



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

***CAMPUS CHAPECÓ***

**CURSO DE AGRONOMIA**

**FABIO JUNIOR CAPELESSO**

**HABILIDADE COMPETITIVA DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
INOCULADAS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS FIXADORAS DE  
NITROGÊNIO**

**CHAPECÓ**

**2017**

**FABIO JUNIOR CAPELESSO**

**HABILIDADE COMPETITIVA DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
INOCULADAS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS FIXADORAS DE  
NITROGÊNIO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

**Orientador:** Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

**CHAPECÓ**

**2017**

**PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas**

Capelesso, Fabio Junior

Habilidade competitiva de cultivares de  
cana-de-açúcar inoculadas com bactérias fixadoras de  
nitrogênio/ Fabio Junior Capelesso. -- 2017.

51 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia , Chapecó, SC, 2017.

1. Digitaria horizontalis. 2. Fixação biológica de  
nitrogênio. 3. RB92579. 4. RB867515. I. Tironi, Prof.  
Dr. Siumar Pedro, orient. II. Universidade Federal da  
Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FABIO JUNIOR CAPELESSO

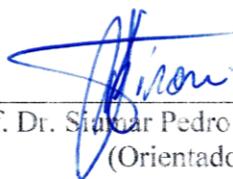
HABILIDADE COMPETITIVA DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
INOCULADAS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS FIXADORAS DE  
NITROGÊNIO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para  
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

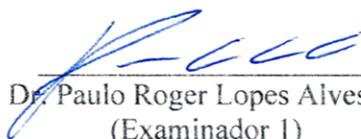
Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:  
21 / 07 / 2017.

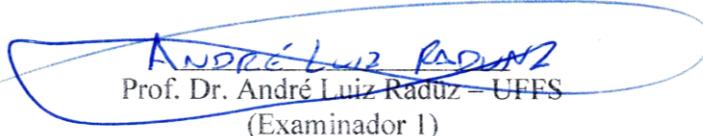
BANCA EXAMIONADORA



Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi – UFFS  
(Orientador)



Prof. Dr. Paulo Roger Lopes Alves – UFFS  
(Examinador 1)



Prof. Dr. André Luiz Raduiz – UFFS  
(Examinador 1)

Ao meu irmão Jacson Joel Capelesso pela dedicação, compreensão, amor, atenção e contribuição ao longo desta jornada e de toda minha vida.

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus por proporcionar esta oportunidade.

Ao meu irmão Jacson Joel Capelesso pelo amor, incentivo e apoio incondicional, pelas oportunidades de estudo, não medindo esforços para a realização desta conquista. Muito obrigado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi, pela orientação, apoio, confiança e amizade construída durante a elaboração deste e dos demais trabalhos realizados. Suas orientações e correções foram essenciais para realização de todos os projetos compartilhados!

Aos meus amigos, Eduardo Dedonatti, Debora Munaretto, Gian Girardi, Rafael Dal Bosco Ducatti pela amizade, pelos bons momentos vividos e pela parceria em todos os projetos realizados em conjunto. Muito obrigada pelo apoio!

Aos familiares, amigos e colegas, que de alguma maneira foram importantes para conclusão desta etapa.

## RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pode estabelecer associação com bactérias diazotróficas, essas que promovem o crescimento da cultura através da fixação de N e produção de compostos, tais como alguns fitormônios. Com isso, objetivou-se avaliar a habilidade competitiva da cana-de-açúcar inoculada com bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio em relação às espécies daninhas. Foram conduzidos dois experimentos, um com a cultivar RB92579 e outro com a RB867515. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por um fatorial 2 x 4. O primeiro fator foi composto pela inoculação ou não das gemas de cana-de-açúcar com a mistura das cepas de algumas bactérias (*Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Azospirillum azonense*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Burkholderia tropica*), o segundo pela convivência da cultura com as espécies infestantes (*Digitaria horizontalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Bidens pilosa* e livre de infestação). As cepas das bactérias foram inoculadas nos microtoletes das cultivares, conforme os tratamentos, posteriormente foi realizado o plantio das mesmas em vasos de 16 dm<sup>3</sup> preenchidos com solo (Latossolo Vermelho). As espécies infestantes foram transplantadas (5 plantas por vaso) no momento da emergência da cultura. Aos 35, 50, 65, 80 dias após a emergência das plantas foram realizadas avaliações da estatura, número de folhas, número de perfilhos, diâmetro de caule, área foliar e teor de clorofila e teor de nitrogênio foliar. Na última avaliação foram quantificadas as seguintes variáveis da cultura e das espécies daninhas: massa seca da parte aérea, volume do sistema radicular, comprimento do sistema radicular e massa seca do sistema radicular. A inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio não apresentou contribuições significativas para a cultura, contribuindo somente no crescimento em altura da cultura. As espécies infestantes comprometeram o desenvolvimento da cana-de-açúcar, interferindo no acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea e radicular e também no volume de raízes, sendo *Digitaria horizontalis* a espécie que causa maior interferência negativa. A inoculação de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio não contribuiu para a habilidade competitiva da cultura da cana-de-açúcar.

Palavras Chave: *Digitaria horizontalis*. Fixação biológica de nitrogênio. RB92579. RB867515.

## ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum spp.*) can establish association with diazotrophic bacteria, which promotes the growth of the crop through N fixation and the production of compounds, such as some phytohormones. The aim with this study was to evaluate the competitive ability of sugarcane inoculated of diazotrophic nitrogen fixation in relation to weeds. Two experiments were carried out, one with cultivar RB92579 and one with RB867515. A completely randomized experimental design, with four replicates, was used. The treatments were composed of a 2 x 4 factorial. The first factor was related to the inoculation, or not, of sugarcane buds with a mixture of strains of some bacteria (*Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Azospirillumam azonense*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* and *Burkholderia tropica*), and the second factor was related to the coexistence of the crop with weeds (*Digitaria horizontalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Bidens pilosa* and free of infestation). The strains of the bacteria were inoculated in the micro-cuts of the cultivars, according to the treatments, followed by their planting in pots of 12 dm<sup>3</sup> filled with amended soil (Red Latosol). The weeds were transplanted (5 plants per pot) at the time of sugarcane emergence. At 35, 50, 65 and 80 days after sugarcane emergence the plant size, number of leaves, number of tillers, stem diameter, leaf area, leaf chlorophyll content and leaf nitrogen content were assessed. In the last day of assessment, the shoot mass, root system volume, root system length and dry mass of the root system were assessed for the sugarcane and weed plants. The inoculation with nitrogen-fixing bacteria did not present significant contributions in the development of the crop, contributing only to the growth in height. Weed species negatively affected the development of sugarcane, interfering in the accumulation of root- and shoot-dry matter mass and also in the volume of roots. *Digitaria horizontalis* was the species that caused the greater negative effect. The inoculation of diazotrophic nitrogen-fixing bacteria does not contribute to the competitive ability of sugarcane.

Keywords: *Digitaria horizontalis*. Biological fixation of nitrogen. RB92579. RB867515.

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Toletes de cana-de-açúcar com gema unitária (esquerda) e inoculação de toletes de cana-de-açúcar com bactérias fixadoras de nitrogênio (direita) .....	22
Fotografia 2 – Estabelecimento da cultura da cana-de-açúcar e das plantas daninhas nos vasos .....	23
Fotografia 3 – Vista dos vasos com cana-de-açúcar sem competição e em competição com diferentes espécies daninhas, aos 80 dias após a emergência .....	24
Fotografia 4 – Comparação visual do sistema radicular de plantas, cultivar RB867525, aos 80 dias após a emergência sem competição (A) e em convivência com <i>Bides pilosa</i> (B), <i>Amaranthus retroflexus</i> (C) e <i>Digitaria horizontalis</i> (D) .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura (cm) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	26
Tabela 2 - Número de folhas por plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	26
Tabela 3 - Diâmetro de colmos (mm) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 65 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	27
Tabela 4 - Diâmetro de colmos (mm) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 35, 50 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	28
Tabela 5 - Número de perfilhos e teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, em diferentes épocas de avaliação (dias após a emergência – DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	29
Tabela 6 - Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 65 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	30
Tabela 7 - Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 35, 50 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	31
Tabela 8 - Teor de nitrogênio foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ), massa seca da parte aérea - MSPAC ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) e massa seca do sistema radicular - MSSRC ( $\text{g planta}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	32
Tabela 9 - Volume de raízes ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ ) de plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	34
Tabela 10 - Massa seca da parte aérea das espécies daninhas - MSPAED ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515, aos 80 dias após a emergência	

(DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	34
Tabela 11 - Volume do sistema radicular das espécies daninhas ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ ) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	35
Tabela 12 - Massa seca do sistema radicular das espécies daninhas - MSSRED ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	36
Tabela 13 - Número de folhas por plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	37
Tabela 14 - Altura de plantas (cm) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	38
Tabela 15 - Diâmetro de colmos (cm) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	39
Tabela 16 - Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$ ) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	39
Tabela 17 - Número de perfilhos por planta de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	40
Tabela 18 - Teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) e teor de nitrogênio das folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 65 e 80 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .	41
Tabela 19 - Teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	42

Tabela 20 - Massa seca da parte aérea da cana-de-açúcar - MSPAC (g vaso <sup>-1</sup> ), cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	42
Tabela 21 - Volume do sistema radicular das plantas de cana-de-açúcar (cm <sup>3</sup> vaso <sup>-1</sup> ), cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	43
Tabela 22 - Massa seca do sistema radicular da cana-de-açúcar - MSSRC (g vaso <sup>-1</sup> ), cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	44
Tabela 23 - Massa seca da parte aérea das espécies daninhas - MSPAED (g vaso <sup>-1</sup> ) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	44
Tabela 24 - Volume do sistema radicular das espécies daninhas (cm <sup>3</sup> vaso <sup>-1</sup> ), que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio .....	45
Tabela 25 - Massa seca do sistema radicular das espécies daninhas - MSSRED (g vaso <sup>-1</sup> ) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio.....	46

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
3.1	A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	16
3.2	INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	17
3.3	BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO.....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>25</b>
5.1	CULTIVAR RB867515 .....	25
5.2	CULTIVAR RB92579 .....	36
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, sendo cultivada em praticamente todas as regiões, com área colhida de 9.049,2 mil hectares na safra 2016/2017 (CONAB, 2017). A região sudeste concentra maior produção da cultura. O Estado de Santa Catarina apresenta baixa produção de cana-de-açúcar (CONAB, 2017), esta que pode ser uma importante cultura para a produção de forragem para alimentação animal no período de escassez de alimentos (inverno) e para a produção de açúcar, bioenergia (biomassa e álcool), aguardente, rapadura entre outros produtos. Quando bem manejada, a cana-de-açúcar, pode produzir grande quantidade de matéria verde, com produtividade de mais de 120 toneladas por hectare (PROCÓPIO et al., 2011).

Um dos fatores de maior limitação da produtividade da cana-de-açúcar é a interferência causada pelas plantas daninhas, essas que competem com a cultura pelos recursos ambientais limitados, que além de reduzir a produtividade pode reduzir a vida útil do canavial e a qualidade de colmos (PROCÓPIO et al., 2010). Um dos principais recursos limitantes nas lavouras de cana-de-açúcar são os nutrientes, encontrados em pequenas quantidades, na forma disponível, nos solos tropicais e subtropicais (KUVA et al., 2003). Desse modo pode-se concluir que qualquer prática cultural que possa aumentar a capacidade de desenvolvimento da cultura, aumenta a habilidade competitiva da cultura perante as plantas daninhas, como a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN).

Os solos da região oeste do Estado de Santa Catarina, em sua grande maioria, apresentam baixa fertilidade natural, fazendo-se necessária a adubação. Apesar da adubação realizada na cultura da cana-de-açúcar, grande quantidade do nitrogênio absorvido pela cultura, na maioria das lavouras, é proveniente da fixação biológica de nitrogênio (FBN), que pode contribuir em, aproximadamente, 50% do total de N exigido pela cultura, considerando que essa proporção pode ser alterada por fatores ambientais, tais como deficiência hídrica, teor de nutrientes no solo entre outros fatores (MEDEIROS et al., 2012).

A FBN pode ser responsável pela incorporação de grande quantidade de N nos canaviais, pois para atingir grande produtividade de biomassa é necessária grande quantidade de N, sendo necessário de 180 a 250 kg ha<sup>-1</sup> de N para produção de 100 t de colmos por hectare, em cultivo de cana-planta (SAMPAIO; SALCEDO; BETTANY, 1984).

Pereira et al. (2013) estudando algumas espécies de bactérias com elevada capacidade de fixação de N, realizou a identificação, isolamento e inoculação das mesmas em colmos da

cana-de-açúcar no momento do plantio, sendo que estas, demonstraram apresentar grande potencialidade como promotoras de crescimento da cultura. A associação de microrganismos promotores de crescimento com a cultura da cana-de-açúcar pode atuar elevando a habilidade competitiva da cultura com relação às plantas daninhas, contribuindo com o manejo integrado das espécies daninhas, podendo reduzir o uso de herbicidas e dos impactos ambientais causados por esses produtos (PEREIRA et al., 2013).

A interação entre os microrganismos associados a cana-de-açúcar com as demais variáveis encontradas nas lavouras de cana-de-açúcar, como a competitividade das plantas daninhas, é de fundamental importância para que sejam utilizadas práticas de baixo custo e com menor impacto ambiental para aumentar a produtividade da cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar é uma cultura tradicionalmente cultivada nas pequenas propriedades da região oeste de Santa Catarina, geralmente cultivadas em pequenas áreas para a produção de açúcar mascavo para o consumo e produção de forragem para alimentação animal. No entanto, esses cultivos são conduzidos com baixa tecnologia, sendo necessário a introdução de tecnologias de baixo custo para essa cultura, que pode ser uma importante alternativa para a diversificação das propriedades rurais, considerando que essa cultura pode ser utilizada para diversos fins, como produção de forragem ou silagem para alimentação animal, açúcar mascavo, rapadura, geleias, aguardente e produção de bioenergia. Esta última que vem ganhando destaque nos últimos anos, com a produção de etanol a partir da celulose.

Em função disso e com a finalidade de gerar dados sobre os benefícios das BFN para a cultura da cana-de-açúcar na sua habilidade competitiva em convivência com espécies daninhas e no seu desenvolvimento, optamos por estudar as interações entre BFN (*Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Azospirillum amazonense*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* e *Burkholderia tropica*) e duas cultivares de cana-de-açúcar RB867515 e RB92579.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos desse trabalho foram divididos em geral e específicos.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Verificar o potencial na habilidade competitiva e promoção de crescimento de duas cultivares de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas endofíticas em relação a espécies daninhas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar a interferência da inoculação de cinco bactérias fixadoras de nitrogênio na habilidade competitiva de cultivares de cana-de-açúcar;
- Estudar o efeito da competição de espécies daninhas na associação entre bactérias fixadoras de nitrogênio e cultivares de cana-de-açúcar;
- Quantificar a contribuição das bactérias fixadoras de nitrogênio no desenvolvimento de cultivares de cana-de-açúcar.
- Quantificar a contribuição das bactérias diazotróficas na absorção de nitrogênio em duas cultivares de cana-de-açúcar em situação de competição.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão destacadas, na revisão bibliográfica, assuntos relacionados a cultura da cana-de-açúcar, as contribuições das bactérias diazotróficas fixadoras de N e a interferência das plantas daninhas no desenvolvimento e produtividade da cultura.

#### 3.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cultura da cana-de-açúcar pertencente à família Poaceae do gênero *Saccharum* que tem como centro de origem o sudeste asiático. Caracteriza-se como sendo um híbrido multiespecífico pelo fato de pertencer à mais de uma espécie dentro das 37 espécies do gênero. A espécie *Saccharum officinarum* acredita-se ter sido domesticada a pelo menos 6000 a.C. com origem na Melanésia, região da Oceania, extremo oeste do Oceano Pacífico. Sua disseminação pelo mundo está diretamente ligada à atividade humana, sendo cultivada desde a pré-história (SITE DA CACHACA, 2015).

No Brasil a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) destaca-se como importante – atividade econômica, tanto pela produção de etanol, quanto pela produção de açúcar e derivados. Tal importância justificada o fato do país ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção de 657,2 milhões de toneladas na safra 2016/2017, ocupando uma área aproximada de 9,05 milhões de hectares (CONAB, 2017).

Na safra 2016/2017 o setor sucroalcooleiro foi responsável por uma produção de 38,69 milhões de toneladas de açúcar e 27,80 bilhões de litros de etanol (CONAB, 2017). No entanto, atualmente a demanda mundial pela matéria prima está crescendo, devido em especial a sua utilização na produção de etanol, na busca por energias renováveis e com menores impactos ambientais. Neste sentido torna-se fundamental expandir a área cultivada e/ou aumentar a produtividade da cultura.

No Brasil a produtividade média da cana-de-açúcar foi de 72.623 Kg ha<sup>-1</sup> na safra 2016/2017 (CONAB, 2017). Essa produtividade está muito abaixo das necessidades futuras e do potencial que estes canaviais podem expressar.

A cana-de-açúcar pode ser utilizada para diversas finalidades, como na produção de forragem para alimentação animal quanto na produção de açúcar, álcool e biomassa (SANTOS; BORÉM; CALDAS, 2011). No Brasil, essa cultura apresenta grande importância na economia do país, principalmente na produção de açúcar e etanol (CONAB, 2017), somado a isso, demonstra grande importância para agricultura familiar, sendo uma excelente

alternativa para a diversificação das pequenas propriedades rurais, como reserva de forragem para bovinos no período de escassez (inverno), para produção de açúcar mascavo e seus derivados, água ardente e bioenergia.

### 3.2 INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

São muitos os fatores limitantes a produtividade dos canaviais, porém, um dos principais limitantes da produtividade da cana-de-açúcar é a interferência causada pelas plantas daninhas, que pode causar perdas na produtividade de colmos e de açúcar, decréscimo da longevidade do canavial, dificuldade e aumento no custo da colheita, queda na qualidade da matéria-prima e servir de abrigo para pragas e doenças da cana-de-açúcar (PROCÓPIO et al., 2010).

Algumas espécies causam maior interferência para a cultura, possuindo baixo nível de infestação que justifique seu controle, como é o caso da *Brachiaria brizantha*, que atinge nível de dano econômico (NDE) com 0,66 plantas por m<sup>2</sup> (TIRONI, 2011). A cultura da cana-de-açúcar apresenta um período de desenvolvimento inicial lento, onde as plantas daninhas podem se beneficiar, necessitando permanecer livre da competição por um longo período para atingir elevados índices de produtividade. Em função dessas características são utilizados herbicidas de longo efeito residual nessas lavouras (PROCÓPIO et al., 2010).

A cana-de-açúcar, devido a suas características de desenvolvimento possui um período crítico de prevenção a interferência (PCPI) maior em relação à outras culturas da mesma família, como milho (*Zea mays*) e, sorgo (*orghum bicolor*) por exemplo, devendo passar este período livre de infestação por plantas daninhas. Kuva et al. (2003) estudando o período de interferência de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar observou que a cana-de-açúcar passou a ser afetada negativamente pela comunidade infestante aos 74 dias após o plantio (DAP), sendo necessário um período total de prevenção a interferência (PTPI) de 127 DAP para que as perdas na produtividade não ultrapassassem os 5%, totalizando 53 DAP de PCPI, quando esse nível de tolerância de perda de produtividade passa para 2% e 10%, o PTPI passa para 186 e 86 DAP, respectivamente.

As plantas daninhas quando não controladas causam perdas na produtividade da cultura da cana-de-açúcar, podendo causar redução de produtividade de até 40%, acarretando problemas que vão além da perda de produtividade, causando prejuízos na qualidade do

produto colhido e reduzindo a longevidade do canavial (KUVA et al., 2003; NEGRISOLI et al., 2004; GALON et al., 2009). Em outro trabalho, Kuva, et al. (2001) estudando a interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar observou redução na produtividade da cultura de 82%, passando de 100 t ha<sup>-1</sup> na ausência de interferência das plantas daninhas para 18 t ha<sup>-1</sup> quando na presença das mesmas.

O uso de herbicidas é o principal método de controle de plantas daninhas nos canaviais brasileiros. No entanto, o uso de herbicidas pode causar contaminação ambiental, com impactos de grande magnitude, inclusive causando impacto negativo na própria cultura, com intoxicação da mesma (GALON et al., 2010).

As plantas daninhas competem com a cultura pelos recursos do meio, em especial por água, luz e nutrientes. Um dos principais nutrientes limitantes para a cana-de-açúcar é o nitrogênio (N), o qual é demandado pela cultura em grande quantidade (PROCÓPIO et al., 2010).

Algumas plantas daninhas vêm sofrendo pressão de seleção pelo uso repetitivo de herbicidas do mesmo mecanismo de ação, como é o caso de *Digitaria* spp. (DIAS et al., 2003) o que pode dificultar seu controle em áreas de cultivo de cana de açúcar, causando perda de produtividade além de elevar o custo da colheita e dificultar o processo, tornando fundamental a busca por novos métodos e alternativas de controle. A presença de plantas daninhas em canaviais causa decréscimo na produtividade da cultura, redução no número de cortes viáveis, dificulta e eleva o custo da colheita (PROCÓPIO et al., 2004, 2010). Borroso; Yamauti; Alves (2010) estudando a interferência de plantas daninhas em cultivares de feijoeiro observaram que a interferência de *Amaranthus* spp. em duas cultivares de feijoeiro causou uma redução média na produtividade de 82%, também observaram que a convivência com *Bidens pilosa* causou redução no número de vagens por planta e na massa de grãos produzidos. Isso demonstra o efeito negativo que estas espécies daninhas podem causar.

São várias as espécies daninhas presentes em áreas de cultivo de cana-de-açúcar e que causam prejuízos para a cultura, sendo que *Digitaria* spp. e *Bidens pilosa* estão entre as espécies mais importantes para os canaviais da região centro-sul do Brasil (PROCÓPIO et al., 2003). São fundamentais práticas de controle de plantas daninhas na cana-de-açúcar para controlar os efeitos causados pelas mesmas no desenvolvimento e produtividade da cultura (MARTINELLI et al., 2011). Com tudo, é fundamental a melhoria das práticas de controle e a busca por novas alternativas que possam servir como uma ferramenta para auxiliar o setor

sucroalcoleiro no controle dessas plantas. O uso bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio em cana-de-açúcar pode ser uma técnica importante na habilidade competitiva da cultura frente as plantas daninhas.

### 3.3 BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO

A cana-de-açúcar pode associar-se naturalmente a algumas bactérias diazotróficas endofíticas que possuem a capacidade de fixar nitrogênio (N). São microrganismos com características benéficas às plantas, possuindo a capacidade de colonizar os tecidos internos do vegetal, sem causar enfermidades, estabelecendo uma relação simbiótica onde as bactérias são abrigadas enquanto promovem o crescimento da planta através da fixação de N e produção de compostos benéficos (TAULÉ et al., 2012).

Essas bactérias podem ser encontradas naturalmente na cana-de-açúcar e podem ser de vários gêneros, incluindo *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Xanthomonas*, *Acinetobacter*, *Rhanelia*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Shinella*, *Agrobacterium* e *Achromobacter* (TAULÉ et al., 2012). Além de fornecer nutrientes às plantas de cana-de-açúcar, essas bactérias podem promover o crescimento da cultura através da síntese de compostos orgânicos, como aminoácidos e fitormônios (TAULÉ et al., 2012).

A produção de aminoácidos por rhizobactérias pode desempenhar um papel importante no crescimento das plantas e pode também ter uma aplicação direta em tecnologias agrícolas, por promover o crescimento das plantas. Essa capacidade dá-lhes um potencial de vantagem competitiva sobre outras plantas (NEFF; CHAPIN; VITOUSEK, 2003). Características que podem ser exploradas no manejo integrado das plantas daninhas.

Para obtenção de maior produtividade da cultura devem ser adotadas novas tecnologias de produção, que podem ser de baixo custo, como a inoculação de microrganismos com potencial de promoção do crescimento da cultura, como é o caso das bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio (PEREIRA et al., 2013). O isolamento de estirpes que apresentam melhor desempenho está sendo realizada, e pode se tornar uma tecnologia de baixo custo para aumento da produtividade de colmos de cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2017).

Alguns resultados de pesquisas comprovam a eficiência das bactérias diazotróficas na promoção de crescimento de cana-de-açúcar, como observado por Marques Júnior et al. (2008), em que a inoculação da bactéria *Herbaspirillum seropedicae*, com ácidos húmicos, na

cultivar RB72454, promoveram aumento no crescimento radicular, com incrementos que variaram de 60 a 118% no comprimento e de 33 até 233 % na área radicular.

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) pode ser um fator de grande importância para a produção da cana-de-açúcar, especialmente em solos que apresentem baixa disponibilidade desse nutriente. Em cana-de-açúcar a inoculação das bactérias fixadoras de nitrogênio pode fornecer, aproximadamente, 50% da demanda desse nutriente para a cultura (Medeiros et al., 2012). Schultz et al. (2012) estudando a inoculação de bactérias diazotróficas em cana-de-açúcar observaram uma melhora no desenvolvimento e produtividade, da cultivar RB867515, similar à adição de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N fertilizante. Nesse caso pode-se reduzir a dose de N na forma de adubo, reduzindo o custo de produção e aumento de receita para o produtor. Além disso, o uso de menores quantidades de fertilizantes nitrogenados no plantio de cana-de-açúcar pode adicionar maior valor ecológico aos produtos derivados da cultura, através da redução da contaminação ambiental pelo nitrogênio.

Oliveira et al. (2002) verificaram que a inoculação de plantas micropropagadas de cana-de-açúcar, com uma mistura de cinco estirpes de diferentes espécies de bactérias diazotróficas resultou em contribuições de aproximadamente 30% do nitrogênio total absorvido. O acúmulo de biomassa em cana-de-açúcar proveniente da FBN pode variar dependendo dos fatores ambientais, tais como deficiência hídrica, teor de nutrientes e da interação entre as estirpes de bactérias e cultivares da cultura (PEREIRA et al., 2013). A cultivar RB867515 apresenta grande resposta produtiva quando inoculada com bactérias diazotróficas fixadoras de N, sendo considerada uma das cultivares mais promissoras para os estudos de inoculação com bactérias diazotróficas (PEREIRA et al., 2013).

A inoculação de bactérias diazotróficas, que promovem o crescimento da cultura, pode ser uma ferramenta para auxiliar no manejo integrado das plantas daninhas. Com maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular da cultura (MARQUES JÚNIOR et al., 2008), esta torna-se mais competitiva, que pode minimizar os danos causados pela interferência da comunidade daninha. Esse fato pode viabilizar uma forma alternativa para o manejo das plantas daninhas e a redução do uso de herbicidas na cultura, redução de custos de produção e de impactos ambientais.

Estirpes selecionadas pela Embrapa agrobiologia, vem demonstrando efeitos positivos na cultura da cana-de-açúcar, com como evidenciado em estudo por Schultz et al. (2012) onde a inoculação com os estipes de bactérias *Gluconacetobacter diazotrophicus* (BR 11281), *Herbaspirillum seropedicae* (BR 11335), *Herbaspirillum rubrisubalbicans* (BR 11504),

*Azospirillum amazonense* (BR 11145) e *Burkholderia tropica* (BR 11366) promoveu um incremento de desenvolvimento e produtividade equivalente a adição de 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio a cultivar de cana-de-açúcar RB867515. A inoculação destas estirpes na cultura da cana-de-açúcar promove o desenvolvimento da cultura sem a aplicação do fertilizante nitrogenado, proporcionando redução do custo de produção, onde são deixados de aplicar o equivalente a 30 kg ha<sup>-1</sup> ano de nitrogênio, além de proporcionar ganho ambiental (REIS; BALDANI; URQUIAGA, 2009).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Chapecó/SC, no período compreendido entre agosto a dezembro de 2015. As parcelas foram constituídas por vasos de 16 dm<sup>3</sup> contendo solo (Latosolo Vermelho), em que foi realizada a calagem e adubação com potássio (K<sub>2</sub>O) e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), conforme análise de solo (Anexo 1). O solo foi coletado da camada superficial de uma área de lavoura sem histórico do cultivo de cana-de-açúcar. O mesmo foi peneirado, adubado e alocado nos vasos. As irrigações foram realizadas durante todo o período de avaliação do experimento, regando as unidades experimentais até atingir a capacidade de campo com um intervalo entre uma irrigação e outra de 48 horas.

Foram desenvolvidos dois ensaios análogos, um com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515 e outro com a cultivar RB92579. Os ensaios foram conduzidos em delineamento completamente casualizado com quatro repetições.

Os tratamentos foram compostos por um fatorial 2 x 4: o primeiro fator foi composto pela inoculação ou não das gemas da cana-de-açúcar com a mistura de cinco estirpes das bactérias *Herbaspirillum rubrisubalbicans* (BR 11504), *Herbaspirillum seropedicae* (BR 11335), *Azospirillum amazonense* (BR 11145), *Gluconacetobacter diazotrophicus* (BR 11281) e *Burkholderia tropica* (BR 11366) (doadas pelas Embrapa Agrobiologia); e o segundo pela convivência as espécies daninhas *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Amaranthus retroflexus* (caruru), *Bides pilosa* (picão-preto) e livre de infestação.

A propagação da cana-de-açúcar foi realizada com microtoletes (gemas unitárias). A inoculação das gemas foi realizada com a imersão das mesmas em reservatório contendo o

inoculante diluído (01 envelope contendo 250 g a uma concentração de  $10^9$  células por mL de cada espécie de bactéria, totalizando cinco envelopes para 100 L de água), pelo período de 1/2 hora (Fotografia 1).

Fotografia 1 - Toletes de cana-de-açúcar com gema unitária (esquerda) e inoculação destes toletes de cana-de-açúcar com bactérias fixadoras de nitrogênio (direita)



Nota: Foto do autor.

Foram plantadas três gemas da cana-de-açúcar em cada vaso, sendo elas inoculadas ou não, conforme tratamento. Os vasos foram dispostos em casa de vegetação, onde foi conduzido o ensaio. Quando iniciada a emergência da cultura foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. No momento do desbaste foram transplantadas as espécies daninhas, segundo cada tratamento, na quantidade de cinco plantas por vaso (Fotografia 2). Estas que foram semeadas previamente em bandeja com areia.

Foram realizadas avaliações da estatura, número de folhas, número de perfilhos, diâmetro de caule, área foliar e teor de clorofila (índice SPAD - *Soil Plant Analysis Development*) da cultura aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE). A altura das plantas foi avaliada com auxílio de uma régua graduada, medindo-se do nível do solo até a inserção da última folha completamente expandida.

Fotografia 2 – Estabelecimento da cultura da cana-de-açúcar e das plantas daninhas nos vasos, sem competição (A) e em convivência com *Digitaria horizontalis* (B), *Amaranthus retroflexus* (C) e *Bides pilosa* (D).



Nota: Foto do autor.

O número de folhas foi estimado, quantificando todas as folhas completamente desenvolvidas (lígula visível), excluindo as folhas com mais de 80% de tecido morto. O diâmetro de colmos foi quantificado à, aproximadamente, 1 cm do solo, com auxílio de um paquímetro digital. A área foliar foi estimada com as medidas da folha +3 (terceira folha completamente expandida), através da equação proposta por Herman e Câmara (1999):

$$AF = C \times L \times (N+2) \times 0,75$$

em que: C é o comprimento da folha +3; L é a maior largura da folha +3; N é o número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde; 2 é um fator de correção; e 0,75 é o fator de correção para área foliar.

O teor de clorofila foi quantificado no terço mediano da folha +3 e tomando como padrão de horário para as avaliações por volta das 14:00 horas, evitando avaliações em dias nublados ou chuvosos. Para a avaliação foi utilizando um clorofilômetro digital (SoilControl, CFL-1030).

Na última avaliação, aos 80 DAE, as plantas da cultura e espécies daninhas foram cortadas rente ao solo, a parte aérea foi levada a laboratório, as folhas foram destacadas do colmo e todo o material foi alocado em sacos de papel e levados para estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C, por 48 horas, até atingir massa constante. Após a secagem foi realizada a pesagem do material e determinada a massa seca da parte aérea da cultura (MSPAC) e das plantas daninhas (MSPAPD).

As raízes da cultura e das espécies daninhas foram coletadas através da remoção solo com água corrente e auxílio de peneiras. Foram quantificados o volume do sistema radicular, submergindo os mesmos em água dentro de uma proveta graduada, quantificando o volume de água descolada. Após essa avaliação, as mesmas foram alocadas em sacos de papel e levadas para estufa de secagem, determinando-se a massa seca das raízes da cultura e das espécies daninhas.

Fotografia 3 – Vista dos com cana-de-açúcar aos 80 dias após a emergência, em competição com *Bides pilosa* (A), *Amaranthus retroflexus* (B), *Digitaria horizontalis* (C) e livre de competição



Nota: Foto do autor.

As folhas secas foram moídas em moinho de lâminas do tipo Willey, equipado com peneira fina (40 mesh) para realizar avaliação do teor de nitrogênio (N). Amostras do material vegetal moído foram submetidas a digestão sulfúrica e, posteriormente, foi determinado o teor de N total pelo método de Kjeldahl (COTTA et al., 2007).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, em havendo significância, os dados foram comparados pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade, com auxílio do software WinStat<sup>®</sup> (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2007).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CULTIVAR RB867515

Observou-se interação entre os fatores estudados, inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN), para a cultivar RB867515, somente para as variáveis diâmetro de colmos aos 65 dias após a emergência (DAE), área foliar aos 65 DAE, volume de raízes da cana-de-açúcar, massa seca da parte aérea das espécies daninhas (MPAED) e massa seca do sistema radicular das espécies daninhas (MSSRED). Algumas variáveis não apresentaram significância para nenhum dos fatores estudados, nesse caso os dados não foram apresentados.

A altura da cultura foi influenciada negativamente por todas as espécies daninhas que conviveram com a cultura, em todas as épocas de avaliação, com efeitos mais significativos para a *Digitaria horizontalis*, independentemente da época de avaliação, em relação a testemunha (Tabela 1). Aos 65 DAE *D. horizontalis* teve os efeitos mais significativos para esta variável, com redução de mais de 50% na estatura de plantas da cultura. Evidenciando a elevada interferência que espécies do gênero *Digitaria* podem causar a cultura da cana-de-açúcar, como relatado por Dias et al. (2007).

Esse efeito pode estar relacionado as especificidades das espécies envolvidas, pois ambas são da família das Poaceas. Como observado em estudo em que a cultura da cana-de-açúcar conviveu com *Brachiaria brizantha* (TIRONI et al., 2013).

A altura da cana-de-açúcar apresentou pouca alteração quando conviveu com a espécie daninha *Bidens pilosa*, em que observou-se interferência negativa dessa espécie daninha somente na avaliação aos 65 e 80 dias após a emergência (DAE) (Tabela 1). Essa menor interferência do *B. pilosa* pode estar relacionada a seu hábito de crescimento, que apesar de desenvolver-se rapidamente não possui a capacidade de perfilhamento, como observado na *D. horizontalis*.

Nas avaliações aos 50 DAE observou-se um aumento de 15,7% altura das plantas que foram inoculadas com as bactérias fixadoras de nitrogênio, em relação ao tratamento não inoculado (Tabela 1). Esse resultado demonstra que as bactérias podem contribuir no desenvolvimento das plantas. Essa contribuição pode ser resultado do aumentando a fixação biológica de nitrogênio ou produção de fitormônios que promovem o crescimento de plantas (SCHULTZ et al., 2014).

Tabela 1 - Altura (cm) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Altura de plantas (cm)			
	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	47,37 b <sup>1</sup>	57,69 c	62,69 c	78,42 c <sup>1</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	63,69 ab	79,94 bc	100,62 b	108,34 b
<i>Bides pilosa</i>	67,56 ab	89,31 ab	98,06 b	103,66 b
Testemunha	70,81 a	105,06 a	138,50 a	135,78 a
<b>Inoculação</b>				
Não inoculado	56,84 a	75,91 b	93,59 a	102,70 a
Inoculado	67,87 a	90,09 a	106,34 a	119,19 a
CV (%)	24,37	20,29	19,56	20,30

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O número de folhas da cultura foi influenciado apenas pela competição entre cultura e espécies daninhas nas avaliações aos 50, 65 e 80 DAE (Tabela 2). Todas as espécies daninhas apresentaram interferência negativa para essa variável, em relação a testemunha, com reduções de até 50% no número de folhas. A inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) não interferiu no número de folhas para a cultura da cana-de-açúcar, cultivar RB867515 (Tabela 2). O que demonstra que a inoculação com essas bactérias não contribui de maneira significativa no desenvolvimento inicial da cultura, de maneira a alterar o número de folhas, que significaria maior número de nós e maior crescimento das plantas.

Tabela 2 - Número de folhas por plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Número de folhas por planta		
	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	3,50 b <sup>1</sup>	3,62 c	4,02 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	4,37 b	4,87 b	5,78 b
<i>Bides pilosa</i>	3,87 b	3,00 c	4,75 b
Testemunha	6,00 a	6,75 a	8,05 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	4,31 a	4,62 a	5,51 a
Inoculado	4,56 a	4,50 a	5,68 a
CV (%)	16,26	16,74	16,26

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável diâmetro de colmos apresentou interação entre os fatores inoculação com BFN e espécies daninhas na avaliação aos 65 DAE (Tabela 3), mas demais épocas de avaliação não se observou esse efeito (Tabela 4).

O diâmetro de colmos da cana-de-açúcar, aos 65 DAE, não apresentou alteração em relação a convivência das plantas daninhas quando não inoculado com BFN, no entanto, quando inoculado todas as espécies daninhas interferiram negativamente nessa variável, em relação a testemunha, com destaque para a espécie *D. horizontalis* a qual promoveu um efeito negativo com redução de 58,4% para esta variável, diferenciando-se dos demais tratamentos (Tabela 3). O maior efeito negativo da espécie *D. horizontalis* pode ser devido à sua capacidade de perfilhamento que garante elevada área foliar e também pelo maior volume de raízes (Tabela 11), possibilitando maior competição por nutrientes no solo.

A inoculação de BFN promoveu um aumento de 23,4% no diâmetro de colmo, aos 65 DAE, porém, somente quando a cultura não conviveu com as espécies daninhas (Tabela 3). Em avaliação do desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, Girio et al. (2015), observaram que o diâmetro das plantas foi maior com a inoculação dessas bactérias.

Tabela 3 - Diâmetro de colmos (mm) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 65 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Diâmetro de colmos (cm)	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	9,80 aA <sup>1</sup>	7,17 cA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	10,75 aA	13,32 bA
<i>Bides pilosa</i>	11,42 aA	12,25 bA
Testemunha	13,22 aB	17,25 aA
CV (%)	18,35	

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro de colmos da cultura, na avaliação aos 35 DAE, não apresentou alteração quando conviveu com as espécies daninhas (Tabela 4). No entanto, nas avaliações aos 50 e 80 DAE observou-se redução de 29,5% e 39,8%, respectivamente, para essa variável, em relação a testemunha, quando a cultura conviveu com a espécie daninha *D. horizontalis* (Tabela 4), demonstrando que essa espécie daninha pode comprometer de forma significativa o desenvolvimento da cultura. Observou-se aumento no diâmetro de colmos com a inoculação de BFN somente aos 35 DAE (Tabela 4), com incremento de 18,6% para essa variável,

demonstrando que possivelmente esse efeito positivo da inoculação com BFN é restrito ao período inicial de desenvolvimento da cultura.

Tabela 4 - Diâmetro de colmos (mm) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 35, 50 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Diâmetro de colmos (mm)		
	35 DAE	50 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	7,62 a <sup>1</sup>	8,68 b	10,59 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	7,86 a	10,25 ab	13,26 ab
<i>Bides pilosa</i>	8,22 a	10,64 ab	12,60 ab
Testemunha	8,67 a	12,31 a	17,60 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	7,26 b	9,75 a	13,17 a
Inoculado	8,92 a	11,19 a	14,24 a
CV (%)	17,69	18,86	22,55

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O número de perfilhos da cultura da cana-de-açúcar é uma variável que apresenta grande redução em função da competitividade com as plantas daninhas. Observou-se redução dessa variável para todas as espécies daninhas estudadas em todas as épocas de avaliação, em relação a testemunha, com uma redução de até 91,8% nesta variável aos 80 DAE para *D. horizontalis* (Tabela 5). As espécies daninhas competem por luz, que interfere em sua capacidade de produção de perfilhos (BALLARÉ et al., 1987).

A inoculação com BFN não interferiram nessa variável (Tabela 5). O número de perfilhos parece ser uma variável pouco influenciadas pela inoculação das bactérias fixadoras de N, pois apesar de haver alterações em outras variáveis não é observado estímulo na brotação da cultura (CHAVES et al., 2015).

Segundo Ballaré et al. (1987), nas plantas da família das Poaceas, quando em competição ocorre redução no afilhamento bem antes de ocorrer sombreamento mútuo entre as plantas. Esses autores propuseram como explicação que a qualidade da luz incidente sobre as plantas, como o balanço de radiação na faixa do vermelho e do vermelho-distante, pode atuar como sinalizador precoce de imposição à competição. Dessa forma as plantas investem maior fonte de fotoassimilado para desenvolver-se em altura e menor produção de perfilhos.

Tabela 5 - Número de perfilhos e teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, em diferentes épocas de avaliação (dias após a emergência – DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Número de perfilhos		Teor de clorofila	
	65 DAE	80 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,12 b <sup>1</sup>	0,37 b	36,06 c	40,27 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,62 b	0,75 b	41,12 bc	43,96 b
<i>Bides pilosa</i>	0,87 b	1,31 b	45,16 b	43,30 b
Testemunha	3,25 a	4,50 a	56,55 a	60,00 a
<b>Inoculação</b>				
Não inoculado	1,19 a	1,50 a	44,11 a	46,94 a
Inoculado	1,62 a	2,34 a	45,34 a	46,83 a
CV (%)	83,07	94,51	13,53	12,34

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de clorofila das folhas da cana-de-açúcar apresentou redução em todas as épocas estudadas e com todas as espécies daninhas que conviveram com a cultura, em relação a testemunha (Tabela 5). Aos 80 DAE as espécies *D. horizontalis*, *A. retroflexus* e *B. pilosa* causaram uma redução de 32,8%, 26,7% e 27,8%, respectivamente, para esta variável, em relação a testemunha. Esse resultado demonstra que as espécies daninhas competem muito pelo N do solo, fazendo com que a cultura apresente menor concentração de clorofila no tecido foliar. Considerando que os nutrientes são um dos principais fatores da competição entre espécies daninhas a cana-de-açúcar (GALON et al., 2012).

A inoculação de BFN nos toletes da cana-de-açúcar não promoveu o aumento do teor de clorofila das plantas de cana-de-açúcar (Tabela 5). Esse resultado demonstra não haver contribuição das bactérias no suprimento de N para a cultura, como observado em estudo com avaliação da contribuição da inoculação na fixação biológica de N pelas plantas de cana-de-açúcar, em que foi observado que as bactérias inoculadas parecem não contribuir para aumento da fixação biológica de N, apesar de contribuir para o crescimento das plantas (SCHULTZ et al., 2014).

A área foliar da cana-de-açúcar apresentou interação entre os fatores estudados na avaliação aos as 65 DAE (Tabela 6). Considerando a interferência causada pelas espécies daninhas, observou-se menor valor para essa variável, em relação a testemunha, quando a cultura conviveu com qualquer uma das espécies estudadas, independentemente da inoculação ou não dos colmos (Tabela 7).

Tabela 6 - Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{vaso}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 65 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{vaso}^{-1}$ )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	315,94 bA <sup>1</sup>	198,04 bA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	352,57 bA	415,50 bA
<i>Bides pilosa</i>	321,73 bA	391,78 bA
Testemunha	819,00 aB	1440,00 aA
CV (%)	44,04	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O fator inoculação influenciou somente no tratamento em que não houve convivência entre a cultura e as espécies daninhas, nesse caso, a área foliar foi 43,1% superior no tratamento com inoculação das bactérias fixadoras de N (Tabela 6). Esse resultado demonstra que as bactérias contribuem para o desenvolvimento da cultura, no entanto, as mesmas devem estar livres de competição com espécies daninhas. Os benefícios da inoculação podem estar no desenvolvimento de plantas mais vigorosas com folhas maiores. O maior desenvolvimento de plantas inoculadas com BFN, para alguns cultivares de cana-de-açúcar, foi relatado na literatura (CHAVES et al., 2015; GIRIO et al., 2015).

A área foliar não apresentou interação entre os fatores estudados nas avaliações aos 35, 50 e 80 DAE (Tabela 7). Nessas épocas de avaliação observou-se interferência das espécies daninhas somente aos 50 e 80 DAE, onde todas as espécies estudadas causaram redução dessa variável, quando comparados com a testemunha (Tabela 7). Esses resultados demonstram que as espécies daninhas interferem negativamente no desenvolvimento da cultura, porém, somente quando as espécies convivem por um tempo maior com a cultura, provavelmente pelo fato de estar iniciando seu desenvolvimento, havendo baixa habilidade competitiva e pelo fato da cultura sobreviver com as reservas do tolete no início do seu desenvolvimento.

A inoculação com BFN somente causaram interferência na área foliar aos 35 DAE, em que se observou-se aumento de 29,7% para essa variável no tratamento inoculado, em relação ao tratamento que não houve inoculação (Tabela 7). Os efeitos da inoculação com BFN parecem promover o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, com menores efeitos com o passar do tempo. Esse efeito pode estar relacionado com a maior quantidade de BFN no tratamento inoculado, já no tratamento sem inoculação essas bactérias encontram em menor quantidade, que necessitam de maior tempo para promover a fixação biológica de N.

Tabela 7 - Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 35, 50 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ vaso}^{-1}$ )		
	35 DAE	50 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	81,03 a <sup>1</sup>	171,09 b	239,51 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	97,17 a	250,36 b	650,48 b
<i>Bides pilosa</i>	133,24 a	246,16 b	519,79 b
Testemunha	125,40 a	553,49 a	1204,86 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	90,12 b	261,37 a	365,89 a
Inoculado	128,30 a	349,18 a	488,83 a
CV (%)	39,47	44,96	44,96

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis teor de nitrogênio foliar, massa seca da parte aérea (MSPAC), massa seca da do sistema radicular da cana-de-açúcar (MSSRC), cultivar RB867515, não apresentaram interação entre os fatores espécies daninhas e inoculação com BFN (Tabela 8).

O teor de nitrogênio foliar da cultura foi 36,8% e 48,3% menor para os tratamentos em competição com as espécies *D. horizontalis* e *A. retroflexus* respectivamente, já a espécie *B. pilosa* não interferiu nessa variável, em relação a testemunha (Tabela 8). Essa variável é influenciada diretamente pelas espécies daninhas, que competem com a cultura da cana-de-açúcar pelos nutrientes presentes no meio (GALON et al., 2012).

A inoculação com BFN promoveu efeito contrário ao esperado para o teor de nitrogênio foliar, isso por que foi observado redução de 25,7% para essa variável no tratamento com inoculação, em relação ao tratamento sem a inoculação com BFN (Tabela 8). No entanto, destaca-se que a inoculação promoveu o maior crescimento foliar da cultura em algumas épocas de avaliação, que pode ocasionar o efeito de diluição do N nos tecidos das plantas. Considerando que os efeitos da inoculação das BFN podem promover o crescimento das plantas sem o aumento da fixação biológica de N (SCHULTZ et al., 2014)

Tabela 8 - Teor de nitrogênio foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ), massa seca da parte aérea - MSPAC ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) e massa seca do sistema radicular - MSSRC ( $\text{g planta}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

<b>Espécie daninha</b>	<b>Teor de nitrogênio</b>	<b>MSPAC</b>	<b>MSSRC</b>
<i>Digitaria horizontalis</i>	19,61 b <sup>1</sup>	4,07 c	1,42 c
<i>Amaranthus retroflexus</i>	16,04 b	10,53 b	7,03 b
<i>Bides pilosa</i>	34,16 a	09,15 b	7,99 b
Testemunha	31,01 a	32,53 a	24,17 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	28,91 a	12,12 a	8,28 a
Inoculado	21,49 b	16,02 a	12,03 a
CV (%)	31,18	36,81	49,69

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O acúmulo de MSPAC e MSSRC foi influenciada negativamente por todas as espécies daninhas estudadas, em relação a testemunha, com efeitos mais pronunciados para a espécie daninha *D. horizontalis*, onde causou redução de 87,5% na MSPAC e 94,1% na MSSRC (Tabela 8). Os valores numéricos demonstram a grande limitação no desenvolvimento da parte aérea e radicular da cana-de-açúcar pelas espécies daninhas, que vai interferir diretamente na capacidade da mesma em produzir e absorver nutrientes do solo. A maior capacidade da *D. horizontalis* em causar efeito negativo no sistema radicular da cultura pode estar relacionado a grande crescimento do sistema radicular das espécies desse gênero (MACHADO et al., 2006).

No entanto, a inoculação com BFN não interferiram no acúmulo de MSPAC e MSSRC (Tabela 8). Em estudo, Pereira et al. (2013), observaram que a cultivar RB867515 apresentou maior resposta positiva com a inoculação, que promoveu maior acúmulo de biomassa seca e fresca. No entanto, outro estudo aponta que essa mesma cultivar não apresentou efeito na produtividade de colmos com a inoculação das BFN (SCHULTZ et al., 2014).

A variável volume das raízes da cana-de-açúcar apresentou interação entre os fatores estudados. Quanto às espécies competidoras, todas interferiram negativamente no desenvolvimento em volume das raízes da cultura, mas os efeitos mais pronunciados foram observados para a espécie *D. horizontalis*, que causou uma redução de 89,3% para essa variável quando não houve inoculação com BFN e 92,7% quando houve a inoculação de BFN na cultura (Tabela 9). Esse resultado reforça os efeitos observados no acúmulo de massa do sistema radicular.

Fotografia 4 – Comparação visual do sistema radicular da cana-de-açúcar, cultivar RB867525, aos 80 dias após a emergência sem competição (A) e em convivência com *Amaranthus retroflexus* (B), *Bides pilosa* (C) e *Digitaria horizontalis* (D)



Nota: Foto do autor

Em análise dos efeitos na inoculação das BFN, observou-se, a contribuição dessas no volume de raízes da cultura somente quando se desenvolveu livre da competição com as espécies daninhas, com um aumento de 38,2% para esta variável em relação ao tratamento em que não houve inoculação (Tabela 9). As BFN parecem contribuir para o desenvolvimento radicular da cultura da cana-de-açúcar, no entanto, quando a cultura não convive com espécies daninhas, talvez pelo fato da situação de competição (nutrientes, luz, água, etc) imposta pelas plantas daninhas não beneficiarem a relação simbiótica entre a cultura e as BFN. O estímulo do crescimento radicular por BFN foi observado por Schultz et al. (2012).

Tabela 9 - Volume de raízes ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ ) de plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Volume de raízes ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	11,75 cA <sup>1</sup>	13,00 cA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	40,25 bA	60,50 bA
<i>Bides pilosa</i>	49,50 bA	54,25 bA
Testemunha	109,50 aB	177,25 aA
CV (%)	38,08	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca da parte aérea das espécies daninhas (MSPAED) apresentou interação entre os fatores estudados (Tabela 10). As diferenças de acúmulo de MSPEPD podem ser esperadas em função das características genéticas de cada espécie, com maior produção de matéria seca para a *D. horizontalis*, quando as espécies daninhas conviveram com a cultura sem inoculação de BFN. Quando as espécies daninhas conviveram com a cultura inoculada com BFN não se observou diferença na MSPEDP entre as mesmas (Tabela 10).

A inoculação das BFN não proporcionou diferença no acúmulo de MSPAED para as espécies *Amaranthus retroflexus* e *Bides pilosa*, contudo, promoveu um acúmulo de massa seca da parte aérea de 29,7% menor para a espécie *D. horizontalis*, em relação ao tratamento sem inoculação das BFN na cultura. Esse resultado demonstra que as bactérias diazotróficas fixadoras de N podem contribuir para melhorar a habilidade competitiva da cultura da cana-de-açúcar, especialmente quando em competição com outra espécie da família das Poaceas, espécies que apresentam grande exigência em N.

Tabela 10 - Massa seca da parte aérea das espécies daninhas - MSPAED ( $\text{g vaso}^{-1}$ ) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Massa seca da parte aérea ( $\text{g vaso}^{-1}$ )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	47,40 aA <sup>1</sup>	33,34 aB
<i>Amaranthus retroflexus</i>	18,02 bA	27,68 aA
<i>Bides pilosa</i>	24,68bA	22,63aA
CV (%)	32,42	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável volume do sistema radicular das espécies daninhas não apresentou interação entre os fatores estudados (Tabela 11). Essa variável apresentou diferença com relação às espécies estudadas, em que a *D. horizontalis* apresentou maior valor, seguido por *Bidens pilosa* e *A. retroflexus* com menor valor (Tabela 11).

Tabela 11 - Volume do sistema radicular das espécies daninhas (cm<sup>3</sup> vaso<sup>-1</sup>) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

<b>Espécie daninha</b>	<b>Volume do sistema radicular da espécie daninha</b>
<i>Digitaria horizontalis</i>	96,87 a <sup>1</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	42,50 c
<i>Bides pilosa</i>	65,00 b
<b>Inoculação</b>	
Não inoculado	47,437 a
Inoculado	54,75 a
CV (%)	29,38

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As diferenças de volume do sistema radicular são atributos ligados à espécie da planta, sendo que espécies que apresentam o sistema radicular mais desenvolvido, que conseguem explorar um volume maior de solo possivelmente apresentam maior habilidade competitiva em relação a outras plantas.

A inoculação de BFN na cana-de-açúcar não interferiram no volume do sistema radicular das espécies que conviveram com a cultura (Tabela 11), que indica que a inoculação não contribui com a habilidade competitiva da cultura ao ponto de interferir no desenvolvimento radicular da espécie competidora.

A massa seca do sistema radicular da espécie daninha (MSSRED) apresentou interação entre os fatores espécie daninha e inoculação de BFN (Tabela 12). A espécie *D. horizontalis* apresentou maior valor para essa variável, as demais espécies apresentaram menor valor, sem diferirem entre si, independentemente da inoculação ou não com BFN na cultura (Tabela 12).

Tabela 12 - Massa seca do sistema radicular das espécies daninhas - MSSRED (g vaso<sup>-1</sup>) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB867515, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Massa seca da parte aérea (g vaso <sup>-1</sup> )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	20,26 aA <sup>1</sup>	18,14 aA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5,81 bB	10,66 bA
<i>Bides pilosa</i>	8,65 bA	10,18 bA
CV (%)	23,67	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em avaliação dos efeitos da inoculação BFN no acúmulo MSSRED, observou-se alteração somente para a espécie *A. retroflexus*, que apresentou um valor de 45,5% maior no tratamento com inoculação das BFN. Com esse resultado as BFN inoculadas na cultura parecem beneficiar o crescimento do sistema radicular do *A. retroflexus*, possivelmente por haver maior introdução de N no sistema.

## 5.2 CULTIVAR RB92579

Na análise das variáveis a cultivar RB92579 observou-se interação entre os fatores estudados para as variáveis teor de clorofila aos 80 DAE, massa seca da parte aérea da cana-de-açúcar (MSPAC), volume de raízes da cana-de-açúcar, massa seca do sistema radicular das espécies daninhas (MSSRED), massa seca da parte aérea das plantas daninhas (MSPAED) e volume das raízes das plantas daninhas. As demais variáveis foram analisadas com os fatores de forma isolada.

Algumas variáveis não apresentaram significância estatística e não serão apresentadas nos resultados, tais como altura de plantas, diâmetro de colmos e área foliar aos 35 DAE.

O número de folhas da cultura foi influenciado negativamente por *D. horizontalis* onde teve uma redução de 25%, 35,3%, 43,2% e 35,3% aos 35, 50, 65 e 80 DAE respectivamente, *B. pilosa* interferiu somente aos 50, 65 e 80 DAE com uma redução de 33,3%, 48,3% e 33,3% nessa variável respectivamente e a espécie *A. retroflexus* não interferiu nessa variável em nenhuma época avaliada, em relação a testemunha, independentemente da época de avaliação (Tabela 13). Esse resultado demonstra que a *D. horizontalis* e *B. pilosa* são as espécies que causam maior danos ao desenvolvimento para a cultivar de cana-de-açúcar RB92579.

Tabela 13 - Número de folhas por plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Número de folhas por planta			
	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	3,75 b <sup>1</sup>	4,12 b	4,12 b	5,77 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	4,37 ab	6,12 a	7,00 a	8,55 a
<i>Bides pilosa</i>	4,25 ab	4,25 b	3,75 b	5,95 b
Testemunha	5,00 a	6,37 a	7,25 a	8,92 a
<b>Inoculação</b>				
Não inoculado	4,31 a	4,81 a	5,37 a	6,74 a
Inoculado	4,37 a	5,62 a	5,69 a	7,88 a
CV (%)	19,80	20,60	15,10	18,42

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A inoculação com BFN não contribuiu com o número de folhas da cultura da cana-de-açúcar. Com esse resultado podemos inferir que a inoculação não contribui com o maior número de folhas, ou auxilia na permanência de folhas baixas na planta. A contribuição das BFN é variável dependendo da cultivar e em alguns casos observou-se comportamento distinto de estudos que observaram a contribuição do inoculante na altura, perfilhamento, diâmetro do colmo, produção da matéria seca de colmos e de palha e no comprimento radicular, independentemente da aplicação de nitrogênio (GIRIO et al., 2015).

A altura das plantas da cultura foi influenciada somente pela convivência com as espécies daninhas, sem apresentar interação entre os fatores estudados (Tabela 14). *D. horizontalis* causou uma redução na altura de plantas de 37,5%, 52,2% e 44,9% aos 50, 65 e 80 DAE respectivamente, seguido por *B. pilosa*, causando influência negativa aos 65 e 80 DAE de 35,9% e 25,2% respectivamente e *A. retroflexus* somente aos 80 DAE com uma redução na altura de 22,6%, em relação a testemunha (Tabela 14). Esses resultados evidenciam a superioridade da interferência negativa da *D. horizontalis*, que pertence a um gênero botânico de maior importância na cultura da cana-de-açúcar (DIAS et al., 2007).

A inoculação de BFN não interferiram na altura de plantas de cana-de-açúcar em nenhuma das épocas avaliadas. O que indica que esses microrganismos podem não interferir tanto no desenvolvimento da cultivar RB92579, considerando que alguns cultivares não apresentam benefícios com a inoculação com BFN (SCHULTZ et al., 2012).

Tabela 14 - Altura de plantas (cm) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Altura de plantas (cm)		
	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	57,69 b <sup>1</sup>	61,87 b	80,72 c
<i>Amaranthus retroflexus</i>	84,00 a	110,75 a	113,40 b
<i>Bides pilosa</i>	70,56 ab	82,94 b	109,68 b
Testemunha	92,31 a	129,50 a	146,61 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	75,50 a	95,06 a	106,65 a
Inoculado	76,78 a	97,47 a	125,42 a
CV (%)	21,60	16,53	21,60

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável diâmetro de colmos da cultura não apresentou interação entre os fatores estudados, em nenhuma das épocas avaliadas (Tabela 15). Ocorreu efeito negativo somente aos 65 DAE com uma redução de 29,8% nessa variável para as espécies *D. horizontalis* e *Bides pilosa* e aos 80 DAE onde as espécies *D. horizontalis*, *Bides pilosa* e *A. retroflexus* causaram efeito negativo com redução nesta variável de 32,4%, 30,7% e 16,9% respectivamente, em relação a testemunha (Tabela 15).

Não se observou diferença na primeira época de avaliação, pois durante o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar o colmo desenvolve-se utilizando as reservas do tolete, com o passar do tempo a planta depende exclusivamente da produção de fotoassimilados para seu crescimento. Também, com o crescimento das espécies daninhas há maior competição pelos recursos do meio. A inoculação das bactérias fixadoras de N não causou alteração para essa variável. Apesar de para algumas cultivares serem observados aumento no diâmetro do colmo de algumas cultivares no início do desenvolvimento (GIRIO et al., 2015).

A área foliar da cana-de-açúcar foi influenciada somente pelo fator espécies de plantas daninhas. Em todas as avaliações a espécie *D. horizontalis* interferiu negativamente, com maior redução aos 80 DAE chegando a 59,6% nessa variável, *B. pilosa* interferiu somente aos 65 e 80 DAE com redução de 63,1% e 47,4% respectivamente sendo que *A. retroflexus* não interferiu nessa variável, em relação a testemunha (Tabela 16). Destacando-se *D. horizontalis* como a mais prejudicial ao desenvolvimento dessa cultivar de cana-de-açúcar. Esse efeito está diretamente relacionado a competição da cultura com as espécies daninhas, quando maior

competição menor o desenvolvimento da cultura e menor sua área foliar (PRELLWITZ & COELHO, 2011).

Tabela 15 - Diâmetro de colmos (cm) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Diâmetro de colmos (cm)		
	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	9,34 a <sup>1</sup>	10,64 b	12,14 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	11,46 a	12,00 ab	14,92 b
<i>Bides pilosa</i>	9,66 a	10,64 b	12,45 b
Testemunha	10,96 a	15,16 a	17,97 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	10,08 a	11,64 a	14,13 a
Inoculado	10,63 a	12,58 a	15,20 a
CV (%)	18,66	24,09	32,14

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A inoculação de BFN não interferiu na área foliar da cultura, em nenhuma das épocas de avaliação, demonstrando que esses microrganismos causam pouca interferência no desenvolvimento dessa variável, sem elevar a habilidade competitiva da cultura diante da convivência com espécies daninhas.

Tabela 16 - Área foliar (cm<sup>2</sup> vaso<sup>-1</sup>) de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Área foliar (cm <sup>2</sup> vaso <sup>-1</sup> )		
	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	219,10 b <sup>1</sup>	313,82 b	451,31 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	482,8 a	652,87 a	948,45 a
<i>Bides pilosa</i>	274,11 ab	320,75 b	587,89 b
Testemunha	481,24 a	870,46 a	1117,63 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	347,74 a	535,99 a	708,25 a
Inoculado	380,89 a	542,95 a	844,38 a
CV (%)	47,12	43,20	37,13

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável número de perfilhos apresentou grande redução a partir do 50 DAE, este que foi influenciado por todas as espécies daninhas que conviveram com a cultura (Tabela 17). Esse efeito demonstra a grande redução da taxa de perfilhamento da cana-de-açúcar

quando em competição com uma espécie daninha. O número de perfilho é uma variável sensível a competição como plantas daninhas, pois quando maior a competição a planta tende a alocar fotoassimilados e crescer em estatura, especialmente se ocorre competição por luz. Esse efeito foi observado quando a cana-de-açúcar conviveu com plantas de *Panicum maximum* (DE PAULA, 2015).

A inoculação de BFN não causou alteração no número de perfilhos da cana-de-açúcar. Resultados similares dos encontrados por Chaves et al. (2015). Isso demonstra que a inoculação com BFN não demonstra efeito nesta variável, possivelmente pelo fato dessa variável ser uma característica genética com pouca influência pelo incremento de N.

Tabela 17 - Número de perfilhos por planta de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Número de perfilhos		
	50 DAE	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,50 b <sup>1</sup>	0,62 b	0,87 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2,50 b	2,87 b	3,50 b
<i>Bides pilosa</i>	1,25 b	1,37 b	1,75 b
Testemunha	4,75 a	5,87 a	7,35 a
<b>Inoculação</b>			
Não inoculado	2,31 a	2,62 a	3,41 a
Inoculado	2,18 a	2,75 a	3,23 a
CV (%)	66,35	68,77	42,80

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de clorofila das folhas de cana-de-açúcar, aos 65 DAE, apresentou redução de 31,7% e 20,6% na presença das espécies daninhas *D. horizontalis* e *B. pilosa* respectivamente (Tabela 18), estando este diretamente ligado a concentração de nitrogênio no tecido foliar, dessa forma, as espécies daninhas devem apresentar elevada competição por esse nutriente, causando a redução dessa variável nas folhas da cultura. A competição por nutrientes é um dos principais limitantes a produtividade da cultura da cana-de-açúcar (GALON et al., 2012).

A inoculação com bactérias fixadoras de N não causaram interferência no teor de clorofila para a cultura aos 65 DAE. Esta variável está diretamente relacionada ao teor de N nas folhas da cultura e possivelmente as bactérias não contribuam para o aumento da absorção de N pela planta (SCHULTZ et al., 2014).

O teor de N das folhas cana-de-açúcar aos 80 DAE teve uma redução de 83,7% quando a cultura competiu com *D. horizontalis*, as demais espécies daninhas não interferiram

nessa variável, em relação a testemunha. Esse resultado demonstra a elevada competição exercido entre esta espécie daninha e a cultura pelo nitrogênio, um dos nutrientes mais importantes no processo de competição entre cana-de-açúcar e espécies daninhas (GALON et al., 2012).

Tabela 18 - Teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) e teor de nitrogênio das folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 65 e 80 dias após a emergência (DAE), em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Teor de Clorofila	Teor de nitrogênio
	65 DAE	80 DAE
<i>Digitaria horizontalis</i>	35,42 c <sup>1</sup>	5,18 b
<i>Amaranthus retroflexus</i>	46,86 ab	26,28 a
<i>Bides pilosa</i>	41,19 bc	27,61 a
Testemunha	51,91 a	31,91 a
<b>Inoculação</b>		
Não inoculado	43,82 a	25,02 a
Inoculado	43,87 a	20,47 a
CV (%)	10,21	26,27

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A inoculação com BFN não interferiram no teor de nitrogênio das folhas de cana-de-açúcar aos 80 DAE (Tabela 18). Sem causar a elevação da habilidade competitiva da cultura perante as espécies competidoras. A inoculação de bactérias diazotróficas fixadoras de N possivelmente não estejam contribuindo com a absorção desse nutriente por essas espécies estarem presentes no ambiente (PEREIRA et al., 2013), e podem ser encontrados no solo e nos colmos de propagação da cultura. Dessa forma a inoculação pode ser ineficiente para elevar a absorção de N pela cana-de-açúcar (SCHULTZ et al., 2014).

Aos 80 DAE o teor de clorofila das folhas da cultura foram influenciadas por ambos os fatores estudados. Considerando o fator espécie daninha, observa-se menores valores quando a cultura competiu com todas as espécies daninhas, em relação a testemunha, com maiores efeitos quando competiu com a *D. horizontalis* (Tabela 19).

As bactérias fixadoras de N contribuíram com um aumento de 17% no teor de N quando a cultura competiu com a espécie daninha *B. pilosa* (Tabela 19). Esse efeito demonstra que as bactérias que foram inoculadas podem contribuir para a maior absorção de N pela cultura, especialmente quando há competição por outros fatores limitantes no meio. Apesar das bactérias utilizadas na inoculação apresentarem a capacidade de fixação de N, Schultz et al. (2014) observaram que é pouco provável que há incremento na fixação

biológica de N quando realizada a inoculação. No entanto, nesse caso, que há grande competição por esse elemento no solo, a ação das bactérias pode contribuir mais para o fornecimento de N à cultura.

Tabela 19 - Teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) das plantas de cana-de-açúcar, cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Teor de clorofila ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	36,50 cA <sup>1</sup>	36,20 cA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	46,67 bA	46,07 bA
<i>Bides pilosa</i>	38,05 cB	45,87 bA
Testemunha	55,77 aA	55,60 aA
CV (%)	7,19	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca da parte aérea da cana-de-açúcar (MSPAC) foi influenciada por ambos os fatores estudados, com interação entre os mesmos. As espécies daninhas causaram menor acúmulo da MSPAC, com exceção para o tratamento com *A. retroflexus* em que foi realizada a inoculação das BFN, em relação a testemunha (Tabela 20).

A inoculação com bactérias fixadoras de N causaram uma redução de 31,5% no acúmulo de MSPAC quando a mesma desenvolveu-se livre das espécies daninhas (Tabela 20), possivelmente devido as características genéticas da cultivar que não efetuam relação simbiótica eficiente com as BFN. Destaca-se que há, para algumas cultivares de cana-de-açúcar, incremento do acúmulo de massa seca através da inoculação de bactérias fixadoras de N, no entanto, para outras cultivares esse efeito não é observado (SCHULTZ et al., 2014; CHAVES et al., 2015)

Tabela 20 - Massa seca da parte aérea da cana-de-açúcar - MSPAC ( $\text{g vaso}^{-1}$ ), cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Massa seca da parte aérea ( $\text{g vaso}^{-1}$ )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	3,77 bA <sup>1</sup>	4,78 cA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	13,36 bA	14,88 abA
<i>Bides pilosa</i>	4,99 bA	9,07 bcA
Testemunha	34,07 aA	23,35 aB
CV (%)	36,87	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável volume do sistema radicular da cana-de-açúcar apresentou interação entre os fatores estudado. Considerando as espécies daninhas, todas influenciaram negativamente essa variável, apresentando danos similares, independentemente da inoculação ou não das bactérias fixadoras de N (Tabela 21). Com esses resultados podemos inferir que as espécies daninhas causam efeitos similares, e de grande magnitude, no desenvolvimento radicular da cultura.

A inoculação das BFN apresenta pouca interferência no volume do sistema radicular da cultura, somente foi observada alteração quando a cultura não conviveu com espécies daninhas em que observou-se uma redução de 38,1% nesta variável quando realizada a inoculação em relação ao tratamento sem a inoculação com BFN (Tabela 21). Isso demonstra que a cultivar não se adapta as BFN de modo a não promover o desenvolvimento do sistema radicular, ou, a contribuição das BFN pode ser tão significativa que não há necessidade de a planta alocar recursos no desenvolvimento nesse sistema.

Tabela 21 - Volume do sistema radicular de cana-de-açúcar ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ ), cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Volume do sistema radicular da cana-de-açúcar	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	07,25 bA <sup>1</sup>	14,00 bA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	34,50 bA	46,75 bA
<i>Bides pilosa</i>	17,37 bA	23,75 bA
Testemunha	124,50 aA	77,00 aB
CV (%)	40,56	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca do sistema radicular da cana-de-açúcar (MSSRC) foi influenciado por ambos os fatores estudados, com interação entre os mesmos. Essa variável apresentou redução quando conviveu com todas as espécies daninhas, independentemente da inoculação com BFN (Tabela 22).

Com relação a inoculação, observou-se uma redução de 45,5% na MSSRC quando realizada a inoculação com BFN e a cultura desenvolveu-se sem competição com espécies daninhas (Tabela 22). A menor massa seca da cultura, quando recebeu a inoculação pode ser explicada pelo fato da cultura não necessitar tanto investimento no sistema radicular para melhorar a absorção de N. Segundo Girio et al. (2015), a utilização do inoculante não

aumenta a massa de matéria seca das raízes, mas promove o incremento no comprimento radicular.

Tabela 22 - Massa seca do sistema radicular da cana-de-açúcar - MSSRC (g vaso<sup>-1</sup>), cultivar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Massa seca do sistema radicular (g vaso <sup>-1</sup> )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	01,14 bA <sup>1</sup>	01,76 bA
<i>Amaranthus retroflexus</i>	06,03 bA	06,07 bA
<i>Bides pilosa</i>	02,35 bA	03,33 bA
Testemunha	18,67 aA	10,17 aB
CV (%)	51,39	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca da parte aérea das espécies daninhas (MSPAED) foi influenciada somente pelas diferentes espécies daninhas, sem alteração quanto a inoculação da cana-de-açúcar com BFN (Tabela 23). A *D. horizontalis* apresentou maior capacidade de acúmulo de biomassa na parte aérea, 14,5% superior em relação a *A. retroflexus* (Tabela 23). A inoculação não interferiu nessa variável, o que demonstra que as BFN não interferem na habilidade da cultura a ponto de reduzir o acúmulo de biomassa da parte aérea das espécies competidoras.

Tabela 23 - Massa seca da parte aérea das espécies daninhas - MSPAED (g vaso<sup>-1</sup>) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Massa seca da parte aérea (g vaso <sup>-1</sup> )
<i>Digitaria horizontalis</i>	26,68 a <sup>1</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	17,57 b
<i>Bides pilosa</i>	22,80 ab
<b>Inoculação</b>	
Não inoculado	17,99 a
Inoculado	15,53 a
CV (%)	29,20

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O volume do sistema radicular das espécies daninhas foi influenciado por ambos os fatores estudados, com interação entre os mesmos. Entre as espécies estudadas, apresentou-se pouca variação para essa variável, com exceção para a espécie *A. retroflexus*, que apresentou menor valor, 53,0% e 54,7% em relação a *D. horizontalis* e *B. pilosa* respectivamente, quando

competiu com a cultivar RB92579 não inoculada com bactérias fixadoras de N (Tabela 24). Isso pode justificar o maior poder de interferência para a cultura causada pelas espécies *D. horizontalis* e *B. pilosa*, sendo que com um maior volume de raízes é possível explorar maior área de solo e competir pela maior quantidade de nutrientes.

A inoculação de BFN na cana-de-açúcar, cultivar RB92579, promoveu uma redução no volume do sistema radicular das espécies daninhas *D. horizontalis* e *B. pilosa* de 29,8% e 44,6% respectivamente, em relação ao tratamentos em que não houve inoculação com BFN (Tabela 24). Esse resultado demonstra que as BFN podem favorecer a cultura da cana-de-açúcar aumentando sua habilidade competitiva e suprimir o desenvolvimento das espécies daninhas. O maior desenvolvimento, em comprimento do sistema radicular da cultura da cana-de-açúcar, pode ser observado em algumas cultivares (CHAVES et al., 2015), que com certeza interfere em sua habilidade competitiva.

Tabela 24 - Volume do sistema radicular das espécies daninhas ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ ), que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

Espécie daninha	Volume de raízes ( $\text{cm}^3 \text{ vaso}^{-1}$ )	
	Não inoculado	Inoculado
<i>Digitaria horizontalis</i>	78,75 aA <sup>1</sup>	55,25 aB
<i>Amaranthus retroflexus</i>	37,00 bA	33,50 aA
<i>Bides pilosa</i>	81,75 aA	45,25 aB
CV (%)	29,79	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca do sistema radicular das espécies daninhas (MSSRED) foi influenciado por ambos os fatores estudados, no entanto, sem interação entre os mesmos. Com relação as espécies daninhas, os maiores valores foram observados para *D. horizontalis* e *B. pilosa*, que diferiram do *A. retroflexus* (Tabela 25). Esse efeito pode ser atribuído a características genéticas das mesmas, pois as espécies que apresentaram maior MSSRED apresentam naturalmente sistema radicular mais denso.

Tabela 25 - Massa seca do sistema radicular das espécies daninhas - MSSRED (g vaso<sup>-1</sup>) que conviveram com a cultivar de cana-de-açúcar RB92579, aos 80 dias após a emergência (DAE) em função de diferentes espécies de plantas daninhas e inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio

<b>Espécie daninha</b>	<b>Massa seca de raízes (g vaso<sup>-1</sup>)</b>
<i>Digitaria horizontalis</i>	13,41 a <sup>1</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	06,34 b
<i>Bides pilosa</i>	10,52 a
<b>Inoculação</b>	
Não inoculado	8,89 a
Inoculado	6,25 b
CV (%)	36,45

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação a inoculação de BFN, observou-se uma redução de 29,7% no acúmulo de MSSRED quando essas espécies conviveram com a cultura inoculada (Tabela 25). Esse fato comprova que há maior supressão das plantas daninhas quando realizada a inoculação de BFN na cana-de-açúcar, possivelmente pelo efeito do inóculo no aumento do desenvolvimento da cultura (CHAVES et al., 2015).

## 6 CONCLUSÕES

1. A inoculação de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio contribui no desenvolvimento da parte aérea para as variáveis área foliar e altura da cana-de-açúcar.
2. As cultivares apresentam comportamento distinto, sendo que a cultivar RB867515 demonstra melhor relação simbiótica com as bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio em relação a cultivar RB92579.
3. As espécies daninhas comprometem o desenvolvimento da cana-de-açúcar, no entanto, a *Digitaria horizontalis* é a espécie que causa maior interferência negativa.
4. A convivência com as espécies daninhas promove menor desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular da cultura da cana-de-açúcar.
5. O desenvolvimento radicular das espécies daninhas *D. horizontalis* e *B. pilosa* foi influenciado negativamente pela inoculação das bactérias fixadoras de nitrogênio.
6. A inoculação não contribui para o crescimento radicular e crescimento da parte aérea da cultura da cana-de-açúcar, independentemente da cultivar.

## REFERÊNCIAS

- BALLARÉ, C.L. et al. Early detection of neighbour plants by phytochrome perception of spectral changes in reflected sunlight. **Plant Cell Environ.**, v.10, n.2, p.551-557, 1987.
- BORROSO, A. A. M; YAMAUTI, M. S; ALVES, P. L. C. A. Interferência entre espécies de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p609-616, 2010.
- CHAVES, V.A. et al. Desenvolvimento inicial de duas variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.6, p.1595-1602, 2015.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar** - v. 3 - Safra 2016/17, n. 4 - Quarto levantamento, abril de 2017.
- COTTA, J.A.O. et al. Validação do método para determinação de Nitrogênio Kjeldahl Total. **Revista Analytica**, v.5, n.26, p.68-75, 2007
- DE PAULA, Ricardo Jardim. **Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de mudas meristemáticas de cana-de-açúcar**. 2015. 45 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.
- DIAS, A.C.R.et al. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim colchão (*digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha** , v.25, n. 2, p. 489-499, 2007
- DIAS, N. M. P. et al. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 293-300, 2003.
- EMBRAPA. Estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio para a inoculação em cana-de-açúcar. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/550/estirpes-de-bacterias-fixadoras-de-nitrogenio-para-inoculacao-em-cana-de-acucar>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- GALON, L. et al. Disponibilidade de macronutrientes em cultivares de cana-de-açúcar submetidas à competição com *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1372-1379, 2012.
- GALON, L. et al. Influência de herbicidas na qualidade da matéria-prima de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.555-562, 2009.
- GALON, L. et al. Tolerância de novos genótipos de cana-de-açúcar a herbicidas. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p.329-338, 2010.
- GIRIO, L.A.S. et al. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesq. agropec. bras.**, v.50, n.1, p.33-43, 2015.
- HERMAN, E.R.; CÂMARA, G.M. **Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar**. Sociedade dos Técnicos Açucareiros Sucroalcooleiros do Brasil, 17:32-34. 1999.

- KUVA, M. A. et al. Período de interferência de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p.37-44, 2003.
- KUVA, M. A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.19, n.3, p.323-330, 2001.
- MACHADO, A.; CONCEIÇÃO, A. R. Programa estatístico WinStat: sistema de análise estatístico para Windows. Universidade Federal de Pelotas, RS. 2007. CD-ROM
- MACHADO, A.F.L.et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.
- MARQUES JUNIOR, R.B. et al. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, n.3, p.1121-1128, 2008.
- MARTINELLI, C. A. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura da cana- de-açucar e algumas práticas de controle. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Dez. 2011.
- MEDEIROS, C.D. et al. Gas exchange, growth, and antioxidant activity in sugarcane under biological nitrogen fixation. **Photosynthetica**, v.50, n.4, p.519-528, 2012.
- NEFF, J.C.; CHAPIN, F.S.; VITOUSEK, F.S.P.M. Breaks in the cycle: dissolved organic nitrogen in terrestrial ecosystems. **Front. Ecol. Environ.**, n.1, v., p.205–211, 2003.
- NEGRISOLI, E. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, V.22, n.4, p.567-575, 2004.
- OLIVEIRA, A. L. M. et al. The effect of inoculating endophytic N<sub>2</sub>-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. **Plant Soil**, v.242, n.2, p.205-215, 2002.
- PEREIRA, W. et al. Acúmulo de biomassa em variedades de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.2, p.363-370, 2013.
- PRELLWITZ, W.P.V.; COELHO, F.C. Produtividade de colmos, índice de área foliar e acúmulo de N na soca de cana-de-açúcar em cultivo intercalar com *Crotalaria juncea* L. **Rev. Ceres**, v.58, n.6, p.773-780, 2011.
- PROCÓPIO, S.O. et al. Manejo de plantas daninhas. In: SANTOS, F.; BORÉM, A; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar Bionergia, açúcar e álcool: Tecnologias e Perspectivas**. Editora UFV; Viçosa-MG, p.181-215, 2010.
- PROCÓPIO, S. O. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Viçosa: UFV, 2003. 150 p.
- PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana de açúcar. In.: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

PROCÓPIO, S.O. Toxicidade de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar à bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*. **Planta Daninha**, v.29, n.esp, p.1079-1089, 2011.

REIS, V.M.; BALDANI, J. I.; URQUIAGA, S. Recomendação de uma mistura de estirpes de cinco bactérias fixadoras de nitrogênio para inoculação de cana-de-açúcar: *Gluconacetobacter diazotrophicus* (BR 11281), *Herbaspirillum seropedicae* (BR 11335), *Herbaspirillum rubrisubalbicans* (BR 11504), *Azospirillum amazonense* (BR 11145) e *Burkholderia tropica* (BR 11366). Circular técnica 30. **Embrapa Agrobiologia**. Seropédica, RJ. dez. 2009

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; BETTANY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I – Eficiência na utilização de uréia (15N) em aplicação única ou parcelada. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 19, n. 8, p. 943-949, 1984.

SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Org.). **Cana-de-Açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool - Tecnologias e Perspectivas**. 2ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 2011, 637P.

SCHULTZ, N. et al. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.2, p.261-268, fev. 2012.

SCHULTZ, N. et al. Inoculation of sugarcane with diazotrophic bacteria. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.2, p.407-414, 2014.

SITE DA CACHAÇA. Origem da cana-de-açúcar. **Portal de informações sobre produção de cachaça**. Disponível em: <http://www.sitedacachaca.com.br/origem-da-cana-de-acucar>. Acesso em: 10 jul. 2017.

TAULÉ, C. et al. The contribution of nitrogen fixation to sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), and the identification and characterization of part of the associated diazotrophic bacterial community. **Plant Soil**, v.356, n.1, p.35–49, 2012.

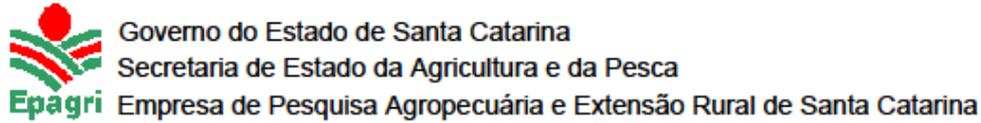
TIRONI, Siumar Pedro. **Interferência e controle químico de populações de *Brachiaria brizantha* em cana-de-açúcar**. 2011. 72 f. Tese, Universidade Federal de Viçosa, Pós Graduação em Fitotecnia, Minas Gerais, 2011.

TIRONI, S.P. et al. Economic threshold levels for signal grass control in sugarcane cultivars. **Planta Daninha**, v. 34, n. 4, p. 649-656, 2016.

TIRONI, S.P. et al. Interferência de populações de *Brachiaria brizantha* produtividade de cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p.21-26, 2013.

## ANEXOS

### Anexo 1. Análise do solo utilizado nos ensaios.



**Laboratório de Análise de Solos**  
 Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos  
 e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas

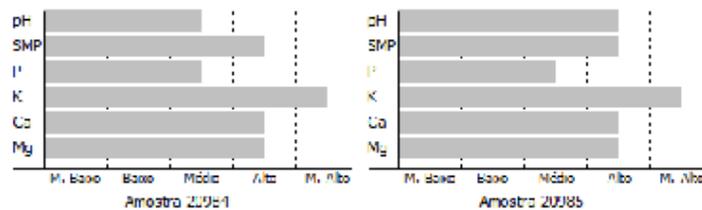
#### Relatório de Análise de Solo

Produtor...: UFFS  
 Localidade...: Data Entrada: 22/08/2014  
 Município...: CHAPECÓ - SC Data Análise: 04/09/2014  
 Remetente...: ALBERTO HOFBS Data Emissão: 10/09/2014  
 Município...: CHAPECÓ - SC Análise.....: Pesquisa

Nº Lab.	Ref.	% Argila m/v	pH-Água 1:1	Índice SMP	P mg/dm³	K mg/dm³	% M.O. m/v	Al cmolc/dm³	Ca cmolc/dm³	Mg cmolc/dm³
20984	01 - LADO FOLLE	46	5,9	6,2	8,0	165,6	5,0	0,0	5,7	3,7
20985	02 - POMAR	51	6,2	6,5	8,3	154,6	4,5	0,0	5,4	3,2

Nº Lab.	Ref.	H + Al cmolc/dm³	CTC pH7.0 cmolc/dm³	Al (valor m)	% Saturação na CTC a pH7.0				Relações		
					Base%	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
20984	01 - LADO FOLLE	3,47	13,29	0,00	73,92	3,19	42,89	27,84	1,54	13,46	8,74
20985	02 - POMAR	2,46	11,46	0,00	78,49	3,45	47,12	27,92	1,69	13,66	8,09

#### Interpretação dos Resultados das Análises



EVANDRO SPAGNOLLO  
 Eng.-Agr. Dr. CREA-SC 53.652-8  
 Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo  
 0178982-4EFD-49D6-B36B-548BFD8BAFD2  
 Confira os dados do laudo em:  
<http://solosch.epagri.sc.gov.br/>

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar - Cepaf  
 Servidão Ferdinando Tusset, s/nº, São Cristóvão, C.P. 791  
 89.801-970 - Chapecó, SC  
 Fone: (49) 2049-7570 e 2049-7581  
 E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br