



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

Caio de Lima

**Avaliação da inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* em aveia preta**

Curitibanos  
2025

Caio de Lima

**Avaliação da inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* em aveia preta**

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

Orientadora: Prof. Patrícia Maria Oliveira Pierre,  
Dr.<sup>a</sup>

Curitiba

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

De Lima, Caio

Avaliação da inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* em aveia preta / Caio De Lima ; orientador, Patrícia Maria Oliveira Pierre, 2025.

31 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2025.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. bactéria. 3. cobertura de solo. 4. solubilização de fosfato. 5. fitormônios. I. Maria Oliveira Pierre, Patrícia. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.

Caio de Lima

**Avaliação da inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* em  
aveia preta**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado, em 05 de junho de 2025,  
pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Banca examinadora

Prof.(a) Dr.(a) Patrícia Maria Oliveira Pierre

Orientador(a)

Prof.(a) Dr.(a) Viviane Glaser

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Dr.(a) Adriana Terumi Itako

Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do Trabalho de Conclusão de Curso  
que foi julgado adequado para obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.



Prof.(a) Dr.(a) Patrícia Maria Oliveira Pierre

Orientador(a)

Curitibanos

2025

Dedico este trabalho a minha mãe, Rosângela.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram durante essa jornada. Ao universo por me conceder o privilégio de estudar em uma universidade federal, por me dar forças durante os momentos de dificuldade, por me mostrar o caminho (que sempre foi seguir em frente) mesmo com tantos obstáculos e por me livrar de todo o mal.

À minha família, em especial quem não está mais aqui; meu dindo que deu todo o suporte que pode enquanto esteve vivo, à minha amada mãe que mesmo não estando mais neste plano, sempre almejou esta minha conquista, dedico ela a ti.

À minha namorada Julia, que durante todos esses anos foi a pessoa que mais me apoiou e esteve ao meu lado. Dividimos alegrias, conquistas, sonhos, mas também passamos por muitas dificuldades e tristezas, o que mais valeu foi trilhar o percurso juntos durante a nossa graduação. Aos meus pets Yara, Sol e Douglas.

À professora Sônia Purin, sem dúvidas foi uma mãe durante a minha graduação, que em momentos de muita dificuldade foi quem me acolheu e me deu forças para continuar. Apesar de tanta coisa, nunca deixou de acreditar no meu potencial. Agradeço a todos os anos de pesquisa ao seu lado, foi uma honra.

À professora Patrícia Pierre, por me orientar e me acolher nos momentos finais da graduação, por me dar suporte e apoio quando mais precisei.

À Embrapa Soja, por fornecer os materiais necessários para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) é uma gramínea anual de inverno que possui grande importância em sistemas de plantio direto no Brasil, onde a palhada é um dos seus principais fatores. Sendo assim, a cultura possui grande capacidade de produção de matéria seca e alta relação C/N, tais características que a conferem como uma ótima opção para rotação de culturas de cobertura de solo durante o inverno. A utilização de microrganismos promotores de crescimento na aveia preta é uma técnica promissora, aumentando a palhada e conservando o solo de maneira adequada. Dentre os principais microrganismos utilizados, estão as bactérias do gênero *Azospirillum*, que promovem a fixação biológica de nitrogênio atmosférico; e *Pseudomonas*, responsáveis pela solubilização de fosfato através da liberação de ácidos orgânicos, tornando este nutriente mais disponível para as plantas. Embora exista trabalhos com inoculação de *Azospirillum* spp. na aveia preta, não existem pesquisas com inoculação de *Pseudomonas* spp. e coinoculação de *Azospirillum* spp. + *Pseudomonas* spp. Assim, o objetivo foi verificar a resposta da aveia preta sobre inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, durante o inverno como cobertura de solo na região sul do Brasil. O experimento conduzido a campo foi implantado em um delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram: T1: testemunha; T2: inoculação com *Azospirillum brasilense*; T3: inoculação com *Pseudomonas fluorescens*; T4: inoculação com *A. brasilense* + *P. fluorescens*. Foi utilizado o programa SISVAR para efetuar a análise estatística dos resultados. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação às variáveis avaliadas: estatura das plantas (91,4 cm), massa da parte aérea fresca (13.881,6 kg/ha), massa da parte aérea seca (1.970,5 kg/ha), massa de raízes frescas (2,522 g/planta) e massa de raízes secas (0,43 g/planta). A inoculação da aveia preta com *A. brasilense* e *P. fluorescens*, isoladas ou em consórcio não demonstrou benefícios de crescimento e deve ser mais bem estudada para comprovar sua eficiência agrônômica.

**Palavras-chave:** Bactéria; Cobertura de solo; Solubilização de fosfato; Fitormônios.

## ABSTRACT

Black oats (*Avena strigosa* Schreb.) are an annual winter grass that is very important in no-tillage systems in Brazil, where straw is one of the main factors. Therefore, the crop has a high dry matter production capacity and a high C/N ratio, characteristics that make it an excellent option for rotation of soil cover crops during the winter. The use of growth-promoting microorganisms in black oats is a promising technique, increasing straw and conserving the soil adequately. Among the main microorganisms used are bacteria of the genus *Azospirillum*, which promote the biological fixation of atmospheric nitrogen; and *Pseudomonas*, responsible for the solubilization of phosphate through the release of organic acids, making this nutrient more available to plants. Although there are studies with inoculation of *Azospirillum* spp. in black oats, there are no studies with inoculation of *Pseudomonas* spp. and coinoculation of *Azospirillum* spp. + *Pseudomonas* spp. Thus, the objective was to verify the response of black oats to inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*, during the winter as soil cover in the southern region of Brazil. The experiment conducted in the field was implemented in a randomized block design, with four treatments and five replicates. The treatments were: T1: control; T2: inoculation with *Azospirillum brasilense*; T3: inoculation with *Pseudomonas fluorescens*; T4: inoculation with *A. brasilense* + *P. fluorescens*. The SISVAR program was used to perform the statistical analysis of the results. There were no significant differences between treatments in relation to the variables evaluated: plant height (91.4 cm), fresh aerial part mass (13,881.6 kg/ha), dry aerial part mass (1,970.5 kg/ha), fresh root mass (2.522 g/plant) and dry root mass (0.43 g/plant). The inoculation of black oats with *A. brasilense* and *P. fluorescens*, isolated or in consortium, did not demonstrate growth benefits and should be further studied to prove its agronomic efficiency.

**Keywords:** Bacteria; Soil cover; Phosphate solubilization; Phytohormones.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 A CULTURA DA AVEIA PRETA.....	18
2.2 IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DE COBERTURA.....	18
2.3 INOCULAÇÃO DE PASTAGENS DE INVERNO.....	20
2.4 Azospirillum brasilense e Pseudomonas fluorescens - MECANISMOS DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO.....	21
2.4.1 Azospirillum brasilense.....	21
2.4.2 Pseudomonas fluorescens.....	21
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
4.1 ESTATURA.....	25
4.2 MASSA DA PARTE AÉREA.....	27
4.3 MASSA DE RAÍZES.....	28
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido a sua capacidade de alta produção de matéria seca da parte aérea e seu sistema radicular bastante desenvolvido, a aveia preta é uma cultura frequentemente indicada para rotação de culturas em sistemas de plantio direto no Sul do Brasil, pois garante uma cobertura de solo de qualidade e bastante eficiente. A cultura apresenta lenta decomposição da palha por conta da alta relação C/N e elevados teores de lignina, que se elevam ao decorrer do desenvolvimento da cultura (DANIELOWSKI *et al.*, 2021).

O manejo adequado das culturas de inverno fornece benefícios aos sistemas de cultivo pois proporciona melhorias nas qualidades físicas e químicas do solo, como é o caso da aveia preta, uma gramínea de inverno, diploide, que mesmo sendo utilizada como forrageira para alimentação animal, é amplamente utilizada por produtores de grãos na região sul do Brasil principalmente como cobertura verde/morta para o solo, isso acaba impactando em um acréscimo na produção de grãos (LÂNGARO; CARVALHO, 2014).

As bactérias do gênero *Azospirillum*, utilizadas como inoculantes em gramíneas, são as mais estudadas no Brasil e no mundo (HUNGRIA *et al.*, 2010). Segundo Nakao *et al.* (2018), *Azospirillum brasilense* promove benefícios em gramíneas, pois auxilia no desenvolvimento radicular, isso acaba influenciando positivamente na absorção de água e nutrientes. Além da fixação biológica de nitrogênio, as bactérias do gênero *Azospirillum* também são capazes de solubilizar fósforo (BONILLA, 2015), e contribuem para produção de fitohormônios promotores de crescimento como auxinas, citocinina e giberelina (SPAEPEN *et al.*, 2009)

Outro grupo de bactérias estudado em gramíneas e que também apresenta a capacidade de solubilizar altos níveis de fósforo é o gênero *Pseudomonas* (BONILLA, 2015), contribuindo também na produção de auxinas (importante hormônio associado ao crescimento vegetal), sideróforos (que auxiliam na disponibilidade de ferro e fósforo para a planta), e atuam também no controle biológico contra patógenos (NOVAIS, 2007; HUNGRIA *et al.*, 2010).

A inoculação é uma técnica onde os microrganismos entram em contato com as plantas hospedeiras. Essa distribuição de microrganismos pode ser feita com um único isolado, denominado inoculação, ou com mais isolados, denominado coinoculação. O propósito da coinoculação é a interação sinérgica dos

microrganismos, entre si, de maneira a aumentar a eficiência na promoção do crescimento vegetal nas plantas favorecidas por este método (LOPES *et al.*, 2021).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* na aveia preta como cobertura de solo, avaliando principalmente sua estatura, massa da parte aérea e massa de raízes, com a finalidade de condicionar o sistema edáfico para as culturas sucessoras.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A CULTURA DA AVEIA PRETA

A aveia preta comum (*Avena strigosa*) é a mais cultivada dentre as aveias, porém sua produtividade de matéria seca pode ser reduzida em temperaturas elevadas. Devido a esse motivo, as regiões recomendadas para cultivo dessa gramínea devem possuir condições de temperatura amena em, pelo menos, uma época do ano (FEROLLA *et al.*, 2007).

Conforme Ferolla (2005), a aveia preta apresenta rusticidade, pois detém a característica de possuir grande capacidade de perfilhamento, panícula mais aberta e semente menor. É mais indicada para o uso como forrageira, porque é mais tolerante à seca e possui menor exigência em fertilidade. Ela apresenta também bastante resistência à incidência de ferrugem e ao ataque de pulgões (FEROLLA, 2005), reduzindo a incidência de pragas e doenças em campo (LÂNGARO; CARVALHO, 2014). Outras características que conferem rusticidade à aveia preta são a rapidez na formação da cobertura do solo, sistema radicular bastante desenvolvido, alta produção de fitomassa, eficiência na ciclagem de nutrientes e baixa decomposição dos resíduos por conta da sua alta relação C/N (>30) (CALEGARI, 2001).

A aveia é a segunda cultura de inverno mais importante na economia nacional em relação a área plantada e produção. Com 500 mil hectares de área plantada e produção de aproximadamente 1,2 milhão de toneladas, fica atrás apenas da cultura do trigo (CONAB, 2024). Estes números são referentes à produção de aveia branca, pois a área de aveia preta não é apontada nos levantamentos oficiais, porque seu uso como cultura de cobertura de solo não é contabilizado.

### 2.2 IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DE COBERTURA

No sistema de plantio direto, a palhada possui um papel importante neste tipo de sistema, devido a estes restos culturais atuarem como agente controlador da erosão, conservando a umidade e a fertilidade do solo e contribuindo com a diminuição da ocorrência de plantas daninhas na área em questão (ROMAN; DIDONET, 1990).

É de extrema importância conhecer o tempo de decomposição dos resíduos vegetais e a dinâmica de disponibilização dos nutrientes, isso se deve por que o sucesso do plantio direto necessita de sistemas que são capazes de promover quantidades de matéria seca suficiente para permanecer o solo coberto durante o ano inteiro (KLIEMANN *et al.*, 2006).

Conforme Mengel e Kirkby (1987), em relação à devida escolha da cultura de inverno, é preciso que haja flexibilidade de maneira a satisfazer as especificidades regionais e as esperanças de negociação dos produtos. Desse modo, as espécies componentes da rotação precisam ser levadas em consideração do ponto de vista de seu aproveitamento comercial e simultaneamente com o destino de cobertura do solo para beneficiar os sistemas de produção. Coberturas de solo distintas têm capacidades específicas de absorver nutrientes do solo e buscar diferentes profundidades do perfil edáfico.

Segundo Boeni *et al.* (2021), as plantas de cobertura fornecem benefícios na estrutura física, química e biológica do solo. Espécies de plantas de cobertura da família das gramíneas, através das suas raízes fasciculadas, tem o potencial de apresentar benefícios para o solo e ao aporte de matéria orgânica. Isso se deve a uma importante relação com a capacidade de troca de cátions do solo, estabilidade da estrutura do solo, atividade biológica, disponibilidade de nutrientes, infiltração de água no sistema e resistência à erosão.

A cobertura morta é capaz de proteger o solo contra a erosão através dos impactos das gotas de chuva, mantém a temperatura e umidade, melhora a capacidade de retenção de água do solo e contribui de maneira positiva no crescimento das raízes (NOGUEIRA; OLIVEIRA; MARTINS; BERNARDES, 2012).

Com um teor de nitrogênio menor, a palhada das gramíneas sofre decomposição mais lentamente, com isso protege o solo por um período maior contra os efeitos erosivos das chuvas e do calor. A aveia (*Avena* spp.), o milheto (*Pennisetum glaucum*), a braquiária (*Brachiaria* spp.) e o azevém (*Lolium multiflorum*) são alguns dos exemplos de gramíneas que podem ser utilizadas como adubos verdes, tendo a capacidade de aportar grandes quantidades de matéria verde, mesmo em um cenário de baixa fertilidade do solo. Caracterizam-se por serem plantas que demonstram grande desenvolvimento radicular superficial, contribuindo na atividade de microrganismos benéficos para o sistema edáfico (SILVA *et al.*, 2014).

### 2.3 INOCULAÇÃO DE PASTAGENS DE INVERNO

Atualmente o uso de inoculantes nas mais diversas espécies de gramíneas mostra ser uma alternativa sustentável para obter aumentos na produção de biomassa, assim é possível atingir bons níveis de produtividade com o uso reduzido de adubos químicos altamente solúveis, contribuindo assim para a sanidade e atividade biológica no sistema edáfico (SANDINI *et al.*, 2019).

O primeiro inoculante para pastagens no Brasil feito pela Embrapa soja e Total Biotecnologia, contém as estirpes *Azospirillum brasilense* (AbV5 e AbV6) com indicação de uso nas espécies *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*. As plantas do tratamento que foram inoculadas com o produto e também utilizado a mesma dosagem de N-fertilizante que o tratamento controle (sem inoculação), apresentaram acréscimo de biomassa de 17,3% para *U. brizantha* e de 12,5% para *U. ruziziensis* (Hungria; Nogueira; Araújo, 2016).

Através dos estudos de Hungria e Nogueira (2017), analisou-se a produção de biomassa de forrageiras (*Brachiaria brizantha* e *Brachiaria ruziziensis*) através da inoculação com *A. brasilense*, sendo possível observar uma concentração de nitrogênio 10% maior na parte aérea e um incremento de 15% na biomassa da parte aérea em comparação a testemunha.

No experimento em casa de vegetação conduzido por Muniz *et al.* (2023), foi avaliado o efeito da inoculação de (A) *A. brasilense* e de (B) *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*, em combinação com adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento inicial da aveia preta. Os dois tratamentos que envolveram o uso de inoculantes apresentaram valores maiores em comparação ao tratamento não inoculado para as seguintes variáveis (independente da dose de N): emergência de plântulas (aumento de 30-35%), matéria seca (incremento de 90%). Este estudo comprova os efeitos positivos das bactérias promotoras de crescimento no desenvolvimento inicial da aveia, capaz de superar os resultados da adubação nitrogenada.

## 2.4 *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* - MECANISMOS DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

### 2.4.1 *Azospirillum brasilense*

Sua principal função está ligada ao processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN), que consiste na redução do dinitrogênio ( $N_2$ ) presente na atmosfera, resultando em amônia ( $NH_3$ ). Esta reação de redução ocorre através da enzima nitrogenase (DOBEREINER; PEDROSA, 1987; HUNGRIA *et al.*, 2010). Síntese de fitormônios que estão ligados ao crescimento radicular e alongamento celular (auxinas, citocininas e giberelinas) (CASSÁN *et al.*, 2014), favorecendo a absorção de água e nutrientes (SPAEPEN *et al.*, 2009).

### 2.4.2 *Pseudomonas fluorescens*

Tem como principal função a capacidade de solubilização de fósforo a partir da síntese de ácidos orgânicos (ácido glucônico e cítrico) (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999), atuando na formação de agentes quelantes (BONILLA, 2015), complexos estáveis com o ácido orgânico e o íon fósforo, impedindo que o fósforo se ligue aos óxidos de ferro do solo, tornando este nutriente disponível para as plantas.

Outro mecanismo para solubilização de fósforo que esta bactéria proporciona é a produção de sideróforos (LEMANCEAU *et al.*, 2009), conhecida como a maior classe de compostos que conseguem se ligar e transportar o Fe (III), devido ao seu elevado grau de especificidade com o íon metálico (GLASAUER; BURFORD; GADD, 2023), além de contribuir para a solubilização do fósforo também torna o ferro disponível para as plantas.

### 3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado entre o período de maio e outubro de 2022, na fazenda experimental do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos, localizada nas coordenadas 28°43'24" S e 51°29'48" O (Figura 01).

Figura 01 – Local da implantação do experimento, em destaque com retângulo vermelho Coordenadas Geográficas: (28°43'24"S/51°29'48"O).



Fonte: Google Earth (2022).

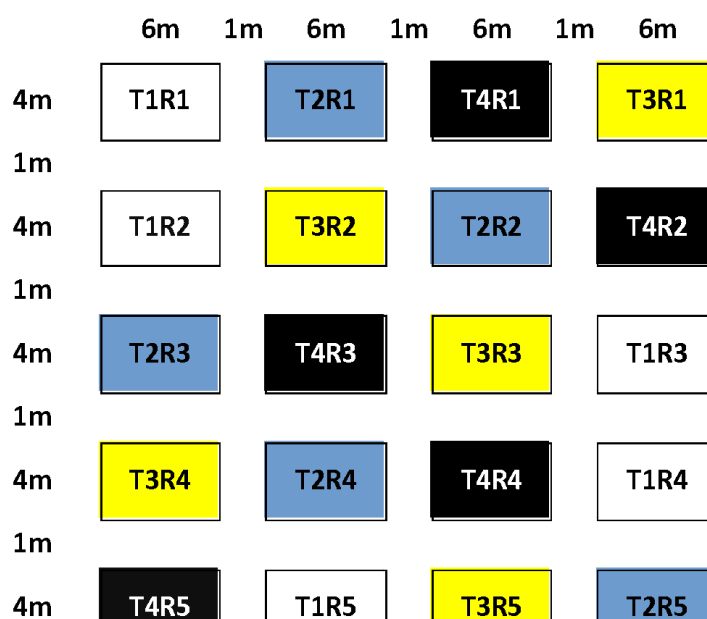
De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta o clima Cfb (mesotérmico úmido com inverno chuvoso e verão ameno) e a área está a 1000 metros em relação ao nível do mar (PANDOLFO *et al.*, 2002). Segundo dados da EMBRAPA (2006), a classificação do solo da área é como Cambissolo Háplico de textura argilosa. São solos que necessitam de grandes quantidades de fertilizantes e de calagem, pois apresentam elevados valores de alumínio (acidez trocável), baixa fertilidade, valores de pH, saturação por bases e de capacidade de troca de cátions (CTC) (SAMPAIO; FERNANDES, 2021). O solo da área do experimento foi corrigido pelos funcionários da universidade, antes da semeadura da aveia preta.

A cultivar de aveia preta utilizada no experimento foi a EMBRAPA 139 (Neblina) e está representada na figura 03. Segundo Danielowski *et al.* (2021) é descrita por possuir hábito de crescimento vertical, por isso apresenta estatura alta, é utilizada principalmente como cobertura de solo pois apresenta a característica de produzir ótimos valores de rendimento de matéria seca, correspondendo a 5374

kg/ha<sup>-1</sup>. Segundo Gaudencio *et al.* (1998), essa é uma cultivar de ciclo curto, de aproximadamente 157 dias desde a emergência até a maturação e possui grande uniformidade na floração e maturação.

O experimento foi implantado em um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando vinte parcelas. As parcelas consistiram em um tamanho de 6 x 4 metros cada, totalizando uma área de 24 m<sup>2</sup>. Houve um espaçamento de 1 m entre parcelas (Figura 04). Os tratamentos avaliados corresponderam a: T1: testemunha; T2: aplicação de *Azospirillum brasilense*; T3: aplicação de *Pseudomonas fluorescens*; T4: aplicação de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*.

Figura 02 – Croqui do experimento.



Fonte: O autor.

O inoculante de *Pseudomonas fluorescens* foi cedido pela EMBRAPA Soja, e sua concentração foi ajustada para  $1 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>. A dose aplicada foi equivalente a 100 mL ha<sup>-1</sup> em volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. O inoculante de *Azospirillum brasilense* também foi fornecido pela EMBRAPA Soja e sua concentração foi ajustada para  $2 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>. A dose aplicada foi equivalente a 300 mL ha<sup>-1</sup> em volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadura foi realizada através de uma semeadora no dia 30/05/2022 (Figura 03), foi utilizado a densidade de 120 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Um mês após a

emergência das plantas, foi realizada a pulverização de calda sobre as plantas, na fase V3 (Figura 03).

Figura 03 – Semeadura do experimento (à esquerda), aplicação dos inoculantes na aveia preta em estágio fenológico V3 (à direita).



Fonte: O autor.

Figura 04 – Medição das plantas de aveia preta.



Fonte: O autor.

Após a emergência, foi aferida a estatura de cinco plantas por parcela, selecionadas no campo de maneira aleatória (Figura 05) com régua graduada, uma vez por mês. A estatura das plantas foi aferida nos dias 03/08, 03/09 e 03/10/22. Quando aproximadamente 50% das panículas estavam expandidas, foram feitas análises de massa da parte aérea e produção de massa radicular.

A parte aérea das plantas foi coletada por amostragem direta, conforme o método do quadrado a partir de duas amostras de cada parcela com a área escolhida de maneira aleatória (SALMAN; SOARES; CANESIN, 2006). Para representar o material que foi coletado, uma moldura de metal com área de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m) foi colocada dentro de cada parcela. As amostras das plantas foram aparadas dentro da área do quadrado com tesoura de poda com corte rente ao solo. Assim, as plantas cortadas foram inseridas dentro de sacos plásticos etiquetados, conforme tratamento e repetição.

Para a coleta das amostras das raízes com solo foi utilizado uma pá, logo após a coleta, o material identificado foi encaminhado para lavagem com água, sendo separado cuidadosamente o solo das raízes.

As amostras de parte aérea e de raízes foram encaminhadas para o laboratório para passar pela pesagem em balança para aferimento da matéria fresca. Depois da pesagem das amostras, as mesmas foram guardadas em sacos de papel, etiquetados e encaminhados para secagem em estufa por um tempo de 72 horas a uma temperatura de 65°C. Após esse período, os materiais foram pesados novamente para aferimento de sua massa seca.

A análise estatística dos resultados foi feita através do programa SISVAR. O teste da ANOVA foi realizado para analisar se houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, a um nível de significância de 5%.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 ESTATURA**

Os valores de estatura das plantas de aveia preta referente aos três meses de análise não sofreram efeito dos tratamentos estudados (Tabelas 1, 2 e 3). O valor médio geral de estatura observado no mês de agosto foi de 34,91 cm, no mês de setembro foi de 58,53 cm e no mês de outubro foi de 75,20 cm.

Tabela 1: Resultado na análise de variância dos dados de estatura e médias dos tratamentos referente ao dia 03/08/22.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	15,878	5,292667	0,2	0,8943
REPETIÇÃO	4	155,208	38,802	1,467	0,2725
erro	12	317,352	26,446		
Total corrigido	19	488,438			
CV (%) =	14,73				
Média geral:	34,91		Número de observações:	20	
Média (T1)	33,88	a1	Número de observações:	5	
(T2)	34,20	a1			
(T3)	35,56	a1			
(T4)	36,00	a1			

Fonte: O autor

Legenda: **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 2: Resultado na análise de variância dos dados de estatura e médias dos tratamentos referente ao dia 03/09/22.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	101,174	33,724667	1,539	0,2551
REPETIÇÃO	4	2127,892	531,973	24,277	0
erro	12	262,956	21,913		
Total corrigido	19	2492,022			
CV (%) =	8				
Média geral:	58,53		Número de observações:	20	
Média (T1)	54,88	a1	Número de observações:	5	
(T2)	58,88	a1			
(T3)	59,36	a1			
(T4)	61,00	a1			

Fonte: O autor

Tabela 3: Resultado na análise de variância dos dados de estatura e médias dos tratamentos referente ao dia 03/10/22.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	24,304	8,101333	0,323	0,8088
REPETIÇÃO	4	313,08	78,27	3,119	0,0563
erro	12	301,096	25,091333		
Total corrigido	19	638,48			
CV (%) =	6,66				
Média geral:	75,2		Número de observações:	20	
Média (T1)	74,00	a1	Número de observações:	5	
(T2)	74,88	a1			
(T3)	74,92	a1			
(T4)	77,00	a1			

Fonte: O autor

#### 4.2 MASSA DA PARTE AÉREA

Os valores de massa fresca e seca da parte aérea das plantas de aveia preta não sofreram efeito dos tratamentos estudados (Tabelas 4 e 5). O valor médio da massa fresca da parte aérea foi de 13.881,6 kg/ha e o de massa seca foi de 1.970,5 kg/ha.

Tabela 4: Resultado na análise de variância dos dados de massa fresca da parte aérea e médias dos tratamentos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	19462536	6487512	0,972	0,4378
REPETIÇÃO	4	30689826	7672456,7	1,15	0,38
erro	12	80072378	6672698,167		
Total corrigido	19	130224740,8			
CV (%) =	18,61				
Média geral:	13881,6		Número de observações:	20	
Média (T1)	12656,4	a1	Número de observações:	5	
(T2)	13167,2	a1			
(T3)	14850,8	a1			
(T4)	14852,0	a1			

Fonte: O autor

Tabela 5: Resultado na análise de variância dos dados de massa seca da parte aérea e médias dos tratamentos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	577240,6	192413,5333	0,807	0,5139
REPETIÇÃO	4	824824	206206	0,865	0,5124
erro	12	2861070,4	238422,5333		
Total corrigido	19	4263135			
CV (%) =	24,78				
Média geral:	1970,5		Número de observações:	20	
Média (T1)	1832,0	a1	Número de observações:	5	
(T2)	1854,0	a1			
(T3)	1939,6	a1			
(T4)	2256,4	a1			

Fonte: O autor

#### 4.3 MASSA DE RAÍZES

Os valores de massa fresca e seca das raízes das plantas de aveia preta não sofreram efeito dos tratamentos estudados (Tabelas 6 e 7). O valor médio da massa fresca das raízes foi de 2,52 g/planta e o de massa seca foi de 0,43 g/planta.

Tabela 6: Resultado na análise de variância dos dados de massa fresca das raízes e médias dos tratamentos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	1,352383	0,450794	1,208	0,349
REPETIÇÃO	4	1,053476	0,263369	0,705	0,6033
erro	12	4,479923	0,373327		
Total corrigido	19	6,885783			
CV (%) =	24,21				
Média geral:	2,52365		Número de observações:	20	
Média (T1)	2,11800	a1	Número de observações:	5	
(T2)	2,50800	a1			
(T3)	2,64000	a1			

(T4)	2,82800	a1			
------	---------	----	--	--	--

Fonte: O autor

Tabela 7: Resultado na análise de variância dos dados de massa seca das raízes e médias dos tratamentos.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	0,050135	0,016712	1,164	0,3637
REPETIÇÃO	4	0,0404	0,0101	0,704	0,6044
erro	12	0,17224	0,014353		
Total corrigido	19	0,262775			
CV (%) =	27,7				
Média geral:	0,4325		Número de observações:	20	
Média (T1)	0,3460	a1	Número de observações:	5	
(T2)	0,4560	a1			
(T3)	0,4620	a1			
(T4)	0,4660	a1			

Fonte: O autor

## 5 DISCUSSÃO

O manejo adequado das culturas de inverno com o objetivo de adubação verde e cobertura do solo é uma boa estratégia para propriedades que não fazem rotação de culturas em períodos de entressafra (EMBRAPA, 2023). Assim, a escolha correta de uma cultivar adaptada às condições climáticas da região e a utilização de bioprodutos, como neste caso, os inoculantes bacterianos, podem contribuir diretamente na produção de matéria vegetal da planta. Isso resulta na satisfação da demanda de cobertura vegetal do solo pelas culturas de verão, promovendo também um aumento na atividade microbiana do solo devido a utilização dos resíduos orgânicos de maneira consciente, com o objetivo de melhorar a qualidade do solo. Essas práticas impactam diretamente na economia do produtor, pois resultam em acréscimos de produtividade nas culturas de verão de maneira ambientalmente sustentável.

No estudo de Domingues Neto *et al.* (2014), onde foi avaliada a influência de *A. brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta, observou-se que houve incremento na altura de plantas.

Embora tenha diversos registros na literatura sobre a eficiência dos microrganismos promotores de crescimento em gramíneas e a inoculação de gramíneas aliada a doses de N-fertilizante, por outro lado, existem carências de estudos que abordem a coinoculação de microrganismos em pastagens de inverno, assim como inoculação com *Pseudomonas* spp., principalmente na aveia preta.

Durante um experimento que ocorreu no Pantanal em áreas de solos arenosos com baixa fertilidade, foi avaliado o desenvolvimento de pastagens sob inoculação da estirpe de *Azospirillum* MAY1. A massa seca da parte aérea (MSPA) foi aferida em março de 2016 e 2017. Embora não significativo estatisticamente, o tratamento referente às plantas inoculadas com MAY1 (T1) resultou em um acréscimo de 10,2% de MSPA para plantas de *Mesosetum chaseae* e de 10% para *Paspalum oteroi*, em comparação ao tratamento sem inoculação (T2). Ao passo que para as plantas de *Urochloa humidicola*, houve aumento de 21,54% e de 18,75% de MSPA nos anos de 2016 e 2017, respectivamente (DE SOUZA; SANTOS; BRASIL, 2023).

No estudo de Schons (2014), foi avaliada a influência de diferentes doses de nitrogênio e da inoculação de sementes com *A. brasilense* sobre alguns parâmetros de produtividade da aveia preta. Quanto às doses de nitrogênio, os tratamentos em que as plantas de aveia preta foram submetidas à dose de 100 kg/ha de N foram os que apresentaram melhores resultados na produção de forragem, sendo que o tratamento onde as plantas de aveia foram submetidas à inoculação com *A. brasilense* e a dose de 100 kg/ha de N foi o que apresentou resultado máximo, totalizando mais de 2000 kg/ha de MS para massa de forragem, indicando um incremento de 7% em relação ao tratamento com as plantas não inoculadas e com a respectiva dose de nitrogênio.

Um estudo conduzido por DÍAZ-ZORITA e FERNÁNDEZ-CANIGIA (2009), avaliou os benefícios da inoculação de sementes de trigo com a cepa de *Azospirillum brasilense* (INTA Az-39), em diversas estações experimentais nos Pampas argentinos. Observou-se que as culturas inoculadas exibiram crescimento vegetativo mais vigoroso, com maior acúmulo de matéria seca na parte aérea e na raiz ( 12,9% e 22,0%, respectivamente).

A resposta da inoculação pode variar devido a variáveis como condições edafoclimáticas, práticas de manejo (MALUSÁ; VASSILEV, 2014), fatores climáticos, características das estirpes bacterianas (BASHAN *et al.*, 2014) e a interação entre essas variáveis (FUKAMI *et al.*, 2017).

Condições edáficas e climáticas no ambiente de cultivo tem impacto na eficácia da inoculação com bactérias promotoras de crescimento em plantas, como *A. brasilense* e *P. fluorescens*. Segundo estudos, solos com pH inferiores a 5,5 podem restringir a sobrevivência e a atividade desses microrganismos, diminuindo sua aptidão de colonizar raízes (BASHAN *et al.*, 2014). Outro fator que tem influência na resposta da inoculação é a matéria orgânica presente no solo, que serve como fonte energética para multiplicação desses microrganismos (KUNDU *et al.*, 2009). O solo da área deste estudo (Cambissolo Háplico ácido, pH 4,93 e alta saturação por alumínio - 21,67%) pode ter influenciado na eficiência dos microrganismos.

Estudos feitos na cultura do trigo apontaram que a inoculação com *Azospirillum* em solos com valores altos de saturação por alumínio ( $m > 20\%$ ) demonstrou respostas inconsistentes, o que indica que a toxidez por  $Al^{3+}$  pode afetar a colonização de raízes e a FBN por bactérias desse gênero (GARCIA *et al.*, 2017).

Com baixas temperaturas atmosféricas ( $<15^{\circ}C$ ) ocorre redução significativa da atividade metabólica e da capacidade de fixação de nitrogênio de *Azospirillum* spp., explicando seu desenvolvimento variável em culturas de inverno (FUKAMI; CERZINI; HUNGRIA, 2018).

Conforme a classificação de Köppen, a região de Curitiba apresenta o clima Cfb (mesotérmico úmido com inverno chuvoso e verão ameno), essa característica climática pode ter afetado na atividade microbiana. *Azospirillum brasilense* tem a FBN e produção de fitormônios reduzidas em temperatura atmosférica inferior a  $15^{\circ}C$  (FUKAMI; CERZINI; HUNGRIA, 2018). Isso valida a ausência de respostas significativas entre os tratamentos, já que o experimento foi conduzido durante o inverno (maio/outubro).

Resultados semelhantes foram observados em pastagens inoculadas com estirpes de *Azospirillum* spp., embora os ganhos de biomassa tenham sido modestos (10-21,5%), não houve diferenças significativas entre os tratamentos (DE SOUZA; SANTOS; BRASIL, 2023). Porém, estudos com adubação nitrogenada associada à inoculação apresentaram respostas positivas (SCHONS, 2014), o que

sugere que a ausência de N-fertilizante aplicado em cobertura neste experimento pode ter limitado os resultados das variáveis estudadas.

## **6 CONCLUSÃO**

A inoculação de *A. brasilense* e *P. fluorescens* nas plantas de aveia preta do presente estudo não resultou em diferenças significativas entre os tratamentos das variáveis analisadas. Esses resultados podem ser explicados por diversas variáveis que circundam à eficiência da inoculação bacteriana, tais como: pH e saturação por  $Al^{3+}$  (fatores edáficos), temperatura (fator climático da região), características das estirpes bacterianas e interações específicas com a cultura.

## REFERÊNCIAS

- BASHAN, Y. *et al.* Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology. **Plant and Soil**, v. 378, p. 1-33, 2014.
- BOENI, M. *et al.* **Culturas de cobertura de solo em sistemas de produção de grãos**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021. 26p. (Circular: divulgação técnica, 10).
- BONILLA, G.A.E. **Efeito da inoculação de bactérias mobilizadoras de fósforo na compostagem e no desenvolvimento da cana-de-açúcar**. 2015. p. 122. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.
- CALEGARI, A. Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2001, Londrina. **Anais**. Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. 241p.
- CASSÁN, F. *et al.* *Azospirillum brasilense* AZ39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). **European Journal of soil Biology**, v. 63, p. 70-77, 2014.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.11 Safra 2023/24, n.5 - Quinto levantamento, Brasília DF, p. 1-122, fevereiro 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.
- DANIELOWSKI, R.; CARAFFA, M.; DOS SANTOS MORAES, C.; LÂNGARO, N.C.; DE CARVALHO, I.Q. Informações técnicas para a cultura de aveia: 40ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). Três de Maio: **SETREM**, 2021. 190p.
- DE MORI, C.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 26 p. (Documentos Online, 136). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do136.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do136.pdf). Acesso em 15 de fevereiro de 2024.
- DÍAZ-ZORITA, M.; FERNÁNDEZ-CANIGIA, M. V. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity. **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 1, p. 3-11, 2009.
- DOBEREINER, J.; PEDROSA, F.O. **Nitrogen-fixing bacteria in nonleguminous crop plants**. Madison: Science Tech Publishers, 1987.
- DOMINGUES NETO, F.J.; YOSHIMI, F.; GARCIA, R.; DOMINGUES, M.C. Influência de *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.10, n.18, p.2013-2019, 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, p.306, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Modelos de produção intensificados para diversificação da matriz produtiva para além da sucessão milho 2ª safra/soja nas regiões centro-oeste e oeste do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 72 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 459).

FEROLLA, F.S. **Avaliação forrageira da Aveia-preta (*Avena strigosa*. Schreb.) e Triticale (*X triticosecale* sp. Wittimmack) sob corte e pastejo em diferentes épocas de plantio no Norte do Estado do Rio de Janeiro**. Orientador: Hernán Maldonado Vásquez. 2005. 15p. Tese (Mestrado) - Produção Animal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.

FEROLLA, F.S.; VÁSQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C.; VIANA, A.P.; DOMINGUES, F.N.; AGUIAR, R.S. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1512-1517, 2007.

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

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2ª ed. -Brasília / EMBRAPA. 2012. 540 p.

FUKAMI, J. *et al.* The challenge of combining high yields with environment-friendly practices. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, 2017.

FUKAMI, J.; CERZINI, P.; HUNGRIA, M. Azospirillum: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 73, 2018.

GARCIA, J. S. *et al.* Aluminum toxicity affects root colonization by Azospirillum brasilense in wheat. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 8, p. 1129-1138, 2017.

GAUDENCIO, C.A.; MENON, J.C.M.; BECKERT, O.P.; VIEIRA, R.C.; FLORIANO, J.M. **Aveia preta para cobertura vegetal do solo: EMBRAPA 139 (Neblina)**. Londrina: Embrapa Soja, 1998.

GLASAUER, S.M.; BURFORD, E.P.; GADD, G.M. Transformation of metals and metalloids by microorganisms. **Encyclopedia of soils in the Environment**, v. 2, p. 243-255, 2023.

GOMILA, M. *et al.* Phylogenomics and systematics in Pseudomonas. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 1-13, march 2015.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n.1-2, p. 413-425, jan. 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 125-131, 2016

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A. **Inoculação de braquiárias com *Azospirillum***. Embrapa Soja, 2017, 4p. (Folder).

KHAN, A.; SINGH, P.; SRIVASTAVA, A. Synthesis, nature and utility of universal iron chelator - Siderophore: A review. **Microbiological Research**, n. October, p. 0-1, 2017

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006

KUNDU, B. S. *et al.* Soil organic carbon, microbial biomass and enzyme activities as affected by organic and inorganic nutrient sources in a tropical rainfed agroecosystem. **Biology and Fertility of Soils**, v. 45, p. 511-520, 2009.

LÂNGARO, N.C.; CARVALHO, I.Q. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**: XXXIV reunião da comissão brasileira de pesquisa de aveia. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

LEMANCEAU, P. *et al.* Iron dynamics in the rhizosphere: consequences for plant health and nutrition. **Advances in Agronomy**, v. 104, p. 183-225, 2009.

LOPES, M.J.S.; DIAS FILHO, M.B.; GURGEL, E.S.C. Successful plant growth-promoting microbes: inoculation methods and abiotic factors. **Frontiers in Sustainable Food Systems**. v.5, p.1-13, 2021.

MALUSÁ, E.; VASSILEV, N. A contribution to set a legal framework for biofertilisers. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 98, n. 15, p. 6599-6607, 2014.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987.

MUNIZ, J. *et al.* **Inoculação de bactérias promotoras de crescimento associada a doses de nitrogênio na cultura de aveia-preta**. In: WORKSHOP DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM PECUÁRIA, 3., 2023, Lages. Anais... Lages: [s.n.], 2023. p. 1-3.

NAKAO, A.H.; ANDREOTTI, M.; SOARES, D.A. MODESTO, V.C.; DICKMANN. Intercropping *Urochloa brizantha* and sorghum inoculated with *Azospirillum brasilense* for silage. **Revista Ciência Agronômica**, v.49, n.3, jul./set. 2018.

NOGUEIRA, N.O.; OLIVEIRA, O.M.; DA SILVA MARTINS, C.A.; BERNARDES, C.O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, n.14, p.2121-2131, 2012.

NOVAIS, R.F. *et al.* **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1050 p.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JR, V.P. da; MASSIGNAM, A.M., PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002

PRIMAVESI, A.C.; RODRIGUES, A.A.; GODOY, R. **Recomendações técnicas para o cultivo de aveia**. São Carlos: Embrapa Sudeste, 39 p., 2000 (Boletim Técnico, n. 06).

RAMOS, J.L. **Pseudomonas: Volume 1 Genomics, Life Style and Molecular Architecture**. v.1. Alemanha, Berlim: Springer Science & Business Media, 835 p., 2004.

REIS, E. M.; BAIER, A. C. Efeito do cultivo de alguns cereais de inverno na população de *Helminthosporium sativum* no solo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 8, n. 2, p. 311-315, 1983a.

REIS, E. M.; BAIER, A. C. Reação de cereais de inverno à podridão comum de raízes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 8, n. 2, p. 277-281, 1983b.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, v. 17, p. 319-339, 1999.

ROMAN, E.S.; DIDONET, A.D. **Controle de plantas daninhas no plantio direto de trigo e soja**. Passo Fundo: EMBRAPA - CNPT, 1990. 32p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica 2).

SALMAN, A. K. D.; SOARES, J. P. G.; CANESIN, R. C. **Métodos de amostragem para avaliação quantitativa de pastagens**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 6 p. (Circular Técnica, 84).

SAMPAIO, R.A.; FERNANDES, L.A. Aspectos geológicos e pedológicos dos solos do município de Montes Claros - MG. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.13, p.01-18, 2021. (e-ISSN: 2447-6218 / ISSN: 2447-6218).

SANDINI, I.E.; PACENTHUK, F.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; CRUZ, S.P.; NAKATANI, A.S. *et al.* Seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* promotes growth, yield and reduces nitrogen application in maize. **International Journal of Agriculture & Biology**. v. 22, n. 6, P. 1369-1375, 2019.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Sistemas de cultivo de trigo com aveias brancas e aveias pretas para rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 1, p. 69-73, jan. 1995.

SAYED, E.; HAMEDA, E. A.; ALTHUBIANI, A. S. Enhancement of plant growth by soil inoculation with *Azospirillum brasilense* HM1 isolated from soil of Saudi Arabia. **International Journal of Current Microbiology Applied Sciences**, Tamilnadu, v. 4, n. 10, p.238-248, 2015.

SCHONS, A. **Doses de nitrogênio e aplicação de inoculante na produção de forragem e grãos de aveia preta**. Orientador: Gilmar Roberto Meinerz. 2014. 27p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Agronomia com ênfase em Agroecologia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo-RS, 2014.

SILVA, A.A.S. *et al.* **Adubação verde: um passo para uma agricultura sustentável.** Araxá: Instituto de ciências da Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH), 2014. 5p. (Circular Técnica 05).

SKONIESKI, F.R.; VIÉGAS, J.;BERMUDES, R.F.; NÖRNBERG, J.L.; ZIECH, M.F.; COSTA, O.A.D; MEINERZ, G.R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

SOUZA, M.S.T.; SANTOS, S.A.; BRASIL, M.S. Desenvolvimento de pastagens inoculadas com a estirpe MAY1 de *Azospirillum* spp. no Pantanal, sub-região Nhecolândia, Brasil. **Revista GeoPantanal**, Corumbá, MS, v. 18, n. 34, p. 100-113, 2023.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J.; REMANS, R. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. **EEMS Microbiology Reviews**, v. 31, n. 4, p. 425-448, 2007.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, A.Y. Plant Growth-Promoting Actions of Rhizobacteria. **Advances in Botanical Research**, v.51, p.283-320, 2009.