

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Lucas Giovane Casagrande

**PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS DE TIFTON 85  
SOBRESSEMEADAS COM AZEVÉM E INOCULADAS COM  
*Azospirillum brasilense***

**Lucas Giovane Casagrande**

**PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS DE TIFTON 85 SOBRESSEMEADAS  
COM AZEVÉM E INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Casagrande, Lucas Giovane

Produção e valor nutritivo de pastagens de Tifton 85 sobressemeadas com azevém e inoculadas com *Azospirillum brasilense* / Lucas Giovane Casagrande.- 2021.

47 p.; 30 cm

Orientador: Clair Jorge Olivo

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2021

1. Bactéria diazotrófica 2. Biofertilizante 3. Estirpes Ab-V5 e Ab-V6 4. Sistemas de produção forrageira  
I. Olivo, Clair Jorge II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

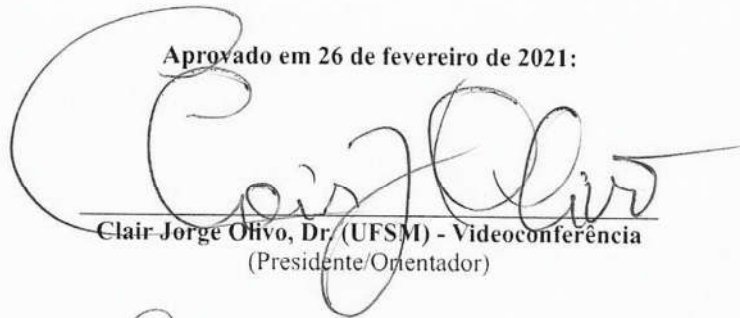
Declaro, LUCAS GIOVANE CASAGRANDE, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Lucas Giovane Casagrande

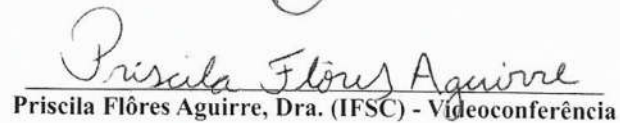
**PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS DE TIFTON 85  
SOBRESSEMEADAS COM AZEVÉM E INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense***

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),  
como requisito parcial para a obtenção do título  
de **Mestre em Zootecnia**.

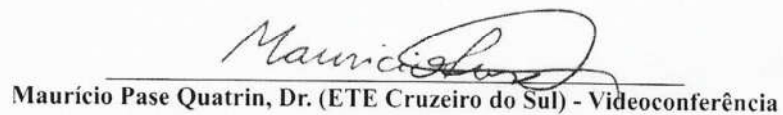
**Aprovado em 26 de fevereiro de 2021:**



Clair Jorge Olivo, Dr. (UFSM) - Videoconferência  
(Presidente/Orientador)



Priscila Flôres Aguirre, Dra. (IFSC) - Videoconferência



Mauricio Pase Quatrin, Dr. (ETE Cruzeiro do Sul) - Videoconferência

## RESUMO

### PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE PASTAGENS DE TIFTON 85 SOBRESSEMEADAS COM AZEVÉM E INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense*

AUTOR: Lucas Giovane Casagrande

ORIENTADOR: Clair Jorge Olivo

A inoculação de plantas com *Azospirillum brasilense* associada a fontes químicas de adubo nitrogenado pode aumentar a eficiência de uso do nitrogênio e reduzir a quantidade utilizada. Em sistemas forrageiros cuja base é o capim bermuda (*Cynodon dactylon*), os estudos dos efeitos do *A. brasilense* são escassos. Nesse sentido, avaliou-se a produção, valor nutritivo das forragens e a resposta dos animais em pastagens tendo como base o capim Tifton 85 em associação com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. BRS Ponteio, inoculadas com *A. brasilense* e fertilizadas com doses de adubo nitrogenado, pastejadas por vacas em lactação. Foram avaliados três sistemas forrageiros: (i) Tifton 85 + *A. brasilense* + 180 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; (ii) Tifton 85 + 230 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e (iii) Tifton 85 + 280 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (sistemas forrageiros), três repetições (piquetes) e medidas repetidas no tempo (ciclos de pastejo). Foram coletadas amostras de forragem ao pré e pós-pastejo para avaliar as respostas das plantas e dos animais. A inoculação de *A. brasilense* em pastagem, tendo como base o capim Tifton 85, em mistura com azevém, (mais 180 kg de N ha<sup>-1</sup>), demonstra efeito positivo ao equivaler-se à pastagem adubada com 230 kg de N ha<sup>-1</sup>, na resposta das plantas e dos animais. A inoculação com *A. brasilense* resultou em economia de 70 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (40 kg N ha<sup>-1</sup> no período hibernar e 30 kg N ha<sup>-1</sup> no estival). O valor nutritivo e as respostas dos animais não diferiram entre os sistemas forrageiros. Melhor resultado na produção de forragem foi obtido na pastagem com maior dose de adubo nitrogenado.

Palavras-chave: Bactéria diazotrófica. Biofertilizante. Estirpes Ab-V5 e Ab-V6. Sistemas de produção forrageira.

## Abstract

### **PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF TIFTON 85 BERMUDA GRASS PASTURES OVERSEEDED WITH ANNUAL RYEGRASS AND INOCULATED WITH *Azospirillum brasilense***

AUTHOR: Lucas Giovane Casagrande

ADVISOR: Clair Jorge Olivo

The inoculation of plants with *Azospirillum brasilense* associated with chemical sources of nitrogen fertilizer can increase the efficiency of nitrogen use and reduce the amount used. In forage systems whose base is bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), studies on the effects of *A. brasilense* are scarce. In this sense, it was evaluated the production, nutritive value of forages and the response of the animals in pastures based on Tifton 85 bermudagrass in association with ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), “BRS Ponteio” and inoculated with *A. brasilense* and fertilized with doses of nitrogen fertilizer, grazed by lactating cows. Three forage systems were evaluated: (i) Tifton 85 + *A. brasilense* + 180 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>; (ii) Tifton 85 + 230 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and (iii) Tifton 85 + 280 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The experimental design was completely randomized, with three treatments (forage systems), three repetitions (paddocks) and repeated measures over time (grazing cycles). Forage samples were collected before and after grazing to evaluate the responses of plants and animals. The inoculation of *A. brasilense* in pasture, based on Tifton 85 bermudagrass, mixed with ryegrass, (plus 180 kg of N ha<sup>-1</sup>), shows a positive effect when compared to the pasture fertilized with 230 kg of N ha<sup>-1</sup>, in the response of plants and animals. The inoculation with *A. brasilense* resulted in savings of 70 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (40 kg N ha<sup>-1</sup> in winter and 30 kg N ha<sup>-1</sup> in summer). The nutritional value and the responses of the animals did not differ between the forage systems. A better result in forage production was obtained in the pasture with a higher dose of nitrogen fertilizer.

Keywords: Diazotrophic bacteria. Biofertilizer. Strains Ab-V5 and Ab-V6. Forage production systems.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Normais climatológicas e valores registrados durante o período experimental do mês de abril de 2019 ao mês de maio de 2020, para média de temperatura e precipitação mensal acumulada. Santa Maria, RS, 2019-2020.....22
- Figura 2 – Composição botânica de pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. ....29
- Figura 3 – Produção de forragem em pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. ....31
- Figura 4 – Produção total de forragem em pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. ....32
- Figura 5 – Produção de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta em pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.....33
- Figura 6 – Consumo de PB e NDT tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.....35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Massa de forragem e relação lâmina foliar: colmo + bainha de pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com <i>Azospirillum brasilense</i> e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.....	28
Tabela 2 – Taxa de acúmulo de pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com <i>Azospirillum brasilense</i> e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.....	30
Tabela 3 – Composição bromatológica de pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com <i>Azospirillum brasilense</i> e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. ....	33
Tabela 4 – Resposta animal em pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com <i>Azospirillum brasilense</i> e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.....	34



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	INTRODUÇÃO .....	10
<b>2</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	<b>12</b>
2.1	HIPÓTESE GERAL .....	12
2.2	HIPÓTESES ESPECÍFICAS .....	12
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
3.1	OBJETIVO GERAL .....	13
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>4</b>	<b>ESTUDO BIBLIOGRÁFICO</b> .....	<b>14</b>
4.1	GRAMÍNEAS DO GÊNERO <i>Cynodon</i> .....	14
4.1.1	<b>Capim Tifton 85</b> .....	14
4.2	AZEVÉM ANUAL EM SOBRESSEMEADURA AO CAPIM TIFTON 85 .....	16
4.3	MICROORGANISMOS DIAZOTRÓFICOS ASSOCIATIVOS .....	17
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
5.1	LOCAL DO ESTUDO.....	22
5.2	TRATAMENTOS E DESENHO EXPERIMENTAL .....	23
5.3	MANEJO DA PASTAGEM E DOS ANIMAIS.....	23
5.4	PARÂMETROS AVALIADOS NA PASTAGEM.....	24
5.5	PARÂMETROS AVALIADOS COM ANIMAIS .....	25
5.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	25
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
6.1	MASSA DE FORRAGEM AO PRÉ E PÓS-PASTEJO .....	27
6.2	TAXA DE ACÚMULO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM.....	29
6.3	VALOR NUTRITIVO.....	32
6.4	EFICIÊNCIA DE PASTEJO, CONSUMO DE FORRAGEM E TAXA DE LOTAÇÃO .....	34
6.5	CONSUMO DE PROTEÍNA BRUTA E NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS .....	34
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
7.1	RESPOSTA DAS PASTAGENS.....	36
7.2	RESPOSTA DOS ANIMAIS .....	38
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>41</b>
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>42</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 INTRODUÇÃO

Em propriedades leiteiras, o uso de pastagens perenes é importante na constituição de sistemas forrageiros, na medida em que protegem melhor a base de recursos naturais e são mais sustentáveis em períodos de escassez ou de excesso de água (OJEDA et al., 2018). Dentre essas espécies, as gramíneas do gênero *Cynodon*, especialmente a cultivar Tifton 85, vem se destacando por apresentar elevado valor nutritivo e potencial para produção de forragem (PEDREIRA, 2010). O cultivo dessa forrageira tem aumentado em diferentes regiões do País, com utilização especialmente para pastagem e feno (MUFATTO et al., 2016).

Em regiões subtropicais, durante o período hibernal, o potencial de produção dessa gramínea fica reduzido. No entanto, uma alternativa que permite o uso dessas áreas durante esse período e garante incrementos do potencial forrageiro é a sobressemeadura com espécies forrageiras de ciclo hibernal (OLIVEIRA et al., 2019; ALMEIDA et al., 2019).

O potencial produtivo e a composição bromatológica do capim Tifton 85 são maximizados devido à adubação, especialmente a nitrogenada (PEREIRA et al., 2011). O nitrogênio é um elemento formador de tecidos e interfere diretamente no processo fotossintético. Nos mais diversos sistemas de produção, o nitrogênio influencia o desenvolvimento da planta em magnitude superior à de outros nutrientes, sendo imprescindível para a produção de forragem, e sua disponibilidade é um fator limitante e de custo elevado (SOLLEMBERGER, 2008; DIAS et al., 2019). Desta forma, o uso de adubo nitrogenado tem se intensificado, notadamente pela necessidade de se aumentar a produção por unidade de área. Com essa prática, há aumentos de produtividade, mas também implica em impactos econômicos e ambientais (BEHERA et al., 2013; KRUPA et al., 2003).

Nesse contexto, o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal pode contribuir com aumento da produtividade de plantas forrageiras, mediante produção de fitohormônios que atuam no sistema radicular, ampliando, dessa forma, a capacidade de absorção de água e nutrientes. A utilização de microrganismos, especialmente àqueles de associação endofítica facultativa como o *Azospirillum brasilense*, pode ser uma alternativa que maximize a eficiência de uso do nitrogênio (MOREIRA et al., 2010; HUNGRIA, 2011; PEDRAZA et al., 2020).

Portanto, um possível efeito sinérgico entre o *A. brasilense* e a fertilização nitrogenada pode resultar em incrementos de produtividade e diminuição dos custos de produção do capim Tifton 85. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o uso da inoculação com *A. brasilense* em sistemas forrageiros, tendo como base o capim Tifton 85 durante o período estival e sua

associação com azevém no hibernal, submetidos ao pastejo por vacas em lactação, quanto à produção e valor nutritivo da forragem, eficiência de pastejo, consumo de volumoso e taxa de lotação.

## 2 HIPÓTESES

### 2.1 HIPÓTESE GERAL

A inoculação de *A. brasilense* em pastagens, tendo como base o capim Tifton 85, eleva a produção e o valor nutritivo da forragem e a taxa de lotação.

### 2.2 HIPÓTESES ESPECÍFICAS

- A inoculação com *A. brasilense* implica em maior produtividade das espécies forrageiras predominantes do pasto, capim Tifton 85 durante o período estival e azevém no período hibernar, implicando em maior produção de forragem;

- A inoculação modifica a composição botânica do pasto e a composição morfológica do capim Tifton 85, implicando em maior biomassa de lâmina foliares;

- Há melhoria do valor nutritivo dos pastos inoculados.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produção, o valor nutritivo, a taxa de lotação e a resposta dos animais em pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *A. brasilense*.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a massa de forragem ao pré e pós-pastejo;
- Determinar as composições botânica do pasto e morfológica do capim Tifton 85;
- Estimar o acúmulo e a produção de forragem;
- Determinar a taxa de lotação, o consumo de forragem e a eficiência de pastejo;
- Determinar a concentração de proteína, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais da forragem dos distintos pastos.

## 4 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

### 4.1 GRAMÍNEAS DO GÊNERO *Cynodon*

As gramíneas bermuda (*Cynodon* spp), nativas da parte baixa da África oriental, são plantas perenes de ciclo estival adaptadas ao clima de regiões tropicais e subtropicais e são consideradas de caráter colonizador e invasivo (ANDERSON e WU, 2011). Nos Estados Unidos, em 1751, as entidades do governo perceberam que a formação de melhores sistemas forrageiros era conveniente e necessária para a exploração pecuária do País. Para tanto, efetuaram a importação de espécies, dentre elas a *Cynodon dactylon* (L.) Pers. das savanas africanas, tornando-se a gramínea de maior importância para o sul dos EUA naquela época (HILL et al., 2001). Em meados de 1900, o pesquisador Dr. Burton descobriu a variedade Coastal, despertando o interesse por essa gramínea como forrageira. Após essa descoberta, diversas cultivares de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* foram lançadas, dentre elas, os capins Coastcross, Tifton 68, Tifton 78 e Tifton 85 (BURTON, 2001).

As gramíneas do gênero *Cynodon* se disseminam principalmente por rizomas (colmos subterrâneos) e estolões (colmos distribuídos horizontalmente sobre o solo). Variedades que possuem em sua estrutura rizomas e estolões são chamadas de capim bermuda (*C. dactylon*), e aquelas que possuem apenas estolões são denominadas de grama estrela (*C. plectostachyus*, *C. aethiopicus* e *C. nlemjuensis*). No Brasil, provavelmente, o potencial produtivo e vantagens nutricionais dessas gramíneas foram os motivos de sua importação (REZENDE et al., 2015).

Com relação ao potencial produtivo e nutritivo, as gramíneas do gênero *Cynodon* têm elevado potencial de produção de forragem, boa relação lâmina foliar: colmo + bainha, elevado conteúdo proteico, com fibra mais digestível que outras gramíneas perenes de ciclo estival, especialmente sob condição de adubação adequada. Agrega-se a isso, a ampla capacidade de adaptação em diferentes ambientes e à flexibilidade de uso para pastagem e feno (GONÇALVES et al., 2002; REZENDE et al., 2015).

#### 4.1.1 Capim Tifton 85

Dentre as gramíneas do gênero *Cynodon* introduzidas no Brasil, o capim Tifton 85 é a que mais se destaca. Essa cultivar é oriunda de um programa de melhoramento norte americano, cujo objetivo foi aumentar a produção e digestibilidade da forragem, a partir do cruzamento entre a cultivar Tifton 68 e um genótipo (PI-290884) oriundo da África do Sul (BURTON, 2001).

Em meados de 1990, o capim Tifton 85 foi importado ao Brasil por produtores particulares e, atualmente, é largamente utilizado nos sistemas de produção animal de regiões

tropicais e subtropicais, especialmente pela elevada produção de forragem e bom valor nutritivo (PEDREIRA, 2010). Variedades como a Coastcross, que foram introduzidas a mais tempo no País também apresentam elevado potencial de produção de forragem (AGUIRRE et al., 2017; ANJOS et al., 2016; OLIVO et al., 2016) e bom valor nutritivo (AGUIRRE et al., 2018).

Com relação à composição morfológica, o capim Tifton 85 apresenta rizomas e estolões grandes e grossos, com colmos e folhas largas de coloração verde escura (PEDREIRA, 2018). Essas características implicam em rápido estabelecimento e adaptação ao manejo de corte ou pastejo.

O estabelecimento do Tifton 85 é feito com mudas e sua produtividade está influenciada por fatores bióticos e abióticos. A adubação nitrogenada é um fator abiótico que está diretamente relacionado à produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 (VIEIRA e MICHEL FILHO, 2010). O fornecimento de nitrogênio proporciona incrementos lineares na produção de massa e altera significativamente a composição bromatológica da forrageira (PEREIRA et al., 2011). Valores próximos a 40 e 28 t de MS ha<sup>-1</sup> foram obtidos com capim Tifton 85 avaliado sob regime de corte, com e sem irrigação e alta dose de adubo nitrogenado (420 kg de N ha<sup>-1</sup>) (GOMES et al., 2015). Embora ocorra acréscimo de, aproximadamente, 23 kg MS ha<sup>-1</sup> na produção de forragem do capim Tifton 85 para cada quilo de nitrogênio aplicado, a eficiência de uso do nitrogênio reduz em doses acima de 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em clima tropical (QUARESMA et al., 2011; TIECHER et al., 2016)

Mesmo com doses menores de nitrogênio, entre 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, avaliando-se essa forrageira sob condições de pastejo, com ciclos de 29 dias, obtiveram-se produções de forragem entre 11 e 14 t de MS ha<sup>-1</sup> e concentração de proteína próxima a 14 e 17%, respectivamente (OLIVO et al., 2019). Maiores intervalos entre os cortes ou pastejos demandam a utilização da forragem com maior altura. Nessa condição, pode haver maiores perdas com senescência, comprometendo a produção de forragem (PEREIRA et al., 2012).

Quanto às características bromatológicas e nutricionais do capim Tifton 85, manejado sob regime de corte a cada 30 dias a uma altura de dossel do estrato inferior de 5 cm e fertilizado com 125 kg N ha<sup>-1</sup>, foram encontrados valores para fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais de 48,4; 56,2; 51,3; 14,3 e 54%, respectivamente (REZENDE et al., 2015).

Ciclo de corte ou pastejo entre 21 e 35 dias estão associados ao melhor valor nutritivo (GONÇALVES et al., 2002). Dentre os aspectos associados ao manejo destaca-se a altura da massa de forragem residual. Esse rebaixamento por corte ou pastejo não deve ser inferior a 7,5

em pois favorece ao aumento de outras plantas, contribuindo para degradação da pastagem (MICHELANGELI et al., 2010).

Outro cuidado que se deve ter é com ataque da cigarrinha das pastagens (*Deois flavopicta*), sendo essa uma condição comum em diferentes regiões do País. Uma das recomendações é o uso de produtos considerados benignos para seu controle com fungo *Metarhizium anisopliae* (OLIVO et al., 2019).

Portanto, a grande capacidade de estabelecimento, especialmente, e o potencial produtivo do capim Tifton 85, possivelmente tenham sido as justificativas mais prováveis do aumento de sua utilização em diferentes regiões do País. Esse aumento implica na demanda de estudos sobre a resposta dessa variedade em diferentes sistemas produtivos, notadamente como pastagens para o gado leiteiro. Nesse contexto, aspectos associados ao manejo do pasto e da adubação nitrogenada são de grande importância, na perenidade e produtividade dessa cultura.

#### 4.2 AZEVÉM ANUAL EM SOBRESSEMEADURA AO CAPIM TIFTON 85

As pastagens de capim Tifton 85 têm sua produção reduzida durante o período hibernar em regiões subtropicais, como no Sul do País. Uma alternativa que permite o uso das áreas destinadas ao Tifton 85 durante esse período é a sobressemeadura com espécies de ciclo hibernar.

Dentre as culturas utilizadas em sobressemeadura, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) destaca-se pela adaptação à mistura com outras forrageiras e produtividade, ter bom potencial de perfilhamento, elevado valor nutritivo e permitir incrementos do potencial forrageiro de áreas estabelecidas com espécies perenes de ciclo estival (OLIVEIRA et al., 2019; ALMEIDA et al., 2019).

Em pesquisa sobre a produção de forragem e de lâminas foliares de azevém sobressemeado em pastagem de capim Tifton 85, sob efeito de duas alturas de resíduo na pré-semeadura (5 e 15 cm) e adubação nitrogenada de 40 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, notou-se efeito positivo do maior resíduo sobre a produção de azevém (0,9 t MS ha<sup>-1</sup>), lâminas foliares de azevém (0,5 t MS ha<sup>-1</sup>) e produção total de forragem (1,5 t MS ha<sup>-1</sup>) (OST et al., 2010). Nessa mesma pesquisa, os autores concluíram que a sobressemeadura de azevém e a altura de resíduo não interferem no rebrote do capim Tifton 85 no início da primavera.

Em estudo em que se usou maior dose de N (300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), também com azevém anual sobressemeado em pastagem de capim Tifton 85, as produções de forragem e de lâminas foliares foram de 3,2 e 1,0 t de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (RIBEIRO et al., 2009).



As pesquisas mencionadas demonstram o potencial do capim Tifton 85 em associação com o azevém no período hibernar submetido a diferentes doses de adubo nitrogenado. Na maioria das pesquisas destaca-se a dependência dessas forrageiras especialmente de adubo nitrogenado para expressarem seus potenciais produtivos. No entanto, a inoculação de pastagens com bactérias diazotróficas pode suprir parte da demanda por nitrogênio pelas plantas e, dessa forma, diminuir o uso desse fertilizante.

#### 4.3 MICRORGANISMOS DIAZOTRÓFICOS ASSOCIATIVOS

No Brasil, o estudo da associação entre bactérias diazotróficas e gramíneas iniciou em 1965 com a pesquisadora Johanna Döbereiner, embora essas bactérias já tivessem sido identificadas anteriormente em solos de outros países. Em sua pesquisa pioneira, Döbereiner constatou que um dos benefícios da associação entre as bactérias do gênero *Azotobacter* sp. e a gramínea *Paspalum notatum* era a fixação de nitrogênio atmosférico em forma assimilável pelas raízes dessas plantas (DÖBEREINER, 1966).

A forma de associação entre os microrganismos diazotróficos e plantas na região da rizosfera determina sua classificação em simbióticos, associativos ou de vida livre (HUNGRIA et al., 2007), cuja importância se dá, em maior parte, pela promoção da ciclagem de nutrientes do solo (BASHAN e BASHAN, 2010).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são classificadas como diazotróficas associativas endofíticas facultativas, que colonizam tanto a rizosfera quanto o interior das raízes. São encontradas em associação com plantas mono e dicotiledôneas, apresentam distribuição ecológica ampla e utilizam uma variedade de elementos da rizosfera (MOREIRA et al., 2010).

O *A. brasilense* pode contribuir com o crescimento vegetal a partir de mecanismos que ocorrem tanto internamente como externamente na planta (PEDRAZA et al., 2020). O processo de fixação biológica de nitrogênio ocorre através da conversão do dinitrogênio ( $N_2$ ) em amônia ( $NH_3$ ), catalisada pela enzima nitrogenase e associado à utilização dos exudatos radiculares como fonte de carbono. A amônia em contato com o citoplasma da bactéria é convertida em amônio ( $NH_4^+$ ), sendo assimilado sob a forma de glutamina. Embora ocorra a fixação biológica do nitrogênio, os incrementos obtidos com a inoculação do *A. brasilense* estão mais associados à promoção do crescimento vegetal (OLIVEIRA et al., 2007). Esse resultado é atribuído a um conjunto de mecanismos (em cascata) que aprimoram o crescimento das plantas a partir da solubilização de fosfatos e outros minerais do solo, estimulando a síntese de fitohormônios, aumentando a tolerância das plantas ao estresse biótico e abiótico e, dessa forma, maximizando a capacidade de crescimento vegetal (PEDRAZA et al., 2020).

O nível de fixação do nitrogênio e promoção do crescimento vegetal promovido pelas bactérias do gênero *Azospirillum* é estabelecido por fatores relacionados à temperatura do solo, capacidade da planta hospedeira em ofertar exudatos e um ambiente com baixa pressão de oxigênio, eficiência no processo envolvendo a enzima nitrogenase, competição entre bactérias, baixo pH, períodos quentes e secos e solos contaminados com o fungo *Verticillium* (PEDRAZA et al., 2020; LUCY et al., 2004). A quantidade de nitrogênio fixado biologicamente corresponde a menos de 20% do aumento total de nitrogênio na planta (PEDRAZA et al., 2020). Embora essa quantidade seja importante para o desempenho produtivo de determinadas espécies vegetais, as bactérias associativas não excretam em sua totalidade o nitrogênio fixado, suprindo apenas parte da demanda de N da planta, sendo fundamental a complementação da fertilização (HUNGRIA, 2011).

Em sua maioria, as pesquisas sobre a inoculação de *A. brasilense* estão direcionadas para as culturas de milho, sorgo, arroz e trigo (HUNGRIA et al., 2016). A produtividade de grãos de milho foi maior com a inoculação de *A. brasilense*, representando, em comparação a ausência de inoculação, acréscimo de 9,4% e 30% na produtividade da cultura com 32 e 20 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N no momento da semeadura, respectivamente (KAPPES et al., 2013; HUNGRIA et al., 2010).

A combinação entre a inoculação de *A. brasilense* e 160 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio aumentou em 19% a produção de espigas de milho verde, em comparação ao não inoculado que recebeu 15% a mais de fertilizante nitrogenado (ARAÚJO, et al., 2014). Em outra experimentação, o rendimento de grãos de milho aumentou linearmente com o incremento na dose de nitrogênio em plantas inoculadas e não foi influenciado pela aplicação de nitrogênio em plantas sem inoculação, tornando-se notório o efeito sinérgico entre o fertilizante nitrogenado e o *A. brasilense*. No entanto, a eficiência de uso do nitrogênio diminuiu com o incremento na dose, tanto em plantas inoculadas quanto não inoculadas (SANGOI et al., 2015).

A produção de grãos de milho sem fertilizante nitrogenado, inoculados com *A. brasilense*, foi semelhante a obtida com dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio sem inoculação, já a associação da inoculação com a adubação em cobertura reduziu a produtividade e a biomassa seca de parte aérea (LANA et al., 2012). Em pesquisa similar, na ausência da adubação de cobertura, a inoculação com *A. brasilense* resultou em incrementos médios de 19% na produtividade do milho (SPOLAOR et al., 2016)

Em cereais de inverno, especialmente o trigo (*Triticum aestivum* L.), com a inoculação das sementes com *A. brasilense* (cepas Ab-V5 e Ab-V6) e 24 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de adubo

nitrogenado, o efeito foi positivo para produção de grãos (17%) em comparação ao trigo não inoculado (HUNGRIA et al., 2010). A inoculação de sementes de trigo com *A. brasilense* associada à redução em 50% do fertilizante nitrogenado ( $55 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) resultou em mesmo número de perfilhos e espigas, grãos por espiga e peso de mil grãos em relação a dose completa de nitrogênio (MENDES et al., 2011).

O uso desse inoculante em sementes de trigo, associado a baixa ou alta dose de fertilizante nitrogenado ( $140$  e  $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente) não resultou em incremento do desempenho agrônomico da cultura. Esse resultado foi atribuído ao fato do *A. brasilense* ser nativo do solo e, possivelmente, se encontrar em alta população, anulando o efeito da inoculação (NUNES et al., 2014). A contribuição do *A. brasilense* também não foi observada em plantas de trigo sob irrigação que foram inoculadas por pulverização aérea aos 12 e 60 dias após emergência e fertilizada com  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de nitrogênio (GALINDO et al., 2015).

Em contraponto, a associação entre *A. brasilense* e  $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de fertilizante nitrogenado em plantas de trigo resultou nos maiores teores de nitrogênio da parte aérea, massa de 1000 grãos e teor de amônia nas raízes, em comparação a fertilização nitrogenada de  $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  isolada (LEMOS et al., 2013). Em espécies como a cevada e aveia, a inoculação substituiu 20% da adubação nitrogenada (SANTA et al., 2004).

O aumento na produtividade de grãos afirmado por parte das pesquisas está relacionado a associação entre o *A. brasilense* com a planta. Essa ação é atribuída ao aumento dos tecidos verdes e sistema radicular, justificado pela maximização da atividade fotossintética da planta, resultando em melhor translocação da biomassa para os grãos (VOGEL et al., 2013).

Em espécies forrageiras de clima temperado, os efeitos da inoculação são promissores. Em experimentos com aveia, trigo, centeio, triticale e azevém em pastejo, sob inoculação com *A. brasiliense* e doses de N no plantio ( $0$ ,  $22$  e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a produção de forragem nas culturas que receberam inoculação foi 12% superior em relação as não inoculadas, independentemente do nível de adubação nitrogenada (ZORITA e CANIGIA, 2009). Com azevém, a associação do *A. brasiliense* com a adubação nitrogenada nas doses de  $0$ ,  $25$ ,  $50$ ,  $75$  e  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  só se mostrou eficiente na alteração do número de perfilhos em dose superior a  $50 \text{ Kg ha}^{-1}$  de N (BONADIMAN et al., 2017). Para o trigo de duplo propósito cv. BRS Tarumã em regime de corte, quando associada à inoculação com níveis de fertilizante nitrogenado até  $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , a produção de forragem foi superior com a inoculação (QUATRIN et al., 2019).

Em estudos com o capim Marandu (*Brachiaria brizantha*), com adubação nitrogenada entre  $0$  e  $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , a inoculação ocasionou aumento do número de perfilhos e produção

de forragem e permitiu a redução da utilização em 20% do fertilizante nitrogenado (LEITE et al., 2019). Em experimentação similar, com nível de fertilizante nitrogenado de  $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  associada ao *A. brasilense*, a inoculação não influenciou a população de perfilhos (PEDREIRA et al., 2017).

Com mesma cultivar, embora níveis superiores de adubo nitrogenado ( $0$  a  $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), a produção de forragem do pasto inoculado em ausência de fertilizante nitrogenado foi superior àquele adubado com  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de nitrogênio sem inoculação (OLIVEIRA et al., 2007). O efeito sinérgico da inoculação com *A. brasilense* e  $40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de fertilizante nitrogenado resultou em aumento de 17% na produção de biomassa comparado ao uso isolado do fertilizante (HUNGRIA, 2016).

Em pastagens de *U. brizantha* e *U. ruzisiensis*, o acúmulo de nitrogênio na parte aérea foi superior quando a adubação nitrogenada foi associada à inoculação com *A. brasilense*. O desenvolvimento e produção de forragem de *U. decumbens* foi maior quando a inoculação com *A. brasilense* foi associada a dose de  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de fertilizante nitrogenado (HUNGRIA et al., 2016). Com baixo nível de adubo nitrogenado ( $50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e inoculação com *A. brasilense*, pastos de *U. brizantha*, cv Paiaguás, tiveram ganhos significativos em produção de forragem (56%), relação lâmina: colmo (20%) e números de perfilhos (42%) (ROCHA e COSTA, 2018).

A inoculação de *A. brasilense* em pastagens de Coastcross-1 avaliadas em regime de corte e fertilizadas com  $0$ ,  $100$  e  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de nitrogênio, melhorou o estabelecimento da gramínea quando inoculada no plantio, não sendo efetiva a reinoculação no segundo ano agrícola. O rendimento de forragem da pastagem inoculada sem uso de fertilizante nitrogenado foi superior à não inoculada (AGUIRRE et al., 2017). Nessa mesma pesquisa, a produção de forragem em dois anos agrícolas, quando inoculadas e fertilizadas com  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N foi semelhante à observada nas pastagens não inoculadas recebendo  $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  N. Para essa mesma variável, o efeito da inoculação sem adubação nitrogenada não diferiu daquela com  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N ausente de inoculação. Esse resultado indica um possível efeito sinérgico (presença de bactérias x adubação nitrogenada) neste nível de N. É importante ressaltar que a inoculação com *A. brasilense* apresenta algum tipo de sensibilidade à presença do nitrogênio mineral, que em grandes quantidades pode inibir a fixação de  $\text{N}_2$  (MOREIRA et al., 2014).

Maximizar a produção de biomassa é um efeito importante para pastagens, uma vez que o acúmulo de forragem é um dos principais objetivos da produção (OLIVEIRA et al., 2007).

As pesquisas que evidenciam o efeito da inoculação com *A. brasilense* em gramíneas forrageiras, especialmente as do gênero *Cynodon* são escassas. Assim, o desenvolvimento de pesquisas nesta área pode contribuir para diminuição da dependência em fertilizantes nitrogenados.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 LOCAL DO ESTUDO

A pesquisa foi conduzida no Setor de Bovinocultura de Leite da Universidade Federal de Santa Maria, localizado na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil (95m de altitude, 29°43'S e 53°42'O). Foi utilizada uma área de 0,3 ha, subdividida em 9 piquetes. O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (STRECK et al., 2008). O clima da região é subtropical úmido (Cfa), conforme classificação de Köppen (KUINCHTNER e BURIOL, 2001). Considerando o período experimental, do mês de abril de 2019 ao mês de maio de 2020, as médias de temperatura diária e precipitação mensal foram de 20,4°C e 128,3 mm, respectivamente (Figura 1). Considerando o mesmo período, as médias climáticas de temperatura diária e precipitação mensal são de 19,1°C e 151,5 mm, respectivamente.

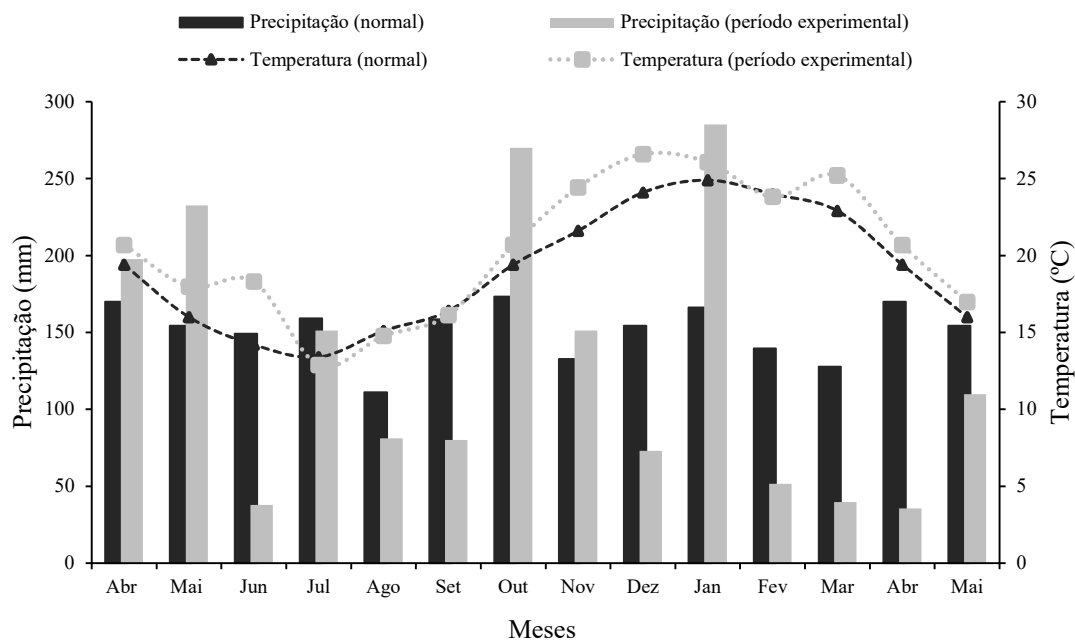


Figura 1 – Normais climatológicas e valores registrados durante o período experimental do mês de abril de 2019 ao mês de maio de 2020, para média de temperatura e precipitação mensal acumulada. Santa Maria, RS, 2019-2020.

## 5.2 TRATAMENTOS E DESENHO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram constituídos por três sistemas forrageiros, tendo como base o capim Tifton 85 durante o período estival e sua associação com azevém anual no período hibernar: (i) inoculação com *A. brasilense* + 180 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (30 Kg no azevém e 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no capim Tifton 85); (ii) 230 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (50 Kg no azevém e 180 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no capim Tifton 85) e (iii) 280 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (70 Kg no azevém e 210 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no capim Tifton 85).

Foi utilizada uma área de pastagem de capim Tifton 85 já estabelecida (seis anos aproximadamente) por meio de mudas completas, transplantadas em covas com 10 cm de profundidade e 50 cm entre mudas. Em meados do mês de abril de 2019 foi feita a semeadura a lanço do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), cv. BRS Ponteio, à razão de 50 kg ha<sup>-1</sup>.

Para a correção e adubação do solo seguiram-se as orientações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016), levando em consideração as recomendações para gramíneas perenes de estação quente. Durante o período hibernar, fez-se a correção do solo com calcário dolomítico à razão de 5 t ha<sup>-1</sup>. No mesmo período, para a adubação de base, com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O para o azevém, em maio, foi considerada a produção histórica de 3 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, quando em associação com capim bermuda (OLIVO et al., 2019). A fertilização nitrogenada (ureia) para o período hibernar foi dividida em duas aplicações, conforme dose proposta para cada sistema. No período estival, a adubação de base no capim Tifton 85, com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, ocorreu em outubro e a fertilização nitrogenada, proporcional aos sistemas forrageiros, foi dividida em cinco aplicações.

No sistema forrageiro com inoculação foi usado o produto comercial (Azototal®), inoculante líquido composto de cultura pura de bactérias *A. brasilense*, cepas Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2 x 10<sup>8</sup> UFC ml<sup>-1</sup>, aplicado em cobertura, na pastagem, em condições de boa umidade e baixa luminosidade, na proporção de 0,5 L ha<sup>-1</sup>. A diluição foi realizada com água à razão de 0,5 L de inoculante para cada 199,5 L de água. Foram feitas duas aplicações, uma (para o azevém) em junho e outra (para o capim Tifton 85) em outubro, com auxílio de pulverizador costal. Como animais experimentais, foram utilizadas vacas em lactação da raça Holandesa, com peso médio de 582 kg e produção média diária de 22 litros.

## 5.3 MANEJO DA PASTAGEM E DOS ANIMAIS

O critério utilizado para determinar o início dos pastejos foi a altura, mensurada com auxílio de régua graduada e transparência (filme de acetato) de 600 cm<sup>2</sup> (PEDREIRA, 2002). Na medida em que os pastos (tratamentos) atingiam altura de 20 cm, tanto o capim Tifton 85

no período estival (primavera-verão), quanto da mistura capim Tifton 85 - azevém no período hibernar (outono-inverno), foram iniciados os pastejos (MEZZALIRA et al., 2013). O método de manejo do pasto utilizado foi o de lotação rotacionada, calculando-se para um dia de ocupação, tendo livre acesso à sombra e água. A oferta de forragem variou de 4 a 5,5%, sendo o valor médio do período experimental de 4,5% (4,5 kg de MS/100 kg de peso corporal). Com esse manejo, procurou-se manter a massa de forragem pós-pastejo acima de 7 cm de altura (MICHELANGELI et al., 2010) estimando-se entre 7 e 10 cm. Na medida em que essa massa apresentava altura superior à faixa proposta, em função do aumento das áreas de exclusão devido a presença de placas de fezes, foi realizada roçada entre 7 e 10 cm, para uniformização do pasto. No período experimental foram realizadas seis roçadas. A primeira roçada foi conduzida com o objetivo de prover cobertura às sementes de azevém e para uniformizar o capim Tifton 85. A semeadura do azevém ocorreu no mês de abril de 2019 e a utilização do pasto foi iniciada no mês de junho de 2019 e concluída no mês de maio de 2020.

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 7:30 e 17:00 horas e pesadas quinzenalmente. Após cada ordenha, receberam complementação alimentar, levando em consideração os dias em lactação e produção de leite. O valor médio de complementação alimentar foi de 0,9% do peso corporal. Quando os animais não estavam em pastejo na área experimental, permaneceram sob manejo similar em pastagem da época, tendo livre acesso à água e sal mineralizado.

#### 5.4 PARÂMETROS AVALIADOS NA PASTAGEM

Para estimativa da massa de forragem (MF), foram efetuados quatro cortes rente ao solo em cada piquete, ao pré e pós-pastejo, com auxílio de tesoura e quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>. A forragem proveniente das amostras foi pesada, homogeneizada e duas subamostras foram retiradas. A primeira subamostra da forragem ao pré-pastejo foi utilizada para estimar o percentual de matéria parcialmente seca com uso de micro-ondas (LACERDA et al., 2009). Os valores foram utilizados para se calcular a carga animal. Com o material da segunda subamostra, foram quantificados os componentes botânicos do pasto e morfológicos do capim Tifton 85 (lâmina foliar, colmo + bainha e material senescente). Posteriormente, essas amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 55°C até peso constante e determinada a matéria parcialmente seca. Foram coletadas amostras de forragem por meio do método de simulação de pastejo, mediante observação do comportamento ingestivo dos animais (EUCLIDES et al., 1992), no início e no final de cada pastejo. O material amostrado foi pré-seco em estufa com ventilação forçada a 55°C até peso constante e moído em moinho do tipo



*Willey*. A partir dessa amostra, foram determinados os teores de proteína bruta (AOAC, 1995) e FDN (VAN SOEST et al., 1991). Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação:  $NDT = 83,79 - 0,4171FDN$  (CAPPELLE et al., 2001).

A taxa de acúmulo de forragem do primeiro pastejo foi calculada a partir da disponibilidade de forragem, dividindo-se pelo número de dias contados a partir da semeadura do azevém. A taxa de acúmulo dos ciclos seguintes, foi calculada pela diferença entre a massa de forragem de pré com a de pós-pastejo da avaliação anterior, dividindo-se este resultado pelo número de dias de intervalo entre pastejos (ALAVA et al., 2015).

A produção total de forragem (kg de MS ha<sup>-1</sup>) foi determinada por meio do somatório do acúmulo de forragem de cada ciclo de pastejo (OLIVO et al., 2010). A relação lâmina foliar: colmo + bainha foi calculada pela razão entre o peso de lâminas foliares pelo peso de colmo + bainha (KIRCHNER et al., 2010). A produção de proteína foi obtida pela multiplicação entre o valor de produção de forragem pela concentração de proteína bruta (%) dividido por cem. Para o NDT foi feito o mesmo procedimento, multiplicando-se pela % de NDT.

## 5.5 PARÂMETROS AVALIADOS COM ANIMAIS

A eficiência de pastejo – EP (% da massa de forragem pré-pastejo) foi estimada por:  $\{[(MF \text{ pré-pastejo}_{ciclo n} - MF \text{ pós-pastejo}_{ciclo n}) / MF \text{ pré-pastejo}_{ciclo n}] \times 100\}$  (HODGSON, 1979). O consumo aparente de matéria seca (CMS) de forragem (% PC) foi estimado pelo método da diferença agrônômica:  $CMS = \{[(MF \text{ pré-pastejo}_{ciclo n} - MF \text{ pós-pastejo}_{ciclo n}) / \text{carga animal}] \times 100\}$  (BURNS et al., 1994). O consumo de proteína foi obtido pela multiplicação entre o consumo de forragem (kg UA<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) pela concentração de proteína bruta (%) dividido por cem. Para o consumo de NDT foi feito o mesmo procedimento, multiplicando-se pelo % de NDT.

A carga animal foi determinada somando-se o peso dos animais ha<sup>-1</sup>. Para o cálculo da taxa de lotação (unidade animal - UA ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), dividiu-se a carga animal pelo número de dias do ciclo de pastejo e por 450 (peso equivalente a uma UA).

## 5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (sistemas forrageiros), três repetições (piquetes) e medidas repetidas no tempo (ciclos de pastejo). Os dados referentes aos ciclos de pastejo foram agrupados por estação do ano mais próxima e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. Todas as variáveis foram submetidas à análise

de correlação de Pearson. A análise de regressão linear foi realizada quando da necessidade de quantificar o efeito entre as variáveis. Para análise foi utilizado o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS Institute (2016). O modelo estatístico referente às variáveis foi:  $Y_{ijk} = m + T_i + R_j(T_i) + P_k + (TP)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$ , em que  $Y_{ijk}$  representa as variáveis dependentes;  $m$  é a média de todas as observações;  $T_i$  é o efeito dos tratamentos (sistemas forrageiros);  $R_j(T_i)$  é o efeito de repetição dentro dos tratamentos (erro a);  $P_k$  representa a média ou somatório dos valores dos ciclos de pastejo conduzidos dentro de cada estação no ano ou do somatório dos valores;  $(TP)_{ik}$  representa a interação entre a média dos ciclos de pastejo dentro de tratamento e estações do ano;  $\varepsilon_{ijk}$  é o efeito residual (erro b).

## 6 RESULTADOS

### 6.1 MASSA DE FORRAGEM AO PRÉ E PÓS-PASTEJO

No período experimental de 412 dias, foram efetuados 12 ciclos de pastejo (quatro no período hibernar (outono e inverno); e oito no período estival (primavera e verão)), com média de intervalo entre ciclos de 29 dias, considerando o início da utilização do pasto. A altura média das pastagens ao pré e pós-pastejo foi de 20,5 e 8,5 cm, respectivamente.

Houve diferença ( $P \leq 0,05$ ) no outono para massa de forragem ao pré-pastejo (Tabela 1), com valores superiores para a maior dose de adubo nitrogenado, e para a dose associada ao *A. brasilense*. Nas demais estações do ano não houve diferença para essa variável. Dentre as épocas, menores valores corresponderam ao inverno em todos os sistemas forrageiros. Para a relação lâmina foliar: colmo + bainha do capim Tifton 85, maiores valores foram observados na pastagem inoculada e na que recebeu nível intermediário de adubo nitrogenado.

Na massa de forragem pós-pastejo não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os sistemas forrageiros. Maiores valores foram observados na primavera e no verão para todos os sistemas forrageiros. Para relação lâmina foliar: colmo + bainha do capim Tifton 85 o valor manteve-se próximo a 0,7.

Tabela 1 – Massa de forragem e relação lâmina foliar: colmo + bainha de pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.

Sistemas forrageiros	Estações				Média	CV (%)
	Outono	Inverno	Primavera	Verão		
Pré-pastejo						
Massa de forragem (t MS ha <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	2,8 <sup>Aa</sup>	1,7 <sup>b</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,5	2,9
230 N	2,5 <sup>Ba</sup>	1,7 <sup>b</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,4	3,1
280 N	2,8 <sup>Aa</sup>	1,6 <sup>b</sup>	2,9 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	2,6	2,9
CV (%)	3,1	5,2	3,0	3,0	-	-
Relação lâmina foliar: colmo + bainha do capim Tifton 85 (kg MS kg MS <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	1,5 <sup>Bb</sup>	0,7 <sup>Ad</sup>	1,1 <sup>Ac</sup>	1,7 <sup>Aa</sup>	1,2	4,9
230 N	1,7 <sup>Aa</sup>	0,6 <sup>Ac</sup>	1,0 <sup>ABb</sup>	1,7 <sup>Aa</sup>	1,3	4,8
280 N	1,5 <sup>Ba</sup>	0,4 <sup>Bc</sup>	0,9 <sup>Bb</sup>	1,5 <sup>Ba</sup>	1,1	5,7
CV (%)	4,5	12,5	7,1	4,3	-	-
Pós-pastejo						
Massa de forragem (t MS ha <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	1,3 <sup>b</sup>	0,8 <sup>c</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	1,3	2,9
230 N	1,2 <sup>b</sup>	0,8 <sup>c</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,3	3,0
280 N	1,3 <sup>b</sup>	0,8 <sup>c</sup>	1,6 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,3	2,8
CV (%)	3,4	5,2	2,8	2,8	-	-
Relação lâmina foliar: colmo + bainha do capim Tifton 85 (kg MS kg MS <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	0,6 <sup>c</sup>	0,5 <sup>Bc</sup>	0,7 <sup>Ab</sup>	0,8 <sup>ABa</sup>	0,6	3,9
230 N	0,6 <sup>b</sup>	0,5 <sup>Bc</sup>	0,6 <sup>ABb</sup>	0,9 <sup>Aa</sup>	0,7	3,7
280 N	0,6 <sup>c</sup>	0,8 <sup>Aa</sup>	0,5 <sup>Bc</sup>	0,7 <sup>Bb</sup>	0,7	3,1
CV (%)	4,7	3,6	4,7	3,6	-	-

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. CV= coeficiente de variação.

Para a composição botânica ao pré-pastejo (Figura 2), houve interação entre sistemas forrageiros e estação do ano ( $P \leq 0,05$ ). Com a menor dose de nitrogênio associada à inoculação com *A. brasilense*, obteve-se maior percentual de capim Tifton 85 no outono; no inverno e no verão houve menor participação do Tifton 85 no pasto sob inoculação, não se verificando diferença na primavera. Para o azevém, maior valor foi verificado no inverno nos pastos com menor dose de N; na primavera houve maior participação do azevém nos pastos com maior nível de adubação nitrogenada. Para a fração material morto, maiores participações foram verificadas no inverno e primavera, com maior contribuição do pasto com menor nível de N.

Para a composição botânica ao pós-pastejo, quanto à participação do Tifton 85, no outono, não houve diferença entre os pastos; na primavera, houve maior participação dessa forrageira no pasto com inoculação; no verão, verificou-se menor valor para a dose intermediária de N. Para o azevém, maiores valores foram obtidos no inverno no pasto inoculado e no que recebeu maior dose de N; na primavera, menor participação foi observada nos pastos que

receberam maior nível de adubação. Para material morto, maiores valores foram obtidos no inverno.

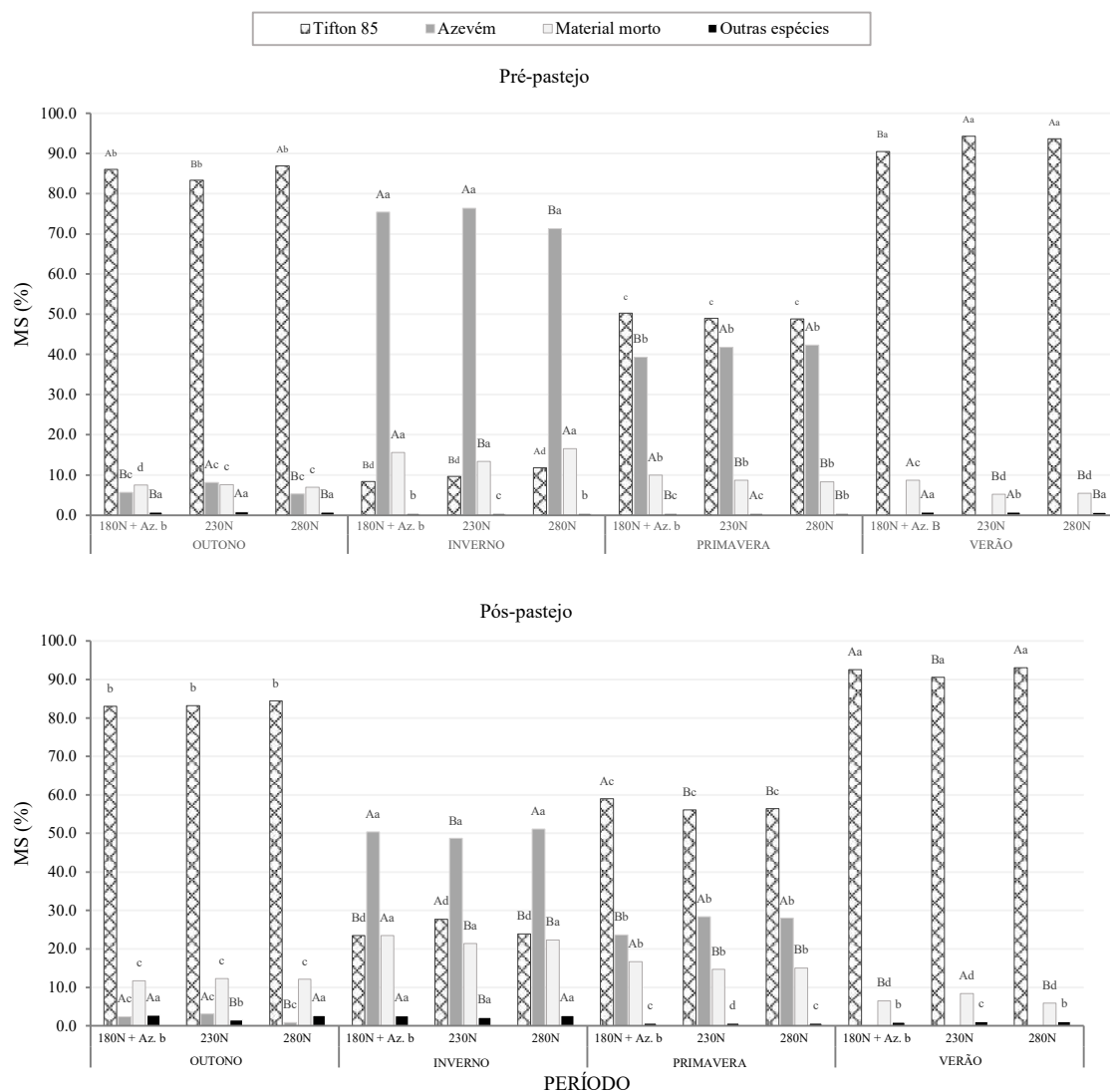


Figura 2 – Composição botânica de pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. Letras distintas, maiúsculas para sistemas forrageiros e minúsculas para estações do ano, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. MS= matéria seca. Coeficiente de variação médio para sistemas forrageiros= 2,1. Coeficiente de variação médio para estações do ano= 3,2.

## 6.2 TAXA DE ACÚMULO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Nos períodos do outono, inverno e primavera não foram observadas diferenças entre os sistemas forrageiros para taxa de acúmulo de forragem (Tabela 2). No verão, maior ( $P \leq 0,05$ ) taxa foi observada no pasto em que se aplicou a maior dose de nitrogênio. Entre as estações do ano, verificou-se menores valores para o outono e inverno e maiores para a

primavera e o verão, com médias de 35,7 e 69,1 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. O capim Tifton 85 foi influenciado pelos sistemas forrageiros, verificando-se taxas mais ( $P \leq 0,05$ ) elevadas na maior dose de adubo nitrogenado nos períodos do inverno e verão, quando comparada aos demais sistemas forrageiros. Para o azevém, não houve diferença entre os sistemas forrageiros no outono e inverno; na primavera, os pastos que receberam 230 e 280 kg de N apresentaram maior taxa de acúmulo de forragem. As taxas de acúmulo do capim Tifton 85 foram maiores para todos os sistemas forrageiros no verão, com médias de 61,3; 64,2 e 71,5 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 2 – Taxa de acúmulo de forragem de pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.

Tratamentos	Estações				Média	CV (%)
	Outono	Inverno	Primavera	Verão		
Taxa de acúmulo diário de forragem (kg MS ha <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	40,1 <sup>b</sup>	33,4 <sup>b</sup>	64,6 <sup>a</sup>	67,8 <sup>Ba</sup>	51,5	4,6
230 N	35,2 <sup>b</sup>	32,9 <sup>b</sup>	71,4 <sup>a</sup>	65,8 <sup>Ba</sup>	51,3	4,6
280 N	38,9 <sup>b</sup>	33,4 <sup>b</sup>	69,6 <sup>a</sup>	75,7 <sup>Aa</sup>	54,4	4,4
CV (%)	7,2	8,3	4,0	3,9	-	-
Taxa de acúmulo diário de capim Tifton 85 (kg MS ha <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	34,5 <sup>b</sup>	2,8 <sup>Bc</sup>	32,1 <sup>b</sup>	61,3 <sup>Ba</sup>	32,6	5,1
230 N	30,2 <sup>b</sup>	3,2 <sup>Bc</sup>	33,2 <sup>b</sup>	64,2 <sup>Ba</sup>	32,7	5,1
280 N	34,1 <sup>b</sup>	3,9 <sup>Ac</sup>	33,1 <sup>b</sup>	71,5 <sup>Aa</sup>	35,6	4,6
CV (%)	5,8	5,8	5,8	2,9	-	-
Taxa de acúmulo diário de azevém (kg MS ha <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	1,7 <sup>b</sup>	25,0 <sup>a</sup>	24,9 <sup>Ba</sup>	-	12,9	6,4
230 N	2,6 <sup>c</sup>	25,0 <sup>b</sup>	28,4 <sup>Aa</sup>	-	14,0	5,9
280 N	1,7 <sup>c</sup>	23,5 <sup>b</sup>	28,6 <sup>Aa</sup>	-	17,3	6,1
CV (%)	3,8	4,8	3,5	-	-	-

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. CV= coeficiente de variação. Dias por estação: outono (144); inverno (76); primavera (92); verão (100).

Quanto às produções de forragem dos principais componentes do pasto (Figura 3), houve diferença ( $P \leq 0,05$ ) no outono, com maiores valores do capim Tifton 85 verificados no pasto sob inoculação e naquele com maior adubação nitrogenada. No verão, a maior dose de nitrogênio implicou em maior produção de forragem. Não houve diferença entre os sistemas forrageiros no inverno e na primavera. Para o azevém, não foram observadas diferenças entre os sistemas forrageiros; entre estações verificaram-se produções ascendentes de azevém entre o outono e a primavera.

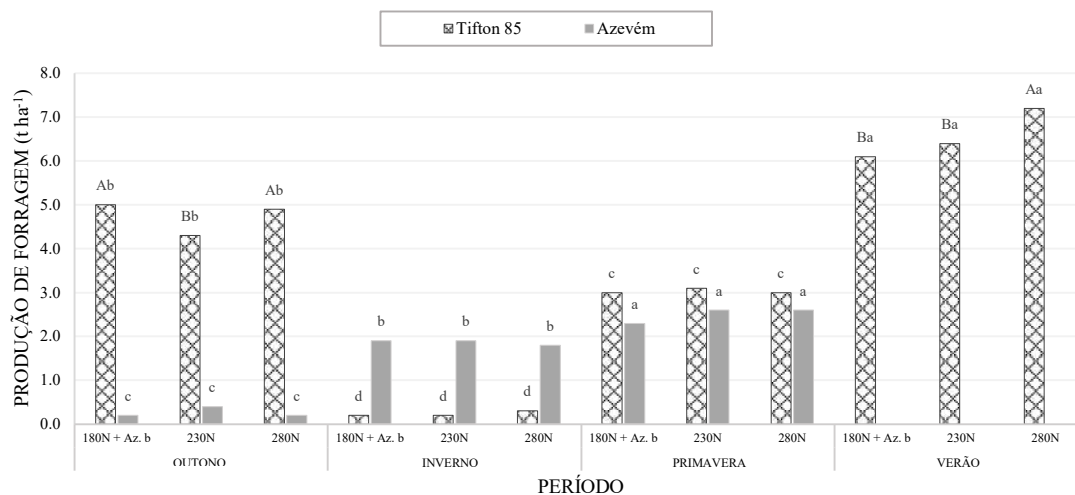


Figura 3 – Produção de forragem em pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. Letras distintas, maiúsculas para sistemas forrageiros e minúsculas para estações do ano, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. Coeficiente de variação médio para sistemas forrageiros= 5,4. Coeficiente de variação médio para estações do ano= 5,0.

Considerando a produção total de forragem (Figura 4), não foi observada diferença entre a menor dose submetida à inoculação e a dose intermediária de adubo nitrogenado. Esses pastos tiveram produção de forragem inferior ( $P \leq 0,05$ ) em relação à maior dose de nitrogênio. O mesmo comportamento foi observado para a produção do capim Tifton 85. Não foi observada diferença entre os sistemas forrageiros para produção de azevém. As produções de forragem no período foram de 21,0; 20,8 e 22,1 t MS ha<sup>-1</sup> para os respectivos sistemas forrageiros.

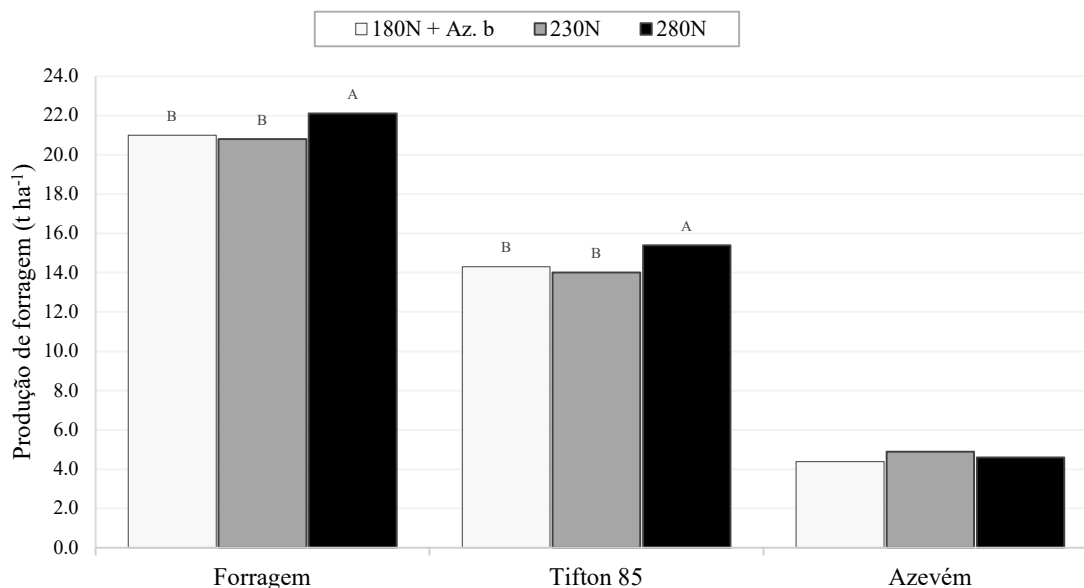


Figura 4 – Produção total de forragem em pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. Letras distintas, maiúsculas para sistemas forrageiros diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. Coeficiente de variação médio para sistemas forrageiros= 5,1. Coeficiente de variação médio para estações do ano= 5,4.

### 6.3 VALOR NUTRITIVO

Não houve diferença para proteína bruta (PB) entre os pastos (Tabela 3), nas distintas estações do ano. Houve diferença entre os sistemas forrageiros ( $P \leq 0,05$ ) somente na primavera, com menor valor de FDN e maior de NDT no pasto sob adubação nitrogenada intermediária em relação ao pasto submetido à inoculação. Houve variabilidade entre as estações do ano, com maior concentração de FDN no verão, seguido do outono, em função da maior presença de capim Tifton 85 ( $r = 0,96$ ;  $P < 0,001$ ). Para a concentração de NDT, verificou-se associação com azevém ( $r = 0,73$ ;  $P < 0,001$ ) e relação inversa com o capim Tifton 85 ( $r = -0,74$ ;  $P < 0,001$ ). Quanto a PB, maiores ( $P \leq 0,05$ ) concentrações foram obtidas no inverno, estando relacionadas com a presença do azevém ( $r = 0,73$ ;  $P < 0,001$ ). Outra correlação avaliada demonstra relação inversa da FDN com a PB ( $r = -0,81$ ;  $P < 0,001$ ).



Tabela 3 – Composição bromatológica de pastagens tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.

Tratamentos	Estações				Média	CV (%)
	Outono	Inverno	Primavera	Verão		
	Proteína bruta (%)					
180 N + Az. b	15,4 <sup>b</sup>	20,2 <sup>a</sup>	13,2 <sup>c</sup>	13,3 <sup>c</sup>	15,5	3,3
230 N	15,7 <sup>b</sup>	20,9 <sup>a</sup>	14,8 <sup>b</sup>	14,6 <sup>b</sup>	16,5	3,1
280 N	16,6 <sup>b</sup>	20,9 <sup>a</sup>	14,8 <sup>c</sup>	13,8 <sup>c</sup>	16,5	3,1
CV (%)	3,7	2,9	4,2	4,3	-	-
	Fibra em detergente neutro (%)					
180 N + Az. b	70,4 <sup>b</sup>	56,8 <sup>d</sup>	67,3 <sup>Ac</sup>	74,5 <sup>a</sup>	67,2	1,2
230 N	70,9 <sup>b</sup>	55,8 <sup>d</sup>	64,0 <sup>Bc</sup>	76,1 <sup>a</sup>	66,7	1,2
280 N	70,3 <sup>b</sup>	54,6 <sup>d</sup>	65,4 <sup>ABc</sup>	74,4 <sup>a</sup>	66,2	1,2
CV (%)	1,3	1,6	1,4	1,2	-	-
	Nutrientes digestíveis totais (%)					
180 N + Az. b	54,4 <sup>c</sup>	60,1 <sup>a</sup>	55,7 <sup>Bb</sup>	52,7 <sup>d</sup>	55,7	0,6
230 N	54,2 <sup>c</sup>	60,5 <sup>a</sup>	57,1 <sup>Ab</sup>	52,0 <sup>d</sup>	56,0	0,6
280 N	54,4 <sup>c</sup>	61,0 <sup>a</sup>	56,5 <sup>ABb</sup>	52,8 <sup>d</sup>	56,2	0,6
CV (%)	0,7	0,6	0,7	0,7	-	-

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. CV= coeficiente de variação.

Quanto à estimativa de NDT e PB por unidade de área (Figura 5), houve diferença ( $P \leq 0,05$ ) com maiores valores verificados na forragem do pasto que recebeu maior dose de adubo nitrogenado.

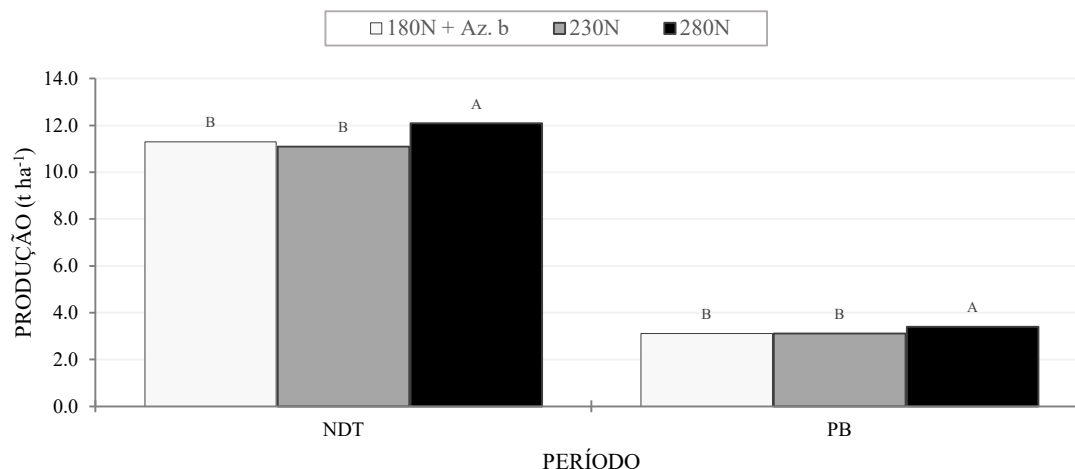


Figura 5 – Produção de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta em pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. Letras distintas diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. NDT= nutrientes digestíveis totais. PB= proteína bruta. Coeficiente de variação médio para sistemas forrageiros= 5,3. Coeficiente de variação médio para estações do ano= 6,6.

#### 6.4 EFICIÊNCIA DE PASTEJO, CONSUMO DE FORRAGEM E TAXA DE LOTAÇÃO

Não houve efeito dos sistemas forrageiros sobre a eficiência de pastejo, com valores próximos a 50% (Tabela 4). Verificaram-se maiores valores ( $P \leq 0,05$ ) de eficiência de pastejo no outono-inverno, e confirmada associação com a concentração de FDN da forragem ( $r = -0,76$ ;  $P = 0,004$ ). Também não houve efeito dos sistemas forrageiros no consumo aparente de forragem, sendo em média de 2,3 e 1,7% do peso corporal para os períodos hibernal e estival. O consumo de forragem está associado à concentração de PB ( $r = 0,60$ ;  $P < 0,001$ ) e de FDN do pasto ( $r = -0,75$ ;  $P < 0,001$ ).

Quanto à taxa de lotação, não houve efeito do sistema forrageiro. Entre as estações do ano, as maiores taxas de lotação foram observadas na primavera e verão.

Tabela 4 – Resposta animal em pastos tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020.

Tratamentos	Estações				Média	CV (%)
	Outono	Inverno	Primavera	Verão		
Eficiência de pastejo (%)						
180 N + Az. b	54,9 <sup>a</sup>	50,1 <sup>a</sup>	45,6 <sup>b</sup>	43,4 <sup>b</sup>	48,7	2,7
230 N	51,7 <sup>a</sup>	49,4 <sup>ab</sup>	46,2 <sup>bc</sup>	43,2 <sup>c</sup>	47,6	2,7
280 N	51,6 <sup>a</sup>	47,8 <sup>ab</sup>	46,0 <sup>b</sup>	46,9 <sup>b</sup>	48,1	2,7
CV (%)	2,9	3,1	3,3	3,4	-	-
Consumo aparente (% PC)						
180 N + Az. b	2,3 <sup>a</sup>	2,5 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	1,4 <sup>c</sup>	2,0	3,4
230 N	2,1 <sup>b</sup>	2,5 <sup>a</sup>	1,9 <sup>c</sup>	1,5 <sup>d</sup>	2,0	3,5
280 N	2,1 <sup>b</sup>	2,4 <sup>a</sup>	1,8 <sup>c</sup>	1,6 <sup>c</sup>	2,0	3,5
CV (%)	3,7	3,3	4,4	5,2	-	-
Taxa de lotação (UA ha <sup>-1</sup> )						
180 N + Az. b	1,9 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	5,8 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	3,9	3,9
230 N	1,7 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	6,0 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	3,8	4,0
280 N	1,9 <sup>b</sup>	1,6 <sup>b</sup>	6,0 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	4,0	3,7
CV (%)	9,7	10,5	2,9	2,8	-	-

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. Az. b= *Azospirillum brasilense*. UA= unidade animal. PC= peso corporal. CV= coeficiente de variação. Dias por estação: outono (144); inverno (76); primavera (92); verão (100).

#### 6.5 CONSUMO DE PROTEÍNA BRUTA E NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS

Não houve efeito dos sistemas forrageiros no consumo de NDT e de PB por unidade animal (Figura 6). Os valores dessas variáveis têm relação com a presença do azevém ( $r = 0,79$ ;

$P < 0,001$ ;  $r = 0,77$ ;  $P < 0,001$ ), respectivamente. O consumo de NDT está associado à concentração de FDN do pasto ( $r = -0,86$ ;  $P < 0,001$ ). A análise de regressão ( $y = -0.1676x + 17.625$ ;  $r^2 = 0,75$ ;  $P < 0,001$ ) indica redução de, aproximadamente, 0,17 kg no consumo de NDT para cada ponto percentual adicional de FDN do pasto entre 54 e 80%.

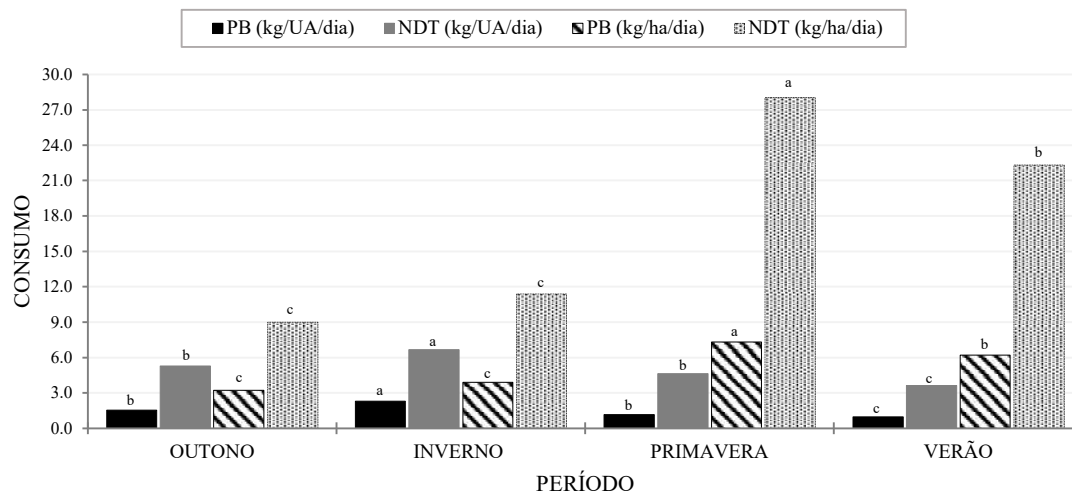


Figura 6 – Consumo de NDT e PB tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *Azospirillum brasilense* e fertilizado com doses de adubo nitrogenado. Santa Maria, RS, 2019-2020. Letras distintas diferem entre si a 5% de probabilidade de erro. PB= consumo de proteína bruta. NDT= consumo de nutrientes digestíveis totais. Coeficiente de variação médio para estações do ano= 3,9.

## 7 DISCUSSÃO

### 7.1 RESPOSTA DAS PASTAGENS

Os resultados médios da altura do pasto ao pré-pastejo e pós-pastejo apresentaram acerto da estratégia utilizada para melhor aproveitamento do pasto e manutenção da cultura perene (MICHELANGELI et al., 2010). As roçadas efetuadas, como parte do manejo, também são importantes para esse desempenho. No manejo proposto pode-se conduzir ciclos de pastejo com menos de 30 dias, condição normalmente associada à produção de forragem e ao melhor valor nutritivo (GONÇALVES et al., 2002).

Os dados de massa de forragem disponível ao pré-pastejo demonstram que no pasto submetido à inoculação e que recebeu menos adubo nitrogenado, os valores equivaleram-se ao do maior nível de adubação. Para a relação lâmina foliar: colmo+bainha do capim Tifton 85, os maiores valores estão associados às menores doses de N, que restringem o crescimento de colmo+bainha (ALDERMAN, BOOTE e SOLLENBERGER, 2011).

Para os valores de massa de forragem pós-pastejo, o equilíbrio entre os pastos aponta acerto no manejo utilizado, ao se utilizar oferta de forragem próxima a 4,5%; para a relação lâmina foliar: colmo+bainha pós-pastejo, os valores são próximos, tanto entre os pastos quanto entre as estações. Esse resultado deve-se ao manejo aplicado, implicando em quantidades remanescentes de lâminas foliares de 25%, aproximadamente. Nesta condição, além de não haver limitação de consumo, ocorre rápida restauração da folhagem, proporcionando novo pastejo em menos de 30 dias (VIEIRA e MICHEL FILHO, 2010). Os menores valores de relação lâmina foliar: colmo+bainha pós-pastejo, verificados no pasto que recebeu maior dose de adubação estão associados ao maior crescimento do Tifton 85, que responde bem a adubação nitrogenada (TAFFAREL et al., 2016), implicando em maior participação de colmo na composição morfológica das plantas (ALDERMAN, BOOTE e SOLLENBERGER, 2011).

Quanto à composição botânica, basicamente as forrageiras predominantes ao pré-pastejo foram o capim Tifton 85 no período estival e o azevém no período hibernal. Da comparação entre os pastos, destaca-se que houve equilíbrio na participação dessas espécies do outono à primavera. No verão, a maior participação do Tifton 85 no pasto em que se aplicou maior adubação, está associado ao seu elevado potencial de produção de forragem e dependência da disponibilidade de N. Para outras espécies, constituídas por guanxuma (*Sida* spp), grama paulista (*Cynodon* spp.) e ciperáceas (*Cyperaceae* spp.), houve baixa participação na composição dos pastos. Esse resultado é reflexo do manejo adotado, com altura residual do pasto entre 7 e 10 cm. A contribuição de material morto foi alta no inverno devido à senescência

do capim Tifton 85, resultado da ação do frio e das geadas e, na primavera, devido à maturação do azevém.

Na composição dos pastos ao pós-pastejo, observa-se menor participação do azevém em função da maior apetibilidade das vacas pelas espécies de ciclo hibernal em relação às de ciclo estival (ZIECH et al., 2016). Para a fração material morto houve aumento devido ao efeito do pisoteio e auto-sombreamento (ALDERMAN, BOOTE e SOLLENBERGER, 2011). Os valores mais baixos de material morto guardam relação com doses mais altas de adubo nitrogenado, que alongam a vida útil da folha e reduzem a taxa de senescência foliar (FARIAS FILHO et al., 2018). Quanto à presença de outras plantas, houve aumento na composição do pasto pelo fato de serem menos consumidas pelas vacas (SIMONETTI et al., 2019).

Para a taxa de acúmulo de forragem, destaca-se que a introdução do azevém contribuiu para diminuir a estacionalidade de produção de forragem do Tifton 85. A não diferença entre os sistemas forrageiros verificada em três estações do ano, demonstra que houve efeito do *A. brasilense*. Essa assertiva é confirmada na produção total de forragem com equivalência entre o pasto submetido à inoculação e adubado com 180 kg de N e o pasto com 230 kg N ha<sup>-1</sup>. Esse resultado confirma estudos de que a inoculação com *A. brasilense* implica na redução no uso de fertilizante nitrogenado entre 20 e 30% (LEITE et al., 2019; PINDI e SATYANARAYANA, 2012). Resultado similar foi obtido em pastagens de capim bermuda cultivar Coastcross1, inoculada e fertilizada com 100 kg de N equivalendo-se na produção de forragem à adubada com 200 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (AGUIRRE et al., 2018).

Quanto à produção de forragem, a não ocorrência de diferença entre a pastagem inoculada mais 180 kg de N ha<sup>-1</sup> e a que recebeu adubação nitrogenada de 230 kg de N ha<sup>-1</sup>, confirma a ação do *A. brasilense*, implicando na redução de uso de 70 kg de N ha<sup>-1</sup> (30 kg de N ha<sup>-1</sup> durante o período estival e 40 kg de N ha<sup>-1</sup> no período hibernal). Esse efeito ocorreu no Tifton 85 e no azevém. Essa resposta, de aumento na produção de forragem, possivelmente está associada à ação do *A. brasilense* em solubilizar fosfatos e outros minerais do solo, em aumentar a síntese de hormônios, proporcionando maior desenvolvimento das raízes (PEDRAZA et al., 2020) e, em escala menor, a síntese de nitrogênio (HUNGRIA et al., 2016). Essas ações implicam em maior absorção de nutrientes do solo e água (BASHAN e BASHAN, 2010), condições que devem ter contribuído para maior desempenho do azevém e do capim Tifton 85.

A produção de 21 t MS ha<sup>-1</sup> de forragem no pasto inoculado é superior à verificada na mesma região com capim Tifton 85 mais azevém, fertilizado com 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (OLIVO et al., 2019). A produção de azevém (4,6 t MS ha<sup>-1</sup>) foi mais expressiva do que a encontrada em outras pesquisas, também com sistema de sobressemeadura no capim Tifton 85, de 0,9 t MS ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> (OST et al., 2010) e 3,2 t MS ha<sup>-1</sup> (RIBEIRO et al., 2009). Por outra parte, a maior produção de forragem verificada no pasto com maior dose de N confirma que o capim Tifton 85 responde bem à adubação nitrogenada (TAFFAREL et al., 2016). Essa resposta foi observada no verão (Figura 3), período de maior produção.

Para o valor nutritivo, destaca-se a predominância dos resultados das variáveis com não diferença entre os sistemas forrageiros. Os valores que implicam em melhor valor nutritivo da forragem, com maior concentração de PB e NDT e menor de FDN, verificados no inverno, estão associados à presença do azevém nos pastos, em período vegetativo. Os valores médios de PB, NDT e FDN, de 16,0; 56,0 e 68,0%, respectivamente, guardam similaridade com valores obtidos na mesma região, com pastagem de azevém em sobressemeadura ao capim bermuda Coastcross-1 (DIEHL et al., 2014). Para PB do Tifton 85 no verão, estação em que essa cultura foi predominante, o valor médio entre os pastos, de 13,9%, é inferior em relação à verificada em pesquisa com este capim em consórcio com amendoim forrageiro (OLIVO et al., 2019).

Quanto à produção de NDT e PB, o equilíbrio entre os sistemas forrageiros com menor fertilização nitrogenada (e inoculada com *A. brasilense*) e a fertilização intermediária deve-se a não diferença entre esses pastos, tanto na concentração desses componentes quanto na produção de forragem. No pasto com maior dose de adubo nitrogenado, a maior produção de NDT e PB está associada com a maior produção de forragem.

## 7.2 RESPOSTA DOS ANIMAIS

Os resultados de não diferença do pasto inoculado comparado aos demais com maiores doses de adubo nitrogenado, aponta que o uso do *A. brasilense* interferiu no desempenho das vacas. Os valores de eficiência de pastejo no período hibernal são adequados, por estarem próximos da faixa que não limita o consumo e estão associados ao melhor valor nutritivo da forragem. Já no período estival, os valores estão abaixo de 50%, implicando em limitação do consumo (DELAGARDE et al., 2001). Esse comportamento está associado à maior concentração de FDN da forragem, como verificado no verão, especialmente. Também, deve-se considerar aspectos do ambiente (Figura 1), com temperatura do ar acima da condição de conforto dos animais (RHOADS et al., 2009).

Para taxa de lotação, os resultados demonstram que a inoculação implicou em desempenho equivalente aos demais pastos. Esse resultado pode ser atribuído à produção de forragem (que não diferiu em três dos quatro períodos) e pela maior relação lâmina foliar: colmo + bainha do capim Tifton 85 do pasto inoculado com *A. brasilense*. Taxa de lotação maior, com

média anual de 6,1 UA ha<sup>-1</sup>, foi verificada em experimentação conduzida com Tifton 85 adubado com 200 kg de N ha<sup>-1</sup> (OLIVO et al., 2019).

## 8 CONCLUSÕES

A inoculação de *A. brasilense* em pastagem, tendo como base o capim Tifton 85 em associação com azevém, em dois períodos do ano (mais 180 kg de N ha<sup>-1</sup>), tem efeito positivo, proporcionando produção de forragem, NDT e PB equivalentes a adubação com 230 kg de N ha<sup>-1</sup>.

A adubação com 280kg de N ha<sup>-1</sup> resulta em maior produção de forragem.

Há equivalência entre as pastagens no valor nutritivo da forragem.

Os sistemas forrageiros empregados não afetam parâmetros envolvendo os animais, eficiência de pastejo e consumo de forragem.



## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema forrageiro tendo como base o capim Tifton 85 inoculado com *A. brasilense* e pastejado por vacas em lactação sob lotação rotacionada, demonstra-se como uma opção importante na redução no uso de fertilizante nitrogenado, mantendo, no entanto, alta produtividade, bom valor nutritivo do pasto e resposta animal.

O plantio do azevém em linha, em detrimento do plantio a lanço, seguido da roçada do Tifton 85, pode reduzir o intervalo entre a semeadura do azevém e o primeiro pastejo, no outono, e proporcionar uso mais precoce do pasto.

Em pesquisas futuras, recomenda-se avaliar o efeito da inoculação no capim Tifton 85 com doses equivalentes de adubo nitrogenado, estudando a necessidade de se fazer a reinoculação do *A. brasilense* no ano seguinte. Associado a isso, avaliar a presença do *A. brasilense* e concentração no solo e na planta.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, P. F. et al. Forage yield of Coastcross-1 pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Acta Scientiarum**, v. 40, p. 1-8, 2017.
- AGUIRRE, P. F. et al. Valor nutritivo da Coastcross-1 inoculada com *Azospirillum brasilense*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** (online), v. 70, n. 6, p. 1997-2006, 2018.
- ALAVA, E. I. et al. Rotational stocking of Tifton 85 bermudagrass and supplementation level effects on performance of replacement dairy heifers. **Agronomy journal**, v. 107, n. 1, p. 388-394, 2015.
- ALDERMAN, P. D.; BOOTE, K. J.; SOLLENBERGER, L. E. Regrowth dynamics of 'Tifton 85' Bermudagrass affected by nitrogen fertilization. **Crop Science**, v. 51, n. 4, p. 1716-1726, 2011.
- ALMEIDA, D. J. et al. Isolation of mycotoxin producers fungi found in fenada form ryegrass. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1251-1256, 2019.
- ANDERSON, J. A.; WU, Y. Q. Freeze tolerance of forage bermudagrasses. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 449-452, 2011.
- ANJOS, A. N. A. et al. Forage yield in pastures with bermuda grass mixed with different legumes. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 3, p. 261-266, 2016.
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed. Arlington, USA: AOAC, 1995.
- ARAÚJO, R. M. et al. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1556-1560, 2014.
- BASHAN, I; BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. **Advances in Agronomy**, v. 108, n. 2, p. 77-136, 2010.
- BEHERA, S. N. et al. Ammonia in the atmosphere: A review on emission sources, atmospheric chemistry and deposition on terrestrial bodies. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 20: p. 8092-8131, 2013.
- BONADIMAN, R. et al. Nitrogen fertilization associated to inoculation with *Azospirillum brasilense* about structural characteristics of annual ryegrass. **Revista eletrônica de Veterinaria**, v. 19, n. 3, p. 1-12, 2017.
- BURNS, J. C.; POND, K. R.; FISHER, D. S. Measurements of forage intake. In: FAHEY, J. R. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 494-532, 1994.
- BURTON, G.W. Tifton 85 Bermudagrass - Early History of its Creation, Selection, and Evaluation. **Crop Science**, v. 41, n. 1, p. 5-6, 2001.

CAPPELLE, E. R. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

DELAGARDE, R. et al. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. **Fourrages**, v. 166, p. 189-212, 2001.

DIAS, M. S. et al. Morphological, productive, and chemical traits of xaraés grass: nitrogen topdressing versus inoculation. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 1-12, 2019.

DIEHL, M. S. et al. Forage yield and nutritive value of Elephant grass, Italian ryegrass and spontaneous growing species mixed with forage peanut or red clover. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1845-1852, 2014.

DÔBEREINER, J. *Azotobacter paspali* sp. n., uma bactéria fixadora de nitrogênio na rizosfera de *Paspalum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 1, n. 1, p. 357-365, 1966.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para se estimar o valor nutritivo de forragens) sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 4, p. 691-702, 1992.

FARIAS FILHO, J. A. et al. Production and quality of Tifton 85 pastures overseeded with black oat: effects of irrigation and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 5, p. 2071-2080, 2018.

FONTANELI, R.S. et al. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. 2. ed. - Brasília: Embrapa, 2012. 544 p.

GALINDO, F. S. et al. Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2015.

GOMES, E. P. et al. Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n. 4, p. 317-323, 2015.

GONÇALVES, G. D. et al. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1163-1174, 2002.

HILL, G. M.; GATES, R. N.; WEST J. W. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. E48-E58, 2001.

HODGSON J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, v. 34, n. 1, p. 11-18, 1979.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina, PR, Embrapa, p. 80, 2007.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly

component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina, PR, Embrapa, p. 38, 2011.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1, p. 413-425, 2010.

KAPPES, C. et al. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2013.

KIRCHNER, R. et al. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2371-2379, 2010.

KRUPA, S. V. et al. Effects of atmospheric ammonia (NH<sub>3</sub>) on terrestrial vegetation: A review. **Environmental Pollution**, v. 124: p. 179-221, 2003.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. V. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.

LANA, M. C. et al. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 399-405, 2012.

LEITE, R. C. et al. Productivity increase, reduction of nitrogen fertiliser use and drought-stress mitigation by inoculation of Marandu grass (*Urochloa brizantha*) with *Azospirillum brasilense*. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 1, p. 61-67, 2019.

LEMOS, J. M. et al. Resposta de cultivares de trigo à inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, e à adubação nitrogenada em cobertura. **Científica**, v. 41, n. 2, p.189–198, 2013.

LUCY, M; REED, E; GLICK, B. R. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. **Kluwer Academic Publishers**, v. 86, p. 1-25, 2004.

MENDES, M. C. et al. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 95-110, 2011.

MEZZALIRA, J. C. et al. Rotational grazing management in a tropical pasture to maximize the dairy cow's herbage intake rate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p. 833-840, 2013.

MICHELANGELI, J. A. C. et al. Managing harvest of Tifton 85 bermudagrass for production and nutritive value. **Forage and Grazinglands**, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2010.

MOREIRA, F, M, S. et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.

MOREIRA, V. et al. Características adaptativas da associação simbiótica e da fixação biológica do nitrogênio molecular em plantas jovens de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl., uma leguminosa arbórea nativa do Cerrado. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 517-525. 2014.

MUFATTO, L. M. et al. Caracterização e quantificação da população de fungos em área de produção de feno de capim Tifton 85, adubado com biofertilizante suíno. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 486-491, 2016.

NUNES, P. H. M. P. et al. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 174-182, 2015.

OJEDA, J. J. et al. Modelling inter-annual variation in dry matter yield and precipitation use efficiency of perennial pastures and annual forage crops sequences. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 259, p. 1-10, 2018.

OLIVEIRA, P. P. A.; DE OLIVEIRA, W. S.; JUNIOR, W. B. Produção de forragem e qualidade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasilense* e fertilizada com nitrogênio, São Carlos, SP, **Embrapa**, p. 6, 2007.

OLIVEIRA, R. C. et al. Sowing depth of annual ryegrass seed on different substrates as a vigor test. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 2, p. 196-204, 2019.

OLIVO, C. J. et al. Forage mass and nutritive value of bermuda grass mixed to forage peanut or common vetch. **Acta Scientiarum**, v. 38, p. 255-260, 2016.

OLIVO, C. J. et al. Produção de forragem e carga animal de pastagens de Coastcross sobressemeadas com forrageiras de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 68-73, 2010.

OLIVO, C. J. et al. Productivity and crude protein concentration of Tifton 85 pasture-based mixed with pinto peanut. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-8, 2019.

OST, H. J. et al. Sobressemeadura de forrageiras de inverno em pastagem de Tifton 85. Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável, 2010, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2010.

PEDRAZA, R. O. et al. *Azospirillum*. **Beneficial Microbes in Agro-Ecology**, p. 73-105, 2020.

PEDREIRA, B. C. et al. Tiller density and tillering on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 4, p. 1039-1046, 2017.

PEDREIRA, C. G. S. **Avanços metodológicos na avaliação de pastagens**. Departamento de Produção Animal – USP – ESALQ. Piracicaba, SP, p.32, 2002.

PEDREIRA, C. G. S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, p. 78-130, 2010.

PEDREIRA, C. G. S. et al. Fixed versus variable rest period effects on herbage accumulation and canopy structure of grazed 'Tifton 85' and 'Jiggs' Bermuda grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 1, p. 113-120, 2018.

PEREIRA, O. G. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-Tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1870-1878, 2011.

PEREIRA, O. D. et al. Crescimento do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 30-35, 2012.

PINDI, P. K.; SATYANARAYANA, S. D. Liquid microbial consortium a potential tool for sustainable soil health. **Journal of Biofertilizers and Biopesticides**, v. 3, n. 124, p. 1-9, 2012.

QUARESMA, J. P. S. et al. Produção e composição bromatológica do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

QUATRIN, M. P. et al. Response of dual-purpose wheat to nitrogen fertilization and seed inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-10, 2019.

REZENDE, A. V. et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina**, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 2015.

RIBEIRO, T. M. D. et al. Características da pastagem de azevém e produtividade de cordeiros em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 580-587, 2009.

ROCHA, A. F. S.; COSTA, R. R. G. F. Desempenho de *Urochloa brizantha* cv Paiaguás inoculada com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses nitrogênio. **Global Science and Technology**, v. 11, n. 3, p. 177-186, 2018.

SANGOI, L. et al. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1141-1150, 2015.

SANTA, O. R. D. et al. *Azospirillum* sp. inoculation in wheat, barley and oats seeds greenhouse experiments. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 843-850, 2004.

SAS Institute. SAS Studio User's Guide Version 3.5. Cary, NC, USA, 2016.

SIMONETTI, G. D. Productivity and nutritive value of elephant grass pastures under organic and conventional production systems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 2, p. 1-13, 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, 2016. 476 p.

SOLLENBERGER, L. E. et al. Sustainable production systems for Cynodon species in the subtropics and tropics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. suplemento especial, p. 85-100, 2008.

SPOLAOR, L. T. et al., Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 33-40, 2016.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 222p, 2008.

RHOADS, M. L. et al. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 5, p. 1986-1997, 2009.

TAFFAREL, L. E. et al. Tifton 85 grass responses to different nitrogen levels and cutting intervals. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2067-2084, 2016.

TIECHER, D. D. et al. Morphogenesis and structure of Tifton 85 cultivated in subtropical climate and fertilized with nitrogen. **Acta Scientiarum**, v. 38, p. 389-393, 2016.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, M. M. M.; MICHEL FILHO, W. J. E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 15-24, 2010.

VOGEL, G. F. et al. Desempenho agrônomo de Azospirillum brasilense em culturas de trigo. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 6, n. 3, p.111-119, 2013.

ZIECH, M. F. et al. Comportamento ingestivo de vacas em lactação em pastagem consorciada no período estival. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n. 2, p.198-205, 2016.

ZORITA, D. M.; CANIGIA, F. M. V. Field performance of a liquid formulation of Azospirillum brasilense on dryland wheat productivity. **European Journal of Soil Biology**, v. 45, p.3-11, 2009.