



Congrega  
Urcamp 2016

13ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa

REVISTA DA JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA ISSN:1982-2960

## DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR INOCULADAS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS

### INITIAL DEVELOPMENT OF PRE-SPROUTED SEEDLINGS OF SUGARCANE INOCULATED WITH DIAZOTROPHIC BACTERIA

Ester Schiavon Matoso<sup>1</sup>, Edenara De Marco<sup>2</sup>, Cristiano Bellé<sup>3</sup>, Thainã Afonso Rodrigues<sup>4</sup>, Sergio Delmar dos Anjos<sup>5</sup> e Silva<sup>6</sup>

#### Resumo

Uma das opções viáveis para diminuir o custo de produção e o impacto ambiental dos cultivos, é diminuir o uso de adubos nitrogenados e auxiliar nos incrementos de produtividade, com a inoculação de bactérias diazotróficas. Uma das associações mais conhecidas é a que ocorre entre várias espécies de leguminosas e as bactérias do gênero *Rhizobium* e pode ser verificada através da formação de nódulos nas raízes. Mas já se sabe que, além das raízes das leguminosas, as bactérias fixadoras de nitrogênio endofíticas também atuam no interior de algumas plantas, como cana-de-açúcar, cereais e gramíneas forrageiras. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da inoculação de bactérias diazotróficas no desenvolvimento inicial de mudas de cana-de-açúcar, provenientes do sistema de mudas pré-brotadas. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Clima Temperado. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com nove repetições, sendo cada parcela representada por uma muda. Os fatores foram arrançados em um esquema bifatorial (6x2), onde foram testadas cinco espécies de bactérias diazotróficas (*Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Burkholderia tropica*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Azospirillum amazonense*) e duas cultivares de cana-de-açúcar (RB867517 e RB966928), além das testemunhas em que não foi realizada a inoculação de bactérias. Foram realizadas avaliações diárias do número de mudas brotadas até o 20º dia após o plantio, quando ocorreu a estabilização da brotação, para fins de cálculo da velocidade de brotação (VB) e do índice de velocidade de brotação (IVB). Em seguida foram procedidas contagens do número de folhas para avaliação do desenvolvimento inicial das mudas. Por fim, aos 30 dias após o plantio foi realizada uma única observação de enraizamento das mudas, onde se avaliou o volume (cm<sup>3</sup>) e a fitomassa seca das raízes. Para a variável VB, a RB867515 foi superior como testemunha, sem inoculação e quando inoculada com a bactéria *Azospirillum amazonense*. Dentro da cultivar RB966928, no entanto, a VB foi superior, quando inoculada com a bactéria *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Quanto ao IVB, a RB966928 quando inoculada com *Azospirillum amazonense* e *Burkholderia tropica*, superou a RB867515. Aos 22 dias após o plantio, observou-se um maior número de folhas, apenas na RB867515, quando inoculada com *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Nenhum dos tratamentos de inoculação superou a testemunha, em ambas as cultivares. Os mesmos resultados ocorreram na contagem feita aos 24 e 27 dias após o plantio. Em relação ao volume de raízes, a cultivar RB966928 foi superior à RB867515 em todos os tratamentos de inoculação, exceto quando utilizada a *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, onde não houve diferença entre as cultivares. Esse mesmo tratamento superou a testemunha da RB867515. Porém, o maior volume de raízes foi encontrado na RB966928, quando inoculada com a *Azospirillum amazonense*. Os mesmos resultados podem ser observados para a fitomassa seca das raízes.

**Palavras-chave:** *Saccharum*; fixação biológica de nitrogênio; substratos.

#### Abstract

One of the viable options to reduce the production cost and the environmental impact of crops, is to reduce the use of nitrogen fertilizers and assist in increased productivity, with inoculation of diazotrophs. One of the best

known is the association which occurs between various species of leguminous plants and bacteria of the genus *Rhizobium* and can be verified by forming nodules in the roots. But it is known that besides the roots of legumes, the endophytic nitrogen fixing bacteria also act within some plants, such as sugarcane, cereals and forage grasses. In view of this, the objective of this study was to evaluate the influence of inoculation diazotrophs in the initial development of sugarcane seedlings, from the pre-sprouted seedlings system. The research was developed at Embrapa Temperate Climate greenhouse. The experimental design was completely randomized with nine replicates, each parcel represented by a change. The factors were arranged in a factorial scheme (6x2), which were tested five species of nitrogen fixing (*Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Burkholderia tropica*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Azospirillum amazonense*) and two cultivars of sugarcane (RB867517 and RB966928), besides the treatments where bacterial inoculation was not performed. Daily evaluations were made of the number of sprouted seedlings until the 20th day after planting, when there was the stabilization of the shooting, for purposes of calculating the percentage of sprouting, the sprouting rate and budding speed index (IVB). Then they have been made to measurements of the number of sheets for evaluation of the initial development of the seedlings. Finally, 30 days after planting was carried out a single observation of rooting of seedlings, which evaluated the volume (cm<sup>3</sup>) and dry mass of roots. For a variable VB, the RB867515 was witness as superior, without inoculation and when inoculated with bacteria *Azospirillum Amazon*. Within the farming RB966928, not however, the VB was higher when inoculated with bacteria *Gluconacetobacter diazotrophicus*. As the IVB, the RB966928 when inoculated with *Amazon Azospirillum* and *Burkholderia tropica*, overcame the RB867515. At 22 days after planting, it was observed hum increased number of leaves, only in RB867515, when inoculated with *Gluconacetobacter diazotrophicus*. None of the inoculation treatments overcame a witness in both as cultivars. The same results occurred in the count made at 24 and 27 days after planting. In relation to the volume of roots to grow RB966928 was superior to RB867515 in all inoculation treatments, except using a *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, where no difference between how cultivars. This same treatment overcame a witness of RB867515. However, the higher volume of roots was found in RB966928, when inoculated with *Azospirillum Amazon*. The same results can be seen paragraph dry mass of roots.

**Keywords:** *Saccharum*; biological nitrogen fixation; substrates.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem grande importância devido à sua múltipla utilidade, podendo ser empregada *in natura*, sob a forma de forragem, para alimentação animal, ou como matéria prima para a fabricação de rapadura, melão, melado, aguardente, açúcar e álcool. Seus resíduos também têm grande importância econômica: o vinhoto é transformado em adubo e o bagaço em combustível (COUTO, 2013). A produção total de cana-de-açúcar destinada à indústria no Brasil, estimada para a safra 2015/16 é de 663,11 milhões de toneladas, com acréscimo de 4,5% em relação à safra 2014/15, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2015).

O uso de insumos agrícolas, como fertilizantes inorgânicos, no cultivo agrícola aumenta o custo de produção, causa interferência no meio ambiente, e cada vez mais se faz necessário o aumento da produtividade das culturas aliado a uma maior economia e à sustentabilidade dos sistemas agrícolas. A fixação do nitrogênio pela associação entre rizóbios e as plantas preenche esses requisitos. Uma das associações mais conhecidas é a que ocorre entre várias espécies de leguminosas e as bactérias do gênero *Rhizobium* e pode ser verificada através da formação de nódulos nas raízes. Mas já se sabe que, além das raízes das leguminosas, as bactérias fixadoras de nitrogênio endofíticas também atuam

no interior de algumas plantas, como cana-de-açúcar, cereais e gramíneas forrageiras (FILHO, 2015).

Uma das opções viáveis para diminuir o custo de produção e o impacto ambiental dos cultivos, é diminuir o uso dos adubos nitrogenados e auxiliar nos incrementos de produtividade, com a aplicação de bactérias diazotróficas. Estas possuem a habilidade da fixação biológica do nitrogênio (FBN) (REIS JUNIOR et al., 2000), além de produzirem reguladores vegetais, como as auxinas (MIRZA et al., 2001), atuarem como solubilizadores de fosfato (SONG et al., 2008) e auxiliarem na ação contra patógenos (ARENCEBIA et al., 2006).

Além de rizóbios, as bactérias do gênero *Burkholderia* também têm sido testadas quanto à promoção de crescimento de plantas (CABALLERO-MELLADO, et al, 2007). Assim como organismos do gênero *Azospirillum*, que favorecem o crescimento vegetal, principalmente pela síntese de auxinas (SANTI et al., 2012) e a *Gluconacetobacter diazotrophicus* (GILLIS et al., 1989; YAMADA et al., 1998), a qual se tornou uma importante bactéria na explicação de eventos de fixação de nitrogênio em cana-de-açúcar. No entanto, se sabe que as respostas da cultura à inoculação dependem do genótipo utilizado (SCHULTZ et al., 2012; URQUIAGA et al., 2012) e costumam ser mais frequentes em solos de média e baixa fertilidade (OLIVEIRA et al., 2006; GOSAL et al., 2012).

O cultivo da cana-de-açúcar com mudas pré-brotadas (LANDELL et al., 2013) tem permitido a redução do volume gasto de colmos, pois proporciona uma alta taxa de multiplicação. Além disso, aumenta a sanidade das mudas e da uniformidade do plantio, com a escolha de gemas não deterioradas e livres de patógenos. Contudo, por ter sido proposto há pouco tempo, ainda há muito que se estudar a respeito dessa tecnologia, especialmente quanto ao comportamento das mudas frente à inoculação com bactérias diazotróficas (GÍRIO et. al., 2015).

Assim, o objetivo foi avaliar a influência da inoculação de bactérias diazotróficas no desenvolvimento inicial de mudas de cana-de-açúcar, provenientes do sistema de mudas pré-brotadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com nove repetições, sendo cada parcela representada por uma muda. Os fatores foram arranjados em um esquema bifatorial (6x2), com o objetivo de avaliar o efeito de cinco espécies de bactérias diazotróficas, além da

testemunha em que não foi efetuada a inoculação, no desenvolvimento de mudas de duas cultivares de cana-de-açúcar (RB867515 e RB966928).

As mudas foram obtidas pelo sistema de multiplicação de mudas pré-brotadas (MPB), adaptado de Landell et al. (2013). Antecipando o plantio dos toletes foi procedido o tratamento com fungicida a base de piraclostrobina, durante três minutos imersos em calda. Depois de retirados dessa calda e devidamente escorridos, os toletes foram imersos em solução bacteriana por 30 minutos para fins de inoculação.

As espécies de bactérias utilizadas foram *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Burkholderia tropica*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Azospirillum amazonense*. As mesmas se encontravam em meios sólidos de turfa, os quais foram diluídos, separadamente, em 10 litros de água cada.

Em seguida, os toletes tratados e inoculados foram dispostos em tubetes de 180 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato estéril (Turfa Fértil). Esses foram alocados em bandejas e levados à casa de vegetação, na qual foi mantida a 25°C durante todo o desenvolvimento do trabalho. A irrigação foi feita através de microaspersores, durante 10 minutos, duas vezes ao dia.

Foram realizadas avaliações diárias do número de mudas brotadas até o 20º dia após o plantio (DAP), quando ocorreu a estabilização da brotação, para fins de cálculo da porcentagem de brotação, da velocidade de brotação (VB) e do índice de velocidade de brotação (IVB). O índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962), aqui denominado de índice de velocidade de brotação, foi determinado conforme a seguinte equação:  $IVB = (B1/N1 + B2/N2 + B3/N3 + \dots + Bn/Nn)$ , em que Bn é o número de brotações computadas nas “n” contagens e Nn é o número de dias do plantio das gemas até as “n” contagens. A velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962), aqui denominada velocidade de brotação foi determinada através da equação:  $VE = [(N1 \cdot G1) + (N2 \cdot G2) + \dots + (Nn \cdot Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn)$ , em que: VE = velocidade de emergência (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da semeadura a cada contagem.

Em seguida foram procedidas contagens do número de folhas para avaliação do desenvolvimento inicial das mudas aos 22, 24 e 27 DAP. Por fim, aos 30 DAP foi realizada uma única avaliação de enraizamento das mudas, em que foi avaliado o volume (cm<sup>3</sup>) e a fitomassa seca (g) das raízes.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, à homocedasticidade pelo teste de Hartley e a independência dos resíduos foi verificada graficamente. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e em caso de significância estatística compararam-se o efeito das cultivares pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ) e das

espécies de bactérias pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e pelo teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ) comparando com a testemunha (sem inoculação).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados observou-se que houve interação entre os fatores cultivar e espécie de bactéria diazotrófica em todas as variáveis avaliadas durante o desenvolvimento do trabalho.

Pode-se observar ainda, que a velocidade de brotação foi superior na cultivar RB867515 quando utilizada como testemunha, sem inoculação e quando inoculada com a bactéria *Azospirillum amazonense*. Já o inverso ocorreu com a cultivar RB966928, que foi superior quando inoculada com as demais espécies (Tabela 1).

E quando comparando as espécies dentro de cada cultivar, pode-se observar que para a RB867515 a velocidade de brotação foi superior na testemunha, assim como quando inoculada com a bactéria *Azospirillum amazonense*. Dentro da cultivar RB966928, no entanto, a velocidade de emergência foi superior, quando inoculada com a bactéria *Gluconacetobacter diazotrophicus* que diferiu estatisticamente de todos os demais tratamentos, inclusive da testemunha.

Quanto ao índice de velocidade de brotação, a RB966928 quando inoculada com *Azospirillum amazonense* e *Burkholderia tropica*, superou a RB867515. Entretanto, o contrário ocorreu quando as mesmas cultivares foram inoculadas com as demais espécies de bactérias. Na primeira cultivar, nenhum tratamento de inoculação superou a testemunha. Entretanto, na segunda, o IVB foi superior à testemunha no tratamento de inoculação da *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Resultados semelhantes com a inoculação de espécie diazotrófica já foram observados por Suman et al. (2005), estes autores inocularam isoladamente *G. diazotrophicus* na cultivar CoSe92423 e também obtiveram aumentos significativos da percentagem de germinação. Como o plantio de cana-de-açúcar hoje preconiza a utilização de mudas pré- brotadas (LANDELL et al., 2013), esta modificação na velocidade de obtenção de mudas é desejável, e a estirpe foi capaz de acelerar este processo quando comparada às outras.

A influência da inoculação individual das espécies na brotação de mudas de cana também foi avaliada por Chaves et. al. (2015), com a utilização das cultivares RB867515 e IACSP95-5000, os autores encontraram os maiores índices para a inoculação com *Herbaspirillum rubrisubalbicans*.

Contudo, no presente trabalho, ambas as cultivares apresentaram as menores velocidades de brotação e também os menores índices de velocidade de brotação quando inoculadas com a espécie *Herbaspirillum seropedicae*. Efeito negativo da inoculação nestes índices brotação das plantas de cana-de-açúcar quando inoculadas com *Herbaspirillum* spp. também foram observados por Oliveira et al. (2002).

**Tabela 1.** Velocidade de Brotação Índice de Velocidade de Brotação (IVB) de mudas de cana-de-açúcar em função das cultivares e das espécies de bactérias diazotróficas. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Espécie	VB		IVB	
	RB966928	RB867515	RB966928	RB867515
Testemunha sem inoculação	13,43	15,02	3,79	3,54
<i>Azospirillum amazonense</i>	13,56 dB *	14,15 aA *	2,96 cA *	3,52 cB *
<i>Burkholderia tropica</i>	13,86 bA *	13,55 bB *	3,10 bA *	3,04 dB *
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	15,24 aA *	13,20 dB *	2,91 dB *	3,85 aA *
<i>Herbaspirillum rubrisubalbicans</i>	13,58 cA *	13,41 cB *	3,29 aB *	3,56 bA *
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	13,43 eA *	13,09 eB *	2,31 eB *	2,82 eA *

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Tukey comparando as espécies, dentro de cada cultivar e pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ) comparando as cultivares dentro de cada espécie. \*.ns Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) comparando com a testemunha (Sem inoculação).

Foram realizadas contagens do número de folhas no decorrer de uma semana para fins de avaliação do crescimento das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar inoculadas com as estirpes de bactérias promotoras de crescimento.

Pode-se verificar nos resultados da primeira contagem, aos 22 dias após o plantio dos minitoletes (Tabela 2), que as cultivares não apresentaram muitas diferenças entre si, apenas observou-se um maior número de folhas na RB867515 quando inoculada com *Gluconacetobacter diazotrophicus*, comparando a mesma com a RB966928.

Já quando a comparação foi feita em relação às espécies de bactérias dentro de cada cultivar, na RB966928 a *Burkholderia tropica*, assim como as bactérias do gênero *Herbaspirillum* superaram as demais. Na RB867515, no entanto, não houve diferença entre as espécies.

Nenhum dos tratamentos de inoculação superou a testemunha, em ambas as cultivares. Os mesmo resultados ocorreram na contagem feita aos 24 e também aos 27 dias após o plantio.

**Tabela 2.** Número de folhas de mudas de cana-de-açúcar aos 22, 24 e 27 dias após o plantio em função das cultivares e das espécies de bactérias diazotróficas. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Espécie	Cultivar
---------	----------

	RB966928	RB867515
22 dias após o plantio		
Testemunha sem inoculação	1,11	0,77
<i>Azospirillum amazonense</i>	0,89 bA ns	0,56 aA ns
<i>Burkholderia tropica</i>	1,67 aA ns	1 aA ns
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	0,44 bB ns	1,44 aA ns
<i>Herbaspirillum rubrisubalbicans</i>	1,11 abA ns	0,67 aA ns
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	1,11 abA ns	1,22 aA ns
24 dias após o plantio		
Testemunha sem inoculação	1,44	1,00
<i>Azospirillum amazonense</i>	1,11 aA ns	1,11 aA ns
<i>Burkholderia tropica</i>	1,56 aA ns	1,89 aA ns
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	0,67 aB ns	1,67 aA ns
<i>Herbaspirillum rubrisubalbicans</i>	1,89 aA ns	1,44 aA ns
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	1,33 aA ns	1,89 aA ns
27 dias após o plantio		
Testemunha sem inoculação	2,11	1,78
<i>Azospirillum amazonense</i>	1,33 aA ns	1,00 aA ns
<i>Burkholderia tropica</i>	2,00 aA ns	2,00 aA ns
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	1,56 aB ns	2,33 aA ns
<i>Herbaspirillum rubrisubalbicans</i>	2,00 aA ns	1,56 aA ns
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	1,56 aA ns	2,44 aA ns

<sup>1d</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Tukey comparando as espécies, dentro de cada cultivar e pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ) comparando as cultivares dentro de cada espécie. \*<sup>ns</sup> Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) comparando com a testemunha (Sem inoculação).

Em relação ao volume de raízes (Tabela 3), a cultivar RB966928 foi superior à RB867515 em todos os tratamentos de inoculação, com exceção de quando utilizada a espécie *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, que não houve diferença entre as cultivares. Esse mesmo tratamento superou a testemunha da RB867515. No entanto, o maior volume de raízes foi encontrado na RB966928, quando inoculada com a *Azospirillum amazonense*. Os mesmos resultados podem ser observados para a fitomassa seca das raízes. Este acúmulo de biomassa durante os 30 dias de ensaio evidenciou que a cultivar RB867515 mantém uma proporção de massa seca de parte aérea maior que de raízes, enquanto a RB966928 emite mais raízes.

**Tabela 3.** Volume (cm<sup>3</sup>) e fitomassa seca (g) de raízes de mudas de cana-de-açúcar em função das cultivares e das espécies de bactérias diazotróficas. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Espécie	Volume (cm <sup>3</sup> )		Fitomassa seca (g)	
	RB966928	RB867515	RB966928	RB867515
Testemunha sem inoculação	4,00	2,00	0,40	0,06
<i>Azospirillum amazonense</i>	9,67 aA *	1,33 abB ns	1,33 aA *	0,13 abB ns
<i>Burkholderia tropica</i>	7,33 aA ns	0 bB ns	1,04 aA ns	0 bB ns
<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	6,33 aA ns	0 bB ns	0,89 aA ns	0 bB ns

<i>Herbaspirillum rubrisubalbicans</i>	5,00 aA ns	3,33 aA ns	1,02 aA ns	0,65 aA *
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	4,00 aA ns	0 bB ns	0,65 aA ns	0 bB ns

<sup>14</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, respectivamente, pelo teste de Tukey comparando as espécies, dentro de cada cultivar e pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ) comparando as cultivares dentro de cada espécie. \*.ns Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) comparando com a testemunha (Sem inoculação).

Outros autores já obtiveram ganhos significativos de biomassa em cana-de-açúcar com a inoculação individual de estirpes diazotróficas, Marques Junior et al. (2008) inocularam *H. seropedicae* em minitoletes da cv. RB72454 e observaram aumento significativo de matéria seca de raiz e parte aérea após 45 dias de cultivo em casa de vegetação. Nesta mesma situação, Oliveira et al. (2002) inocularam *G. diazotrophicus* em plantas micropropagadas da cv. SP 70-1143 e obtiveram incremento significativo de biomassa. Estes resultados são evidências de que a inoculação de uma única estirpe na cana-de-açúcar pode ser suficiente para a obtenção de incrementos significativos de biomassa.

Os efeitos positivos da inoculação de algumas estirpes de bactérias no crescimento das plantas podem estar associados ao processo de FBN, à síntese de hormônios de crescimento produzidos pelas bactérias ou mesmo a um efeito sinérgico destes fatores atuando nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Segundo Bashan e Holguin (1997), os fitohormônios, principalmente o ácido indol-acético (AIA) excretados por *Azospirillum*, desempenham papel essencial na promoção de crescimento das plantas em geral.

Na Índia, Suman et al. (2005) estudou o efeito da inoculação de seis estirpes de *G. diazotrophicus* associadas a três doses de nitrogênio na cultivar CoSe92423 e observaram significativo acúmulo de fitomassa seca total nos tratamentos inoculados com as estirpes IS100, IS113 e IS120 na maior dose de nitrogênio, concluindo que além da interação planta-bactéria, a dose do nitrogênio aplicada afeta a resposta à inoculação. Estudos de inoculação desenvolvidos por Govindarajan et al. (2006), onde a inoculação de *Burkholderia vietnamiensis* estirpe MG43 promoveu ganhos de produtividade de 20 e 19% nas cultivares Co86032 e Co86027, respectivamente, sendo esta estirpe mais eficiente que outras inoculadas.

Mesmo sendo observadas variações entre respostas e as interações entre bactérias e genótipos de cana-de-açúcar, diversos grupos de bactérias têm demonstrado contribuição significativa quando inoculadas, seja pela capacidade de fixar N ou por outros benefícios como promoção do crescimento. Novos estudos devem ser direcionados para a obtenção de respostas à inoculação nas principais variedades cultivadas no Brasil.

## CONCLUSÕES

Diferentes respostas à inoculação foram observadas entre as cultivares e também entre as espécies de bactérias diazotróficas.

A inoculação das espécies individuais é promissora no desenvolvimento inicial de mudas pré-brotadas das cultivares RB867515 e RB966928.

## REFERÊNCIAS

ARENCIBIA, A. D.; VINAGRE, F.; ESTEVEZ, Y.; BERNAL, A.; PEREZ, J.; CAVALCANTI, J.; SANTANA, I.; HEMERLY, A. S. *Gluconacetobacter diazotrophicus* Elicits a Sugarcane Defense Response Against a Pathogenic Bacteria *Xanthomonas albilineans*. **Plant Signaling & Behavior**, v.1, n.5, p.265-273, 2006.

BASHAN, Y. & HOLGUIM, G. *Azospirillum*-planta relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 43, p. 103-121, 1997.

CABALLERO, M. J.; ONOFRE L. J.; ESTRADA, D. L. S. P.; MARTÍNEZ, A. L. The tomato rhizosphere, an environment rich in nitrogen-fixing *Burkholderia* species with capabilities of interest for agriculture and bioremediation. **Applied and Environmental Microbiology** 73: 5308-5319, 2007.

CHAPOLA, R.G.; CRUZ, J.A.; NUNES, I.K.; FERNANDES JÚNIOR, A.R. **Censo varietal 2012**. Araras: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético, Universidade Federal de Goiás, 2013. 55p.

CHAVES, V. A.; SANTOS, S. G. dos; SCHULTZ, N.; PEREIRA, W.; SOUSA, J. S.; MONTEIRO, R. C.; REIS, V. M. Desenvolvimento inicial de duas variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39:1595-1602, 2015.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-açúcar**. v.2 Safra 2015/16.

COUTO, S. **A Importância da cana-de-açúcar no Brasil**. Grupo de Mecatrônica da USP, São Paulo, 2013.

GÍRIO, L. A. da S.; DIAS, F. L. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N; BOLONHEZI, D; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.1, p.33-43, jan. 2015.

GOSAL, S.K.; KALIA, A.; UPPAL, S.K.; KUMAR, R.; WALIA, S.S.; SINGH, K.; SINGH, H. Assessing the benefits of Azotobacter bacterization in sugarcane: a field appraisal. **Sugar Tech**, v.14, p.61-67, 2012.

GOVINDARAJAN, M.; BALANDREAU, J.; MUTHUKUMARASAMY, R.; REVATHI, G.; LAKSHMINARASIMHAN, C. Improved yield of micropropagated sugar cane following inoculation by endophytic *Burkholderia vietnamiensis*. **Plant and Soil**, v. 280, p. 239–252, 2006.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, J. R.; KANTHACK, R. A. D.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. **Documentos IAC**, v. 109, 16 p., 2013.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MARQUES JÚNIOR, R. B.; CANELLAS, L. P.; SILVA, L. G. da; OLIVARES, F. L. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1121-1128, 2008.

MIRZA, M. S.; AHMAD, W.; LATIF, F.; HAURAT, J.; BALLY, R.; NORMAND, P.;MALIK, K. A. Isolation, partial characterization, and the effect of plant rowth promoting bacteria (PGPB) on micro-propagated sugarcane in vitro. **Plant and Soil**, v. 237, n. 1, p.47-54, 2001.

OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; DOBEREINER, J.; BALDANI, J. I. The effect of inoculating endophytic N<sub>2</sub> –fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. **Plant and soil**, v. 242, p. 205-215, 2002.

OLIVEIRA, A.L.M. de; CANUTO, E. de L.; URQUIAGA, S.; REIS, V.M.; BALDANI, J.I. Yield of micropropagated sugarcane varieties in different soil types following inoculation with diazotrophic bacteria. **Plant and Soil**, v.284, p.23-32, 2006.

REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, L. G.; REIS, V. M.; DOBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 5, p.985-994, 2000.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; MARTIN, T. N.; PIRES, J. L.; DELLA FLORA, L. P.; BASSO, C. J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1346-1357, 2012.

SCHULTZ, N.; MORAIS, R.F. de; SILVA, J.A. da; BAPTISTA, R.B.; OLIVEIRA, R.P.; LEITE, J.M.; PEREIRA, W.; CARNEIRO JÚNIOR, J. de B.; ALVES, B.J.R.; BALDANI, J.I.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S.; REIS, V.M. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.261-268, 2012.

SONG Y.;CHEON S. A.; LEE K. E.; LEE S. Y.; LEE B. K.; OH D. B.; KANG H. A.; KIM J. Y. Role of the RAM Network in Cell Polarity and Hyphal Morphogenesis in *Candida albicans*. **Molecular biology of the cell**. 2008. Online ISSN: 1939-4586.

SUMAN, A.; GAUR, A.; SHRIVASTAVA, A. K.; YADAV, R. L. Improving sugarcane growth and nutrient uptake by inoculating *Gluconacetobacter diazotrophicus*. **Plant Growth Regulation**, v. 47, p. 155–162, 2005.

URQUIAGA, S.; XAVIER, R.P.; MORAIS, R.F. de; BATISTA, R.B.; SCHULTZ, N.; LEITE, J.M.; SÁ, J.M. e; BARBOSA, K.P.; RESENDE, A.S. de; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Evidence from field nitrogen balance and  $^{15}\text{N}$  natural abundance data for the contribution of biological  $\text{N}_2$  fixation to Brazilian sugarcane varieties. **Plant and Soil**, v.356, p.5-21, 2012.