



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE AGRONOMIA

Luiz Eugênio Concari

**Cultura da aveia branca inoculada com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e  
*Priestia megaterium* e redução da adubação de base**

Curitibanos

2024

Luiz Eugênio Concari

**Cultura da aveia branca inoculada com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium* e redução da adubação de base**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Rurais do Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. Sonia Purin da Cruz, Ph.D.

Curitibanos

2024

Concari, Luiz Eugênio

Cultura da aveia branca inoculada com Azospirillum  
brasiliense, Bacillus subtilis e Priestia megaterium e  
redução da adubação de base. / Luiz Eugênio Concari ;  
orientadora, Sonia Purin da Cruz, 2024.

38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2024.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Aveia Branca. 3. Inoculação. 4.  
Azospirillum. 5. Produtividade. I. Cruz, Sonia Purin da.  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Agronomia. III. Título.

Luiz Eugênio Concari

**Cultura da aveia branca inoculada com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium* e redução da adubação de base**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 13 de maio de 2024.



Documento assinado digitalmente  
**Douglas Adams Weiler**  
Data: 15/05/2024 11:23:20-0300  
CPF: \*\*\*.111.820-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Coordenação do Curso

**Banca examinadora**



Documento assinado digitalmente  
**Sonia Purin**  
Data: 15/05/2024 10:35:41-0300  
CPF: \*\*\*.293.969-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.(a) Sonia Purin da Cruz, Dr.(a)

Orientador(a)

*Douglas A.L. Cavalli*

Sr. Douglas Augusto de Lima Cavalli, Eng. Agrônomo

Syngenta

*Heraldo A. Kemer*

Sr. Heraldo Alex Kemer, Eng. Agrônomo

Bayer

Curitiba, 2024.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade de aprendizado, pela força para conquistar os objetivos, agradeço por ter colocado pessoas especiais em minha caminhada, que serei grato pelo resto da vida.

Quero agradecer aos meus pais, Luiz Concari e Rosana Reginato Concari, por todo apoio dedicação e esforço durante a jornada, obrigado pela educação e suporte para ser quem sou hoje e que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos, sei que não foi fácil chegar até aqui.

Aos amigos e pessoas mais próximas que se fizeram presentes durante essa etapa, um grande abraço de agradecimento, espero que essas amizades sejam longas e duradouras, obrigado pelo apoio.

Muito obrigado ao grupo de pesquisa Gmicro, por todo auxílio durante a jornada, sem vocês muitas das conquistas não seriam possíveis.

A minha orientadora Sonia Purin da Cruz, meu muito obrigado a todos os ensinamentos, pelas oportunidades e incentivos para que pudesse desenvolver com excelência todos meus compromissos e por estar sempre disponível para sanar nossas dúvidas.

A todos os professores e funcionários da UFSC – Curitibanos, tanto pela disponibilidade em diversos momentos, quanto pela cordialidade. E a todos que de alguma forma participaram direta ou indiretamente nesse período de estudo.

Muito Obrigado!

## RESUMO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma cultura anual de inverno muito utilizada no período de inverno na região-sul do Brasil. Porém, o aumento do preço dos fertilizantes vem forçando os agricultores a buscarem fontes mais baratas ou alternativas que possam reduzir a quantidade de insumos aplicados. Entre as técnicas já empregadas em outras culturas como milho e soja, e de maneira a potencializar a produção sustentável e com menor custo, está o uso dos microrganismos promotores de crescimento. Dentre eles, estão bactérias do gênero *Azospirillum* que ganhou destaque pela descoberta da capacidade de fixação biológica do nitrogênio (FBN), quando em associação com as gramíneas, e o gênero *Bacillus*, considerado solubilizador de fosfato. O presente trabalho buscou avaliar o desempenho da cultura da aveia branca submetida à inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium*. O experimento foi implantado no município de Campos Novos - SC, na comunidade do Caxambu. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo eles T1: 100% NPK; T2: 50% NPK; T3: 50% NPK + *Azospirillum brasilense*; T4: 50% NPK + BiomaPhos (*Bacillus subtilis* e *P. megaterium*). Avaliou-se estatura, número de perfilhos, produtividade de grãos e nitrogênio nos grãos. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância simples e suas diferenças analisadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%. Os valores de produtividade observados com *Azospirillum* foram iguais a 100% NPK, com médias de 2.477,89 kg ha<sup>-1</sup> e 2.549,78 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. As demais variáveis e tratamentos não apresentaram diferenças significativas. Com isso pode-se concluir que a inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à redução em 50% da adubação de base NPK pode ser uma alternativa viável no cultivo da aveia branca, trazendo maior economia para o agricultor.

**Palavras chave:** Inoculação; produtividade; economia.

## ABSTRACT

White oat (*Avena sativa* L.) is an annual winter crop widely used in the winter period in the southern region of Brazil. However, the increase in the price of fertilizers has been forcing farmers to look for cheaper or alternative sources that can reduce the amount of inputs applied. Among the techniques already used in other crops such as corn and soybeans, and in order to enhance sustainable production at a lower cost, is the use of growth-promoting microorganisms. Among them, there are bacteria of the genus *Azospirillum*, which gained prominence for the discovery of the capacity for biological nitrogen fixation (BNF), when in association with grasses, and the genus *Bacillus*, considered a phosphate solubilizer. The present work sought to evaluate the performance of white oat culture subjected to inoculation with *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* and *Priestia megaterium*. The experiment was implemented in the municipality of Campos Novos - SC, in the Caxambu community. The experiment was implemented in a randomized block design with four treatments and five replications. T1: 100% NPK; T2: 50% NPK; T3: 50% NPK + *Azospirillum brasilense*; T4: 50% NPK + BiomaPhos (*Bacillus subtilis* and *P. megaterium*). Height, number of tillers, grain yield and nitrogen in grains were evaluated. The results obtained were subjected to simple analysis of variance and their differences were analyzed using the Scott-Knott test at a significance level of 5%. yield values observed with *Azospirillum* were equal to 100% NPK, with averages of 2,477.89 kg ha<sup>-1</sup> and 2,549.78 kg ha<sup>-1</sup> respectively. The other variables and treatments did not show significant differences. Hence, it can be concluded that inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with a 50% reduction in NPK-based fertilization can be a viable alternative in the cultivation of white oats, bringing greater savings to the farmer.

**Keywords:** Inoculation; yield; economy.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DA AVEIA BRANCA .....	10
2.2	MANEJO E PREPARO DO SOLO PARA O CULTIVO DE AVEIA BRANCA .	10
<b>2.2.1</b>	<b>Calagem e Adubação .....</b>	<b>11</b>
2.3	MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS ....	13
<b>2.3.1</b>	<b>Utilização de <i>Azospirillum brasilense</i> na agricultura .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Utilização de <i>Bacillus subtilis</i> e <i>Priestia megaterium</i> na agricultura .....</b>	<b>14</b>
2.4	ESTUDOS SOBRE INOCULAÇÃO NA CULTURA DA AVEIA .....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	18
3.2	MANEJO PRÉ-PLANTIO.....	19
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	19
3.4	SEMADURA E INOCULAÇÃO .....	20
3.5	METODOLOGIA DA COLETA DOS DADOS.....	21
3.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
4.1	ESTATURA DURANTE O CRESCIMENTO DA CULTURA.....	24
4.2	NÚMERO DE PERFILHIOS DURANTE O CRESCIMENTO DA CULTURA ..	24
4.3	ESTATURA AO FINAL DO CICLO DA CULTURA.....	25
4.4	PRODUTIVIDADE DE GRÃOS .....	25
4.5	NITROGÊNIO NOS GRÃOS .....	26
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>
	<b>APÊNDICE A – CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL.....</b>	<b>38</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma cultura anual de inverno, pertencente à família das gramíneas, sendo uma das principais pastagens anuais cultivadas no período de inverno na região-sul do Brasil, tendo aptidão para produção de forragem, grãos e cobertura verde para proteção de solo, apresentando essas aptidões em uma mesma cultivar (Zampoli, 2021). A cultura ocupa a terceira posição de importância econômica no período de inverno na região sul, logo depois do trigo e do azevém (Balde, 2017).

No presente cenário mundial, os aumentos nos preços dos fertilizantes dificultaram cada vez mais a vida do agricultor, obrigando-o a buscar por fontes mais baratas, ou por alternativas mais eficientes (Veloso, 2024). Outro problema que pode impactar nos custos de produção é a eficiência da adubação, como por exemplo o fósforo, visto que somente 20% do total de P aplicado no solo é absorvido pelas plantas por causa de diferentes eventos, elevando assim o custo de produção já que a adubação fosfatada acaba tendo baixa eficiência (Quadros *et al.*, 2014). Desse modo, há uma crescente busca por alternativas viáveis e sustentáveis, que possibilitem uma redução nos custos de produção.

Entre as técnicas já empregadas em outras culturas como milho e soja, e de maneira a potencializar a produção sustentável e com menor custo, está o uso dos microrganismos promotores de crescimento. A utilização destes microrganismos permite manter bons índices produtivos, reduzir a adubação e auxiliar a atividade biológica do solo (Sandini *et al.*, 2019). Dentre eles, bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam destaque mundialmente a partir de 1970 com a pesquisadora da EMBRAPA, Dra. Johanna Döbereiner pela descoberta da capacidade de fixação biológica do nitrogênio (FBN), quando em associação com as gramíneas. Além da FBN, essas bactérias podem estimular o crescimento da planta pela produção de alguns hormônios (Hungria, 2011).

Já o gênero *Bacillus* compreende algumas espécies de microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP), e ainda solubilizadores de fosfato, tendo também a capacidade de solubilizar fosfatos naturais existentes no solo e os disponibilizando para as plantas (Bergey; Holt, 2000). Mesmo existindo estudos sobre inoculação com MPCP em diversas culturas como soja, milho, aveia preta e trigo, há poucos relatos para a cultura da aveia branca. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho da cultura da aveia branca submetida à inoculação com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DA AVEIA BRANCA

A aveia branca é uma gramínea de inverno, pertencente à família Poaceae, com dois sistemas radiculares, um seminal e outro de raízes permanentes (Floss, 1982). O colmo é cilíndrico, ereto e glabro, composto de uma série de nós e entre-nós. As folhas inferiores apresentam bainha, lígula obtusa e margem denticulada, com lâmina de 0,14 a 0,40 m de comprimento. A inflorescência é uma panícula com glumas aristadas ou não, e a segunda flor da espiguetta muito raramente é aristada. A aveia branca caracteriza-se por ter grão bem maior e ter cerca do dobro do peso do que o grão da aveia preta. O grão é uma cariopse, semicilíndrico e agudo nas extremidades, encoberto pela lema e pela pálea (Fontaneli *et al.*, 2012).

No Brasil, é cultivada principalmente na região Sul do país. É utilizada na alimentação animal ou para suprir as indústrias de cereais matinais (flocos e farinha). A aveia branca pode ser utilizada também para composição de pastagens anuais de inverno, conservação na forma de feno e silagem, em grãos úmidos, ou com duplo-propósito, quando é utilizada como pastagem durante fins de outono até meados do inverno, e então utilizada para a produção de grãos ou ensilagem (Fontaneli *et al.*, 2012).

### 2.2 MANEJO E PREPARO DO SOLO PARA O CULTIVO DE AVEIA BRANCA

A aveia branca é cultivada ao longo do outono e inverno no Brasil por se tratar de uma planta de clima temperado, com temperatura ideal para a sementeira acima dos 7° C. Em Santa Catarina a época de sementeira tem início na metade de julho, com uma densidade de sementeira de 200 a 300 sementes por metro quadrado para produção de grãos. Na aveia o perfilhamento é um fator importante, ligado diretamente com a produtividade, sendo que ao final do ciclo, os perfilhos mais jovens auxiliam no enchimento de grãos dos mais velhos. A recomendação de espaçamento é entre 17 e 20 cm entre linhas com uma profundidade de deposição da semente entre 2 e 4 cm (Primavesi *et al.*, 2000) e seu ciclo varia entre 120 e 130 dias. O desenvolvimento é dividido basicamente em quatro etapas: fase vegetativa, de transição, reprodutiva e formação dos grãos. Após a fase vegetativa (3 a 4 folhas e início do perfilhamento), inicia-se o controle químico em pós-emergência das plantas daninhas (Nogueira, 2020).

Em relação às pragas e doenças, o mais indicado é o tratamento de sementes para duas das principais pragas da aveia, os corós e os afídeos (ou pulgões). As doenças mais comuns são

a ferrugem das folhas, à qual a aveia branca é mais susceptível, e a ferrugem dos colmos, que não tem grande incidência na região Sul, mas pode ter grande gravidade em condições de alta umidade e temperatura (Nogueira, 2020).

Um ponto importante no manejo dessa cultura é que aveia branca também pode ser consorciada com espécies como azevém, ervilhacas, serradela, trevo branco, trevo vermelho, trevo vesiculoso e trevo subterrâneo (Fontaneli *et al.*, 2012). Segundo boletim técnico de recomendações para cultivo de aveia, elaborado por Primavesi *et al.* (2000), para o cultivo de aveia o preparo do solo pode ser o convencional ou o plantio direto. O preparo convencional basicamente consiste na aração e gradagem, dividindo-se a dose de calcário recomendada na aração e gradagem.

Em plantio direto, se recomenda a eliminação dos sulcos de erosão, manutenção ou implantação de terraços, correção da acidez e da fertilidade do solo, rotação de culturas com espécies que produzam no mínimo  $6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de matéria seca (Torrado; Aloisi, 1984) e controle de ervas daninhas antes da semeadura (Primavesi *et al.*, 2000).

### 2.2.1 Calagem e Adubação

A aveia branca é menos rústica do que a aveia preta e mais exigente em fertilidade do solo (Fontaneli *et al.*, 2012). Adapta-se melhor a solos bem drenados, férteis, com teores altos de matéria orgânica e com pH entre 5,5 e 6,0. Desse modo não tolera solos encharcados e com altos teores de alumínio (Primavesi *et al.*, 2000). Dessa forma, são indicados para o cultivo, geralmente, solos de textura franca a argilosa, com pouca acidez, em rotação com outras culturas de inverno e cobertura de solo (Escosteguy *et al.*, 2014).

Na calagem recomenda-se aplicar calcário para atingir saturação por bases em torno de 70% para a aveia branca. Segundo Primavesi *et al.* (2000) é aconselhável realizar esta operação antes da cultura de verão, não sendo recomendável utilizar mais de  $4 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de calcário. Pode-se levar em conta o parcelamento da calagem, aplicando quantidades menores com maior frequência. No entanto, a quantidade total aplicada deve corresponder às doses indicadas no manual de calagem da região de implantação da cultura, evitando a elevação excessiva dos valores de pH do solo (supercalagem) e, conseqüentemente, o decréscimo de disponibilidade de fósforo e de micronutrientes catiônicos, além de gerar perdas por volatilização de nitrogênio aplicado em cobertura, utilizando fertilizantes que contêm ureia (Escosteguy *et al.*, 2014).

Quanto ao nitrogênio, essencialmente para os solos dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a quantidade indicada para a cultura da aveia é baseada no teor de matéria

orgânica do solo, no tipo de cultura precedente (exceto para forragem) e na expectativa de rendimento da aveia (Escosteguy *et al.*, 2014). Conforme descrito pela SBCS (2016), deve-se aplicar 15 a 20 kg de N ha<sup>-1</sup> na semeadura e o restante em cobertura, entre os estádios de afilamento e de alongamento do colmo (em geral, 30 a 45 dias após a emergência). Quando as doses de N são elevadas, recomenda-se parcelar a adubação nitrogenada em cobertura, aplicando 50% da dose no início do afilamento e 50% no início do alongamento. Indica-se utilizar doses menores de N em cultivares suscetíveis ao acamamento. Em regiões de clima mais quente, de menor altitude, ou em áreas com solos argilosos e com teores médio a alto de matéria orgânica e aveia antecedida por soja de alto rendimento, deve-se restringir ou suspender a aplicação de N em cobertura, para evitar o acamamento.

Em relação ao fósforo, para os solos do RS e SC a interpretação dos teores disponíveis é baseada no teor de argila e na concentração desse nutriente (Escosteguy *et al.*, 2014). Como mencionado no trabalho de Garcia *et al.* (2011), a aveia branca é uma cultura exigente em nitrogênio e fósforo, apresentando respostas positivas à aplicação desse nutriente (Nakagawa; Rosolem, 2005). Contudo, o fornecimento excessivo do mesmo pode ocasionar o acamamento (Kelling; Fixen, 1992), e ainda o aumento na altura das plantas (Brouwer; Flood, 1995). Em trabalho feito por Primavesi *et al.* (2004), a produção de fitomassa da aveia branca teve incremento positivo até a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em relação ao fornecimento de adubo fosfatado. No entanto, em solos de regiões tropicais a deficiência de P é a limitação nutricional mais generalizada ao desenvolvimento de forrageiras, pelos processos de adsorção de fósforo pelos óxidos, hidróxidos e oxidróxidos de ferro e alumínio (Pozza *et al.*, 2008).

As quantidades indicadas para reposição de P, ou de outros nutrientes, são baseadas em valores médios de várias cultivares e, portanto, podem variar com esse fator de produção. As quantidades variam também com a produção por área e com a parte colhida da planta; desse modo, são diferentes se o cultivo for para grão ou forragem. Quando a parte aérea da aveia é cortada ou utilizada para feno ou silagem, a exportação de nutrientes é maior em relação ao pastejo. Este último possibilita a ciclagem de parcela expressiva de nutrientes da parte aérea pela urina. Dessa forma, esses aspectos devem ser considerados para determinar a quantidade de nutriente aplicada com a adubação de reposição, quando a parte aérea da aveia é utilizada para corte (Escosteguy *et al.*, 2014).

Em relação ao potássio, como relatado no manual de adubação e calagem por SBCS (2016) e afirmado por Escosteguy *et al.* (2014), em solos do RS e SC, a interpretação do teor disponível considera a concentração desse nutriente e o valor da CTC potencial do solo.

Com o aumento substancial no preço dos fertilizantes, principalmente nos dois últimos anos, a CNA (2022) relatou um aumento médio de 288%. Sendo esse um dos maiores custos de produção, busca-se estratégias para amenizar os custos, ou gerar um melhor aproveitamento desses insumos. Por isso, existem estratégias como a inoculação, que pode ser uma alternativa frente a esse problema. Por meio do uso de microrganismos, pode-se aumentar a eficiência na utilização dos fertilizantes, de maneira economicamente acessível, gerando um melhor retorno e tranquilidade para o agricultor, que vem sofrendo tanto nos últimos anos com o crescente custo dos fertilizantes.

### 2.3 MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS

No cenário atual da agricultura, há necessidade de maiores níveis de produtividades, reduzindo custos de maneira mais sustentável, sem abertura de novas áreas, ou seja, se faz necessária também a manutenção das áreas já existentes. Nesse contexto, os microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP) se mostram uma opção eficiente e acessível para aumentar a produtividade de diversas culturas, e dentre elas as mais comuns e mais extensivamente estudadas são soja e milho (Hungria *et al.*, 2010; Miranda *et al.*, 2020). A comunidade microbiana apresenta papel benéfico na promoção do crescimento das plantas, podendo atuar na mobilização e transporte de nutrientes, fixação de nitrogênio, solubilização do fósforo, aumento da área de absorção das raízes, e ainda auxiliar na proteção contra patógenos (Gomes *et al.*, 2011).

A inoculação, basicamente, introduz um tipo de microrganismo na cultura em questão, e pode ser feita na semente, raízes ou folhas, e para isso é importante conhecer tanto o microrganismo como a planta com os quais se está trabalhando. Com o constante avanço na população mundial e necessidade de mais alimentos, o uso de microrganismos vem crescendo globalmente como uma alternativa sustentável para otimizar a produtividade vegetal, diminuindo com isso o uso de produtos químicos e garantindo alimentos mais saudáveis. Os microrganismos de solo e vegetais são capazes de promover o crescimento de plantas mostrando-se uma ferramenta promissora para a agricultura e ao meio ambiente. Dentro desses, os gêneros que mais se destacam são *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* e *Trichoderma* (Lopes *et al.*, 2021).

### 2.3.1 Utilização de *Azospirillum brasilense* na agricultura

O gênero *Azospirillum* abrange um grupo de bactérias de vida livre ou endofíticas facultativas. Além da FBN, essas bactérias podem estimular o crescimento pelo aumento na atividade da redutase, produção de hormônios como auxinas, citocininas, giberilinas, solubilização de fosfato e serem agentes no controle de patógenos. Além disso, produzem fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas, beneficiando com isso a melhor absorção de água e minerais, trazendo menor estresse a planta, promovendo uma planta mais vigorosa e produtiva (Hungria, 2011).

Segundo pesquisa feita por Hungria e Nogueira (2017), a inoculação de braquiárias com *Azospirillum brasilense* resultou em maior incremento de biomassa e N total acumulado na parte aérea, 15% e 10% respectivamente, permitindo maiores rendimentos com maior eficiência de uso de fertilizantes químicos nitrogenados. Isso impacta diretamente na recuperação de pastagens degradadas, pois com a combinação de fertilizantes nitrogenados e *Azospirillum* pode-se obter um retorno viável nas pastagens, não só pela maior produção de biomassa, mas também pela melhoria na qualidade proteica na alimentação do gado.

### 2.3.2 Utilização de *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium* na agricultura

Essas duas espécies de bactérias são conhecidas pelas suas propriedades de solubilização e mineralização de fosfato (Glick *et al.*, 2007). Em solos brasileiros, o baixo teor de fósforo disponível caracteriza baixa fertilidade em relação ao ambiente de cultivo para as plantas. Apenas 20% do total de P aplicado no solo é absorvido pelas plantas pela ocorrência de eventos como retenção dos fosfatos nos colóides do solo, deslocamento por difusão e precipitação com outros elementos químicos, tornando o custo de produção alto pela baixa eficiência da adubação fosfatada (Quadros *et al.*, 2014).

No trabalho feito por Santos *et al.* (2021), os autores relatam que diferentes pesquisas demonstraram a eficiência de bactérias como as do gênero *Bacillus*, promovendo o crescimento de plantas, agregando maior valor, e sendo sustentável e econômico para a agricultura. Esse é um campo de pesquisa amplo e com contínuo desenvolvimento de novos inoculantes, otimizando assim o uso dos fertilizantes fosfatados de forma que há esgotamento das reservas mundiais de rochas fosfáticas (Pantano *et al.*, 2016). Exemplos dessas bactérias são *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium*.

*Bacillus subtilis* é uma das mais estudadas, e tem como característica principal a formação de endósporos (Rineh *et al.*, 2014; Nicholson *et al.*, 2000), que tem como função a resistência a diversas condições ambientais desfavoráveis. Em relação a *P. megaterium*, seu modo de atuação é semelhante, tendo também a capacidade de solubilizar fosfatos naturais existentes no solo e os disponibilizando para as plantas (Bergey; Holt, 2000).

Em experimento feito por Oliveira-Paiva *et al.* (2021), juntamente com a EMBRAPA Milho e Sorgo, foram inoculadas áreas de soja comercial com as estirpes de *Bacillus subtilis* e *P. megaterium* e comparadas a áreas sem inoculação. Observou-se que em todos os locais onde ocorreu a inoculação a produtividade de grãos foi maior, gerando um ganho médio de 1,3% a 25,8%. O incremento de produção foi de 1,0 a até 15,8 sacas ha<sup>-1</sup>. Além disso, em todos os locais avaliados o ganho com a inoculação foi maior do que o custo de aplicação, apresentando economia e sustentabilidade.

#### 2.4 ESTUDOS SOBRE INOCULAÇÃO NA CULTURA DA AVEIA

Mesmo existindo estudos sobre inoculação com microrganismos promotores de crescimento em diversas culturas como soja, milho, aveia preta e trigo, há poucos relatos para a cultura da aveia branca. No estudo de Zampoli (2021) com inoculação de *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na aveia branca, foram analisados os teores de matéria seca e proteína bruta. Não foram encontrados efeitos significativos sobre a matéria seca de folhas ou colmo no primeiro corte da aveia. Sendo assim, as características produtivas e morfológicas das aveias branca e preta não foram influenciadas pela inoculação com *A. brasilense*.

Já nas análises de proteína bruta, verificou-se efeito significativo, com médias de 8,50; 24,52 e 25,82% para os tratamentos com 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já com os tratamentos sem inoculação verificou-se valores de 11,79; 23,16 e 26,80% nas doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O tratamento sem inoculação e maior dose de N (180 kg ha<sup>-1</sup>) resultou em maior teor de proteína na parte aérea, sendo que no tratamento com inoculação não foi observado efeito das doses de N utilizadas. Estes resultados indicam que a inoculação da aveia branca com *A. brasilense* proporcionou aumento apenas no teor de proteína bruta no tratamento com 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, igualando-se ao tratamento somente com 180 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Já em relação à aveia preta, verificou-se valores mais significativos da interação entre inoculação com *A. brasilense* e adubação nitrogenada, com valores de 10,46; 26,91 e 26,66% para o tratamento sem inoculação e nas doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para o tratamento com inoculação, verificou-se médias de 24,85; 24,96 e 26,34% para 0; 90 e

180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O tratamento sem N proporcionou valor de proteína bruta igual aos demais tratamentos, com 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup> (Zampoli, 2021).

Em relação à solubilização de fosfato por meio das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium*, Tomazeli (2022), utilizou duas diferentes fontes de fosfato, fosfato natural reativo, farinha de osso e um terceiro tratamento sem fonte de fosfato. Quando não foi realizada inoculação, o uso de ambas fontes de fosfato promoveu maiores teores de P na parte aérea de aveia. A inoculação com *Azospirillum* promoveu maior teor de P quando utilizado o fosfato natural reativo, seguido pelo uso de farinha de osso, e ambos foram superiores a não aplicação de fósforo e diferentes estatisticamente entre si. A inoculação com *P. megaterium* e *B. subtilis* não apresentou diferença estatística comparada com as fontes de fósforo. O tratamento com *P. megaterium* e *B. subtilis* associado à *Azospirillum* resultou em teores superiores de P na parte aérea em relação ao fosfato natural reativo, porém não apresentou diferença significativa entre o uso de farinha de o osso e a ausência de P. Por meio dos resultados obtidos, pode-se concluir que *Azospirillum* associada ao fosfato natural reativo proporcionou melhores resultados no diâmetro de colmo, altura de planta e teor de fósforo na parte aérea da aveia-branca, mostrando-se uma ótima alternativa para aumentar o desenvolvimento e a nutrição vegetal (Tomazeli, 2022).

O trabalho de Santos *et al.* (2021) mostra a influência dos solubilizadores *P. megaterium* e *B. subtilis* na altura da aveia branca a partir dos 45 e 60 dias após a semeadura, com efeito significativo do inoculante. As bactérias proporcionaram incremento na taxa de crescimento, passando de 1,29 cm dia<sup>-1</sup> em média, sem o inoculante, para 1,40 cm dia<sup>-1</sup> em média, quando comparado com tratamentos com o inoculante, ou seja, incremento de 9,3% até a dose de 125 ml do inoculante por hectare. Aos 60 dias observou-se aumento médio de 8,89 cm no tamanho das plantas que receberam inoculante, saindo de 77,04 cm no tratamento sem inoculação, para 85,93 cm para o tratamento com dose de 200 ml ha<sup>-1</sup> do inoculante. Bactérias do gênero *Bacillus*, segundo Araújo e Hungria (1999), apresentam diferentes efeitos benéficos que incluem a produção de fito-hormônios, possibilitando a emissão de pelos radiculares e o bom desenvolvimento das raízes (Santos *et al.*, 2021), o que afeta positivamente a taxa de crescimento das plantas.

Na comparação dos teores de nutrientes no tecido foliar da aveia inoculada com *P. megaterium* e *B. subtilis*, a sequência de extração de nutrientes obedeceu à seguinte ordem para macronutrientes: K>N>S>Ca>P>Mg. Dessa forma, analisando-se os valores médios de P do tratamento sem inoculante (2,27 g kg<sup>-1</sup>) com o valor médio dos tratamentos de inoculação (2,48 g kg<sup>-1</sup>), constatou-se que houve efeito positivo na absorção do elemento pela planta. O



inoculante potencializou a capacidade da planta em absorver P, de modo que colonização radicular por bactérias do gênero *Bacillus* aumenta a área de exploração radicular, como indicado por (Manjula; Podile, 2005).

Em relação ao N, a taxa de crescimento da aveia nos tratamentos com adição do inoculante está diretamente relacionada, pois a quantidade de N utilizado no estudo (20 kg ha<sup>-1</sup> no sulco de plantio e 40 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura) não seria suficiente para atender à demanda da planta (Santos *et al.*, 2021). A produtividade de grãos passou de 1.198 kg ha<sup>-1</sup>, sem o inoculante, para a média de 1.645 kg ha<sup>-1</sup> com inoculante, proporcionado incremento de 37%, indicando efeito positivo do tratamento de sementes com o inoculante à base de *B. subtilis* e *P. megaterium*. O valor médio de massa de parte aérea seca foi de 8,61 kg ha<sup>-1</sup>. Em relação à proteína bruta, nos tratamentos com *B. subtilis* e *P. megaterium*, houve resposta das plantas. O teor médio sem inoculante foi de 21,38% e a média com os tratamentos de inoculação foi de 22,97%, evidenciando o efeito das bactérias no aumento da proteína bruta em plantas de aveia (Santos *et al.*, 2021).

Apesar de alguns resultados preliminares, estudos sobre a inoculação de microrganismos como *Azospirillum*, *Bacillus* e *Priestia* na cultura da aveia branca são escassos. Em relação à redução da adubação de base, particularmente, não há nenhum trabalho desenvolvido até o momento. Desse modo, é importante a realização de estudos voltados à inoculação, justificados pelo crescente aumento nos custos de produção. Além disso, a cultura da aveia branca se adequa muito bem ao clima de Santa Catarina, sendo uma fonte de renda no período de inverno. Neste sentido, a realização de trabalhos unindo esses elementos é de extrema importância, visando um incremento no desenvolvimento e potencial produtivo da cultura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As atividades de campo do presente trabalho foram realizadas entre os meses de junho e novembro de 2022, período de semeadura à colheita. O experimento foi implantado no município de Campos Novos - SC, na comunidade do Caxambu, localizado nas coordenadas 27°23'26.43"S e 51°22'24.89"O, e encontra-se detalhado na Figura 1 (Google Earth, 2022).

Figura 1 - Local da implantação do experimento, em destaque com retângulo vermelho.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2022.

O local do experimento está situado a uma elevação de 826 m de altitude em relação ao nível do mar (Google Earth, 2022). No município de Campos Novos, segundo classificação Köppen e Geiger, o clima predominante é Cfb (temperado quente), com temperatura média de 17,1°C e temperaturas bem variadas ao longo do ano, tendo invernos frios e verões quentes, com grande amplitude térmica (Climate-Data.Org, 2022). O solo é classificado como Latossolo, com teores elevados de argila, sendo um solo profundo plano e bem drenado e com elevado grau de intemperismo, tendo limitações químicas (Epagri, 2003; Embrapa, 2004).

A pluviosidade anual da região varia de 1.300 a 1.900 mm, dependendo da localidade (Pandolfo *et al.*, 2002), sendo que no período que compreende o ciclo da cultura, entre os meses de junho a outubro, a precipitação fica próxima a 850 mm (Wrege *et al.*, 2012). Em trabalho desenvolvido por Frizzone *et al.* (1995), a necessidade hídrica da cultura é próxima de 320 mm durante o ciclo, sendo, portanto, propício o seu cultivo na região de implantação do experimento.

### 3.2 MANEJO PRÉ-PLANTIO

Após feita a colheita da cultura antecedente (soja) e antes da implantação do experimento a área ficou em repouso. No mês de maio, vinte dias antes da semeadura da aveia branca efetuou-se a dessecação da área, com intuito da eliminação de plantas daninhas prejudiciais a cultura, para posterior implantação do experimento. Não foram feitos preparos do solo, nem adubação de cobertura; a cultura foi semeada na palhada da soja em plantio direto.

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas (Apêndice A). Cada parcela teve dimensão de 6,0 x 2,9 m, com uma área total de 17,4 m<sup>2</sup> (Figura 2).

Figura 2 – Demarcação das parcelas.



Fonte: Autor 2022

O espaçamento adotado foi de 1 m entre parcelas e blocos, adotando-se 17 linhas de plantio com 17 cm de espaçamento entre linhas. A semeadura foi feita com uma densidade de 100 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

Os tratamentos avaliados foram:

T1: Testemunha, com 100% da dose de NPK

T2: 50% da dose de NPK

T3: 50% da dose de NPK + *Azospirillum brasilense* na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> em volume de calda de 200L ha<sup>-1</sup>

T4: 50% da dose de NPK + BiomaPhos (*Bacillus subtilis* e *Priestia megaterium*) na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> em volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>

Para a adubação de base com NPK, foi feita a distribuição a lanço do adubo sobre o solo logo após a semeadura. As doses de adubo foram definidas seguindo as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016). O adubo NPK utilizado tem a formulação 09-33-12 na dose de 350 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 3A). Não foi efetuada adubação de cobertura.

Em relação a inoculação com *A. brasilense*, foram utilizadas as estirpes CNPSO 2083 e CNPSO 2084 (Hungria, 2021), misturadas em um mesmo produto, na concentração inicial de 2x10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup>, que foram fornecidas pela EMBRAPA Soja. Para a inoculação com *Bacillus*, foi utilizado o produto BiomaPhos®, que contém *Bacillus subtilis* cepa BRM 2084 e *P. megaterium* cepa BRM 119 na concentração de 4x10<sup>9</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. O inoculante é produzido pela empresa Bioma que responde ao grupo Simbiose-Agro, de Cruz Alta, RS (Bioma, 2022).

### 3.4 SEMADURA E INOCULAÇÃO

A semeadura da aveia branca ocorreu no dia 15 de junho, dentro do período recomendado para semeadura da aveia, que é entre 15/06 e 31/07 (Epagri Ciram, 2021). A semeadura foi feita pelo método de plantio direto (Figura 4A), em resteva de soja e logo após feita a adubação de base nas doses recomendadas. A inoculação foi realizada no dia 16 de julho, pelo método de jato dirigido sobre as linhas de semeadura (Figura 4B). O preparo e aplicação da calda foram realizados no final da tarde, quando o clima já estava mais ameno, evitando o efeito negativo da alta temperatura e radiação solar sobre as bactérias.

O preparo dos produtos foi feito conforme dose recomendada para cada tratamento. Cada inoculante foi diluído em água para formar uma calda com volume de 200 L ha<sup>-1</sup> (Figura 3B). Os inoculantes foram aplicados via pulverização quando as plantas estavam em V2.

Figura 3 – Pesagem do fertilizante (A); preparo da calda para inoculação em jato dirigido (B).



Fonte: Autor 2022

Figura 4 – Semeadura da aveia em sistema de plantio direto (A); Inoculação em jato dirigido (B).

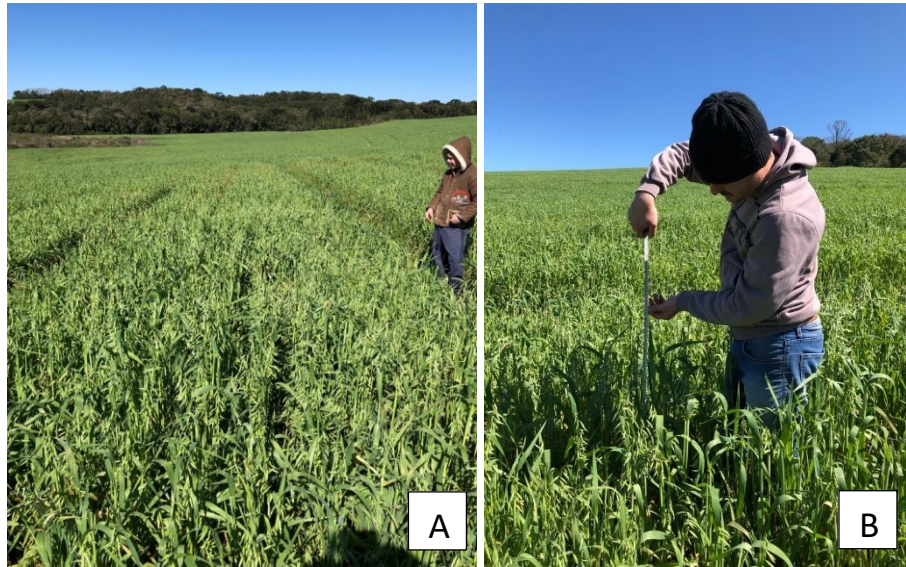


Fonte: Autor 2022

### 3.5 METODOLOGIA DA COLETA DOS DADOS

Os primeiros dados coletados foram referentes a estatura e número de perfilhos, aos 105 DAS (Figura 5A). Para a estatura, foram selecionadas 5 plantas de maneira aleatória, em cada parcela, que ao final gera uma média representativa da parcela. As medidas foram feitas com o auxílio de uma trena, medindo-se a partir da base, rente ao solo, até a ponta da folha bandeira (Figura 5B). Essa mesma metodologia foi utilizada para a coleta dos dados de estatura no momento da colheita final. Para a contagem dos perfilhos, o critério foi o mesmo, mas nesse caso foram escolhidas apenas 3 plantas de maneira aleatória por parcela. Foram contados os perfilhos, e em seguida foi feita uma média representativa da parcela.

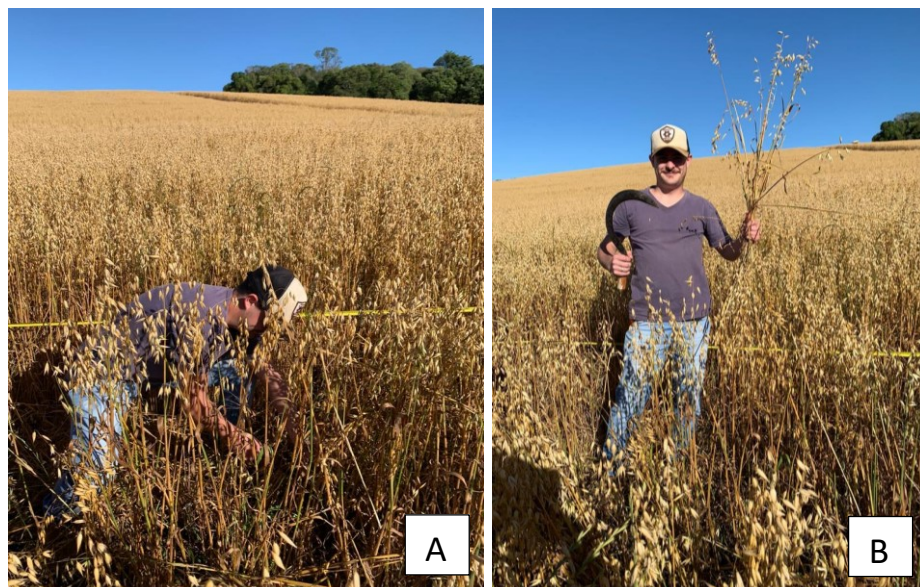
Figura 5 – Aveia aos 105 DAS (A); Medição das Estaturas (B).



Fonte: Autor 2022

Para análise do rendimento de grãos, no dia 18 de novembro quando a aveia estava em maturação plena, foi realizada a colheita de plantas de aveia. Para isso, foram cortadas todas as plantas compreendidas na área útil da parcela, sendo quatro linhas de plantio com 4 metros cada, correspondendo a 16 metros lineares (Figura 6A, 6B). Na Fazenda Experimental da UFSC, as plantas foram batidas por meio do batedor acoplado ao trator, para separação dos grãos. As amostras foram colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 65 °C. Com as sementes já secas, foi determinado o teor de umidade nas amostras para então serem feitos os cálculos para correção a 13%. O rendimento foi expresso em kg de grãos por hectare.

Figura 6 – Corte das linhas de 4 m da aveia (A); Pequena amostra cortada (B).



Fonte: Autor 2022

Os grãos secos foram também utilizados para análises de N. A trituração dos grãos foi feita com auxílio de um liquidificador, e em seguida as amostras foram peneiradas. Para fins de análise de N, a porção coletada, após triturada, formam uma única amostra de cada parcela. As análises de nitrogênio dos grãos foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, através do método de Kjeldahl (Tedesco *et al.*, 1995) (Figura 7AB).

Figura 7 – Digestão das amostras trituradas (A); Análise das amostras(B).



Fonte: Autor 2022

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância simples (ANOVA). Havendo diferença entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2015)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ESTATURA DURANTE O CRESCIMENTO DA CULTURA

De acordo com a ANOVA, não houve diferenças estatísticas significativas nos dados dos tratamentos, e a média geral foi de 78,38 cm, como observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise de variância referente à estatura da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	59,909500	19,969833	0,226	0,8764
<b>REPETIÇÃO</b>	4	359,487320	89,871830	1,018	0,4366
<b>ERRO</b>	12	1059,469800	88,289150		
<b>Total corrigido</b>	19	1478,866620			
<b>CV (%)</b>	11,99				
<b>Média geral:</b>	78,38	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

### 4.2 NÚMERO DE PERFILHOS DURANTE O CRESCIMENTO DA CULTURA

Não houve diferenças estatísticas significativas entre tratamentos, e a média geral observada foi de 5,35 perfilhos (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultado da análise de variância referente ao número de perfilhos da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	0,934000	0,311333	0,173	0,9126
<b>REPETIÇÃO</b>	4	4,535000	1,133750	0,630	0,6502
<b>ERRO</b>	12	21,581000	1,798417		
<b>Total corrigido</b>	19	27,050000			
<b>CV (%)</b>	25,07				
<b>Média geral:</b>	5,35	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.



#### 4.3 ESTATURA AO FINAL DO CICLO DA CULTURA

Segundo a análise de variância (ANOVA), os dados dos tratamentos não apresentaram diferenças significativas do ponto de vista estatístico, no que diz respeito à altura no término do ciclo de cultivo. A média geral foi de 1,09 metros, conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da análise de variância para a estatura da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	0,014575	0,004858	2,071	0,1575
<b>REPETIÇÃO</b>	4	0,006330	0,001583	0,675	0,6223
<b>ERRO</b>	12	0,028150	0,002346		
<b>Total corrigido</b>	19	0,049055			
<b>CV (%)</b>	4,43				
<b>Média geral:</b>	1,09	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

#### 4.4 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

De acordo com a ANOVA, houve diferenças estatísticas significativas nos dados dos tratamentos, referentes a produtividade de grãos (Tabela 4). Os tratamentos T1 e T3 foram estatisticamente iguais entre si e superiores aos tratamentos T2 e T4 (Tabela 5).

Tabela 4 - Resultado da análise de variância para produtividade em kg ha<sup>-1</sup> da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	2285608,18	761869,39	4,577	0,0233
<b>REPETIÇÃO</b>	4	945051,92	236262,98	1,419	0,2864
<b>ERRO</b>	12	1997362,87	166446,90		
<b>Total corrigido</b>	19	5228022,98			
<b>CV (%)</b>	18,74				
<b>Média geral:</b>	2.176,91	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

Tabela 5 - Valores médios de produtividade em kg ha<sup>-1</sup> da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

Tratamentos	Médias
T4	1.824,508 a1*
T2	1.855,484 a1
T3	2.477,888 a2
T1	2.549,780 a2

\*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott. T1: Testemunha 100% de adubação; T2: 50% da dose de NPK; T3: 50% da dose de NPK + *Azospirillum* na dose de 0,3 L/há; T4: 50% da dose de NPK + Biomaphos (*Bacillus subtilis* e *B. megaterium*) na dose de 0,3 L/h

#### 4.5 NITROGÊNIO NOS GRÃOS

De acordo com a ANOVA, não houve diferenças estatísticas significativas nos dados e a média geral foi de 21,22 g de N por kg de grãos, como observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultado da análise de variância para gramas de nitrogênio por kg de grãos da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	15,255375	5,085125	0,796	0,5194
REPETIÇÃO	4	12,280730	3,070182	0,481	0,7497
ERRO	12	76,666950	6,388912		
Total corrigido	19	104,203055			
CV (%)	11,91				
<b>Média geral:</b>	21,22	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

Conforme a análise de variância (ANOVA), não foram observadas diferenças estatísticas em relação à percentagem de nitrogênio nos grãos. A média geral foi de 2,12%, como pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultado da análise de variância para porcentagem de nitrogênio nos grãos da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	0,154680	0,051560	0,799	0,5179
<b>REPETIÇÃO</b>	4	0,119870	0,029968	0,464	0,7608
<b>ERRO</b>	12	0,774370	0,064531		
<b>Total corrigido</b>	19	1,048920			
<b>CV (%)</b>	11,97				
<b>Média geral:</b>	2,12	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

Também não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas em relação à porcentagem de proteína nos grãos. A média geral observada foi de 11,93% (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultado da análise de variância para porcentagem de proteína nos grãos da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação, em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	4,866340	1,622113	0,818	0,5083
<b>REPETIÇÃO</b>	4	3,730120	0,932530	0,470	0,7567
<b>ERRO</b>	12	23,787960	1,982330		
<b>Total corrigido</b>	19	32,384420			
<b>CV (%)</b>	11,93				
<b>Média geral:</b>	11,8030000	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

Conforme a análise de variância (ANOVA), os dados dos tratamentos não mostraram diferenças significativas do ponto de vista estatístico em relação à quantidade de nitrogênio acumulado por hectare nos grãos (média geral de 46,13 kg; Tabela 9).

Tabela 9 - Resultado da análise de variância para gramas de nitrogênio acumulado por hectare nos grãos da aveia branca submetida a diferentes tratamentos de inoculação e adubação em experimento conduzido em Campos Novos-SC, na safra 2022/2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
<b>TRATAMENTO</b>	3	722,164895	240,721632	1,481	0,2693
<b>REPETIÇÃO</b>	4	190,035400	47,508850	0,292	0,8774
<b>ERRO</b>	12	1950,119480	162,509957		
<b>Total corrigido</b>	19	2862,319775			
<b>CV (%)</b>	27,63				
<b>Média geral:</b>	46,1325000	<b>Número de observações: 20</b>			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

A utilização de microrganismos é uma prática que vem crescendo na agricultura (Secco, 2023). Com o aumento da população e da necessidade produção de alimentos associado com o elevado custos dos insumos, vem se tornando cada vez mais visível a necessidade de uma agricultura mais voltada a economia, com bom aproveitamento dos recursos, diminuído perdas e maximizando a produção, de uma forma que não gere tanto impacto nos recursos naturais (Ogino; Vieira Filho, 2022; Veloso, 2024). O uso desses microrganismos, podendo ser eles fixadores de nitrogênio, ou solubilizadores de fosfato, como é o caso do presente trabalho, vem sendo incorporado em diversas culturas, tendo mais participação e pesquisa nas grandes culturas como a soja (Embrapa, 2024). No entanto, algumas espécies de interesse agrônômico como a aveia branca (*Avena sativa* L), planta de aptidão para produção de forragem, grãos e cobertura verde, sendo uma ótima opção para a conservação do solo, não recebem o mesmo aporte relacionado à pesquisa nesse âmbito, sendo poucos os trabalhos relacionados à cultura da aveia branca. É de grande importância o aprofundamento e pesquisa empregado na utilização dos microrganismos promotores de crescimento, para as mais variadas culturas. A geração de dados oriundos de pesquisas como esta permitem gerar informações importantes para estudos futuros e subsidiar ganhos econômicos.

Em relação à estatura e perfilhamento, outros estudos também reportam ausência de efeitos da inoculação. Trabalhos como o de Zampoli (2021), que compara adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense*, não apresentou resultados significativos tanto em relação à altura da folha bandeira como a altura total, com as médias de 28,52 cm e 44,31 cm respectivamente. Gilio *et al.* (2018) também não encontraram efeitos significativos na altura da aveia branca quando inoculada com *Azospirillum* e diferentes doses de N em cobertura, com média de 34,25 cm para 250 ml ha<sup>-1</sup> de inoculante e 35,94 cm para a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N. Além disso a não utilização do inoculante resultou em uma altura de planta estatisticamente maior que quando utilizado o inoculante, apresentando média de 41,51 cm. Utilizando *Azospirillum*, *Priestia megaterium* e *Bacillus subtilis* no desenvolvimento inicial da aveia branca, Brito *et al.* (2021) também não constataram efeitos significativos na altura da aveia branca aos 21 dias de semeadura.

Por outro lado, Tomazeli (2022) relatou que *Azospirillum* associada a um fosfato natural reativo proporcionou melhores resultados no diâmetro de colmo, altura de planta e teor de fósforo na parte aérea da aveia-branca, mostrando-se uma ótima alternativa para aumentar a absorção desse nutriente pela planta.

Santos *et al.* (2021) mostraram a influência dos solubilizadores *B. megaterium* e *B. subtilis* na altura da aveia branca a partir dos 45 e 60 dias a partir da semeadura, com efeito

significativo do inoculante. As bactérias proporcionaram incremento na taxa de crescimento, passando de 1,29 cm dia<sup>-1</sup> em média, sem o inoculante, para 1,40 cm dia<sup>-1</sup> em média, quando comparado com tratamentos com o inoculante, ou seja, incremento de 9,3% até a dose de 125 ml do inoculante por hectare. Aos 60 dias observou-se aumento médio de 8,89 cm no tamanho das plantas que receberam inoculante, saindo de 77,04 cm no tratamento sem inoculação, para 85,93 cm para o tratamento com dose de 200 ml ha<sup>-1</sup> do inoculante. Bactérias do gênero *Bacillus*, segundo Araújo e Hungria (1999), apresentam diferentes habilidades que incluem a produção de fito-hormônios, possibilitando a emissão de pelos radiculares e o bom desenvolvimento das raízes (Santos *et al.*, 2021), o que afeta positivamente a taxa de crescimento das plantas.

Poucos são os trabalhos publicados em relação à inoculação e número de perfilhos em aveia branca. No trabalho de Santos *et al.* (2021), pela análise de diâmetro dos perfilhos, observou-se efeito positivo com a inoculação utilizando-se *B. subtilis* e *B. megaterium*, passando de 4,17 mm, sem inoculante, para o valor médio de 5,08 mm, ou seja, um incremento de 22%, o que proporcionou a redução do número de perfilhos sem comprometer a parte aérea.

Não foram encontradas pesquisas que abordem a inoculação da aveia branca associada à diminuição da adubação de base com NPK, nem sua relação com a estatura e o número de perfilhos, como é o caso do presente trabalho. Esses fatores demandam uma investigação mais detalhada e um estudo mais amplo.

Em relação à porcentagem de nitrogênio e proteína presentes nos grãos de aveia, é importante destacar que o nitrogênio é um componente fundamental dos aminoácidos. Estes, por sua vez, constituem a estrutura básica das proteínas encontradas nos grãos. A presença dessas proteínas nos grãos é um indicativo importante para determinar se as plantas estão recebendo a quantidade correta de nitrogênio (Yara Brasil, 2020). O nitrogênio é responsável pela síntese de proteínas, a Adenosina Trifosfato (ATP), advinda da Adenosina Difosfato (ADP), e do fósforo inorgânico proveniente do P (Kuhn, 2015), sendo parte importante tanto para nutrição animal, como na fabricação de rações e alimentação humana. A ausência de efeitos da inoculação sobre esse parâmetro já foi observada em outro trabalho. Ao analisar o conteúdo de proteína bruta nos tratamentos com e sem inoculação, Zampoli (2021) observou um maior conteúdo de proteína bruta (11,79%) no tratamento que não utilizou inoculação e adubação nitrogenada (8,50%). No entanto, nas doses de 90,0 e 180,0 kg de N ha<sup>-1</sup>, não foram notados efeitos da inoculação.

A produtividade de grãos na aveia branca é de grande importância pensando-se na alimentação humana e animal, mas são poucos os trabalhos que abordam essa relação da

inoculação e produtividade de grãos em plantas do gênero *Avena*. A grande maioria deles envolve características forrageiras, para pastoreio. Foram encontrados quatro trabalhos, conduzidos na Índia, que mostram a relação da inoculação de *Azospirillum* na cultura da aveia branca.

Um deles foi o trabalho realizado por Shabaev *et al.* (1991), avaliando o efeito de *Azospirillum* e *Azotobacter* na produtividade da aveia branca, em experimento conduzido em casa de vegetação, utilizando solo adubado com NPK. Não foram observados efeitos significativos em relação a produtividade de grãos. A média foi de 13,6 g por vaso quando as plantas foram inoculadas com *Azospirillum*, contra 13,9 g vaso<sup>-1</sup> sem inoculação. Também não foram achados efeitos quanto à absorção de N pelas plantas quando utilizou-se *Azospirillum* e nem para *Azotobacter*, no entanto foi encontrado um aumento de 1,5 vezes no peso das raízes quando se utilizou *Azotobacter*.

O trabalho de Chaudhary *et al.* (2021), também realizado na Índia, teve como objetivo testar bioinoculante com bactérias solubilizadoras de zinco na cultura da aveia branca. O experimento foi conduzido em vasos com diferentes doses e tipos de adubação com zinco + bioinoculante. Segundo o autor, a fertilização com zinco de diferentes fontes e métodos + bioinoculante, apresentou efeito significativo para vários atributos de crescimento das plantas como altura da planta, número de perfilhos, comprimento da folha, largura da folha, número de folhas e produção de forragem.

Já Patel *et al.* (2008) conduziu em experimento a campo com diferentes doses de nitrogênio: 40, 80 e 120 kg N ha<sup>-1</sup>. Além disso, foram testados dois biofertilizantes, com e sem inoculação com *Azotobacter*. O estudo mostra que aumentos sucessivos nas doses de nitrogênio aumentaram a absorção de nutrientes e a produtividade da aveia. A inoculação com *Azotobacter* também aumentou a absorção de nutrientes e resultou em maior produção de forragem em comparação com a inoculação sem biofertilizante.

Em experimento a campo feito por Singh *et al.* (2000) durante um período de 3 anos, os autores buscaram determinar a exigência de nitrogênio da aveia com e sem inoculação com *Azotobacter*. Ocorreu um aumento significativo para cada incremento da dose de N até 90 kg ha<sup>-1</sup>, em média. A inoculação com *Azotobacter* aumentou a produção de forragem em 7,8% em comparação com a ausência de inoculação.

Como já mencionado, há uma grande falta de experimentos que associem a inoculação da aveia branca com *Azospirillum* à redução da adubação de base NPK. O trabalho realizado no presente estudo é inédito até o momento, o que mostra a importância de continuidade dos estudos.

Os resultados encontrados nesse trabalho são muito importantes para a agricultura, pois ajudam o agricultor a reduzir custos com adubação mineral, evitando desperdícios e mostrando o potencial do uso de microrganismos como solução para redução dos custos.

O Brasil é um forte dependente da importação de fertilizantes e as fortes oscilações no mercado externo nos últimos anos, levam o agricultor a mudar seu planejamento. Além disso, o Brasil possui baixa disponibilidade de reservas, com um custo elevado de extração. A elevação nesses preços tem atingido diversos setores, dentre eles, produtores de bens agrícolas, comerciantes e consumidores. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, os gastos com fertilizantes correspondem em média 40% do custo total da produção. Por exemplo, relacionando os anos de 2020 a 2022, a variação do preço dos fertilizantes na cultura da soja passou de R\$87,39 para R\$182,05 respectivamente, uma variação de R\$94,66 (108,32%). Pesquisas demonstram que a alta desses insumos implica, muitas vezes, na redução da quantidade produzida agrícola. Isso porque a alta dos preços dos fertilizantes resulta no aumento do custo de produção agrícola, acarretando a redução da quantidade demandada pelos agricultores (Ogino; Vieira Filho, 2022; Nogueira *et al.*, 2023).

Em pesquisa de preços realizada no mês de abril de 2024, a cotação de 50kg do adubo 09-33-12, o qual foi utilizado no experimento, foi de R\$154,14. Considerando-se a quantidade de adubo NPK utilizado no experimento, que foi de 350 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento com 100% de adubação, isso representa um custo de R\$1.078,98 ha<sup>-1</sup>. No caso do tratamento que utilizou apenas 50% da adubação, o custo com adubação seria reduzido para R\$539,49 ha<sup>-1</sup>. Somando-se o custo do inoculante de *Azospirillum*, que representa um custo de apenas R\$10,00 ha<sup>-1</sup>, o produtor gastaria apenas R\$549,49 ha<sup>-1</sup>. Isso representa uma economia de R\$529,49 para a produção da aveia branca, ou seja, uma redução de 49,07% no gasto com fertilizantes.

## 5 CONCLUSÃO

A inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura da aveia branca aumenta a produtividade de grãos e deve-se fomentar essa prática uma vez que ela pode trazer resultados positivos e economia para o agricultor.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Fabio Fernando; HUNGRIA, Mariângela. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum* / *Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 34, n. 9, p. 1633-1643, set. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x1999000900014>.
- BALDE BRANCO. “Aveia branca: nocidade do cardapio de vacas leiteiras”. BALDE BRANCO, julho 2017: 02.
- BIOMA (org.). **BiomaPhos**. Disponível em: <https://www.bioma.ind.br/produto/bioma-phos>. Acesso em: 09 set. 2022.
- BERGEY, David Hendricks; HOLT, John G. Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology. **Nature**, [S.L.], v. 162, n. 4126, p. 833-833, nov. 1948. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/162833a0>.
- BRITO, Douglas de *et al.* INFLUÊNCIA DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium* E *Bacillus subtilis* NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.). **VII Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, Paraná, v. 1, n. 1, p. 1-1, nov. 2021.
- BROUWER JanBert; FLOOD Raymond G. (1995) **Aspects of oat physiology**. In: Welch RW (Ed.) *The oat crop: production and utilization*. London, Chapman & Hall. p.203-211
- CHAUDHARY, Manoj *et al.* Zinc biofortification of fodder oat (*Avena sativa* L.) through bioinoculant and synthetic fertilizers. **Range Management And Agroforestry**. India, p. 181-185. dez. 2021.
- CLIMATE-DATA.ORG. **CLIMA CAMPOS NOVOS (BRASIL)**. 2022. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/campos-novos-29447/>. Acesso em: 19 ago. 2022.
- CNA (org.). **CNA debate impactos do aumento dos preços dos fertilizantes para o produtor**. 2022. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/cna-debate-impactos-do-aumento-dos-precos-dos-fertilizantes-para-o-produtor#:~:text=De%20janeiro%20de%202020%20a,do%20produtor%20est%C3%A3o%20se%20retraindo..> Acesso em: 06 set. 2022.
- EMBRAPA (Brasília). **Fixação biológica de Nitrogênio**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em: 22 abr. 2024.
- EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004, 745 p. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46).
- EPAGRI (Campos Novos) (org.). **Caracterização regional**. Campos Novos: Epagri, 2003. Disponível em: [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepapublicacoes/diagnostico/CAMPOS%20NOVOS.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepapublicacoes/diagnostico/CAMPOS%20NOVOS.pdf). Acesso em: 19 ago. 2022.

EPAGRI CIRAM (org.). **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina: Avena spp.** Florianópolis, 2021. Disponível em: [https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/site/documentos/ZonAgroecoMapas.pdf](https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/site/documentos/ZonAgroecoMapas.pdf). Acesso em: 23 ago. 2022.

ESCOSTEGUY, Pedro Alexandre Varella. *et al.* **Indicações Técnicas Para a Cultura da Aveia: fertilidade do solo, calagem e adubação.** Passo Fundo, RS: Universidade de Passo Fundo, 2014. 136 p. Disponível em: [https://www.bibliotecaagpatea.org.br/agricultura/culturas\\_anuais/livros/INDICACOES%20TECNICAS%20PARA%20A%20CULTURA%20DA%20AVEIA.pdf](https://www.bibliotecaagpatea.org.br/agricultura/culturas_anuais/livros/INDICACOES%20TECNICAS%20PARA%20A%20CULTURA%20DA%20AVEIA.pdf). Acesso em: 15 ago. 2022.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Programa SISVAR.** 2015. Disponível em: <https://des.ufla.br/~danielff/programas/programas.html>. Acesso em: 31 mar. 2024.

FLOSS, Elmar Luiz. **A cultura da aveia.** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 1982. 52 p. (Boletim técnico, 1).

FONTANELI, Renato Serena. *et al.* GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS ANUAIS DE INVERNO. **Forrageiras Para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**, Passo Fundo, RS, v. 2, p. 135-138, 2012. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap4.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022

FRIZZONE, José. Antonio. *et al.* Lâminas de água e doses de nitrogênio na produção de aveia (*Avena sativa* L.) para forragem. **Scientia Agricola**, [S.L.], v. 52, n. 3, p. 578-586, dez. 1995. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90161995000300027>.

GARCIA, Rodrigo Arroyo. *et al.* Desenvolvimento da aveia branca e disponibilidade de fósforo em razão da aplicação de silicato de potássio. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 58, n. 6, p. 831-837, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2011000600022>.

GILIO, Luana A. *et al.* COMPONENTES DE CRESCIMENTO DA AVEIA BRANCA SOB INOCULAÇÃO E DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA. **10ª Jornada Científica e Tecnológica e 7º Simpósio da Pós-Graduação do Ifsuldeminas. Issn: 2319-0124**, Minas Gerais, 2018.

GLICK, Bernard R. *et al.* Promotion of Plant Growth by Bacterial ACC Deaminase. **Critical Reviews In Plant Sciences**, [S.L.], v. 26, n. 5-6, p. 227-242, 23 out. 2007. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/07352680701572966>.

GOOGLE EARTH. **Campos Novos – SC: Caxambu.** CNES, [2022]. Imagem de satélite, color, 3D, Airbus Maxar Technologies. Lat. 27°23'26.43"S, Lon. 51°22'24.89"O".

GOMES, Eliane Aparecida. *et al.* **Microrganismos promotores do crescimento em plantas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016, 56p. (Documentos, n. 208).

HUNGRIA, Mariangela; NOGUEIRA, Marco Antônio. **Inoculação de braquiárias com *Azospirillum*.** 2017 (Folder) Disponível em: [Inoculação de braquiárias com \*Azospirillum\*. - Portal Embrapa](#) Acesso em: 25 abr. 2023.

HUNGRIA, Mariangela. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa**, Londrina, p.36, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879471>. Acesso em: 08 mar. 2023.

HUNGRIA, Mariangela; NOGUEIRA, Marco Antonio. **Inoculação Multifuncional para Pastagens com Braquiárias**. Londrina, PR. Embrapa Soja. 2021 (Folder)

KELLING Kenneth A.; FIXEN Paul E. **Soil and nutrient requirements for oat production**. In: Marshall H.G & Sorrells ME (Eds.) Oat science and technology. Madison, American Society of Agronomy. Crop Science Society of America.1992, p.165-190.

KUHN, Miguel. **VALOR NUTRICIONAL DA AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.) CULTIVAR URS TAURA SUBMETIDA À NÍVEIS DE NITROGÊNIO**. 2015. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015.

LOPES, Monyck. Jeane dos Santos. *et al.* Microbial biotechnology: inoculation, mechanisms of action and benefits to plants. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e356101220585, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20585. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20585>. Acesso em: 18 aug. 2022.

NAKAGAWA João; ROSOLEM Ciro Antônio. **Teores de nutrientes nas folhas e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio**. *Bragantia*, 2005, 64:441-445.

MANJULA, K.; PODILE, Appa Rao. Increase in Seedling Emergence and Dry Weight of Pigeon Pea in the Field with Chitin-supplemented Formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, [S.L.], v. 21, n. 6-7, p. 1057-1062, out. 2005. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-004-8148-z>.

MIRANDA, Lucas. Barbosa *et al.* **South American Journal**, Rio Branco, v. 7, n. 2, p. 469-479, maio 2020.

NICHOLSON, Wayne Lowell. *et al.* Resistance of *Bacillus* Endospores to Extreme Terrestrial and Extraterrestrial Environments. **Microbiology And Molecular Biology Reviews**, [S.L.], v. 64, n. 3, p. 548-572, set. 2000. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/mnbr.64.3.548-572.2000>.

NOGUEIRA, Lucas. **Tudo sobre a plantação de aveia: tipos, manejo, colheita e forragem**. 2020. Elaborada por aegro. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/plantacao-de-aveia/>. Acesso em: 16 ago. 2022

NOGUEIRA, Guilherme Henrique Fonseca; FERREIRA, Douglas Marcos; CONCEIÇÃO, Mariã de Oliveira. Reflexo da alta nos preços dos fertilizantes. **Agroanalysis**, [s. l.], p. 26-27, maio 2023.

OGINO, Cristiane Mitie; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. Preços de fertilizantes impactando a produção agrícola brasileira. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (Brua)**:

n. 27, [S.L.], v. 27, p. 151-154, 15 dez. 2022. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada - IPEA. <http://dx.doi.org/10.38116/brua27art11>.

OLIVEIRA-PAIVA, Christiane Abreu. *et al.* "Validação da recomendação para o uso do inoculante BiomaPhos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) na cultura de soja." **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)** (2021).

PANTANO, Glauca *et al.* Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química Nova**, São Paulo - SP, 2016. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20160086>.

PATEL, Murti Patel *et al.* Effect of irrigation, nitrogen and biofertilizer inoculation on N, P and K content and uptake of forage oat (*Avena sativa* L.). **Research On Crops**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 544-546, dez. 2008.

PRIMAVESI, Ana Cândida; RODRIGUES, Armando de Andrade; GODOY, Rodolfo. Recomendações técnicas para o cultivo de aveia. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, SP, v. 1, p. 7-8, dez. 2000.

PRIMAVESI Ana Cândida; PRIMAVESI Odo; CANTARELLA Heitor. GODOY Rodolfo. Resposta da aveia branca à adubação em latossolo vermelho-amarelo em dois sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2004, 33:79-86.

POZZA Adélia Aziz Alexandre *et al.* Retenção e dessorção competitivas de ânions inorgânicos em gibsita natural de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2008, 42:1627-1633.

QUADROS, Patricia Dorr de *et al.* Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 61, n. 2, p. 209-218, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2014000200008>.

RINEH, Ardeshir. *et al.* Clostridium difficile infection: molecular pathogenesis and novel therapeutics. **Expert Review Of Anti-Infective Therapy**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 131-150, jan. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1586/14787210.2014.866515>.

SANDINI, Itacir Eloi. *et al.* Seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* promotes growth, yield and reduces nitrogen applications in maize. **International Journal of Agriculture & Biology**. v. 22, n. 6, p. 1369-1375, 2019.

SANTOS, Alan Francisco dos *et al.* Biometrics and nutritional status of white oat (*Avena sativa* L.) culture under *Bacillus subtilis* and *B. megaterium* inoculation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e53410515270, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.15270. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15270>. Acesso em: 18 aug. 2022.

SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. [S.L.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016, 376 p.

SECCO, Pedro Augusto Andrade. **Microrganismos promotores de crescimento de plantas como ferramenta para potencializar a produção de grãos e seus desafios.** 2023.

Disponível em: [https://biotrop.com.br/microrganismos-promotores-de-crescimento-de-plantas-como-ferramenta-para-potencializar-a-producao-de-graos-e-seus-desafios/#:~:text=Na%20agricultura%2C%20o%20uso%20de,et%20al.%2C%202020\)..](https://biotrop.com.br/microrganismos-promotores-de-crescimento-de-plantas-como-ferramenta-para-potencializar-a-producao-de-graos-e-seus-desafios/#:~:text=Na%20agricultura%2C%20o%20uso%20de,et%20al.%2C%202020)..)

Acesso em: 22 abr. 2024.

SHABAEV, V. P.; SMOLIN, V. Yu.; STREKOZOVA, V. I. The effect of *Azospirillum brasilense* Sp7 and *Azotobacter chroococcum* on nitrogen balance in soil under cropping with oats (*Avena sativa* L.). **Biology And Fertility Of Soils**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 290-292, fev. 1991. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00337381>.

SINGH, Jagdev *et al.* Response of oat (*Avena sativa* L.) to *Azotobacter* at different nitrogen levels. **Indian Journal Of Agronomy**, Bawal India, v. 45, n. 2, p. 433-436, jun. 2000.

TEDESCO, Marino José *et al.* **Análises de Solo, Plantas e Outros Minerais.** Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. n.5, ed.2, 1995, 174p.

TOMAZELI, Luana Maria **Microrganismos solubilizadores de fosfatos e fontes de fósforo na cultura da aveia-branca cultivada em um latossolo vermelho.** 2022. 28 f. TCC - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022.

TORRADO, Paulo Vitor; ALOISI, Ricardo Ralisch., 1984. Coord. Plantio direto no Brasil. Campinas: Fundação Cargill. 124p.

VELOSO, Cristiano. **A alta dos preços dos fertilizantes pode estar reduzindo seus lucros.** 2024. Disponível em: <https://blog.verde.ag/mercado-agricola/uma-tempestade-perfeita-porque-o-preco-dos-fertilizantes-esta-tao-alto/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

WREGGE, Marcos Silveira. *et al.* (ed.). **Atlas climático da região sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do sul.** 2. Ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012, 334 p

YARA BRASIL (comp.). **Quantidade e qualidade de proteína nos grãos de trigo.** 2020. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/proteina-nos-graos-de-trigo/#:~:text=Nitrog%C3%AAnio%20%C3%A9%20um%20componente%20fundamental,as%20quantidades%20adequadas%20de%20nitrog%C3%AAnio..> Acesso em: 06 abr. 2024.

ZAMPOLI, João Igor. **Desempenho produtivo das aveias branca e preta sob adubação nitrogenada e inoculação por *Azospirillum brasilense*.** 2021. 33 f. TCC - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2021

### APÊNDICE A – Croqui da área experimental.

