



## FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM SORGO BIOENERGIA

Juan Camilo Rey Sandoval<sup>(1)</sup>; Leonardo Duarte Pimentel<sup>(2)</sup>; Angélica Fátima de Barros<sup>(1)</sup>; Adriana Milena Olaya Aguiar<sup>(3)</sup>; Vanessa Aparecido Baptista<sup>(1)</sup>; Evandro Marcos Biesdorf<sup>(1)</sup>.

### RESUMO

O nitrogênio (N), que é um dos elementos mais requeridos pela cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*), provém de fontes não renováveis e consome muita energia para ser produzido. Isso reduz a eficiência energética do biocombustível quando se considera toda a cadeia produtiva. Diversas gramíneas apresentam simbiose para fixação biológica de nitrogênio (FBN). Entretanto, isso ainda é pouco explorado na cultura do sorgo. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial de uso da FBN em sorgos destinados à produção de bioenergia (sorgo biomassa e sacarino). Para isso, foram avaliados três grupos de bactérias diazotróficas endófitas fixadoras de N (*Rhizobium spp*; *Azospirillum brasilense* e *Bradirhizobium spp*) em combinação com 3 doses dose de N (0, 50% e 100% da recomendação de adubação para a cultura). O experimento foi realizado em casa de vegetação e montado no delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 9x2x4, com 9 tratamentos (combinações de FBN e adubação mineral), 2 grupos de sorgo (biomassa e sacarino) e 4 repetições. Os cultivares utilizados foram BRS 511 (híbrido de sorgo sacarino) e BRS 716 (híbrido de sorgo biomassa). As sementes foram semeadas em vasos de 5L com substrato constituído por 50% de areia e 50% de argila, plantando-se cinco sementes por vaso e inoculando as sementes com as três bactérias diazotróficas endófitas, de acordo com os tratamentos. A fonte de nitrogênio mineral utilizada foi ureia. Aos 65 dias após a semeadura foram avaliados: a altura das plantas (AP), índice SPAD, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e volume de raiz (VR). Observou-se que a inoculação com as bactérias diazotróficas apresentaram efeito significativo no crescimento vegetativo do sorgo. Houve diferença entre as variedades (sorgo biomassa e sacarino) nas variáveis altura de plantas (AP), massa seca da raiz (MSR), volume de raiz (VR) e índice SPAD. A interação entre a dose de N e a inoculação da bactéria fixadora foi significativa, sendo que a metade da dose de N (3,0 g/vaso) associada à inoculação (independente da espécie de bactéria diazotrófica) promoveu maior ganho de MSPA, AP e MSR. Também, foi observada resposta diferenciada quanto à FBN para os tipos de sorgo biomassa e sacarino. Conclui-se que há efeito positivo da FBN em materiais de sorgo destinados à bioenergia quando inoculado com bactérias diazotróficas. O efeito da FBN (independentemente do tipo de bactéria) associado à 50% da dose de N promoveu maior crescimento vegetativo no sorgo do que 100% da dose de N mineral.

**Palavras-chave:** *Shorgum*; Bacterias fixadoras, nitrogênio, ureia.

- (1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa – Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa - MG - [juan.sandoval@ufv.br](mailto:juan.sandoval@ufv.br); [angelica.barros@ufv.br](mailto:angelica.barros@ufv.br); [vanessa.batista@ufv.br](mailto:vanessa.batista@ufv.br); [evandro.biesdorf@ufv.br](mailto:evandro.biesdorf@ufv.br)
- (2) Professor do Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa - Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa - MG – [leonardo.pimentel@ufv.br](mailto:leonardo.pimentel@ufv.br)
- (3) Estudante de Graduação do Programa de Engenharia Ambiental –Universidad Nacional Abierta y a Distancia – Rua 94 n° 9ª -26 San Simón Parte Baja, Ibagué, Tolima, Colômbia - [amolayaa@unad.edu.co](mailto:amolayaa@unad.edu.co)



## BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION IN BIOENERGY SORGHUM

Juan Camilo Rey Sandoval<sup>(1)</sup>; Leonardo Duarte Pimentel<sup>(2)</sup>; Angélica Fátima de Barros<sup>(1)</sup>; Adriana Milena Olaya Aguiar<sup>(3)</sup>; Vanessa Aparecido Baptista<sup>(1)</sup>; Evandro Marcos Biesdorf<sup>(1)</sup>.

### SUMMARY

Nitrogen (N), which is one of the elements more required by sorghum crop (*Sorghum bicolor*), comes from non-renewable sources and requires much energy to be produced. This reduces the energy efficiency of biofuel when considering the entire production chain. Several grasses present symbiosis for biological nitrogen fixation (BNF). However, this is still little explored in sorghum. In this sense, the objective of this study was to evaluate the potential use of BNF in sorghum for the production of bioenergy (biomass sorghum and saccharine). For this, were evaluated three groups of endophytic diazotrophic bacteria (*Rhizobium spp*; *Azospirillum brasilense* and *Bradirhizobium spp*) in combination with 3 dose levels of N (0, 50% and 100% of fertilizer recommendation for crop). The experiment was conducted in greenhouse and was in completely randomized design in a factorial 9x2x4, with 9 treatments (BNF combinations and mineral fertilizer), 2 sorghum groups (biomass and saccharine) and 4 replications. The cultivars used were BRS 511 (saccharine sorghum hybrid) and BRS 716 (hybrid sorghum biomass). The seeds were sown in 5L vases filled with soil conformed of 50% sand and 50% clay, by planting five seeds per vase and inoculating seeds with three fixing bacteria according treatments. The source of used mineral nitrogen was urea. After 65 days were evaluated: plant height (PH), SPAD index, shoot dry weight (SDW), root dry weight (RDW) and root volume (RV). It was observed that the inoculation with the fixing bacteria showed significant effect on the vegetative growth of sorghum. There were differences between the varieties (sorghum biomass and saccharine) in the variables height, Dry Root Mass, Volume Root and SPAD index. The interaction between the dose of N and inoculation of fixing bacteria was significant in half of the N dose (3.0 g / vase) with three species of bacteria promoted greater gain in SDM, PH and RDM. Also, it was observed differential response in BNF for the two sorghum groups (biomass and saccharine). It is concluded that there are positive effect of BNF in sorghum materials for bioenergy when inoculated with endophytic diazotrophic bacteria. The effect of BNF (regardless of the type of bacteria) associated with 50% of N dose promoted higher vegetative growth in sorghum than 100% of the mineral N dose.

**Key-words:** *Shorgum*; fixing bacteria, nitrogen, urea.

### INTRODUÇÃO

Os materiais de sorgo (*Sorghum bicolor*) destinados à produção de bioenergia são altamente eficientes no uso de insumos quando se considera a produção de biomassa *versus* a quantidade de insumo aplicado. Entretanto, o nitrogênio (N), que é um dos elementos mais requeridos pela cultura, provém de fontes não renováveis



e consome muita energia para ser produzido. Isso reduz a eficiência energética do biocombustível quando se considera toda a cadeia produtiva, uma vez que há demanda significativa de combustíveis fósseis para se produzir o N mineral aplicado via adubação.

O N corresponde à aproximadamente 80% dos gases da atmosfera, onde predomina a forma gasosa  $N_2$ . Porém, nesta forma, o N não está disponível para as plantas. O principal mecanismo natural pelo qual as plantas acessam o N atmosférico é via simbiose com as bactérias diazotróficas ou fixadoras de N, que são responsáveis pela transformação do  $N_2$  (gasoso) em  $NH_3$  (mineral) (DÖBEREINER, 1997).

Diversas gramíneas apresentam simbiose para fixação biológica de nitrogênio (FBN). Estudos têm demonstrado que as bactérias diazotróficas associativas podem contribuir com, pelo menos, 20 a 40% da quantidade de N requerida por diversos cereais através da FBN (CIVARDI et al., 2011; MULLER 2013), proporcionando reduções nos custos de produção. Na cultura da cana-de-açúcar, por exemplo, esta contribuição pode chegar a 60% do nitrogênio exigido pela cultura (SCHULTZ et al., 2012). Neste sentido, alguns autores têm verificado possibilidade de FBN na cultura do sorgo (SANTOS et al., 2010; VAZQUEZ et al., 2012; BOSSOLANI et al., 2014). Porém, em sorgo estes trabalhos são insipientes e ainda não há um claro entendimento sobre o potencial de uso da FBN. Considerando os materiais destinados à produção de bioenergia (sorgo sacarino e biomassa), estudos nesta linha são ainda mais escassos.

## OBJETIVOS

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial de uso da FBN em sorgos destinados à produção de bioenergia (sorgo biomassa e sacarino).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campo Experimental Diogo Alves de Melo da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, MG, latitude  $20^{\circ}45'$  Sul e longitude  $42^{\circ}55'$  Oeste, com altitude média de 690 m.

Foram avaliados três grupos de bactérias diazotróficas endófitas fixadoras de N (*Rhizobium spp*; *Azospirillum brasilense* e *Bradirhizobium spp*) em combinação com 3 doses dose de N (0, 50% e 100% da recomendação de adubação para a cultura). O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial  $9 \times 2 \times 4$ , com 9 tratamentos (combinações de FBN e adubação mineral), 2 grupos de sorgo (biomassa e sacarino) e 4 repetições (Tabela 1).

Os cultivares utilizados foram BRS 511 (híbrido de sorgo sacarino) e BRS 716 (híbrido de sorgo biomassa). As sementes foram semeadas em vasos de 5L com solo constituído por 50% de areia e 50% de argila, plantando-se cinco sementes por vaso e inoculando as sementes com as três bactérias diazotróficas endófitas fixadoras, de acordo com os tratamentos. A inoculação da semente com as bactérias fixadoras foi feita adicionando 10 ml do concentrado da bactéria em 1 kg de semente.

As adubações de plantio foram realizadas com objetivo de isolar o efeito do nitrogênio. Assim, foram aplicados 7,5 g/vaso de superfostato simples e 4,2 g/vaso





de cloreto de potássio em todos os tratamentos. Nos tratamentos que receberam N mineral, a fonte de nitrogênio utilizada foi ureia. As aplicações em cobertura com N, quando realizadas, foram realizadas aos 20 dias após a semeadura (DAS) colocando-se o adubo a 10 cm de profundidade.

**Tabela 1:** Tratamentos e dosagens utilizados no experimento realizado visando a possível Fixação Biológica de Nitrogênio em sorgo bioenergia.

Ref.	Tratamentos	Fonte de N	No plantio	Em cobertura
01	Testemunha	----	----	----
02	Dose de N (50%)	Ureia	3 g	----
03	Dose de N (100%)	Ureia	3 g	3 g
04	<i>Azospirillum b.</i>	Inoculante	10 ml	----
05	<i>Azosp.</i> + Dose de N (50%)	Inoculante + Ureia	10 ml	3 g
06	<i>Bradirhizobium spp</i>	Inoculante	10 ml	----
07	<i>Brad.</i> + Dose de N (50%)	Inoculante + Ureia	10 ml	3 g
08	<i>Rhizobium spp</i>	Inoculante	10 ml	----
09	<i>Rhiz.</i> + Dose de N (50%)	Inoculante + Ureia	10 ml	3 g

Dados: No plantio= gramas de ureia ou ml do concentrado de bactéria; Em cobertura= gramas de ureia fornecidas em cobertura aos 20 DAS.

Aos 65 dias após a semeadura foram avaliados: a altura de plantas (AP), índice SPAD, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), volume de raiz (VR) e massa seca total (MST). Para as análises estatísticas os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do programa ASSISTAT 7.7, versão beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

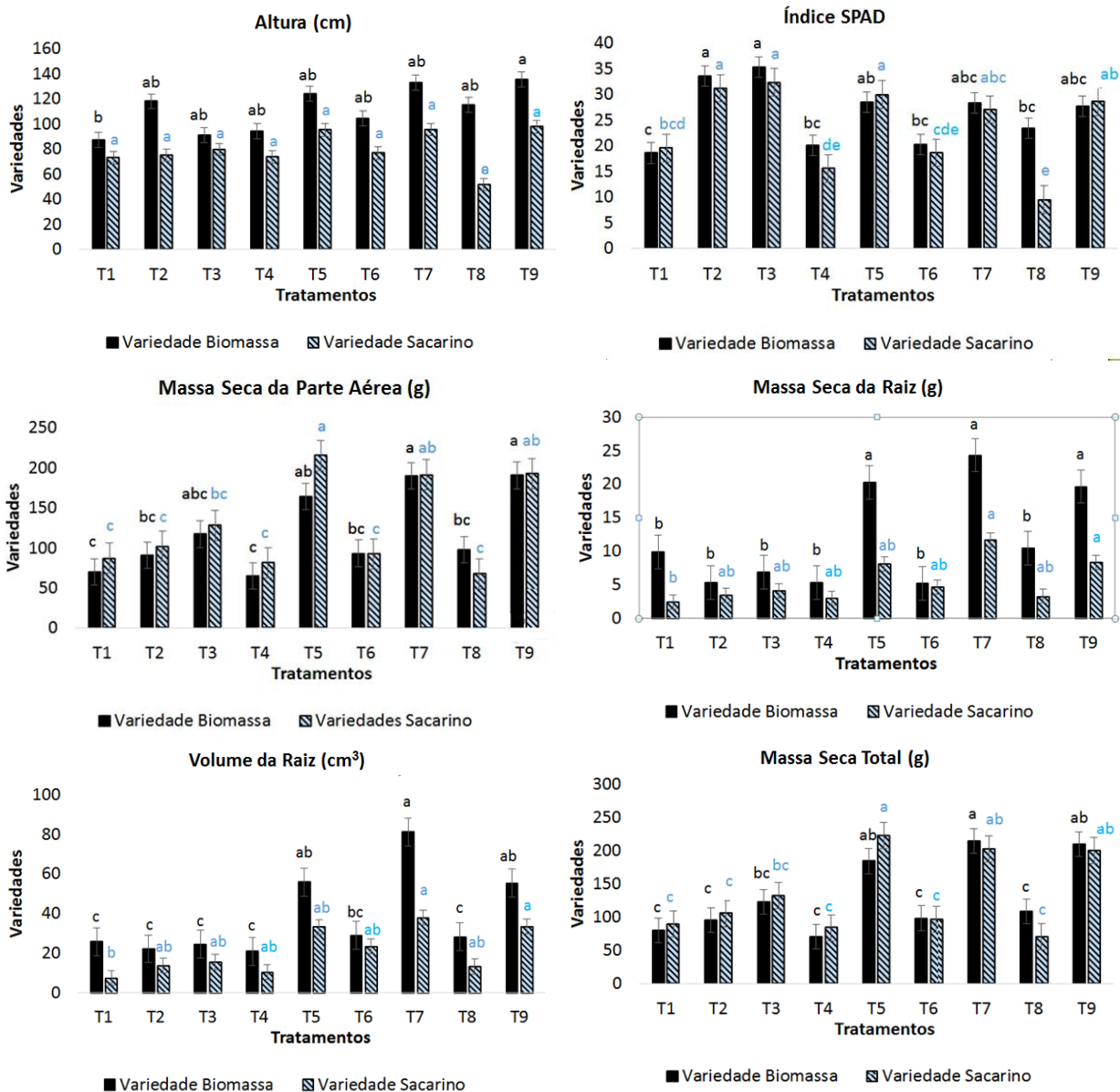
Observou-se que a inoculação com as bactérias diazotróficas apresentou efeito significativo no crescimento vegetativo do sorgo (Tabela 2; Figura 1). Houve diferença entre as variedades (sorgo biomassa e sacarino) nas variáveis Altura de Plantas, Massa Seca da Raiz, Volume da Raiz e Índice SPAD. A interação entre a dose de N e a inoculação da bactéria fixadora foi significativa, sendo que a metade da dose de N (3,0 g/vaso) junto as 3 espécies de bactérias promoveu maior ganho de MSA, Altura e MSR.

**Tabela 02:** Valores de F para altura das plantas (AP), índice SPAD, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), volume de raiz (VR) e massa seca total (MST) com a inoculação de bactérias diazotróficas e diferentes doses de N.

FV	GL	AP	SPAD	MSPA	MSR	VR	MST
Fornecimento de N (Fator 1)	8	8,87**	0,4 <sup>ns</sup>	19,11**	14,37**	0,3 <sup>ns</sup>	25,84**
Variedade (Fator 2)	1	42,2**	4,6**	1,25 <sup>ns</sup>	49,69**	5,6**	2,17 <sup>ns</sup>



Int. F1xF2	8	1,2 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	2,97 <sup>**</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	4.46 <sup>**</sup>
CV%		21,63	17,5	26,99	44,93	15,7	15,49



**Figura 1:** Médias para altura das plantas (AP), índice SPAD, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e volume de raiz (VR), com a inoculação de bactérias diazotróficas e diferentes doses de N.

## CONCLUSÕES

Foi observado efeito positivo da FBN em materiais de sorgo destinados à bioenergia quando inoculado com bactérias diazotróficas.

O efeito da FBN (independentemente do tipo de bactéria) associado à 50% da dose de N promoveu maior crescimento vegetativo no sorgo do que 100% da dose de N mineral.



Houve resposta diferenciada quanto à FBN para os tipos de sorgo biomassa e sacarino.



## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNARBE (FUNARPEC) e ao Departamento de Fitotecnia da UFV pelo financiamento do Programa Sorgo® e às agências de fomento CNPq, CAPES e FAPEMIG pela concessão das bolsas aos estudantes.

## LITERATURACITADA

- BOSSOLANI, J.W.; LAZARINI, E.; SOUZA, L. G. M.; OLIVEIRA, C. O.; RODRIGUES, V.A. Avaliação do sorgo sacarino em função de inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses de N em cobertura. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, V.10; N.19; 2014.
- CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. G.; BROD, E. Uréia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada aosolo no rendimento do milho. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 1 p. 52-59, 2011.
- DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. Soil Biology and Biochemistry, vol. 29, no.5, p. 771-774, 1997.
- MULLER, T. M.; Inoculação de *Azospirillum brasilense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho. Tese (Mestrado em Agronomia); 85f. Universidade Estadual do Centro-Oeste. 2013.
- SANTOS, C. L. R.; Efeito da Inoculação de Bactérias Diazotróficas em Sorgo Granífero, Forrageiro e Sacarino. 76 F. Tese (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2010.
- SCHULTZ, N.; MORAIS, R. F.; SILVA, J. A.; et al. Avaliação agrônômica de variedade de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, V.47, N.2, 2012.
- VAZQUEZ, G. H.; SILVA, M. R. R. da.; SOUSA, J. F. dos S.; MORAIS, B. F. de. Fontes de *Azospirillum brasilense* e Doses de Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Sorgo Granífero. Congresso Nacional De Milho e Sorgo, 29. Anais... Água deLindóia, p.1627-1633.2012.