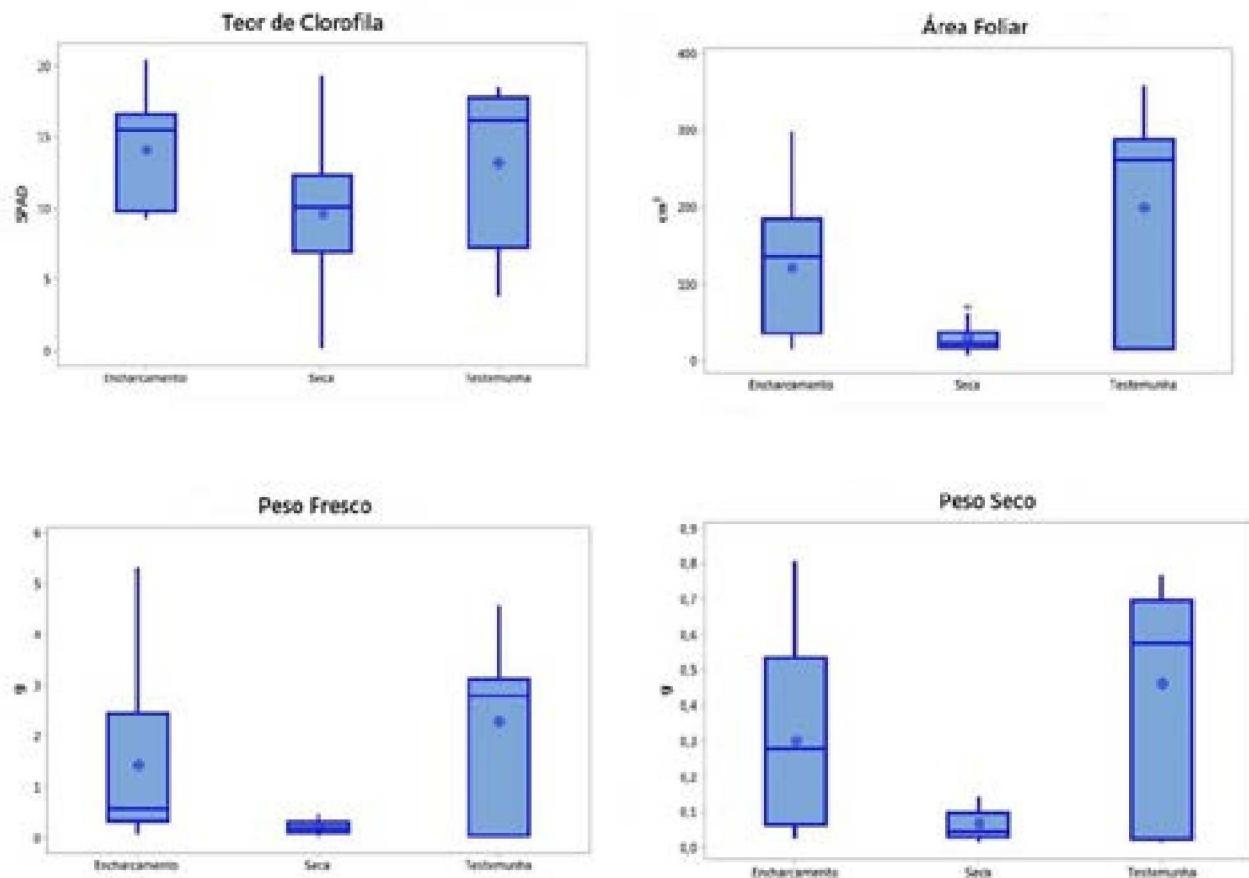
Os resultados encontram-se sumariados na Tabela 1. Verifica-se que o teor de proteína bruta apresentou aparente leve aumento nas plantas selecionadas tanto para

tolerância à seca quanto para tolerância ao encharcamento. Conforme seria esperado, em virtude da maior severidade de estresse, as plantas selecionadas para tolerância à seca mostraram reduções no teor de clorofila, área foliar, peso fresco e peso seco. As plantas tolerantes ao encharcamento tenderam a aumentar o teor de clorofila, mas sofreram redução em crescimento, conforme detectado na área foliar, peso fresco e peso seco.

**Tabela 1.** Indicadores fisiológicos e nutricionais de capim setária em população selecionada para tolerância ao encharcamento, em população selecionada para tolerância à seca e em população recombinante não submetida a estresse.

Tratamento	Proteína Bruta (%)	Clorofila (SPAD)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	Peso Fresco (g)	Peso Seco (g)
Encharcamento	9,73	14,06	129,38	<b>1,46</b>	<b>0,30</b>
Seca	9,94	9,57	29,36	<b>0,22</b>	<b>0,07</b>
Testemunha	8,49	13,14	199,29	<b>2,27</b>	<b>0,46</b>

A Figura 1 apresenta a representação gráfica dos resultados alcançados, em boxplots. Nota-se que os maiores desvios ocorreram, respectivamente, no teor de clorofila na população tolerante à seca e nos pesos fresco e seco na população tolerante ao encharcamento.



**Figura 1.** Boxplots dos indicadores fisiológicos (teor de clorofila, área foliar, peso fresco e peso seco da parte aérea) de capim setária em população selecionada para tolerância ao encharcamento, em população selecionada para tolerância à seca e em população recombinante não submetida a estresse.

Os aspectos visuais típicos das populações selecionadas para os desafios, respectivamente, de seca e encharcamento, estão mostrados na Figura 2. A população tolerante ao encharcamento teve nitidamente menor efeito adverso do estresse do que aquela tolerante à seca.



**Figura 2.** pecto visual típico das plantas selecionadas para tolerância à seca (esquerda) e tolerância ao encharcamento (direita).

## Conclusões

Existe variabilidade no germoplasma de capim setária para a seleção de populações com tolerância ao encharcamento e de populações com tolerância à seca.

A espécie apresenta tolerância mais evidente ao desafio por encharcamento, pela redução menos acentuada nos indicadores estudados e pelo maior número de indivíduos aptos a serem selecionados. Os efeitos negativos da seca são mais drásticos.

Os indicadores fisiológicos estudados mostraram-se adequados para quantificar as respostas da espécie aos dois desafios.

Espera-se que a inversão dos desafios de estresse possa gerar a primeira população com tolerância conjunta ao encharcamento e à seca.

## Agradecimentos

Trabalho realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

À Sebastião de Castro Evaristo e Mário Baesso Tristão pela colaboração.

## Referências

- BARUCH, Z. Responses to drought and flooding in tropical forage grasses. **Plant and Soil**, v. 164, p. 87-96, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00010115>.
- CARVALHO, J. O.; TOEBE, M.; TARTAGLIA, F. L.; BANDEIRA, C. T.; TAMBARA, A. L. Leaf area estimation from linear measurements in different ages of *Crotalaria juncea* plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 1851-1868, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170077>.
- FERREIRA, E. V. O.; NOVAIS, R. F.; MÉDICE, B. M.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R. Leaf total nitrogen as an indicator of nitrogen status for plantlets and young plants of eucalyptus clones. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 1127-1140, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140689>.

HARE, M. D.; THUMMASAENG, K.; SURIYAJANTRATONG, W.; WONGPICHET, K.; SAENGKHAM, M.; TATSAPONG, P.; KEWKUNYA, C.; BOONCHARERN, P. Pasture grass and legume evaluation on seasonally waterlogged and seasonally dry soils in Northeast Thailand. **Tropical Grasslands**, v. 33, p. 65-74, 1999.

JANK, L.; QUEENSBERRY, K. H.; SOLLENBERGER, L. E.; WOFFORD, D. S.; LYRENE, P. M. Selection of morphological traits to improve forage characteristics of *Setaria sphacelata* in Florida. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 1, p. 73-83, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288230709510284>.

LÓPEZ, G. A.; NUÑEZ, J. D.; AGUIRRE, L. T.; FLORES, E. M. Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. **Revista de investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 29, n. 2, p. 396-409, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14494>.

MAS, C. *Setaria sphacelata*: una gramínea a tener en cuenta. **Revista INIA**, n. 10, p. 33-36, 2007.

PASSOS, L. P. Solução nutritiva de Hoagland. In: PASSOS, L. P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1996. p. 101-105.

REYNO, R.; CANTO, J. do; REAL, D. Germplasm evaluation and frost tolerance improvement of *Setaria sphacelata* in Uruguay. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 22., 2013, Sydney. **Revitalising grasslands to sustain our communities**: proceedings. Orange: New South Wales Department of Primary Industries, 2013. p. 153-154.