

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE TECNÓLOGO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

ALBIERY RAFAELI DE ABREU

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DA BACTÉRIA *AZOSPIRILLUM*
BRASILENSE EM PASTAGENS DE INVERNO.**

Lages/SC

2023

ALBIERY RAFAELI DE ABREU

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DA BACTÉRIA *AZOSPIRILLUM*
BRASILENSE EM PASTAGENS DE INVERNO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso Superior em Gestão do Agronegócio do Câmpus Lages do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Gestão do Agronegócio.

Orientadora: Profª Drª Jocleita Peruzzo Ferrareze.
Coorientador: Profº Drº José Mecabô Júnior.
Coorientadora: Profª Drª Gesieli Priscila Buba Roskamp.

Lages/SC

2023

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE TECNÓLOGO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALBIERY RAFAELI DE ABREU

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DA BACTÉRIA *AZOSPIRILLUM*
BRASILENSE EM PASTAGENS DE INVERNO.**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em Gestão do Agronegócio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Aprovado em, 13 de dezembro de 2023.

Banca Examinadora

Prof.º Drº. José Mecabô Júnior
Instituto Federal de Santa Catarina - Lages - SC

Prof.ª Drª. Gesieli Priscila Buba Roskamp
UDESC/CAV - Lages - SC

Prof.º Drº. Fernando Domingo Zinger
Instituto Federal de Santa Catarina - Lages - SC

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus, que me deu forças, iluminou meu caminho e me protegeu todas as noites quando retornava para a minha casa. Graças a Ele consegui chegar até aqui. Agradeço aos meus pais, Salviérre e Jamile, que sempre me apoiaram e me incentivaram a sempre lutar por todas as conquistas e estiveram ao meu lado comemorando todas as mínimas lutas vencidas. Que me ensinaram a ser uma pessoa de valor e um futuro profissional respeitoso e dedicado. Agradeço ao meu irmão Ariel que por muitas noites escutou meus desabafos e angústias, e em todos os momentos esteve presente me ajudando. Ao meu primo Renan Rafaeli, que no momento de mais necessidade prestou auxílio e parceria. Aos meus colegas Lilian, Luciano, Jéssica, João, Renata, Francisca e Antonio, que fizeram estes três anos passarem tão rápido e divertido. Que tornaram noites frias e chuvosas, alegres e que cada um, do seu jeito único, me ensinaram a ser um verdadeiro amigo que os admira muito e tem orgulho de ter conhecido essas pessoas incríveis e iluminadas.

Agradeço a professora Jocleita por todo carinho, atenção e auxílio, mesmo estando afastada por doença sempre que lhe consultei me atendeu com muita dedicação e carinho. Ao professor José, agradeço por aceitar me ajudar neste desafio de trabalho e por todo empenho prestado. Agradeço ao exemplo de profissionalismo e grande amizade e compreensão da professora Gesieli, que quando nada estava dando certo, foi quem me ajudou e esteve presente me mostrando o melhor caminho, sempre com sorriso em seu rosto e com muita dedicação sempre disposta a ajudar, guardarei sua amizade e toda a ajuda prestada em meu coração e serei eternamente grato por todo empenho e dedicação prestada.

Agradeço a minha namorada que foi um anjo em minha vida ao longo desse tempo dedicado ao TCC, comemorando cada vitória e sempre me ajudando em todos os momentos de desânimo e desespero. Ao Marcus Moreno, que não foi um chefe em meu estágio, mas sim um grande parceiro e amigo. Ao Rodrigo e a Bio Certo que acreditaram em minha ideia e forneceram a bactéria *Azospirillum brasilense* para que esse trabalho pudesse ser efetuado com um dos melhores produtos do mercado. E ao IFSC, por proporcionar que essa pesquisa tenha todo amparo e equipamentos da melhor qualidade para obtenção deste estudo.

RESUMO

Os insumos agrícolas, dentre eles a ureia são de vital importância para a agricultura brasileira, porém representam altos investimentos para os produtores. Desta forma, torna-se essencial buscar alternativas para diminuir os custos de produção e manter a mesma produtividade e qualidade das pastagens de inverno. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar a aptidão da bactéria *Azospirillum brasilense* na fixação de nitrogênio em plantas de aveia preta e azevém e avaliar a viabilidade econômica da utilização desta técnica. Para isso, realizou-se um experimento a campo em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) com cinco tratamentos, sendo eles: Testemunha, Pulverização da parte aérea da planta (PPA), Inoculação da semente + PPA, Inoculação da semente e uréia. Os tratamentos foram avaliados quanto a Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS) em dois momentos (cortes) e submetidos à análise de viabilidade financeira. Foi Observado um aumento de 25% no peso de matéria fresca e 6% em matéria seca pela inoculação da semente com a bactéria *AzB* em comparativo com os resultados obtidos no tratamento com a uréia agrícola, resultando em uma economia de 22% pela utilização bactéria *Azospirillum* inoculada via semente em comparação a aplicação da uréia. Independentemente dos tratamentos testados, todos tiveram resultados superiores à testemunha para as variáveis analisadas. Os resultados obtidos neste estudo comprovam a viabilidade da substituição da uréia agrícola pela bactéria *Azospirillum brasilense* em pastagens de inverno, sendo aveia preta e azevém (*Avena strigosa* e *Lolium multiflorum*), para os parâmetros de a Massa Fresca e Seca dos cortes das pastagens e custos de implantação.

Palavras-Chave: *Azospirillum brasilense*, viabilidade econômica, uréia agrícola, aveia preta e azevém.

ABSTRACT

Agricultural inputs, including urea, are vitally important for Brazilian agriculture, but represent high investments for producers. Therefore, it is essential to look for alternatives to reduce production costs and maintain the same productivity and quality of winter pastures. In view of the above, the objective of this work was to identify the suitability of the bacterium *Azospirillum brasilense* in nitrogen fixation in black oat and ryegrass plants and to evaluate the economic viability of using this technique. To this end, a field experiment was carried out in a Randomized Block Design (RBD) with five treatments, namely: Control, Spraying of the aerial part of the plant (PPA), Seed inoculation + PPA, Seed inoculation and urea. The treatments were evaluated for Fresh Mass (MF) and Dry Mass (DM) at two moments (cuts) and subjected to financial viability analysis. An increase of 25% in the weight of fresh matter and 6% in dry matter was observed by inoculating the seed with the *AzB* bacteria in comparison with the results obtained in the treatment with agricultural urea, resulting in a saving of 22% by using *Azospirillum* bacteria. inoculated via seed compared to the application of urea. Regardless of the treatments tested, all had better results than the control for the variables analyzed. The results obtained in this study prove the feasibility of replacing agricultural urea with the bacteria *Azospirillum brasilense* in winter pastures, including black oats and ryegrass (*Avena strigosa* and *Lolium multiflorum*), for the parameters of Fresh and Dry Mass of pasture cuts and costs. of implementation.

Keywords: *Azospirillum brasilense*, economic viability, agricultural urea, black oats and ryegrass.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise Química e Física do solo da propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, feitas nas datas de 25/04/2023 e 08/11/2023.....	24
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos de testemunha, Pulverização da Parte Aérea da planta (PPA), PPA + Azospirillum brasilense (AzB) na semente, AzB na semente e uréia, utilizados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	26
Tabela 3 - Atividades e altura das pastagens ao longo do período no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, desde a implantação, inoculação de AzB na semente, atividades feitas ao longo do tempo, pulverização da bactéria e dispersão da uréia, primeiro corte, segunda pulverização da bactéria e dispersão da uréia e segundo corte.....	29
Tabela 4 - Soma das pesagens de Massa Fresca e Massa Seca dos dois cortes e elaboração de média, desvio padrão e erro padrão dos dados obtidos nos cortes dos Quadros 1, 2, 3 e 4 da propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	34
Tabela 5 - Massa Fresca acrescida que cada tratamento possui em comparação com a pesagem da testemunha, convertida para porcentagem (%) do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	35
Tabela 6 - Massa Seca acrescida que cada tratamento possui em comparação com a pesagem da testemunha, convertida para porcentagem (%) do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	36
Tabela 7 - ANOVA e Tukey para Massa Fresca Total do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	38
Tabela 8 - Grupos significativos aos tratamentos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, segundo análise estatística feita no software R.....	39
Tabela 9 - ANOVA e Tukey para Massa Seca Total do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	41
Tabela 10 - Grupos significativos aos tratamentos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, segundo análise estatística feita no software R.....	42
Tabela 11 - Custo de implantação por tratamento em hectare e custo total de implantação, somando custo de aquisição das sementes, adubo e óleo trator, no	

experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages
SC.....45

Tabela 12 - Redução dos custos dos tratamentos e porcentagem (%) economizada
em cada tratamento em comparação com o Tratamento 5 que possuiu o maior valor
de implantação no experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de
Lages SC.....46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Boxplot da MFT do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	37
Gráfico 2 - Histograma da MFT retratando a noção, distribuição e frequência dos dados obtidos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	38
Gráfico 1 - Boxplot da MScT do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	40
Gráfico 3 - Histograma da MScT retratando a noção, distribuição e frequência dos dados obtidos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultados obtidos no Primeiro Corte de Massa Fresca (MF) com o Quadro de prova (0,25 m ²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	31
Quadro 2 - Resultados obtidos no Primeiro Corte de Massa Seca (MS) com o Quadro de prova (0,25 m ²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	32
Quadro 3 - Resultados obtidos no Segunda Corte de Massa Fresca (MF) com o Quadro de prova (0,25 m ²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	33
Quadro 4 - Resultados obtidos no Segundo Corte de Massa Seca (MS) com o Quadro de prova (0,25 m ²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem da lavoura da propriedade Campo Alto, local onde foi executado o experimento, com coordenadas de Latitude 27°39 '41.1 "S, Longitude 50°11' 57.9"W, Fonte: Google Earth Data: 15/10/2023.....	23
Figura 2 - Deficiência Hídrica (mm) x Excedente Hídrico (mm) ao longo do período. Fonte: Balanço Hídrico de Cultivo retirado do site SISDAGRO/INMET do período de 01/04/2023 à 30/07/2023. Data: 28/11/2023.....	25
Figura 3.a: Croqui da área experimental. Divisão de 6 blocos com 5 tratamentos em cada bloco. Tamanho de cada tratamento é de 0,25 m ² com espaçamento de 1 m entre cada tratamento. T1 Controle; T2 Pulverização parte aérea (PPA); T3 Tratamento da semente + PPA; T4 Tratamento da semente; T5 Tratamento com N (uréia agrícola). Figura 3.b e 3.c: Imagem capturada da área de plantio no dia 25/05/2023, as pastagens estavam com 5 a 8 cm de altura. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).....	27
Figura 4.a: Pulverização do dia 14/06/2023 da bactéria <i>Azospirillum brasilense</i> no Tratamento 2 no local de experimentação da Fazenda Campo Alto, Lages SC. Figura 4.b: Pós corte dos blocos e tratamentos do experimento no dia 16/07/2023, tendo em destaque o Tratamento 5 ao centro da foto. Figura 4.c: Imagem da gramínea do Tratamento 1 (Testemunha) com sistema radicular curto e com poucas quantidades. Figura 4.d: Imagem da gramínea do Tratamento 4 (Inoculação na Semente) com um sistema radicular longo e em grandes quantidades, indícios de que sua produção já possui resultados superiores em comparação a testemunha. Figura 4.e: Imagem da altura da pastagem do Tratamento 3, antes do primeiro corte 16/07/2023, as pastagens possuíam mais de 50 cm de altura.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>AzB</i>	<i>Azospirillum brasilense</i>
BPCP	Bactérias promotoras de crescimento de plantas
cm	Centímetros
C.V.	Coeficiente de Variação
DBC	Delineamento em blocos casualizados
DMGL	Disponibilidade de Matéria Seca de Lâminas Foliares
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
F.V.	Fonte de Variação
g	Gramas
G.L.	Graus de Liberdade
ha	Hectare
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
K	Potássio
Kg	Quilogramas
m ²	Metro quadrado
MF	Massa Fresca
MFT	Massa Fresca Total
Mha	Milhões de hectares
MS	Massa Seca
MScT	Massa Seca Total
nº	Número
N	Nitrogênio
NH ₂ CONH ₂	Fórmula da uréia agrícola
PPA	Pulverização da parte aérea da planta
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
Q.M.	Quadrado Médio
SC	Santa Catarina
S.Q.	Soma dos Quadrados

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 AS VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DOS BIOLÓGICOS	19
2.2 VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DOS BIOINSUMOS	19
2.3 DESCRIÇÃO DO <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>	20
2.4 <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i> EM PASTAGENS	21
2.5 AVEIA E AZEVÉM	22
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	23
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS	25
3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	28
4 RESULTADOS DA PESQUISA	31
4.1 PRIMEIRO CORTE DAS PASTAGENS	31
4.2 SEGUNDO CORTE DAS PASTAGENS	32
4.3 TABULAÇÃO DOS DADOS E PORCENTAGENS DOS CORTES	34
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	36

4.4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS MFT	37
4.4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS MScT	40
4.5 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO	43
5 CONCLUSÃO	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7 REFERÊNCIAS	52
8 ANEXOS	58

1 INTRODUÇÃO

O mercado consumidor de carne bovina vem, cada vez mais, exigindo métodos de criação mais sustentáveis, de animais criados a campo e engordados a base de pasto, respeitando, ao máximo possível, o bem estar animal. Estas e outras exigências conduzem os produtores a procurarem uma maior capacitação e tecnificação de suas propriedades. O mercado consumidor de animais precoces e criados a pasto é o mais lucrativo e diferenciado no ramo da pecuária, porém os custos para a engorda destes animais tem se tornado muitas vezes inviáveis economicamente para os produtores como traz na Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal (2015) com um artigo intitulado: Produção de Novilhos Superprecoce a Pasto-uma revisão. Tratando da dificuldade que os produtores podem encontrar para efetuarem a engorda de seus animais por meio de suplementação, que seria o método mais rápido da engorda, por isso a utilização de pastagens se tornou o meio mais viável, sustentável e econômico para os produtores conseguirem seus lucros na pecuária.

Mas, mesmo na utilização das pastagens na engorda dos animais, os insumos para o plantio e tratos culturais tem se tornado muito altos para os produtores, os obrigando a diminuir as quantidades de insumos em suas lavouras e, como resultado, não tendo o potencial aproveitamento de suas pastagens que são imprescindíveis para obterem animais com altos pesos para o abate.

No Brasil, o cultivo de aveia preta tem aumentado significativamente, principalmente na região Sul, tendo como maior produtor e cultivador o Rio Grande do Sul para alimentação dos animais e engorda destes, seguido de Paraná e Santa Catarina (Primavesi; Rodrigues; Godoy, 2000). A aveia preta, assim como as demais gramíneas, possui exigências em adubação nitrogenada, devido ao fato de que este nutriente participa dos mais variados compostos metabólicos da planta, como nos aminoácidos e proteínas, atuando diretamente na taxa fotossintética da pastagem, sendo classificado como macronutriente primário (Malavolta, 1981).

Segundo Pereira-Defilippi *et al.* (2017), o uso de microrganismos favoráveis é uma técnica econômica que potencializa o desenvolvimento vegetal e a absorção de nutrientes. Em reflexo aos altos valores dos insumos encontrados no mercado e às exigências dos consumidores com alimentos e produções mais sustentáveis, muitos

agricultores começaram a aderir à utilização de micro-organismos para substituir os insumos de suas produções.

O primeiro inoculante comercial da bactéria *Azospirillum brasilense* para pastagens leguminosas no Brasil foi lançado em 2016, trazendo as cepas Ab-V5 e Ab-V6 como inoculantes para *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*, também resultante de uma parceria público-privada da Embrapa Soja e Total Biotecnologia (Santos; Nogueira; Hungria, 2021). A bactéria *Azospirillum brasilense*, segundo Hungria (2011), abrange um grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) de vida livre nos solos. Bactérias desse gênero podem ser endofíticas facultativas (Döbereiner & Pedrosa, 1987; Huergo *et al.*, 2008 apud Hungria *et al.* 2011) que são descritas por Miguel *et al.* (2021) como bactérias que residem nos tecidos internos das plantas e em pelo menos uma etapa do seu ciclo de vida, sem causar sintomas aparentes de doença. Segundo a Pesquisa Agropecuária Tropical (2022), a utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* amplifica o desenvolvimento das raízes e da parte aérea das plantas, a geração de massa fresca e seca, os níveis de nitrogênio, amônio e potássio, e reduz o conteúdo de nitrato nas folhas de plantas de rúcula, que foi a planta que foi estudada em sua pesquisa.

Pereira-Defilippi *et al.* (2017) também traz que a utilização de *Azospirillum brasilense* amplifica a ação da enzima que reduz nitrato nas folhas e limita a conversão de nitrogênio nítrico em nitrogênio amoniacal. Isso contribui de forma alternativa para a redução do nível de nitrato presente nas folhas. Sendo assim, as pastagens cultivadas com a utilização do *Azospirillum brasilense*, se tornam mais sustentáveis, pois como Facioli (2015) define:

A utilização do *Azospirillum brasilense* na agricultura representa uma das possibilidades para viabilizar uma produção com menores custos sem prejudicar o ambiente, uma vez que trata-se de um recurso biológico do solo que deve ser considerado, Facioli (2015).

Neste contexto, a proposta desta pesquisa é identificar a viabilidade da utilização do AzB (*Azospirillum brasilense*) nas pastagens de inverno que são muito utilizadas na região serrana de Lages para efetuar a engorda de animais e serve de cobertura do solo para o plantio direto de soja e outras culturas que são cultivadas

na região. Este estudo busca apresentar uma alternativa para os agricultores substituírem a uréia agrícola, que se tornou um insumo economicamente caro e, para isso, elabora-se a seguinte pergunta: a bactéria *Azospirillum* será eficiente em promover o crescimento das culturas da aveia e do azevém consorciadas nas condições de Lages, podendo substituir a uréia agrícola, tendo uma viabilidade econômica para os produtores?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo identificar a viabilidade econômica da utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* (AzB) em pastagens de inverno, comparando os valores de implantação dos tratamentos com ureia e a testemunha, em comparação com os custos obtidos nos tratamentos das pastagens com a bactéria *Azospirillum brasilense* na cidade de Lages, Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos que operacionalizam a pesquisa consistem em:

1. Estudar o peso de matéria fresca das pastagens (MF) e peso de matéria seca (MS) que o *Azospirillum brasilense* pode fornecer aos agricultores da serra catarinense, em comparativo com a MF e MS do tratamento com ureia e a testemunha.
2. Identificar a melhor viabilidade econômica dos custos utilizados no tratamento de uréia agrícola e testemunha em comparação com o custos obtidos no estudo utilizando a bactéria *Azospirillum brasilense* em pastagens de inverno sendo aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*).
3. Promover um experimento para inovar a forma de obtenção de nitrogênio (N) para o cultivo de pastagens na serra catarinense.
4. Aumentar a rentabilidade para os agricultores, com menor investimento, maior produtividade, maior aproveitamento dos nutrientes do solo e da produção agropecuária.

5. Avaliar se a bactéria *Azospirillum brasilense* obterá resultados inferiores, melhores, ou iguais, às adubações com uréia agrícola, nas condições climáticas da cidade de Lages.

1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa teórica-acadêmica para realização desse trabalho, é apresentar para os produtores da região da Serra Catarinense meios econômicos de melhorarem suas pastagens e a rentabilidade de suas propriedades de forma biológica, sem agredir o meio ambiente e com custos mais baixos em comparação a pastagens que utilizam a uréia agrícola (NH_2CONH_2), que por consequências de classe mundial obteve um aumento no seu valor comercial nos últimos anos. Além disso, o fácil manejo com a bactéria, facilita também sua implantação nas lavouras. Esta bactéria já é usada em inoculações para o plantio de trigo e milho, para fins de fixação de nitrogênio. Segundo Hungria (2011), os benefícios da inoculação de milho e trigo com *Azospirillum*, resultam em níveis mais altos de rendimento foliar e de raiz das plantas, e foram confirmados por novos testes realizados pela Embrapa Soja (2007).

Sabe-se que a realidade dos produtores rurais de Lages, é criar animais para engorda e leite, no qual são o sustento da família na propriedade. Com a alta dos preços dos insumos agrícolas, o sustento dessas famílias é prejudicado. Então, conhecendo a realidade dos produtores rurais e as dificuldades que eles enfrentam, propõe-se espalhar este conhecimento nas cooperativas e associações dos produtores para que eles com menores investimentos obtenham maiores lucros em suas pastagens, engorda de animais e plantios de lavouras, utilizando algum dos tratamentos formulados neste trabalho acadêmico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AS VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DOS BIOLÓGICOS

Segundo Honorato (2023), as vantagens da utilização de inoculantes biológicos, tanto no milho quanto no capim braquiária, vão desde o aumento da produtividade, até a redução de custos do cultivo e tratos culturais. Pois a inoculação é uma prática agrícola que faz o consórcio de uma bactéria com uma planta, para fins de simbiose, a bactéria auxilia a planta em alguma fase de seu crescimento ou produção, seja no crescimento de raízes, combate de pragas, ou absorção de nutrientes do solo.

Conforme a Embrapa Soja Paraná (2023), no Brasil, aproximadamente 180 milhões de hectares são destinados a pastagens, com 120 milhões compostos por pastagens cultivadas, dos quais 86 milhões são ocupados por alguma variedade de braquiária. Segundo dados da Embrapa, cerca de 70% das pastagens do país estão em algum grau de degradação, produzindo abaixo do seu potencial. Entre os diversos fatores que contribuem para essa situação estão os altos custos dos insumos agrícolas e a tendência dos agricultores de não investir, resultando em pastagens com baixo potencial de aproveitamento. Em contraponto, a utilização de *Bioinsumos* vem se tornando muito viável aos agricultores por conta de seus baixos custos e trazem um retorno significativo para os produtores que utilizam deste método sustentável e lucrativo.

De acordo com Epstein; Bloom (2004), apenas um grupo restrito de seres vivos é capaz de reduzir ou converter enzimaticamente o nitrogênio da atmosfera e disponibilizá-lo para o crescimento e a manutenção celular das plantas. Estes organismos são denominados como diazotróficos – dentre eles encontram-se as bactérias do gênero *Azospirillum* que possuem a capacidade de realizar um mecanismo conhecido como “Fixação Biológica de Nitrogênio” (FBN).

2.2 VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DOS BIOINSUMOS

O custo para efetuar a inoculação é baixo, logo, mesmo pequenos incrementos na produtividade justificam a sua aplicação. Para Sala *et al.*(2008), a prática da inoculação é justificada caso haja um aumento superior a 15,43 kg ha⁻¹ na

produção de grãos de trigo. Para Piccinin (2013) às bactérias diazotróficas são eficientes na fixação do nitrogênio atmosférico, podendo resultar em uma economia de até 50% na compra e aplicação de fertilização nitrogenada. O *Azospirillum brasilense*, em particular, pode estimular o crescimento das plantas, especialmente através da fixação biológica de N (Fukami *et al.*, 2016), a síntese de hormônios vegetais, a solubilização de fosfato e o aprimoramento do desenvolvimento radicular (Sala *et al.* 2008), aumento da clorofila e da condutância estomática do conteúdo das plantas (Hungria, 2011), além de modificações das atividades fotosintéticas (Gordillo-Delgado; Marín; Calderón, 2016).

Embora os benefícios da inoculação sejam evidentes, ainda há uma escassez de estudos que elucidem os fatores envolvidos no processo de fixação, especialmente as interações entre a planta e o *Azospirillum*. Esta relação é intrincada e interdependente, abrangendo não apenas a planta e as bactérias, mas também outros fatores bióticos e abióticos presentes no solo, mais especificamente na rizosfera. Entre eles estão a composição do exsudato radicular (compostos orgânicos de diferentes tipos, como aminoácidos, proteínas, açúcares e entre outros), as características das cepas bacterianas, as condições do solo e as atividades de outros microrganismos no solo (Dutta; Podilo, 2010). É importante considerar que a bactéria pode interagir com cada genótipo da cultura implantada, com o tipo de solo utilizado e com o tratamento químico aplicado às sementes, o que pode gerar diferentes resultados em diferentes estudos.

2.3 DESCRIÇÃO DO *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

As pesquisas em milho mostram que as sementes que são inoculadas com a bactéria *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6) podem reduzir 25% da adubação nitrogenada de cobertura (considerando dose de 90 quilos por hectare). A utilização da bactéria proporciona ainda um crescimento médio de 3,1% na produtividade de grãos (Honorato, 2023; Hungria, 2011).

Segundo Hungria (2011), atualmente no mercado, a bactéria *Azospirillum* é encontrada apenas em formulações líquidas. Para misturá-la às sementes, pode-se usar um tambor rotativo, uma máquina de tratamento de sementes ou outros mecanismos que facilitem a mistura do inoculante, desde que garantam uma distribuição uniforme da bactéria.

No site Agro2, Honorato (2023) descreve que a bactéria *Azospirillum* possui processos microbianos que beneficiam a síntese de fitormônios, aumentando o crescimento das raízes da planta em até três vezes e promovendo a fixação biológica do nitrogênio. A aplicação dessas bactérias nas sementes ou através de pulverização foliar em pastagens resultou não apenas em um aumento na biomassa, mas também em um incremento médio de 13% no teor de N e de 10% no de K na parte aérea da pastagem analisada.

O nitrogênio fixado pelo *Azospirillum brasilense* torna-se disponível para a planta via mineralização das bactérias mortas ou pela excreção direta no solo, não existindo uma relação de simbiose entre a bactéria e a planta. Complementarmente, as bactérias podem, através da fixação do nitrogênio da atmosfera no solo, estimular a produção de hormônios nas plantas, como a auxina, que promove crescimento de raízes, podendo se refletir em maior capacidade de utilização de água, nutrientes e ocasionando em um aumento no sistema radicular da planta (Tien; Gaskins; Hubbell, 1979).

2.4 AZOSPIRILLUM BRASILENSE EM PASTAGENS

Em pastagem de azevém, Pellegrini *et al.* (2010) verificaram que o N aumenta a massa de forragem produzida e a Disponibilidade de Matéria Seca de Lâminas Foliares (DMGL) apresentando um comportamento linear crescente de 1,28 kg ha⁻¹ de Massa Seca para cada kg de N aplicado na pastagem. No contexto de pastagens de azevém, a DMGL pode ser influenciada por vários fatores, incluindo as condições ambientais, as características genéticas da planta forrageira e as práticas de manejo da pastagem (COSTA, 2010) ou também a utilização de adubação nitrogenada ou a utilização de uma bactéria fixadora de nitrogênio como o *Azospirillum brasilense* que pode ser utilizado como substituto da adubação nitrogenada no consórcio aveia preta e azevém em sistema de integração lavoura-pecuária segundo a Revista da Caatinga (2021).

Piovesan (2017) afirma que as bactérias do gênero *Azospirillum* atuam como bioestimulante de crescimento vegetal e promovem a fixação do Nitrogênio de forma biológica nas culturas que estas bactérias são inoculadas. Piovesan (2017) também traz em seu estudo resultados de acréscimos de matéria fresca e seca na cultura de aveia preta (*Avena strigosa*) inoculadas com a bactéria *Azospirillum brasilense*, além

de acréscimos nas matérias seca e fresca, o *AzB* pode trazer acréscimos em teor de nitrogênio e fósforo na parte aérea da planta.

Segundo Hungria (2011), a inoculação de *Azospirillum sp.* em trigo gerou um aumento de 31% na produtividade de grãos de trigo e 26% de produtividade de grãos de milho. Facioli (2015) constatou em seu estudo incrementos de 26% até 60% de MF em pastagens de aveia com diferentes doses de nitrogênio e *Azospirillum brasilense*, e um incremento de 6% a 29% de MS em comparação com sua testemunha que apenas contém doses de Nitrogênio. Piovesan (2017) constatou em seu estudo que a inoculação por *Azospirillum* proporcionou maior teor de fósforo na parte aérea das plantas estudadas.

2.5 AVEIA E AZEVÉM

A aveia preta (*Avena strigosa*) e o azevém (*Lolium multiflorum*) são as principais forrageiras utilizadas pelos agricultores para alimentar os animais no período de inverno e servir como cultura de cobertura de solo para os plantios de soja e outras culturas comuns nas regiões do sul do Brasil, pois possuem a capacidade de adicionar e manter resíduos culturais sobre o solo através de suas palhadas e raízes. Também auxiliam na redução da erosão e do escoamento superficial das lavouras, aumentam a infiltração de água e material orgânico, auxiliando na ciclagem de nutrientes e mobilizando cátions no perfil e controlando íons. Trata-se de duas culturas que apresentam baixo custo de implantação em relação a outras pastagens, e que podem trazer benefícios para outras espécies cultivadas em sucessão a ela (Lupatini *et al.*, 1998; Restle *et al.*, 1998).

Para efetuar o plantio das sementes, segundo Fontaneli *et al.* (2012), a quantidade de semente de aveia preta (*Avena strigosa Schreb.*) a ser usada varia de 60 a 80 kg ha⁻¹, dependendo do poder germinativo e da massa de mil grãos, o qual oscila entre 12 e 18 g. A profundidade de semeadura indicada é de 3 a 5 cm. Quando semeada a lanço, deve-se usar 30 a 50% a mais de semente; quando consorciada, recomenda-se de 50 a 60 kg ha⁻¹ de semente (Santos *et al.*, 2002 apud Fontaneli *et al.* 2012). E a quantidade de semente de azevém (*Lolium multiflorum Lam.*) usada quando consorciado, devem ser usados de 15 a 25 kg ha⁻¹.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada na pesquisa é a quantitativa para efetuar os estudos, análises e resultados de peso de matéria fresca das pastagens e peso de matéria seca que o *Azospirillum brasilense* pode fornecer aos agricultores da serra catarinense, segundo os dados obtidos estatisticamente no programa RStudio® submetidos à análise de variância, discriminando as médias pela análise de Tukey.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O experimento foi implantado na Fazenda Campo Alto no ano de 2023, em área de uma antiga lavoura de milho que não é efetuado plantio a mais de 2 anos. A Fazenda está localizada no município de Lages, Santa Catarina, Brasil, às margens da SC 114 km 212, entre as coordenadas geográficas: Latitude Sul 27°39'41.1"; Longitude Oeste 50°11'57.9", Figura 1, com uma altitude média de 901 metros, em relação ao nível do mar.



Figura 1: Imagem da lavoura da propriedade Campo Alto, local onde foi executado o experimento, com coordenadas de Latitude 27°39 '41.1 "S, Longitude 50°11' 57.9"W, Fonte: Google Earth. Data: 15/10/2023.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como: Cfb, sendo Clima temperado – Mesotérmico com temperatura de -3°C a 18°C no inverno, verão com temperatura superior a 10°C e estações do ano bem definidas, com chuvas o ano todo média de precipitação em torno de 1600 mm por ano, com um verão brando e inverno rigoroso (Marinho *et al.*2022). O solo de acordo com o Triângulo de classificação textural de solos (Lemos; Santos, 1996)

é caracterizado como Franco Argilosa, caracterizando-se como um solo tipo 3, segundo a IN 02/2008 (MAPA, 2008).

Tabela 1 - Análise Química (25/04/2023) e Física (08/11/2023) do solo da propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Análises	Quantidade
Teor de argila % (m/v)	35
Teor de silte % (m/v)	32,5
Teor de areia % (m/v)	32,5
pH-Água	4,10
Fósforo (mg/dm ³)	74
Potássio (%)	0,63
Matéria orgânica % (m/v)	3,7
Cálcio (cmolc/dm ³)	2,62
Magnésio (%)	2,21
CTC pH 7,0 (cmolc/dm ³)	29,93

Fonte: Análise do laboratório Lab Fert.

A partir da análise do solo (Tabela 1), comparou-se com a Indicações de calcário (PRNT 100%) para elevar o pH em água do solo a pH 5,5 ou 6,0 ou pH em CaCl₂ a 5,0 ou 5,5, que se é recomendada para a implantação de aveia preta encontrada no estudo Lângaro; Carvalho (2014).

Como a tabela de Lângaro; Carvalho (2014) apenas era específica para quantidades maiores que pH 4,2, procurou-se um profissional especializado que sugeriu através da análise do solo (Tabela 1), as seguintes colocações. Para adubação de base utilizou-se 450 kg ha⁻¹ da formulação de N-P₂O₅-K₂O 5-20-10, para a calagem recomenda-se a dispersão de 21 t/ha para equilibrar o pH do solo e posteriormente no início do perfilhamento e do alongamento do colmo realizou-se a adubação nitrogenada de cobertura totalizando 180 kg ha⁻¹ de N, seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2016) para um potencial produtivo de 5 t ha⁻¹ de grãos.

Figura 2.a

Estação: LAGES (A865)



Figura 2.b

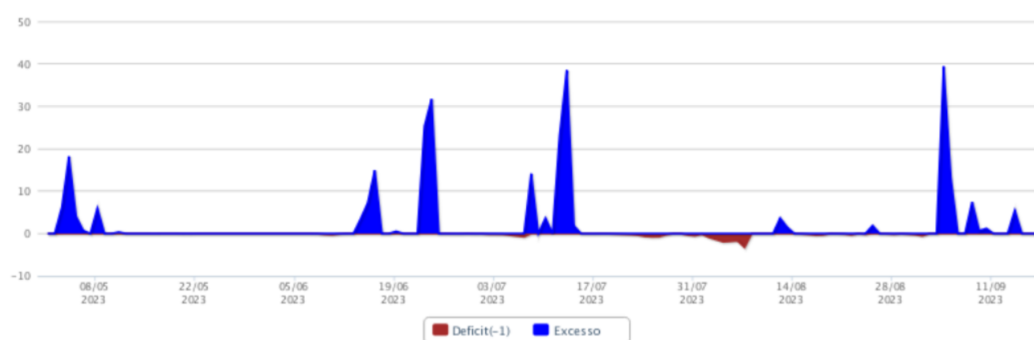


Figura 2.a - Gráfico de média de temperatura ao longo do período em que o experimento se encontrava implantado (01/05/2023 - 30/09/2023), retirado do site oficial do INMET na data 19/12/2023. Figura 2.b - Deficiência Hídrica (mm) x Excedente Hídrico (mm) ao longo do período. Fonte: Balanço Hídrico de Cultivo retirado do site SISDAGRO/INMET do período de 01/04/2023 à 30/07/2023. Data: 28/11/2023.

A Figura 2.a retrata a média de temperaturas ao longo do período em que o experimento se encontrava implantado na propriedade. Este gráfico foi retirado do site do INMET. Já a Figura 2.b, trata sobre o balanço hídrico da região onde foi desenvolvido este experimento, retirando esta informação do site SISDAGRO/INMET, onde pode se conferir as informações de chuvas ou falta delas nos períodos de 01/05/2023 à 11/09/2023, períodos onde o experimento se encontrava implantado no solo. Durante este período, notou-se que entre as datas de 17/07/2023 e 14/08/2023, houve duas semanas de estiagem que retardaram o

crescimento das pastagens e também seus cortes. Porém não houve danos nem perdas por conta da falta de chuvas neste período.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS

O experimento foi implantado em delineamento em blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos, referente a uma dose de nitrogênio, três condições da utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* (Inoculação via semente e pulverização da bactéria na parte aérea da planta, apenas pulverização da bactéria na parte aérea da planta e apenas inoculação na semente) e a testemunha, com 6 repetições, totalizando 30 parcelas que foram dimensionadas em uma área de 25 m² (5x5 metros) cada e que foram distribuídos ao acaso na área experimental.

Abaixo na Tabela 2, encontram-se o número do tratamento, as nomenclaturas dos tratamentos do experimento, as formulações das doses extrapoladas em hectare e as doses utilizadas em cada repetição do experimento.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos de testemunha, Pulverização da Parte Aérea da planta (PPA), PPA + *Azospirillum brasilense* (AzB) na semente, AzB na semente e uréia, utilizados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Nº	Tratamento	Dose por hectare (ha)	Dose em cada repetição
T1	Controle	Sem dose	Sem dose
T2	Pulverização do <i>Azospirillum brasilense</i> (AzB) na parte aérea da planta (PPA)	Pulverização da parte aérea: 300 mL/ha	Pulverização da parte aérea: 0,75 mL
T3	Tratamento de inoculação na semente com AzB + PPA	Inoculação na semente: 150 mL (a cada 50 kg de semente) Pulverização da parte aérea: 300 mL	Inoculação na semente: 1,6 mL Pulverização da parte aérea: 0,75 mL
T4	Tratamento de inoculação na semente com AzB	Inoculação na semente: 150 mL (a cada 50 kg de semente)	Inoculação na semente: 1,6 mL
T5	Tratamento com aplicação de uréia agrícola	Uréia dispersada: 180 kg	Uréia dispersada: 0,45 kg

Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

A respeito da quantidade de bactéria, a mesma é proporcional aos kg de semente utilizada segundo a indicação que Hungria (2011) traz em seu estudo, com a formulação de 150 mL de *Azospirillum* para 50 kg de sementes de trigo. Neste experimento, foram utilizados 225 g de semente de azevém e 300 g de aveia preta para cada tratamento, seguindo as indicações de quantidade de sementes plantadas a lanço por ha retratada por Fontaneli *et al.*(2012) (80 kg/ha⁻¹ de aveia preta e 60 kg/ha⁻¹ de azevém), tendo 1,60 mL de bactéria inoculada na semente para cada repetição.

Para a quantidade de *Azospirillum* pulverizado na parte aérea da planta (PPA), foram utilizando como base de orientação o estudo de Facioli (2015), que indica a utilização de 300mL/ha de *Azospirillum brasilense*, sendo para cada parcela experimental aplicou-se 0,75 mL diluídos em 3 Litros de água.

A quantidade de uréia a ser utilizada no experimento foi baseada na análise do solo e a necessidade nutricional que as culturas exigem do solo e a partir dela foi descoberto que seria necessário 180 kg/ha, totalizando em cada repetição 0,45 kg de uréia agrícola.

Figura 3.a

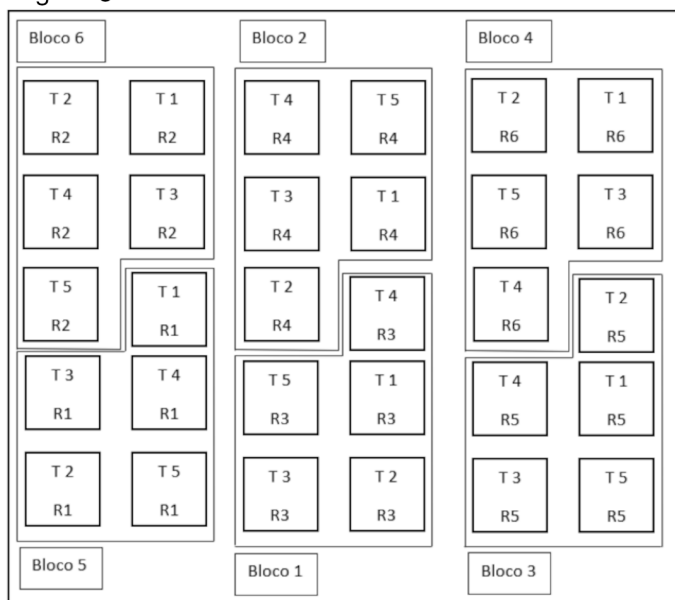


Figura 3.b



Figura 3.c



Figura 3.a: Croqui da área experimental. Divisão de 6 blocos com 5 tratamentos em cada bloco. Tamanho de cada tratamento é de 0,25 m² com espaçamento de 1 m entre cada tratamento. T1 Controle; T2 Pulverização parte aérea (PPA); T3 Tratamento da semente + PPA; T4 Tratamento da semente; T5 Tratamento com N (uréia agrícola).

Figura 3.b e 3.c: Imagem capturada da área de plantio no dia 25/05/2023, as pastagens estavam com 5 a 8 cm de altura. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Para efetuar o preparo do croqui da área experimental (Figura 3.a), foram efetuados dois sorteios, o primeiro sorteio foi feito para escolher as posições dos tratamentos no bloco e o segundo sorteio para escolher a posição dos blocos, para que assim não houvesse possibilidade de manipulação dos resultados ou posições dos tratamentos.

O experimento se baseia nos seguintes tratamentos: T1 Controle; T2 *Azospirillum brasilense* (AzB) Pulverizado na parte aérea (PPA) da planta; T3 inoculação via semente com AzB + PPA; T4 inoculação via semente com AzB; T5 aplicação de N (ureia agrícola).

Cada tratamento do experimento possui 1 metro de distância do outro tratamento, e cada bloco de repetição possui dois metros de distância do outro bloco de repetição, para evitar que a deriva do tratamento 2 e 3, possa afetar os resultados dos outros tratamentos.

O croqui se encontra ilustrado na posição da ordem que foi realizado o plantio, este que foi realizado no sentido leste da lavoura, com o norte à esquerda dos blocos e o sul à direita dos Blocos. Cada bloco consiste em seu respectivo número (Bn°), possui a distribuição dos tratamentos (Tn°) e sua respectiva repetição (Rn°).

3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A partir da análise do solo, realizou-se a aplicação do calcário no dia 01/05/2023, utilizando 21 t/ha⁻¹ de calcário granulado da empresa CYSY - fertilizante mineral simples de carbonato de cálcio, 450 kg/ha⁻¹ de adubo 5-20-10 da marca Adubos Coxilha. A área de implantação do experimento totalizou 750 m², sendo assim, a quantidade de calcário distribuída no local do experimento foi de 1.575 kg, e a de adubo foi de 33,75 kg, e estes insumos foram dispersos homogeneamente na área do experimento no dia 01/05/23.

O experimento foi implantado no dia 07/05/23 na área do experimento localizada na propriedade do Campo Alto, no período do final da tarde e início da noite respeitando as indicações de manejo climático indicado pela empresa distribuidora da bactéria e também fontes teóricas de experimentos que utilizaram a mesma bactéria.

Tabela 3 - Atividades e altura das pastagens ao longo do período no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, desde a implantação, inoculação de *AzB* na semente, atividades feitas ao longo do tempo, pulverização da bactéria e dispersão da uréia, primeiro corte, segunda pulverização da bactéria e dispersão da uréia e segundo corte.

Data	Atividade	Altura
07/05/2023	Implantação do experimento	0
14/05/2023	Primeira semana	0 - 2 cm
25/05/2023	Segunda semana	4 - 8 cm
01/06/2023	Terceira semana	7 - 10 cm
06/06/2023	Quarta semana	8 - 11 cm
12/06/2023	Quinta semana	14 - 16 cm
14/06/2023	Pulverização da Bac. e dispersão do N	14 - 16 cm
21/06/2023	Sexta semana	22 - 30 cm
29/06/2023	Sétima semana	29 - 43 cm
06/07/2023	Oitava semana	37 - 49 cm
16/07/2023	PRIMEIRO CORTE	43 - 56 cm
27/07/2023	Disp. do N e Pulv. da Bac	7 - 11 cm
02/08/2023	Décima primeira semana	9 - 19 cm
11/08/2023	Décima segunda semana	11 - 25 cm
20/08/2023	Décima terceira semana	14 - 31 cm
26/08/2023	Décima quarta semana	17 - 36 cm
03/09/2023	Décima quinta semana	21 - 42 cm
06/09/2023	SEGUNDO CORTE	21 - 42 cm

Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Para o plantio das pastagens, utilizou-se as sementes de aveia preta Embrapa 139 e sementes de azevém BRS Ponteio. A bactéria utilizada no experimento foi o *Azospirillum brasilense* Azospheara® da empresa Biosphera® Agro Solutions, da estirpe Ab-V5 e Ab-V6, com garantia de 2×10^8 UFC/mL, utilizando 150 mL de *Azospirillum* para 50 kg de sementes, ou seja 1,6 mL por cada parcela dos Tratamentos 3 e 4. Como técnica de mistura da bactéria *Azospirillum brasilense* nas sementes, em um recipiente que comporta as sementes de aveia preta e azevém, já pesadas nas quantidades ideais (300 g e 225 g, respectivamente), efetuou-se a mistura utilizando uma luva e higienizada, a cada nova inoculação essa luva e o

recipiente era higienizados para que não houvesse interferência, contaminação cruzada ou inoculação de quantidade a mais de bactérias.

No dia 14/06/23 aplicou-se a pulverização da bactéria *Azospirillum brasilense* e dispersão da uréia no experimento no Tratamento T5. As quantidades de *Azospirillum* pulverizadas nas repetições dos Tratamentos T2 e T3, foram utilizando como base de orientação o estudo de Facioli (2015), que em seu estudo foram utilizados 300mL/ha de *Azospirillum*, sendo para cada parcela experimental aplicou-se 0,75 mL diluídos em 3 Litros de água e pulverizados com uma bomba costal devidamente higienizada. Já a quantidade de uréia dispersada foi de 0,45 kg para cada repetição.

Abaixo encontram-se imagens que retratam essas atividades prestadas e imagens do sistema radicular das plantas de testemunha e inoculadas via semente.

Figura 4.a



Figura 4.b



Figura 4.c



Figura 4.d



Figura 4.e



Figura 4.a: Pulverização do dia 14/06/2023 da bactéria Az no Tratamento 2 no local de experimentação da Fazenda Campo Alto, Lages SC. Figura 4.b: Pós corte dos blocos e tratamentos do experimento no dia 16/07/2023, tendo em destaque o Tratamento 5 ao centro da foto. Figura 4.c: Imagem da graminéia do Tratamento 1 (Testemunha) com sistema radicular curto e com poucas quantidades. Figura 4.d: Imagem da graminéia do Tratamento 4 (Inoculação na Semente) com um sistema radicular longo e em grandes quantidades, indícios de que sua produção já possui resultados superiores em comparação a testemunha. Figura 4.e: Imagem da altura da pastagem do Tratamento 3, antes do primeiro corte 16/07/2023, as pastagens possuíam mais de 50 cm de altura.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Após efetuar os tratos culturais de plantio, dispersão da uréia e pulverização da bactéria, o primeiro corte foi efetuado. Após isso repetiu-se os mesmos tratos culturais e logo em seguida, o segundo corte. As pastagens foram pesadas no local do experimento logo após o corte. Foram levadas para desidratarem nas estufas do IFSC - Campus Lages, e após estabilizarem suas massas, seus pesos foram contabilizados. Após isso os dados foram tabulados em uma planilha do Excel, com os valores extrapolados para hectare e procede-se a análise estatística.

4.1 PRIMEIRO CORTE DAS PASTAGENS

O primeiro corte das pastagens ocorreu no dia 16/07/20223, quando as mesmas já possuíam mais de 50 cm de altura. Utilizando um Quadro de prova 0,5x0,5 m², efetuou-se o corte das pastagens a 6 cm de do chão, padrão para todas as repetições, de forma aleatória o local de corte nas repetições, para evitar manipulação dos dados, onde o Quadro de prova foi colocado de forma aleatória na repetição arremessando-o e cortando em seu ponto de parada. Os dados obtidos no corte foram pesados no mesmo instante na área experimental com uma balança semi-analitica portátil Britânia BCZ5, e os dados obtidos de matéria fresca estão listados no Quadro 1, abaixo.

Quadro 1 - Resultados obtidos no Primeiro Corte de Massa Fresca (MF) com o Quadro de prova (0,25 m²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Dados amostrais do primeiro corte de MF (g/0,25 m²)						
Blocos	B1	B2	B3	B4	B5	B6
T1	274	261	461	486	209	176
T2	393	295	752	696	327	371
T3	512	820	827	793	264	512
T4	657	1035	835	819	246	232
T5	308	902	581	646	249	457

Fonte: A autoria do pesquisador (2023).

As pastagens foram colocadas para secar nas estufas de secagem do IFSC Campus Lages no dia 17/07/2023. Onde cada amostra de repetição foi colocada em

um saco de papel diferente, que possuía um número e dentro deste saco ainda havia um papel especificando qual repetição e bloco a amostra pertencia. No dia 24/07/2023, houve a finalização da secagem e pesagem das amostras secas das pastagens com uma balança semi-analítica da marca Urano. Os dados obtidos de matéria seca são:

Quadro 2 - Resultados obtidos no Primeiro Corte de Massa Seca (MS) com o Quadro de prova (0,25 m²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Dados amostrais do primeiro corte de MS (g/0,5 m²)						
Blocos	B1	B2	B3	B4	B5	B6
T1	40	42	49	50	30	24
T2	62	46	70	80	32	40
T3	62	49	74	96	28	56
T4	82	106	74	86	30	52
T5	44	100	94	96	56	58

Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

As pesagens foram feitas na seguinte ordem. Efetuou-se a pesagem do saco de amostra na balança semi-analítica, após se retirou a amostra de dentro do saco de papel e o saco vazio foi pesado. A partir das duas pesagens, foi efetuado a subtração da primeira pesagem pelo peso do saco vazio utilizado, o que finalizou nos pesos citados no Quadro 2.

4.2 SEGUNDO CORTE DAS PASTAGENS

No dia 06/09/2023, foi efetuado o segundo corte das pastagens. Quando as mesmas já possuíam mais de 40 cm. Utilizando os mesmos métodos citados anteriormente, com um Quadro de prova de 0,5x0,5 m², efetuou-se o corte das pastagens com 6 cm de altura, padrão para todas as repetições, de forma aleatória o local de corte nas repetições, para evitar manipulação dos dados, onde o Quadro de prova foi colocado de forma aleatória na repetição arremessando-o e cortando em seu ponto de parada. Os dados obtidos no corte foram pesados no mesmo instante na área experimental com uma balança semi-analítica portátil da marca Britânia BCZ5, e os dados obtidos de matéria fresca do segundo corte estão listados abaixo:

Quadro 3 - Resultados obtidos no Segundo Corte de Massa Fresca (MF) com o Quadro de prova (0,25 m²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Dados amostrais do segundo corte de MF (g/0,5 m²)						
Blocos	B1	B2	B3	B4	B5	B6
T1	165	167	158	116	171	111
T2	434	213	208	181	195	272
T3	316	413	273	341	442	580
T4	325	633	210	510	794	215
T5	739	320	309	256	508	549

Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

As amostras das pastagens foram levadas para as estufas de secagem no IFSC no mesmo dia que foi efetuado o segundo corte e pesagens de Massa Fresca, e lá foram colocadas para secar.

No dia 15/09/2023, as amostras já se encontravam secas, então foram retiradas as amostras das estufas e pesadas na balança semi-analítica da marca Urano que se encontrava já regulada no local, para a obtenção dos dados de matéria seca, que estão listados abaixo (Quadro 4).

Quadro 4 - Resultados obtidos no Segundo Corte de Massa Seca (MS) com o Quadro de prova (0,25 m²), pesados no experimento implantado na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Dados amostrais do segundo corte de MF (g/0,5 m²)						
Blocos	B1	B2	B3	B4	B5	B6
T1	28	30	26	23	35	21
T2	72	42	31	28	54	49
T3	62	75	51	48	51	71
T4	67	101	35	77	86	60
T5	77	54	56	53	80	62

Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Para efetuar a segunda pesagem de MS, se seguiu os mesmos procedimentos efetuados na primeira pesagem de Massa Seca feita no dia 24/07/2023. Efetuando a pesagem do saco de amostra na balança semi-analítica, após se retirou a amostra de dentro do saco de papel e o saco vazio foi pesado. A partir das duas pesagens, foi efetuado a subtração da primeira pesagem pelo peso do saco vazio utilizado, o que finalizou nos pesos citados no Quadro 4.

4.3 TABULAÇÃO DOS DADOS E PORCENTAGENS DOS CORTES

Para processar os dados utilizou-se uma planilha de Excel com as somatórias das pesagens de MF e MS do primeiro e segundo corte de todas as 30 repetições (Tabela 4). Assim, através desta tabela, com os dados já tabulados, somados e transformados em ha, os resultados foram nomeados como MFT (Massa Fresca Total) e MScT (Massa Seca Total). Nesta mesma tabela, foram efetuados os seguintes cálculos: Média de peso de MFT e MScT de cada tratamento. E com a média foi efetuado o cálculo de desvio e erro padrão dos dados.

Tabela 4 - Soma das pesagens de Massa Fresca e Massa Seca dos dois cortes e elaboração de média, desvio padrão e erro padrão dos dados obtidos nos cortes dos Quadros 1, 2, 3 e 4 da propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Tratamento	Bloco	MFT (kg/ha)	Média (kg/ha)	Desvio (kg/ha)	Erro (kg/ha)	MScT (kg/ha)	Média (kg/ha)	Desvio (kg/ha)	Erro (kg/ha)
T1	B1	17.560	18.366,667	5.160,925	2.106,939	2.720	2.653,333	11,057	4,514
T1	B2	17.120				2.880			
T1	B3	24.760				3.000			
T1	B4	24.080				2.920			
T1	B5	15.200				2.600			
T1	B6	11.480				1.800			
T2	B1	33.080	28.913,333	7.667,632	3.130,298	5.360	4.040,000	18,308	7,474
T2	B2	20.320				3.520			
T2	B3	38.400				4.040			
T2	B4	35.080				4.320			
T2	B5	20.880				3.440			
T2	B6	25.720				3.560			
T3	B1	33.120	40.620,000	8.105,060	3.308,877	4.960	4.820,000	21,732	8,872
T3	B2	49.320				4.960			
T3	B3	44.000				5.000			
T3	B4	45.360				5.760			
T3	B5	28.240				3.160			
T3	B6	43.680				5.080			
T4	B1	39.280	43.406,667	16.205,706	6.615,952	5.960	5.706,667	38,412	15,682
T4	B2	66.720				8.280			
T4	B3	41.800				4.360			
T4	B4	53.160				6.520			
T4	B5	41.600				4.640			
T4	B6	17.880				4.480			
T5	B1	41.880	38.826,667	6.377,945	2.603,785	4.840	5.533,333	15,082	6,157
T5	B2	48.880				6.160			
T5	B3	35.600				6.000			
T5	B4	36.080				5.960			
T5	B5	30.280				5.440			
T5	B6	40.240				4.800			

Tabela 4: T1: Testemunha ; T2: PPA ; T3: PPA e AzB ; T4: AzB ; T5: N. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Na Tabela 4, foram efetuados os cálculos de média de kg/ha que cada tratamento forneceu neste estudo, tendo como o menor resultado de MFT o Tratamento 1 (Testemunha), com 18.366,67 kg/ha, seguido do Tratamento 2 (PPA), com 28.913,33 kg/ha. O Tratamento 5 (Uréia), que obteve um resultado de

38.826,67 kg/ha, foi o tratamento que utilizou doses de uréia e este mesmo serve de comparativo para os demais tratamentos. Os Tratamentos 3 (Inoculação na semente e PPA) e 4 (Inoculação via semente) que utilizavam *AzB* em seus tratamentos culturais, possuem uma média de 40.620,00 kg/ha e 43.406,67 kg/ha, respectivamente.

Para uma visão melhor dos resultados a Tabela 5 traz a porcentagem (%) acrescida que cada tratamento possui em comparativo com a testemunha (T1), onde além dos resultados de média de kg/ha, nota-se que os tratamentos com utilização de *AzB* possuem dados relevantes de acréscimo de MF.

Tabela 5 - Massa Fresca acrescida que cada tratamento possui em comparação com a pesagem da testemunha, convertida para porcentagem (%) do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Tratamento	Média (kg/ha)	Acréscimo de massa fresca (%)
T1	18.366,67	0%
T2	28.913,33	57%
T3	40.620,00	121%
T4	43.406,67	136%
T5	38.826,67	111%

Tabela 5: T1: Testemunha ; T2: PPA ; T3: PPA e *AzB* ; T4: *AzB* ; T5: N. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

A partir dos cálculos de soma das pesagens dos cortes e efetuado a média destes valores, destaca-se que o Tratamento 1 (Testemunha) obteve o menor acúmulo de massa fresca (18.366,67 kg/ha), seguido do Tratamento 2 que teve um acréscimo de massa fresca de 57%, o que destaca que a bactéria *Azospirillum brasilense* de fato fornece incrementos de MF as pastagens de aveia e azevém em comparação com a testemunha, e os Tratamentos 4 e 3 respectivamente, possuíram um acréscimo de massa fresca de grande relevância, sendo para o Tratamento 4 um aumento de 136% de MFT e para o Tratamento 3 um aumento de 121% de MFT. O Tratamento 5, acabou tendo resultados inferiores aos dois tratamentos citados (T3 e T4), que foram inoculados com *AzB*, possuindo um acréscimo de 111% MFT, como pode ser constatado na Tabela 5 que traz as porcentagens acrescidas junto de suas respectivas médias de massa fresca por hectare.

Para os dados de MScT, a Tabela 4 traz a média de massa que cada tratamento possui neste experimento, tendo o Tratamento 1 a menor MScT, sendo 2.653,33 kg/ha, seguido do Tratamento 2, com 4.040,00 kg/ha. O Tratamento 3 teve como resultado 4.820,00 kg/ha de Massa Seca, e os tratamentos que possuem as maiores pesagens foram o Tratamento 4 com 5.706,67 kg/ha e o Tratamento 5 com 5.533,33 kg/ha.

Tabela 6 - Massa Seca acrescida que cada tratamento possui em comparação com a pesagem da testemunha, convertida para porcentagem (%) do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Tratamento	Média (kg/ha)	Acréscimo de massa seca (%)
T1	2.653,33	0%
T2	4.040,00	52%
T3	4.820,00	82%
T4	5.706,67	115%
T5	5.533,33	109%

Tabela 6: T1: Testemunha ; T2: PPA ; T3: PPA e AzB ; T4: AzB ; T5: N. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Para as pesagens de MScT, os Tratamentos 4 e 3, respectivamente, também tiveram uma notória relevância, tendo um acréscimo de massa seca de 115% e 82% em comparação com a testemunha. Cabe destacar, que os Tratamentos 2 e 5 mantiveram quase a mesma porcentagem de incremento de massa seca, sendo 52% e 109%, respectivamente, de acréscimo em comparação com a testemunha (T1) que foi a possuidora da menor acúmulo de massa seca. As porcentagens podem ser notadas na Tabela 6.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram testados quanto pressupostos da análise de variância (normalidade e homogeneidade), e quando atendidos, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de F ($p < 0,05$). Os dados, quando significativos,

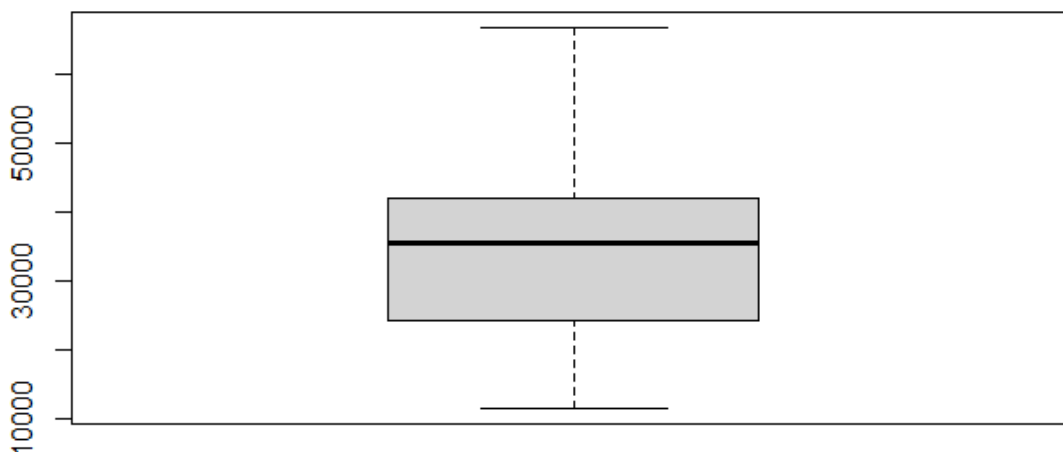
foram desdobrados pelo teste de Tukey (5%) para tratamentos quantitativos através do software R.

4.4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS MFT

Com os dados tabulados, na Tabela 4, utilizou-se do programa RStudio®, e a partir deste, efetuou-se a ANOVA e teste de Tukey da MFT (Tabela 7) e o mesmo seguiu para a elaboração do grupo de significativos dos tratamentos do experimento (Tabela 8), assim como a montagem do Boxplot da MFT (Gráfico 1) e Histograma da MFT (Gráfico 2).

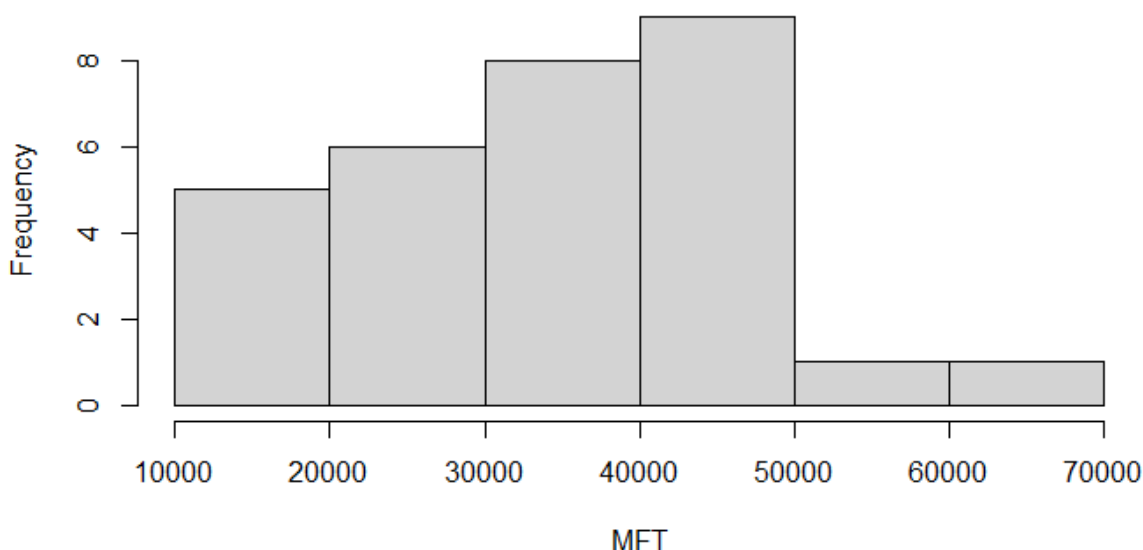
O Gráfico 1, retrata o Boxplot de Massa Fresca Total do experimento, podendo notar a ausência de *Outliers*, o que demonstra a integridade dos dados e que os resultados obtidos no experimento estão dentro da taxa de erro padrão e dentro das normas estabelecidas no software R, a linha mais escura que se encontra cortando o Boxplot retrata o valor central de todas as pesagens de MFT.

Gráfico 1 - Boxplot da MFT do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.



O Gráfico 2, retrata o Histograma de Massa Fresca Total dos resultados obtidos no experimento, mostrando a noção de frequência e distribuição dos dados trabalhados dentro do programa estatístico RStudio®, dispondo as informações de modo a facilitar a visualização da distribuição dos dados, tendo entre 30.000 kg/ha e 50.000 kg/ha como valor central de MFT.

Gráfico 2 - Histograma da MFT retratando a noção, distribuição e frequência dos dados obtidos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.



Na análise de variância (ANOVA), os valores de F e P são estatísticas que ajudam a determinar se existem diferenças significativas entre os tratamentos. No resultado da ANOVA da Tabela 7, o valor de F é 8,624, e o valor P associado a esse F é 0,000325, que é significativo a 0,1% de probabilidade de erro.

Tabela 7 - ANOVA e Tukey para Massa Fresca Total do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Bloco	5	7.906×10^8	158.113.621	2,134	0,103088
Tratamento	4	2.555×10^9	638.817.333	8,624	0,000325***
Resíduo	20	1.482×10^9	74.077.301		
C.V.	25,29433				

Tabela 7: F.V.: fonte de variação; G.L.: graus de liberdade; S.Q.: soma dos quadrados; Q.M.: quadrado médio; F: variabilidade entre e dentro dos grupos; P: probabilidade de obter o valor de F; C.V.: coeficiente de variação; *** Significativo em gramas a 0,1% de probabilidade de erro; Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

O valor P é menor que 5% que foi o nível de significância escolhido para este estudo, o que é considerado estatisticamente significativo. Portanto, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que há diferenças significativas entre os cortes de MFT

dos tratamentos do experimento e elas podem ser notadas na Tabela 8 dos Grupos significativos aos tratamentos.

Tabela 8 - Grupos significativos aos tratamentos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, segundo análise estatística feita no software R.

Tratamento	MFT	Grupo
T1	18.366,67	b
T2	28.913,33	ab
T3	40.620,00	a
T4	43.406,67	a
T5	38.826,67	a

Tabela 8: Os tratamentos com letras minúsculas distintas na coluna de grupo são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

O menor tratamento com acúmulo de massa fresca, foi o T1 (18.366,67 kg/ha), enquanto os maiores que não se diferem foram: o Tratamento 4 (43.406,67 kg/ha), Tratamento 3 (40.620,00 kg/ha) e o Tratamento 5 (38.826,67 kg/ha). O Tratamento 2 (28.913,33 kg/ha) não difere de ambos, pois ficou igual aos maiores e o menor tratamento, o que afirma que a utilização do *AzB* via semente ou pulverizado produz resultados distintos da não utilização de uréia, segundo o teste de Tukey e análise de Variância (ANOVA) para avaliar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos dentro do programa RStudio®.

Para os dados de massa fresca, notou-se que os resultados deste estudo podem ser comparados com os resultados de Facioli (2015) que constatou em seu experimento um incremento de 26% até 60% de Massa Fresca em pastagens de aveia com diferentes doses de nitrogênio e *Azospirillum brasilense* consorciados, em comparação com sua testemunha, porém nesta pesquisa, não houve um tratamento onde havia consórcio de doses de nitrogênio e *AzB*. Mas a utilização via semente proporciona um resultado de acréscimo de até 136% de MFT em comparação com a testemunha (T1) utilizando apenas uma inoculação de 150 mL/ha de *AzB* via semente, nas condições deste experimento, sendo este o Tratamento 4. O mesmo tratamento, em comparação com a uréia agrícola (T5), obteve um acréscimo 25% maior de incremento de MF. Além do Tratamento 4, o Tratamento 3 apresentou um

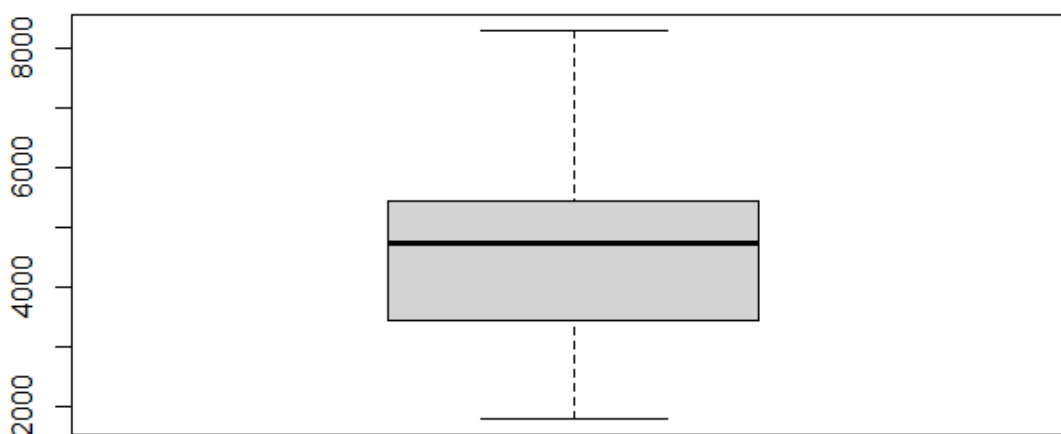
acrécimo de 121% de incremento de MF em comparação com o T1 (Testemunha) e um acréscimo 10% superior ao incremento proporcionado pelo Tratamento 5 (Uréia).

4.4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS MScT

Através do software R, procedeu-se dos mesmos cálculos estatísticos elaborados anteriormente para a Massa Fresca Total, agora tendo a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey da MScT (Tabela 9) e o mesmo seguiu para a elaboração do grupo de significativos dos tratamentos do experimento (Tabela 10), assim como a montagem do Boxplot da MScT (Gráfico 3) e Histograma da MScT (Gráfico 4).

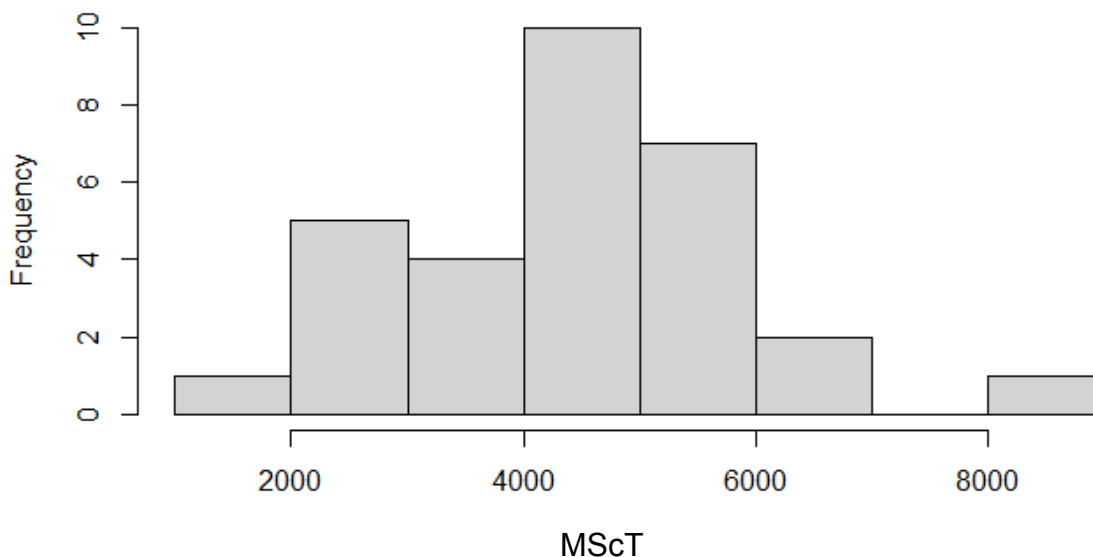
O Gráfico 3, retrata o Boxplot de Massa Seca Total do experimento, podendo notar a ausência de *Outliers*, o que demonstra a integridade dos dados e que os resultados obtidos no experimento estão dentro da taxa de erro padrão e dentro das normas estabelecidas no software R, a linha mais escura que se encontra cortando o Boxplot retrata o valor central de todas as pesagens de MScT.

Gráfico 3 - Boxplot da MScT do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.



O Gráfico 4, retrata o Histograma de Massa Seca Total dos resultados obtidos no experimento, mostrando a noção de frequência dos dados trabalhados dentro do programa estatístico RStudio®, ilustrando como as amostra de Massa Seca estão distribuídas, dispondo as informações de modo a facilitar a visualização da distribuição dos dados, tendo entre 4.000 kg/ha e 6.000 kg/ha como valor central de MScT.

Gráfico 4 - Histograma da MScT retratando a noção, distribuição e frequência dos dados obtidos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.



A Tabela 9 traz a ANOVA e teste de Tukey da MScT e o grupo de significativos dos tratamentos do experimento (Tabela 10), elaborada através dos mesmo parâmetros propostos para a ANOVA e teste de Tukey da MFT elaborada e tabulada anteriormente.

Tabela 9 - ANOVA e Tukey para Massa Seca Total do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	P
Bloco	5	7.857.547	1.571.509	2,38	0,0754 .
Tratamento	4	37.410.987	9.352.747	14,17	0,0000122 ***
Resíduo	20				
C.V.	17,85515				

Tabela 9: F.V.: fonte de variação; G.L.: graus de liberdade; S.Q.: soma dos quadrados; Q.M.: quadrado médio; F: variabilidade entre e dentro dos grupos; P: probabilidade de obter o valor de F; C.V.: coeficiente de variação; *** Significativo em gramas a 0,1% de probabilidade de erro; Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

No resultado da ANOVA e teste de Tukey da Tabela 9, o valor de F é 14,17, e o valor P associado a esse F é 0,0000122. O valor P é menor que 0,05 (5%) que foi o nível de significância escolhido para este estudo, o que é considerado

estatisticamente significativo. Portanto, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que há diferenças significativas para MScT dos tratamentos do experimento e elas podem ser notadas na Tabela 10 dos Grupos Significativos aos tratamentos.

O tratamento com menor acúmulo de massa seca foi o T1 (2.653,33 kg/ha), enquanto os maiores que não se diferem entre si foram: o Tratamento 4 (5.706,67 kg/ha) e Tratamento 5 (5.533,33 kg/ha). O Tratamento 3 (4.820,00 kg/ha), apresenta incrementos em relação ao tratamento testemunha, não diferindo dos tratamentos 4 e 5. O tratamento T2 apresentou incrementos no acúmulo e massa seca, porém em menor quantidade quando comparado aos demais tratamentos. Esses resultados demonstram que a bactéria *AzB*, também em MS, possui resultados superiores a não utilização de uréia agrícola.

Tabela 10 - Grupos significativos aos tratamentos do experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC, segundo análise estatística feita no software R.

Tratamento	MScT	Grupo
T1	2.653,33	c
T2	4.040,00	bc
T3	4.820,00	ab
T4	5.706,67	a
T5	5.533,33	a

Tabela 10: Os tratamentos com letras minúsculas distintas na coluna de grupo são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Destaca-se que os tratamentos utilizando inoculação via semente (T4 e T3) não diferiram da aplicação de uréia, e apresentam desempenho superior a aplicação via aérea (T2). Portanto a aplicação de *AzB* via semente (T4) é mais eficiente que a aplicação via aérea (T2), ambas as formas de aplicação associadas não apresentam efeito sinérgico (T3). Segundo dados da Revista da Caatinga (2020), apenas a co-inoculação da bactéria *AzB* (PPA), não gera resultados significativos nas características vegetativas de altura das plantas de milho, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do caule, índice SPAD (teor de clorofila na folha) e massa seca da parte aérea das plantas estudadas, o que também foi notado nos resultados deste experimento através dos Tratamentos 2 e 3, que utilizavam pulverização de *AzB* na parte aérea da planta, e obtiveram um resultado inferior em kg/ha de MS

comparado com a inoculação via semente (T4). Do mesmo modo estes tratamentos possuem resultados significativos de MF e MS em comparação com a testemunha, e em comparação com a utilização de uréia, o Tratamento 2 apenas possui uma viabilidade econômica menor que a aquisição deste insumo e o Tratamento 3 possui resultados equivalentes ao Tratamento 5 (uréia) em MF e MS. Já para a inoculação via semente, Hungria (2011) e Facioli (2015) demonstram, ambos em seus estudos, que a bactéria *Azospirillum* possui resultados relevantes de MF e MS nas culturas de milho e aveia, o que contrasta com o resultado obtido neste estudo no Tratamento 4, que possui resultado equivalentes a utilização de uréia agrícola (T5).

Para os dados de massa seca na Tabela 10, notou-se que os resultados deste estudo podem ser comparados também com os resultados de Facioli (2015) que constatou em seu estudo um incremento de 6% a 29% de MS em pastagens de aveia em seis diferentes tratamentos com doses de *AzB* e N em comparação com sua testemunha, porém como já citado, nesta pesquisa não houve um tratamento com doses de nitrogênio e *AzB*, mas possui um resultado de acréscimo de até 115% de MScT em comparação com a testemunha (T1) e 6% de incremento de MScT em comparação com o Tratamento 5 que utilizou a dose de nitrogênio indicada para as culturas. O tratamento que obteve estes resultados foi o Tratamento 4 que foi apenas inoculado com 150 mL/ha de *Azospirillum brasilense* na semente.

Destaca-se que independentemente da forma de aplicação da bactéria, houve incremento na MF e MS em ambos os cortes, em relação a testemunha. Indicando que se o produtor optar por não utilizar a uréia visando reduzir custos de produção, o mesmo pode ter benefícios utilizando a bactéria *AzB*, a qual possui o menor valor agregado em comparação a uréia como será discutido no item a seguir.

4.5 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Sobre os custos de implantação do experimento, os principais custos foram da compra do adubo, uréia, óleo trator e compra das sementes tendo o custo de R\$ 2.370,73 gastos na área experimental, e os custo da bactéria que é patenteada com o nome comercial Azosphera® da empresa Biosphera® Agro Solutions, da estirpe Ab-V5 e Ab-V6 em uma embalagem de 1,5 litros, esta que foi fornecida pelo representante comercial da empresa a custo zero para fins de efetuar a pesquisa,

possuía o valor de R\$ 140,00 no dia 19/04/2023. Já os valores da aquisição dos 180 kg/ha de uréia foram de R\$ 500,40 (3,6 sacas de ureia de 50 kg por ha, R\$ 139,00 cada saca de uréia da marca Fertipar na agropecuária Marim no dia 19/04/2023).

Para a plantio do Tratamento 1, os custos foram da aquisição das sementes de aveia preta Embrapa 139 (R\$ 2,40 por kg) e azevém BRS Ponteio (R\$ 3,10 por kg), óleo do trator Massey Ferguson 275 (6,25 L h, R\$ 6,70 por litro) e 450 kg/ha de adubo 5-20-10 da marca Adubos Coxilha (9 sacas, R\$ 310,00 saca) necessários para repor os nutrientes do solo. O custo por hectare foram: aveia Preta R\$ 192,00; azevém R\$ 186,00; Óleo (37,5 litros) R\$ 251,25; Adubo R\$ 2.790,00; totalizando R\$ 3.419,25/ha, valor este para a implantação do Tratamento 1.

Para o Tratamento 2 que utilizava pulverização na parte área da planta (PPA), que possuía apenas o adicional de 300 mL/ha de bactéria diluídos em 1.200 litros de água por hectare, obteve um custo extra de R\$ 28,00/ha cada pulverização, no total foram duas pulverizações tendo com custo final adicional de R\$ 56,00/ha ($(300 \text{ mL} \times \text{R\$ } 140,00) \div 1.500 \text{ mL} = \text{R\$ } 28,00/\text{ha} \times 2 \text{ pulverizações}$), ou seja, o custo para para efetuar o plantio e utilizar o PPA foi de R\$ 3.419,25 + R\$56,00, totalizando R\$ 3.475,25/ha.

No Tratamento 3, que possui Inoculação na semente e PPA, foi utilizado 420 mL da bactéria por hectare de azevém (60 kg/ha⁻¹) e aveia (80 kg/ha⁻¹) (a cada 50 kg de semente utiliza-se 150 mL de AzB) totalizando R\$ 39,20/ha adicionais ($(420 \text{ mL} \times \text{R\$ } 140,00) \div 1.500 \text{ mL} = \text{R\$ } 39,20/\text{ha}$). Os custos para efetuar o plantio do Tratamento 3 é R\$ 3.514,45/ha (R\$ 3.419,25 + R\$56,00 (PPA) + R\$ 39,20 (inoculação na semente)).

Para o Tratamento 4, apenas inoculação na semente, o custo foi de R\$ 3.419,25 por ha da implantação + R\$ 39,20/ha da bactéria inoculada na semente, tendo um valor de implantação de R\$ 3.458,45/ha.

E por fim, o custo do plantio do Tratamento 5, que teve a dispersão de duas doses de 180 kg de uréia ao longo do período (360 kg de uréia, 7,2 sacas), tendo um custo de R\$ 4.420,05/ha ($\text{R\$ } 139,00 \times 7,2 = \text{R\$ } 1.000,80 + \text{R\$ } 3.419,25$).

Tabela 11 - Custo de implantação por tratamento em hectare e custo total de implantação, somando custo de aquisição das sementes, adubo e óleo trator, no experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Tratamento	Custo do tratamento (R\$/ha)	Custo Total (R\$/ha)
T1	R\$ 0,00	R\$ 3.419,25
T2	R\$ 56,00	R\$ 3.475,25
T3	R\$ 95,20	R\$ 3.514,45
T4	R\$ 39,20	R\$ 3.458,45
T5	R\$ 1.000,80	R\$ 4.420,05

Tabela 11: T1: Testemunha ; T2: PPA ; T3: PPA e AzB ; T4: AzB ; T5: N. Fonte: Autoria do pesquisador (2023).

Acima na Tabela 11, se encontram os custos dos tratamentos por hectare e o custo total do tratamento, com o acréscimo da implantação, junto do valor necessário de insumos para a implantação da área experimental. Cabe destacar, que o valor do adubo pode variar de local para local, pois as quantidades de NPK utilizados na implantação, são baseadas nas quantidades necessárias segundo a análise do solo e necessidades das culturas implantadas. Na tabela acima e nos custos trabalhados anteriormente, teve como partida o solo equilibrado e assim calculando os custos de implantação, por isso, o custo do calcário não aparece nos custos da implantação.

4.6 VIABILIDADE DO EXPERIMENTO

Como já citado, os resultados dos pesos de MF e MS utilizando AzB são muito aparentes e a sua diferença econômica demonstra uma grande vantagem em sua utilização, pois os Tratamentos T4 e o T3 possuem resultados que não se diferem do Tratamento 5 em MF, sendo T4 43.406,67 kg/ha, T3 40.620,00 kg/ha e T5 38.826,67 kg/ha. E em MS o Tratamento 3 e 4 não se diferem em resultados do Tratamento 5, sendo respectivamente suas massas 4.820,00 kg/ha para o T3, 5.706,67 kg/ha no T4 e 5.533,33 kg/ha sendo o T5.

A partir dos custos observados na seção anterior, se destaca os valores de implantação de cada tratamento. Se sobressai o Tratamento 4 (inoculação de AzB na semente), que iguala-se aos resultados de MFT e MScT do Tratamento 5 (uréia),

porém seus custos de implantação, possuem grande diferença econômica, tendo o Tratamento 5 um valor superior de R\$ 961,60 por ha em comparativo com o Tratamento 4, que com os resultados de MF e MS e custo de implantação, se destaca como o mais viável economicamente, pois substitui a utilização da uréia por completa com resultados iguais estatisticamente e seu valor de implantação é 22% menor que do tratamento de uréia. Na Tabela 12, se encontra a porcentagem econômica reduzida no experimento em comparativo com o Tratamento 5, sendo ele 0% e o Tratamento 1 tendo 23% de custo reduzido, o que torna ele o mais econômico tratamento do experimento, mas não viável, pois seus resultados de Massa Fresca e Massa Seca são os mais inferiores do estudo.

Tabela 12 - Redução dos custos dos tratamentos e porcentagem (%) economizada em cada tratamento em comparação com o Tratamento 5 que possuiu o maior valor de implantação no experimento feito na propriedade Campo Alto, na cidade de Lages SC.

Tratamento	Custo Total (R\$/ha)	% Reduzida
T1	R\$ 3.419,25	23%
T2	R\$ 3.475,25	21%
T3	R\$ 3.514,45	20%
T4	R\$ 3.458,45	22%
T5	R\$ 4.420,05	0%

Tabela 12: T1: Testemunha ; T2: PPA ; T3: PPA e AzB ; T4: AzB ; T5: N. Fonte: Aatoria do pesquisador (2023).

Para os Tratamentos 2 (PPA) e 3 (inoculação de AzB na semente + PPA), que tiveram respectivamente, 21% e 20% de custos reduzidos em comparação com o tratamento de uréia. O Tratamento 2, possuiu resultados relevantes nos cortes de massa fresca e seca, mas não é a principal alternativa para substituição completa da uréia (T5), mas torna este método uma alternativa para os produtores que não possuem capital disponível no momento de dispersão da uréia em suas pastagens, pois o produtor pode utilizar este tratamento para obtenção de resultados superiores da não utilização de nenhuma das alternativas de fixação de nitrogênio (Inoculação na semente ou uréia) e obter resultados de MF, MS e engorda de animais, não equivalentes aos Tratamentos 3, 4 e 5, mas superior ao Tratamento 1 (testemunha) a baixo custo, sendo uma alternativa para os produtores que se programaram para

dispersão da uréia e não conseguiram adquiri-la e também uma alternativa para o produtor que não se programou e agora precisa melhorar os resultados de suas pastagens. Já o Tratamento 3, não se difere nos resultados de Massa Fresca e Massa Seca dos Tratamentos 4 (inoculação de *AzB* na semente) e 5 (uréia), o que o torna viável economicamente, mesmo tendo resultados de kg/ha inferiores em MS, estatisticamente ele não se difere dos Tratamentos 4 e 5. Economicamente ele é o que reduz a menor porcentagem de custo (20%), mas mesmo assim ele se torna viável economicamente, pois possui uma redução de custos e possui resultados equiparáveis com a utilização da uréia agrícola.

Já o Tratamento 4 que proporcionou um aumento de 25% no peso de matéria fresca e 6% em peso de matéria seca em comparativo com os resultados obtidos no tratamento com a uréia agrícola (T5) e 136% e 115% de incremento de MF e MS em comparativo com a testemunha (T1), também possui a maior redução de custos de todos os tratamentos que possuem resultados equiparáveis ou melhores que a testemunha, sendo reduzido 22% de custo, ou R\$ 961,60, para produção de pastagens de inverno (aveia preta e azevém) com resultados iguais a utilização de uréia, mostra que sim, a bactéria *Azospirillum brasilense* pode substituir a uréia agrícola nas condições de Lages SC e possui como melhor viabilidade econômica com o Tratamento 4 que utiliza *AzB* via semente no momento de plantio.

Para a gestão de propriedades, a utilização da bactéria *AzB* se torna uma técnica que facilita a mão de obra, reduz custo e proporciona a experiência de conseguir resultados equiparáveis aos convencionais de forma biológica, pois possui resultados, neste experimento, de redução de até 22% do custo de implantação da pastagem, o que para uma visão de gestor, é aquilo buscado, redução de custos com resultados equivalentes. Além disso, o fácil manejo da bactéria *Azospirillum brasilense* é outro ponto que se destaca, pois não se dificulta manejos, mas sim facilita, pois em um trabalho que já seria efetuado com ou sem a inoculação, o plantio, o produtor elimina o trabalho de retornar a lavoura para exercer outro serviço, a dispersão da uréia. Estes pontos citados são fatores que destacam ainda mais a viabilidade econômica da utilização da bactéria *AzB* em pastagens de inverno, pois como já citado, possui resultados de massa fresca e seca equiparáveis a utilização da uréia, fornece uma redução de custos, proporciona uma redução de serviços prestados e fornece ao produto final, a carne, um valor maior, pois este

produto final será mais sustentável, podendo alcançar novos mercados com valores comerciais maiores que os disponíveis hoje.

Com isso, os objetivos de estudar o peso de matéria fresca das pastagens (MF) e peso de matéria seca (MS) que o *Azospirillum brasilense* pode fornecer aos agricultores da serra catarinense, em comparativo com a MF e MS do tratamento com ureia e a testemunha e identificar a melhor viabilidade econômica dos custos utilizados nos tratamentos de uréia agrícola, testemunha e *Azospirillum brasilense* em pastagens de inverno sendo aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*), foram alcançados, pois através da análise estatística se identificou e destacou os resultados dos tratamentos de *AzB* e comprovou a hipótese de que a bactéria *Azospirillum brasilense* é viável economicamente e possui resultados equiparáveis a utilização da uréia agrícola em pastagens de inverno nas condições de Lages SC.

5 CONCLUSÃO

A bactéria *Azospirillum brasilense* é viável economicamente reduzindo custos de produção e foi eficiente na substituição da uréia para produção de massa fresca (MF) e massa seca (MS) de pastagens de inverno nas condições propostas no experimento.

Dentre os tratamentos contendo *Azospirillum brasilense*, destaca-se o Tratamento 4, inoculação na semente, com produção MF e MS equivalentes a ureia, mas com menor custo de implantação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando diversos pontos observados na discussão dos resultados, pode-se chegar à conclusão que há viabilidade na utilização da bactéria *Azospirillum brasilense*, pois é de notória relevância seus resultados de Massa Fresca e Massa Seca em uma utilização de substituição da uréia agrícola na condições de Lages, Santa Catarina, de forma inoculada na semente.

Cabe destacar, a viabilidade de todas as utilizações do *AzB* em pastagens de inverno citadas e utilizadas neste experimento, pois todos os tratamentos possuíam resultados superiores a não utilização de nenhum insumo, sendo economicamente viável a sua utilização, pois qualquer utilização desta bactéria, gera resultados de MF e MS superiores a testemunha e seus custos são muito menores que a uréia, ou seja, os produtores que não conseguem utilizar as indicações corretas da uréia, podem optar por quaisquer utilização da bactéria *AzB* (PPA, Inoculação na semente ou PPA + Inoculação na semente) e seus resultados serão melhores que a não utilização da uréia e/ou bactéria.

Como percebido na Tabela 3, Atividades e altura das pastagens ao longo do período no experimento, um ponto relevante que além de diminuição de serviços prestados na lavoura de pasto, a bactéria *AzB* proporciona auxílio à planta desde a sua germinação, fornecendo Nitrogênio e fazendo com que as plantas inoculadas na semente já estivessem com 2 cm de altura na primeira semana de implantação, o que foi diferente dos outros tratamentos que não possuíam inoculação na semente (T1, T2 e T5), que atingiram essa altura apenas na segunda semana de implantação, reforçando a ideia da viabilidade da utilização da bactéria *AzB* via semente, pois além de redução de custos, diminuição de serviços prestados, resultados de MF e MS equiparáveis (que todos os tratamentos com *AzB* forneceram), ainda pode fornecer aos produtores a entrada de seus animais na lavoura uma semana antes dos outros tratamentos.

Este estudo é inédito no município e na região e traz muitas contribuições no campo da gestão financeira e de tratos culturais para as propriedades criadoras de bovinos na região serrana. Com certeza poderá contribuir para novos estudos, que busquem ainda mais reforçar a viabilidade da utilização de biológicos na agricultura e pecuária, abrindo oportunidades para pesquisas mais aprofundadas com a utilização da bactéria *Azospirillum brasilense*, como o aumento no teor de proteína

que o *AzB* pode fazer nas pastagens de aveia e azevém, ou a própria reelaboração deste estudo em outras condições climáticas e de solo.

Como todo o estudo tem suas limitações, e com este não foi diferente, a escassez de estudos nesta área da utilização do *AzB* em gramíneas de inverno e a pouca existência de pesquisas encontradas em viabilidade econômica na utilização de biológicos na substituição total de insumos químicos, fez este estudo possuir alguns entraves e problemas de pesquisa. Assim como problemas climáticos e de saúde, fizeram a pesquisa do teor de proteína que o *AzB* pode fornecer às gramíneas de aveia e azevém, não acontecer.

No caso deste estudo, mesmo com todas as dificuldades encontradas, pretende-se não parar por aqui e sim continuar a investigação da utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* e seus resultados em gramíneas de inverno, pois com os resultados deste e de novos estudos, pode-se comprovar que a utilização do biológico no agronegócio brasileiro, poderá trazer substituições de insumos químicos por biológicos e resultados parcialmente iguais com custos muito menores.

Este estudo é uma porta que se abre para novos estudos na área da viabilidade da utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* em pastagens de inverno, sendo aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) na cidade de Lages/SC.

7 REFERÊNCIAS

COSTA, N. L. **Manejo da Pastagem e Rendimento Potencial do Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)**. 2010. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/manejo-da-pastagem-e-rendimento-potencial-do-azevem--lolium-multiflorum-lam--_386030.html. Acesso em: 14 out. 2023.

DUTTA, S.; PODILE, A. R. **Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR): os insetos para depurar a zona radicular. Revisões Críticas em Microbiologia**, 36: 232-244, 2010. Acesso em: 16 set. 2023

EMBRAPA SOJA, 2007. Documentos, 283. 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: Embrapa Soja, 2007. 80p. (ISSN 1516-781X; N 283). Acesso em: 15 nov. 2023.

EMBRAPA SOJA PARANÁ. Lebna Landgraf. **Embrapa apresenta benefícios dos bioinsumos para milho e pastagens no Show Rural**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/78153752/embrapa-apresenta-beneficios-dos-bioinsumos-para-milho-e-pastagens-no-show-rural>. Acesso em: 17 jun. 2023.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Trad. Maria Edna Tenório Nunes – Londrina: Editora Planta, 2004. 403p. Acesso em: 15 nov. 2023.

FACIOLI, P. H. **Uso de azospirillum brasilense em pastagem estabelecida de brachiaria brizantha cv. Marandu associada a diferentes doses de nitrogênio**. 2015. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2015. Acesso em: 16 mar. 2023.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, J. T.; LEHMEN, R. I.; DREON, G. Gramíneas Forrageiras Anuais de Inverno. *In*: FONTANELI, Renato S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, Roberto S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília, DF : Embrapa, 2012. 544 p. (p. 127 - 172). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/p_li01.htm. Acesso em: 01 mai. 2023.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. **Acessando métodos de inoculação de milho e trigo com Azospirillum brasilense AMB Express** , 6:1-13, 2016. Acesso em: 16 set. 2023.

GORDILLO-DELGADO, F.; MARÍN, E.; CALDERÓN, A. **Efeito das bactérias Azospirillum brasilense e Burkholderia unamae na atividade fotossintética do milho avaliada pela técnica fotoacústica**. *Jornal Internacional de Termofísica* , 37: 1-11, 2016. Acesso em: 16 set. 2023.

HONORATO, J. **Uso dos bioinsumos reduz custos e aumenta produção de milho e pastagens**: bactérias são utilizadas para incrementar os processos agrícolas.. Bactérias são utilizadas para incrementar os processos agrícolas.. 09/02/2023. Publicação do site da revista Agro2. Disponível em: <https://agro2.com.br/tecnologia/uso-dos-bioinsumos-reduz-custos-e-aumenta-producao-de-milho-e-pastagens/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

HUNGRIA, M. **Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina, PR : Embrapa 2011. 37 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29676/1/Inoculacao-com-azospirillum.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2023.

LÂNGARO, C. L.; Carvalho, I. Q. **Indicações técnicas para a cultura da aveia - XXXIV Reunião da comissão brasileira de pesquisa de aveia Fundação ABC**. *In*: Passo Fundo, RS : ESCOSTEGUY, P. A. V.; FONTOURA, S. M. V.; CARVALHO, I. Q. **Fertilidade do solo, calagem e adubação**. 1. Ed. Passo Fundo, RS : Universidade de Passo Fundo, 2014. 134 p. (p. 24 - 43). Acesso em: 16 mar. 2023.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: Embrapa-Cnps., 1996. 84 p. Figura da pág. 15. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/330369>. Acesso em: 15 nov. 2023.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, M.; MOOJEN, E. L.; BARTZ, H. R. **Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio**. 1998. 5 f. Monografia (Especialização) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 1998. Acesso em: 16 mar. 2023.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola – adubos e adubações. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981, 596p. Acesso em: 11 nov. 2023.

MARINHO, A. S. G.; PEREIRA, F. S.; SILVA, M. E. S.; VIANA, M. C.; CAETANO, O. C. **Fatores e elementos climáticos usando a classificação de Köppen-Geiger: apostila projeto de extensão - ace 4**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas - Ufal, 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/123456789/10074/1/Fatores%20e%20elementos%20clim%C3%A1ticos%20usando%20a%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20K%C3%B6ppen-Geiger.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MAPA, 2008. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 2, de 9 de Outubro de 2008(*). **Descrições das características específicas dos diferentes tipos de solos**. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zooneamento-agricola-de-risco-climatico/documentos/INn2de09.10.2008.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MIGUEL, P. S. B.; DELVAUX, J. C.; OLIVEIRA, M. N. V.; CAMARGO, R.; FRANCO, M. H. R.; SOBREIRA, H. A.; SOARES, D. F.; JARDIM, V. H. P. **Bactérias endofíticas: colonização, benefícios e identificação - endophytic bacteria: colonization benefits and identification**. Brazilian Journal Of Development,

Curitiba: Brazilian Journal Of Development, v. 7, n. 1, 22 jan. 2021. Mensal. Acesso em: 23 maio 2023.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. **Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros**. Revista Brasileira de Zootecnia, 39: 1894-1904, 2010. Acesso em: 14 out. 2023.

PEREIRA-DEFILIPPI, L.; PEREIRA, E. M.; SILVA, F. M.; MORO, G. V. **Sequências expressas relacionadas ao metabolismo do nitrogênio em milho inoculado com *Azospirillum brasilense***. Genética e Pesquisa Molecular, v. 16, n. 2, 2017. Acesso em: 09 set. 2023.

PESQUISA AGROPECUÁRIA TROPICAL. **Leaf inoculation of *azospirillum brasilense* and *trichoderma harzianum* in hydroponic arugula improve productive components and plant nutrition and reduce leaf nitrate**. Goiânia: Pesquisa Agropecuária Tropical (Pat), v. 52, n. 72755, 2022. Anual. E-Issn 1983-4063. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/zHFFcfMjyzJYNzRNH7pXnWC/?lang=en>. Acesso em: 10 set. 2023.

PICCININ, G. G. **Rendimento e desempenho agrônomo da cultura do trigo em manejo com *Azospirillum brasilense*** Agrarian, 6: 393-401, 2013. Acesso: 16 set. 2023.

PIOVESAN, F. **Produção de biomassa de aveia preta inoculada por *Azospirillum brasilense***. 2017. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/831>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PRIMAVESI, A. C.; RODRIGUES, A. A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas para o cultivo de aveia**. 6. ed. São Carlos, Sp: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. 39 p. Acesso em: 15 nov. 2023.

REVISTA DA CAATINGA, 2021. **Aveia preta e azevém inoculadas com azospirillum brasilense em sistema lavoura pecuária.** Santa Maria/Rs: Revista da Caatinga, v. 34, n. 2, 10 maio 2021. Semestral. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/9194>. Acesso em: 14 out. 2023.

REVISTA DA CAATINGA, 2020. **Nitrogen rates and residual effect of co-inoculation of soybean on maize plants.** Mossoró: Rev. Caatinga,, v. 33, n. 3, 2020. Jul. – Set. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/xNJFpHh6ZPMSsJwqL8PfKVF/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 03 dez. 2023.

REVISTA BRASILEIRA DE HIGIENE E SANIDADE ANIMAL. **Produção de novilhos superprecoce a pasto. uma revisão.** Cuiabá - MT: Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 9, n. 3, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5203723.pdf>. Acesso em: 09 set. 2023.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A. B.; LUPATINI, G. C.; FILHO, D. C. A.; BRONDANI, I. L. **Produtividade Animal e Retorno Econômico em Pastagem de Aveia Preta mais Azevém Adubada com Fontes de Nitrogênio em Cobertura.** Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, 1998. Acesso em: 15 nov. 2023.

SALA, V. M. R., CARDOSOII, E. J. B. N.; FREITASIII, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. **Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada, no campo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32: 1099-1106, 2008. Acesso em: 16 set. 2023.

SANTOS, M. S., NOGUEIRA, M. A., HUNGRIA, M. **Outstanding impact of Azospirillum brasilense strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: Lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants.** Rev Bras Cienc Solo. 2021; 45: e0200128. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/rJZrGNs3qVsBXqNj5Bd8HZF/?lang=en>. Acesso em: 14 out. 2023.

TIEN, T. M.; GASKINS, M. H.; HUBBELL, D. H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v.37, p.1016-1024, 1979. Acesso em: 15 nov. 2023.

8 ANEXOS