

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE EM CACHOEIRA DO SUL
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

DIEGO SANTOS BULSING

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*
EM CULTIVO DE AZEVÉM**

CACHOEIRA DO SUL - RS

2023

DIEGO SANTOS BULSING

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*
EM CULTIVO DE AZEVÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Orientador: Prof. Dr. Benjamin Dias Osório Filho

CACHOEIRA DO SUL

2023

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

B939a Bulsing, Diego Santos

Adubação orgânica e inoculação com *Azospirillum brasilense* em cultivo de azevém/ Diego Santos Bulsing. – Cachoeira do Sul, 2023.

33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Agronomia (Bacharelado), Unidade em Cachoeira do Sul, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Benjamin Dias Osório Filho

1. Cama de aviário. 2. Fixação biológica de nitrogênio. 3. Organismos promotores de crescimento. 4. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação. I. Osório Filho, Benjamin Dias. II. Curso de Agronomia (Bacharelado), Unidade em Cachoeira do Sul, 2023. III. Título.

Catálogo elaborado pelo Bibliotecário Uergs - Marcelo Bresolin CRB10/2136

DIEGO SANTOS BULSING

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*
EM CULTIVO DE AZEVÉM**

Trabalho de Conclusão de Curso
(TCC) apresentado como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da
Universidade Estadual do Rio Grande
do Sul (UERGS)

Orientador: Prof. Dr. Benjamin Dias
Osório Filho
Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Benjamin Dias Osório Filho
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof. Dr. Marciel Redin
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Prof^a. Dr^a. Mônica Vizzotto Reffatti
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

“Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Antoine Laurent de Lavoisier

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me concedido a vida, por me abençoar, me conceder saúde e força para seguir até o final do curso.

Aos meus pais Antônio e Édila, que com todo amor não mediram esforços, me apoiando, incentivando e motivando para que eu continuasse seguindo atrás dos meus sonhos.

À minha namorada, por todo apoio, companheirismo e paciência.

Aos meus familiares, amigos e colegas por sempre me ajudarem e estarem do meu lado.

À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul por proporcionar um ensino de qualidade e gratuito.

Ao professor Benjamin Dias Osório Filho, pela orientação e ajuda na realização e desenvolvimento do trabalho, e pelos ensinamentos que levarei para a vida toda, que com certeza foi fundamental para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores Marciel Redin e Mônica Vizzotto Reffatti por aceitarem participar da banca e por todos os ensinamentos passados.

A todos os professores e funcionários da UERGS pela dedicação e ensinamentos durante o período de graduação.

RESUMO

Os campos do Rio Grande do Sul apresentam baixa oferta de forragem no outono/inverno entre os meses de março a setembro, tendo como alternativa a implantação de pastagens anuais como azevém (*Lolium multiflorum*), possibilitando preencher o vazio forrageiro dessas estações. A deficiência de nutrientes é uma das principais causas de degradação de pastagens. Entre os elementos presentes no solo, o nitrogênio destaca-se como crucial para o crescimento adequado das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de massa seca de azevém, taxa de decomposição e crescimento de raiz em função da utilização de cama de aviário e inoculação de *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido a campo na safra 2022 na Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, situada na localidade de Três Vendas (29°53' S e 53° 00' W, altitude de 125 m), município de Cachoeira do Sul na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. Os tratamentos consistiram na combinação entre aplicação e não aplicação de cama de aviário e inoculação e não inoculação com *A. brasilense*. Na avaliação da massa seca observou-se que no primeiro corte não houve diferença entre os tratamentos. Já no segundo corte, o tratamento com *A. brasilense* apresentou maior produtividade comparado com o experimento sem *A. brasilense*, 4500kg ha⁻¹. Na avaliação da taxa de crescimento de azevém, observa-se que os tratamentos com *A. brasilense* e com cama de aviário, foram superiores aos tratamentos sem *A. brasilense* e sem cama de aviário, obtendo quase o dobro de produção de massa seca de azevém por dia. A inoculação com *A. brasilense* teve efeito positivo na produção de massa seca de azevém, maior decomposição dos resíduos e maior comprimento de raízes quando associado com cama de aviário.

Palavras-chave: Forragem, Cama de aviário, Organismos promotores de crescimento. Fixação biológica de nitrogênio.

ABSTRACT

The fields of Rio Grande do Sul have a low supply of forage in autumn/winter between the months of March and September, with the alternative being the implementation of annual pastures such as ryegrass (*Lolium multiflorum*), making it possible to fill the forage gap in these seasons. Nutrient deficiency is one of the main causes of pasture degradation. Among the elements present in the soil, nitrogen stands out as crucial for adequate plant growth. The objective of this work was to evaluate the production of ryegrass dry mass, decomposition rate and root growth depending on the use of poultry litter and inoculation with *Azospirillum brasilense*. The experiment was conducted in the field in the 2022 harvest at the Agricultural Station of the State University of Rio Grande do Sul, located in the town of Três Vendas (29°53' S and 53° 00' W, altitude of 125 m), municipality of Cachoeira do Sul in the Region Central of the State of Rio Grande do Sul. The treatments consisted of a combination of application and non-application of poultry litter and inoculation and non-inoculation with *A. brasilense*. When evaluating dry mass, it was observed that in the first cut there was no difference between treatments. In the second cut, the treatment with *A. brasilense* showed higher productivity compared to the experiment without *A. brasilense*, 4500kg ha⁻¹. When evaluating the ryegrass growth rate, it was observed that treatments with *A. brasilense* and poultry litter were superior to treatments without *A. brasilense* and without poultry litter, obtaining almost twice the production of ryegrass dry matter. per day. Inoculation with *A. brasilense* had a positive effect on ryegrass dry mass production, greater residue decomposition and greater root length when associated with poultry litter.

Keywords: Forage, Poultry litter, Growth-promoting organisms. Biological nitrogen fixation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. O CULTIVO DE AZEVÉM	11
2.2. ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CULTIVO DE AZEVÉM	12
2.3. NITROGÊNIO.....	13
2.4. INOCULAÇÃO DE AZEVÉM COM <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>	14
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GERAL.....	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul apresenta baixa oferta de forragem no outono/inverno entre os meses de março a setembro, tendo como alternativa a implantação de pastagens anuais como azevém (*Lolium multiflorum*), possibilitando preencher o vazio forrageiro dessas estações. O azevém além de se destacar pela grande importância como forrageira de inverno, traz benefícios para o solo e culturas sucessoras, com a produção de palha para o plantio direto de culturas em sucessão (LUBBERSTEDT; SCHEJBEL; BACH, 2003).

A deficiência de nutrientes é uma das principais causas de degradação de pastagens, especialmente de Poaceae (gramíneas). Entre os elementos presentes no solo, o nitrogênio destaca-se como crucial para o crescimento adequado das plantas (BATISTA et al., 2006). Por ser muito volátil, parte do nitrogênio acaba sendo perdido por volatilização, resultando na diminuição da disponibilidade desse nutriente para as plantas (BENETT et al., 2008).

O elevado custo dos fatores de produção agrícolas, como os fertilizantes químicos solúveis, e os efeitos ambientais negativos devido ao seu processamento inadequado levaram a um aumento na utilização de fertilizantes orgânicos. A cama de aviário difere dos demais em termos de nutrientes, principalmente no teor de nitrogênio, por ter origem de aves alimentadas por ração. Essa característica da cama de aviário, relacionada ao seu baixo preço e alta oferta, tem levado ao seu uso como fertilizante, e principalmente, como fonte de nitrogênio para as plantas.

Além disso, uma prática que vem sendo recorrente é o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal em diversas culturas, visando que possibilite melhorar a produção das forrageiras sem que sejam provocados danos ao meio ambiente ou a produção atinja elevados custos (DUARTE et al., 2020).

As bactérias do gênero *Azospirillum*, em especial a espécie *Azospirillum brasilense*, vem sendo muito pesquisada devido à sua relação no aporte de nitrogênio pelas plantas. Tal técnica é apontada como ambientalmente correta e economicamente viável, podendo ganhar espaço tomando o lugar da adubação nitrogenada convencional, com adubos químicos (DUARTE et al., 2020).

Desta forma, este trabalho avaliou a produção de massa seca de azevém, o comprimento de raiz e a taxa de decomposição no solo dos resíduos da parte

aérea em função da fertilização com cama de aviário, associada à inoculação com *A. brasilense* e suas utilizações isoladas (ou separado).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O cultivo de azevém

Por ter alta adaptabilidade ao frio, rusticidade, possuir capacidade de rebrote e alta produção de forragem, o azevém está sendo muito utilizado nos diferentes sistemas produtivos na região sul do Brasil. (PEDROSO et al., 2004; CAUDURO, 2005). O azevém é a forrageira de inverno mais utilizada no Rio Grande do Sul e na maior parte das regiões de clima temperado e tropical no mundo, devido à sua alta rusticidade e adaptabilidade. (HIRATA et al., 2016; OLIVEIRA, 2014). É uma gramínea que possui grande potencial de produção de massa de forragem, capacidade de rebrote e elevada qualidade nutricional, e pode ser utilizada na forma de pastagem, silagem ou feno (PEDROSO et al., 2004).

A época de semeadura do azevém varia de março a junho, semeando sem consórcio, usa-se 25 a 40 kg ha⁻¹ de sementes, e quando consorciado com outra planta, devem ser usados de 15 a 25 kg ha⁻¹. (FONTANELI et al., 2009). A utilização do azevém durante período de escassez de forragem para compor pastagens nativas e anuais, ou em até mesmo em consórcio com outras espécies, é uma alternativa que favorece o pastejo durante todo inverno e primavera (FONTANELI et al., 2009).

No plantio convencional do azevém, as exigências nutricionais são supridas por meio da aplicação de calcário e do emprego de adubos químicos. Contudo, estes insumos apresentam um custo elevado, além de ocasionarem impactos ambientais negativos quando manejados de forma inadequada (KIEHL, 1985). Neste contexto, a adubação orgânica se mostra uma alternativa viável comparada aos insumos químicos. Este tipo de adubação oportuniza benefícios a longo prazo, melhorando características químicas, físicas e biológicas do solo por meio do incremento de matéria orgânica (SANTIAGO; ROSSETTO, 2018). A biota do solo é favorecida com a adubação orgânica, pois grande parte destes organismos necessitam de carbono e outros nutrientes presentes na matéria orgânica (MORSELLI, 2009).

2.2. Adubação orgânica no cultivo de azevém

Os sistemas de criação de animais originam diversos resíduos orgânicos. Estes resíduos são grandes responsáveis por impactos ambientais consideráveis e sua utilização como adubos e condicionadores dos solos na agricultura tem se constituído em uma alternativa interessante para a preservação da qualidade ambiental, e redução de custos agrícolas (MELLO; VITTI, 2002).

A cama aviária é uma mistura de esterco de aves, penas, fragmentos de material sólido e orgânico utilizados sobre os pisos dos aviários, acrescidos da ração desperdiçada dos comedouros (ALVES, 1991). É considerada uma boa fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio (N), e quando manejada adequadamente, pode suprir, parcial ou totalmente o fertilizante químico. O uso de cama de aviário adiciona matéria orgânica ao solo melhorando os atributos físicos, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração e aumenta o desenvolvimento da flora microbiana do solo (BLUM et al., 2003).

A utilização de adubos orgânicos ocasiona um aumento na flora microbiana, desempenha um papel positivo na melhoria da estrutura do solo, promovendo o crescimento do sistema radicular, facilitando a absorção de nutrientes como o fósforo, que possui baixa mobilidade (ALLISON, 1973). A adubação orgânica também promove melhorias químicas do solo, liberando os nutrientes de forma mais lenta, aumentando a capacidade de troca de cátions, a complexação do alumínio tóxico e disponibilizando fósforo, nitrogênio e enxofre (GONÇALVES, et al., 2017). A utilização da cama de frango como fertilizante para forrageiras tem uma grande vantagem, pois disponibiliza nutrientes após aplicação e mantém a liberação residual nos anos seguintes. No caso do nitrogênio, por exemplo, 50% é disponibilizado no primeiro ano, 20% no segundo e 30% em anos seguintes (MALAVOLTA et al. 1974).

Solos que receberam aplicações de cama de aviário por cinco anos apresentaram maior pH em relação a solos que não receberam cama no mesmo período, a cama de aviário manteve o pH ideal para a maioria das culturas, entretanto, os solos que foi feita a adubação mineral precisou de calagem para correção de pH. O uso da cama de aviário pode fornecer nutrientes, corrigir a

acidez do solo, reduzir a toxicidade de alumínio e ainda aumentar a disponibilidade de fósforo (ZHANG, 1998).

É uma das alternativas de melhor custo benefício para os agricultores, pois apresenta um baixo custo e pode viabilizar a adubação em culturas comerciais (COSTA et al., 2009). Pois quando adequadamente manejados, aumentam a produtividade, a qualidade do solo, diminuem o potencial poluidor, tornando-se um importante fator agregador de valor, já que é um recurso disponível na propriedade, ou pode ser adquirido por um baixo custo (CHOUDHARY et al., 1996).

A aplicação de cama de aviário é feita antes ou logo após a semeadura, e quando se trabalha com fertilizantes minerais, o produtor realiza o parcelamento do N com aplicações mais pontuais em momentos de maior demanda pelas culturas, para uma maior eficiência de utilização do N, diminuindo potenciais perdas por volatilização e lixiviação que podem vir a contaminar o lençol de águas subterrâneos (SANGOI et al., 2007).

2.3. Nitrogênio

O nitrogênio representa 78% dos gases da atmosfera, mesmo a atmosfera sendo rica em N, este elemento que é tão importante está pouco disponível para as plantas (MALAVOLTA 2002). A forma de deixa-lo disponível para as plantas pode ocorrer via fixação biológica ou via adição de fertilizantes, sendo mais utilizado na forma de ureia. Inicialmente o solo transforma o amônio (NH_4^+) em nitrato (NO_3^-) por um processo conhecido como nitrificação e posteriormente a planta absorve via raiz o nitrato (NO_3^-), converte em nitrito (NO_2^-) e via enzima redutase é convertido em amônio, sendo absorvido pela planta e direcionado para produção. Para que esse processo ocorra o vegetal necessita de energia obtida do processo fotossintético que está em forma de glicose (TSAY et al. 2007).

O nitrogênio está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas, e por isso é considerado um elemento essencial para as plantas (HARPER, 1994). Sendo depositado no solo em maior fração na forma orgânica,

e seu aporte acontece por deposições da atmosfera, fixação biológica, adubações químicas e orgânicas. O nitrogênio por ser um nutriente de alta mobilidade está sujeito a perdas como lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e emissão de N_2 , N_2O (CANTARELLA, 2007).

Há estimativas de que a fixação biológica de nitrogênio represente cerca de 65% de todo nitrogênio fixado no planeta (AZEVEDO, 2010), tornando-se o segundo processo biológico mais importante do planeta, ficando atrás apenas da fotossíntese (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Tendo em vista que o Brasil importa atualmente cerca de 70% do nitrogênio utilizado na agricultura, e em razão de altos custos para adquirir estes fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA, 2011), muitas pesquisas têm sido direcionadas à utilização de microrganismos que efetuem a fixação biológica de nitrogênio (CANTARELLA & DUARTE, 2004; CONCEIÇÃO et al., 2009).

2.4. Inoculação de azevém com *Azospirillum brasilense*

O nitrogênio é encontrado na forma de N_2 na atmosfera, e a fixação biológica de nitrogênio é umas das formas de converter N_2 em outras formas nitrogenadas, sendo promovida por microrganismos que utilizam esse macronutriente fixado na síntese de proteínas e ácidos nucléicos. (NUNES et al., 2003). A principal forma de fixar N_2 em amônia ou nitrato é a fixação biológica de nitrogênio, sendo a porta de entrada do nitrogênio molecular no ciclo biogeoquímico do nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Bactérias que tem a função de fixar nitrogênio são encontradas na natureza na forma de vida livre ou em associação com plantas, e estão em geral amplamente distribuídas no solo (DIDONET et al., 2000). O *Azospirillum brasilense* está presente em torno de 60% das amostras de solo coletadas no planeta, e seu potencial para uso na agricultura está sendo estudado, assim como sua ecofisiologia (BASHAN et al., 2004).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são bactérias promotoras de crescimento de plantas, são encontradas em quase todos os lugares da terra, havendo a descrição de 14 espécies, entre elas o *A. brasilense* (HUNGRIA, 2011). O *Azospirillum* foi descoberto na década de 70, sendo fruto de estudos

realizados por Johanna Dobreiner e pesquisadores da Embrapa Agrobiologia (OKON & GONZALES, 1994; ROSÁRIO, 2013). Após sua descoberta passou a ser pesquisado em várias partes do mundo, apresentando respostas satisfatórias para os sistemas de produção (ROSÁRIO, 2013).

O *A. brasilense* coloniza a superfície das raízes e tecidos internos das plantas, sendo denominado microrganismo diazotrófico (BALDANI et al., 1997). O *A. brasilense* auxilia no desenvolvimento da planta devido a solubilização do fósforo, faz a fixação biológica de nitrogênio e estimula o crescimento das raízes (SPAEPEN et al., 2009).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são geralmente encontradas habitando raízes de gramíneas. O *A. brasilense* atua na nutrição da planta, seja através do processo de fixação biológica de nitrogênio, ou pela produção de hormônios vegetais, que atuam no aumento do sistema radicular das plantas. A inoculação com *A. brasilense* modifica a morfologia do sistema radicular pela produção de substâncias promotoras de crescimento, aumentando o número de radicelas, o diâmetro das raízes laterais e adventícias, ampliando assim, o volume do solo explorado e promovendo uma maior absorção de nutrientes (OKON & VANDERLEYDEN, 1997). A inoculação das bactérias de forma correta é um dos principais cuidados a serem tomados para que estas possam cumprir o seu papel de fixadoras do nitrogênio atmosférico, pois em condições de altas temperatura, por exemplo, a aplicação conjunta com agroquímicos pode afetar sua viabilidade (HUNGRIA et al., 2010).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho da cultura do azevém e decomposição dos resíduos da parte aérea em função da utilização de cama de aviário e inoculação de *Azospirillum brasilense*.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

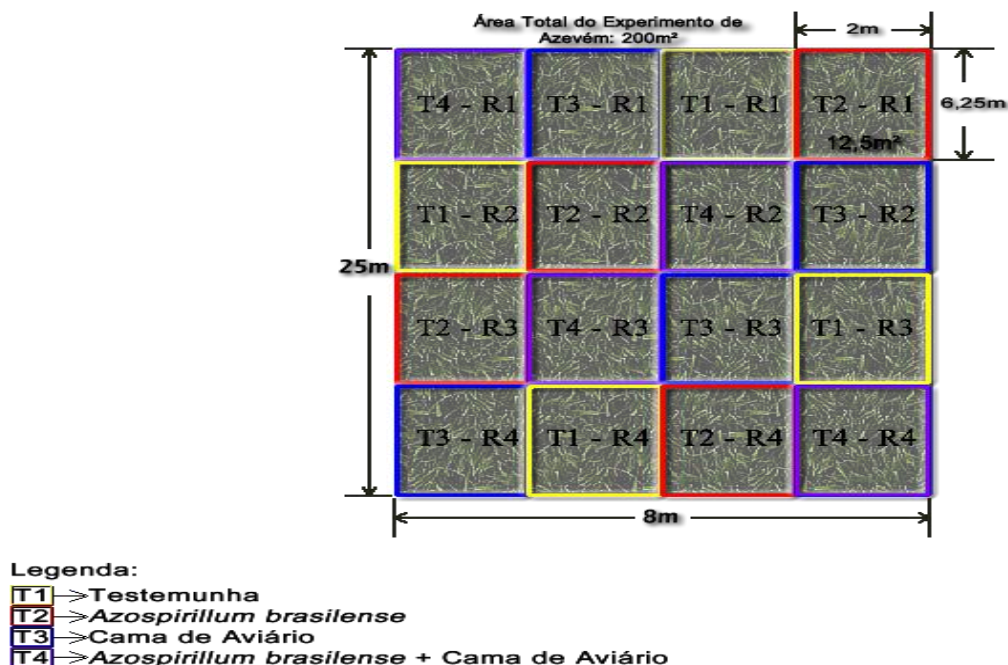
- Avaliar o efeito da aplicação de cama de aviário sobre a produção de azevém.
- Avaliar a resposta do azevém à inoculação com produto comercial a base de *A. brasilense*.
- Avaliar o efeito da aplicação de cama de aviário e aplicação de *A. brasilense* no crescimento de raiz de azevém.
- Avaliar o efeito da cama de aviário e da inoculação com *A. brasilense* na taxa de decomposição do azevém.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na safra 2022 na Estação Agronômica pertencente a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, situada na localidade de Três Vendas (29°53' S e 53° 00' W, altitude de 125 m), município de Cachoeira do Sul na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho distrófico e o clima da região é classificado por (ALVARES et al. 2013), como subtropical úmido, com temperatura média anual é 19.3 °C e média anual de pluviosidade de 1.665 mm.

O delineamento experimental usado foi em blocos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições. As características avaliadas no experimento foram massa seca, taxa de crescimento, comprimento de raiz e taxa de decomposição. O experimento contemplou a área total de 200 m², sendo 16 parcelas de 12,5 m², conforme está representado na (Fig. 1).

Figura 1. Croqui do experimento, com informações do delineamento experimental.



Fonte: Autor (2023).

O experimento foi implantado no dia 02 de julho de 2022, foi feito revolvimento do solo, inoculação do *Azospirillum brasilense*, semeadura de azevém a lanço e feita a cobertura da semente com ancinho. Foi utilizado 25 kg de semente de azevém há⁻¹ e 100 ml de *A. brasilense* para 25 kg de semente de azevém.

Figura 2. Experimento demarcado e pronto para semeadura de azevém.



Fonte: Autor (2022)

No dia 11 de julho de 2022 foi realizada a aplicação de cama de aviário nas parcelas (Figura 3), foi utilizado a dosagem de 6 toneladas há⁻¹. A cama de aviário utilizada foi considerada cama de frango (8 lotes), e conforme o Manual de Adubação e Calagem para os Solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016), em 6 toneladas de cama de aviário está disponível 85,5 kg ha⁻¹ de nitrogénio, 144 kg ha⁻¹ de fósforo, 157,5 kg ha⁻¹ de potássio. A dose recomendada seguindo o (CQFS-RS/SC, 2016), seria 3,4 toneladas de cama de

aviário há⁻¹, mas teria que utilizar outro tipo de fertilizante para suprir a necessidade de Nitrogênio e Fósforo, mas como o intuito foi avaliar o desempenho do *A. brasilense*, se utilizou a dose de 6 toneladas de cama de aviário por hectare.

Figura 3. Aplicação da cama de aviário.



Fonte: Autor (2022)

No dia 4 de outubro de 2022 foi realizado o primeiro corte de azevém, e 4 de novembro de 2022 o segundo corte (Figura 4), foi utilizado um gabarito de 0,25 m² e uma foice para avaliar a massa seca de azevém, e para avaliar o comprimento de raiz foi feito um buraco de 20 cm de profundidade para retirar amostras para avaliar o comprimento de raiz. O azevém coletado foi encaminhado para secagem, ficou na estufa com temperatura de 65°C até a massa ficar constante, após secagem foi feita a pesagem para avaliar a massa seca. Foi realizada a pesagem em uma balança analítica de 3 gramas de massa seca de azevém e colocados dentro de saquinhos de bomba de chimarrão, onde

foram enterrados em cada tratamento em uma profundidade de 8 cm por 30 dias, e para calcular a taxa de decomposição (k) foi utilizada a equação: $C = C_0 e^{-kt}$, onde: C é a massa final das amostras; C_0 é a massa inicial (3 g); t, o tempo decorrido na experimentação (30 dias) e k a constante de decomposição (PARDO et al., 1997).

Figura 4. Coleta de azevém para avaliar massa seca.



Fonte: Autor (2022)

Figura 5. Amostras para estimativa da taxa de decomposição da parte aérea.

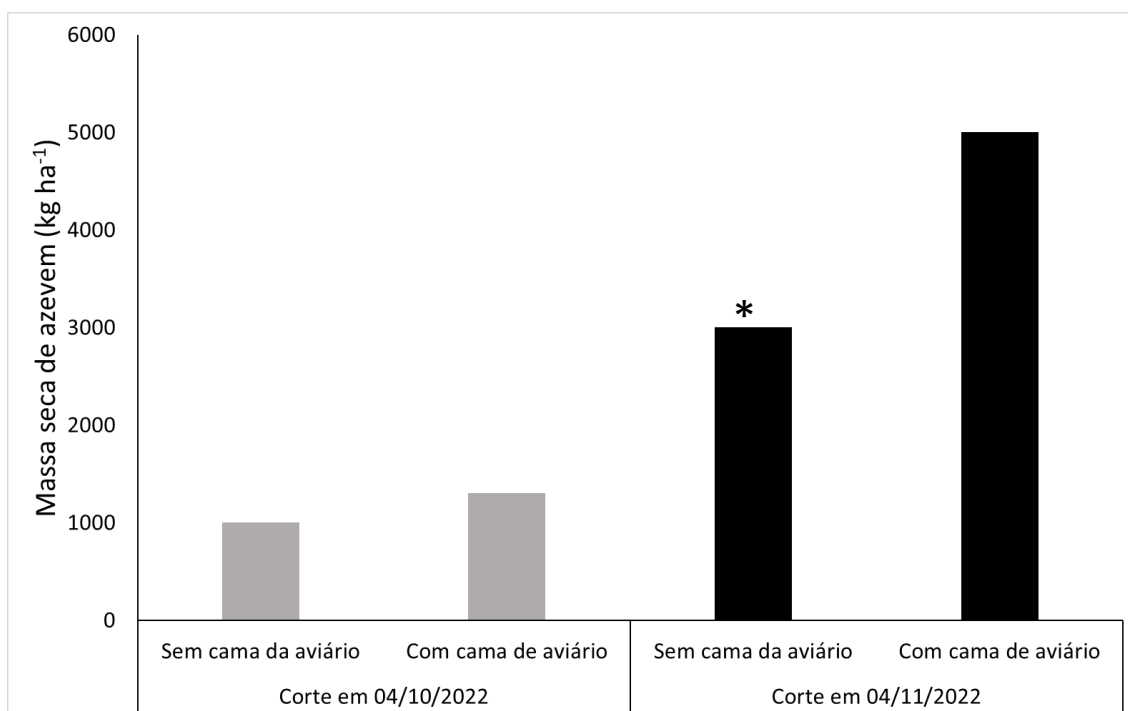


Fonte: Autor (2022)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da massa seca de azevém em função da aplicação de cama de aviário (Fig. 6), observa-se que no corte realizado no dia 04/10/2022, não teve diferença entre os tratamentos, já no corte realizado em 04/11/2022, o tratamento com cama de aviário apresentou aumento significativo quando comparado com o tratamento sem cama de aviário, chegando a obter cerca de 5000kg ha⁻¹. Este aumento de massa seca de azevém no tratamento com cama de aviário do segundo corte, quando comparado com o experimento sem cama de aviário é devido à alta concentração de nutrientes que a cama de aviário apresenta na dosagem de 6t há⁻¹, que disponibiliza cerca de 85,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 144 kg ha⁻¹ de fósforo, 157,5 kg ha⁻¹ de potássio (CQFS-RS/SC, 2016), podendo nutrir-se dos principais macronutrientes que o azevém necessita para seu desenvolvimento, e devido ao estímulo que as raízes tem em se desenvolver quando a planta sofre o corte e assim podendo auxiliar melhor no desenvolvimento das plantas, alcançando uma maior quantidade de nutrientes em uma maior profundidade, em uma aérea de ação maior, e assim obtendo uma maior produção de massa seca de azevém (kg ha⁻¹). O efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto por meio do fornecimento de nutrientes ou pelas modificações das propriedades físicas do solo melhorando o ambiente radicular e estimulando o desenvolvimento das plantas. No entanto, cabe ressaltar que o uso de adubos orgânicos promove a liberação lenta e gradual de nutrientes com a vantagem de aumentar o teor de matéria orgânica do solo (KIEHL,1993).

Figura 6. Massa seca de azevém coletadas em dois momentos, em função da aplicação de cama de aviário.



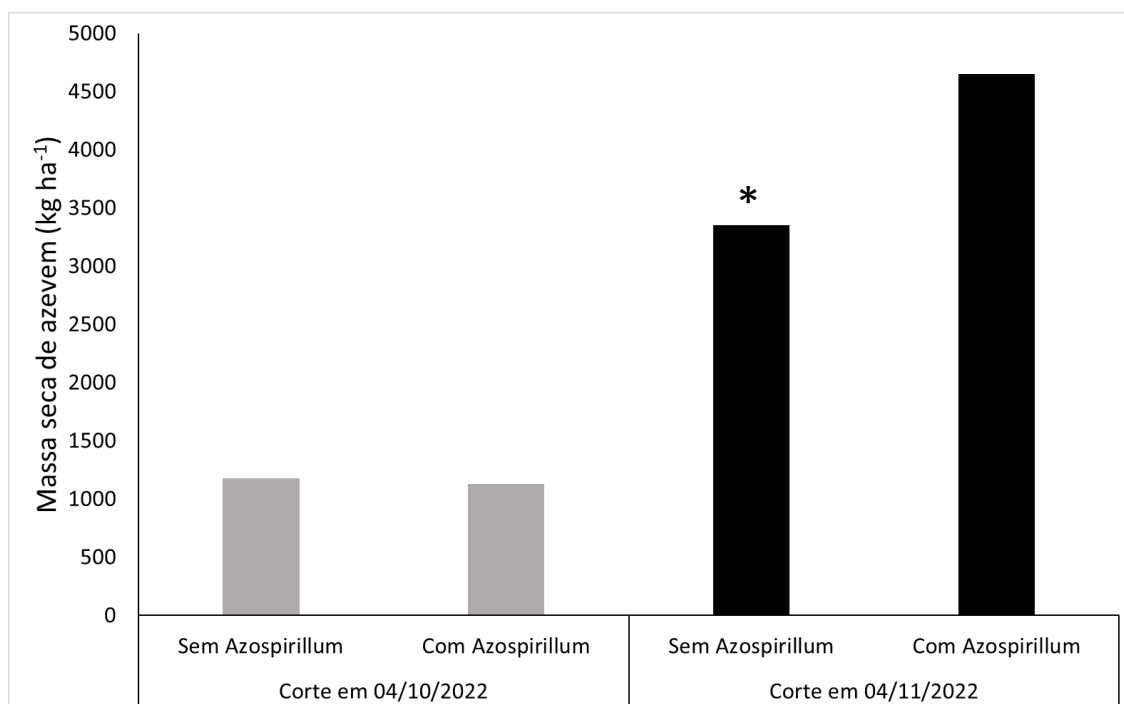
Fonte: Autor (2023). * diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro pelo teste “t” de Student.

Na avaliação da massa seca de azevém em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* (Fig. 7), observou-se que no primeiro corte não houve diferença entre os tratamentos. Já no segundo corte o tratamento com *A. brasilense* apresentou maior produtividade comparado com o experimento sem *A. brasilense*, chegando a obter cerca de 4500kg ha⁻¹. Essa diferença é devido a inoculação do *A. brasilense* que realiza a fixação biológica de nitrogênio, podendo assim nutrir-se de um dos principais macronutrientes que o azevém necessita para seu desenvolvimento e assim obtendo uma maior produção de massa seca de azevém (kg ha⁻¹).

Comparando as datas de corte, o segundo corte houve um aumento significativo de massa seca, com uma diferença que chega a 3000kg ha⁻¹. As bactérias diazotróficas são capazes de romper a tripla ligação de N e se encontram em associações endofíticas facultativas com as gramíneas, sendo

capazes de promover um maior crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, melhorando absorção de água e nutrientes, o que pode ocasionar incrementos na massa da parte aérea e de produtividade (DEBASHAN et al. 2012).

Figura 7. Massa seca de azevém coletadas em dois momentos, em função da inoculação com *A. brasilense*.

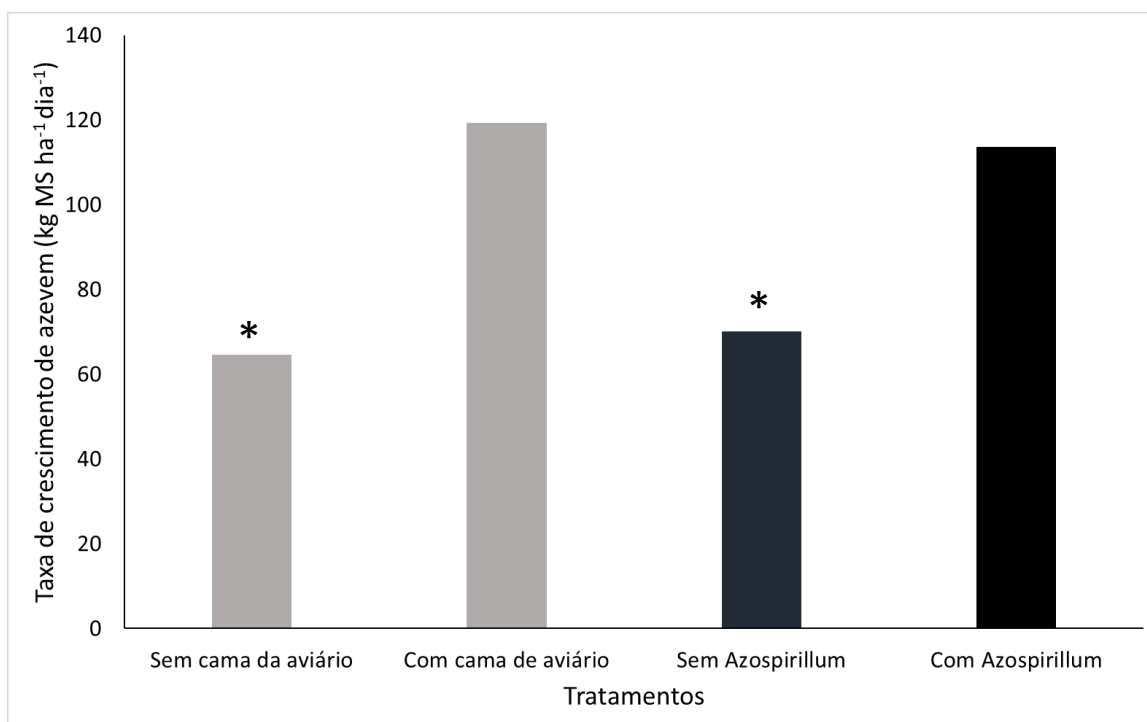


Fonte: Autor (2023). * diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro pelo teste "t" de Student.

Na avaliação da taxa de crescimento de azevém (Fig. 8), observa-se que os tratamentos com *A. brasilense* e com cama de aviário, foram superiores aos tratamentos sem *A. brasilense* e sem cama de aviário, obtendo quase o dobro de produção de massa seca de azevém dia⁻¹. Pode-se concluir que esse resultado foi obtido pela melhor absorção de nutrientes ofertados pela cama de aviário, e com a inoculação de *A. brasilense* aumentou a atividade biológica, acelerando a decomposição e fornecimento de nutrientes para o azevém. A

influência do *A. brasilense* na produção de fitormônios aumenta a capacidade de desenvolvimento radicular e também melhora o desenvolvimento da parte aérea, aumentando assim a capacidade fotossintética, consequentemente resultando em uma maior produção (PINHEIRO et al., 2020).

Figura 8. Taxa de crescimento de azevém em função da aplicação de cama de aviário e inoculação com *A. brasilense*.

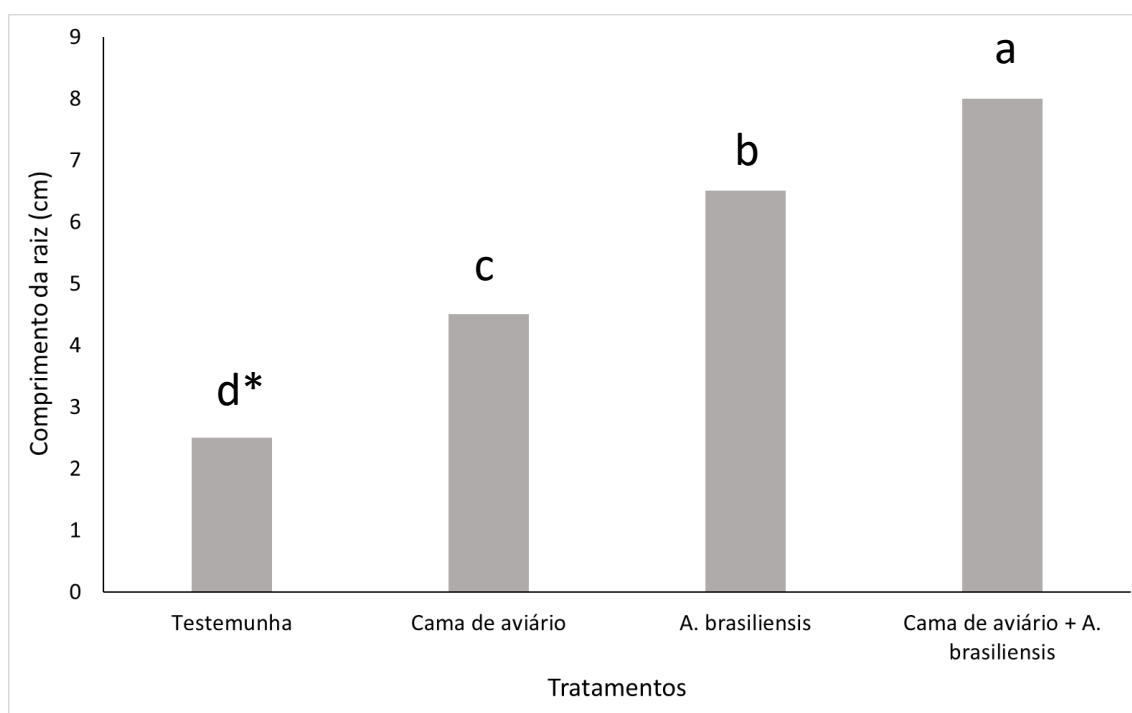


Fonte: Autor (2023). * diferenças significativas a 5% de probabilidade de erro pelo teste "t" de Student.

Na avaliação do crescimento de raiz (Fig. 9), observou-se que tanto a aplicação de *A. brasilense* quanto a aplicação de cama de aviário proporcionaram um aumento no comprimento da raiz em relação a testemunha, o tratamento com cama de aviário associado ao uso de *A. brasilense* proporcionou maior comprimento de raiz, chegando a obter cerca de 8 cm de comprimento de raiz.

Como a bactéria *A. brasilense* fixa nitrogênio e a cama aviário com dosagem de 6t ha⁻¹ apresenta cerca de 85,5 kg de N ha⁻¹, conclui-se que o nitrogênio é um dos principais fatores para o desenvolvimento do comprimento de raiz (CQFS-RS/SC ,2016). Há vários relatos de maior tolerância a patógenos de plantas, isso pelo maior crescimento radicular e melhor nutrição das plantas (Correa et al., 2008).

Figura 9. Comprimento de raízes de azevém em função da aplicação de cama de aviário e inoculação com *A. brasilense*.

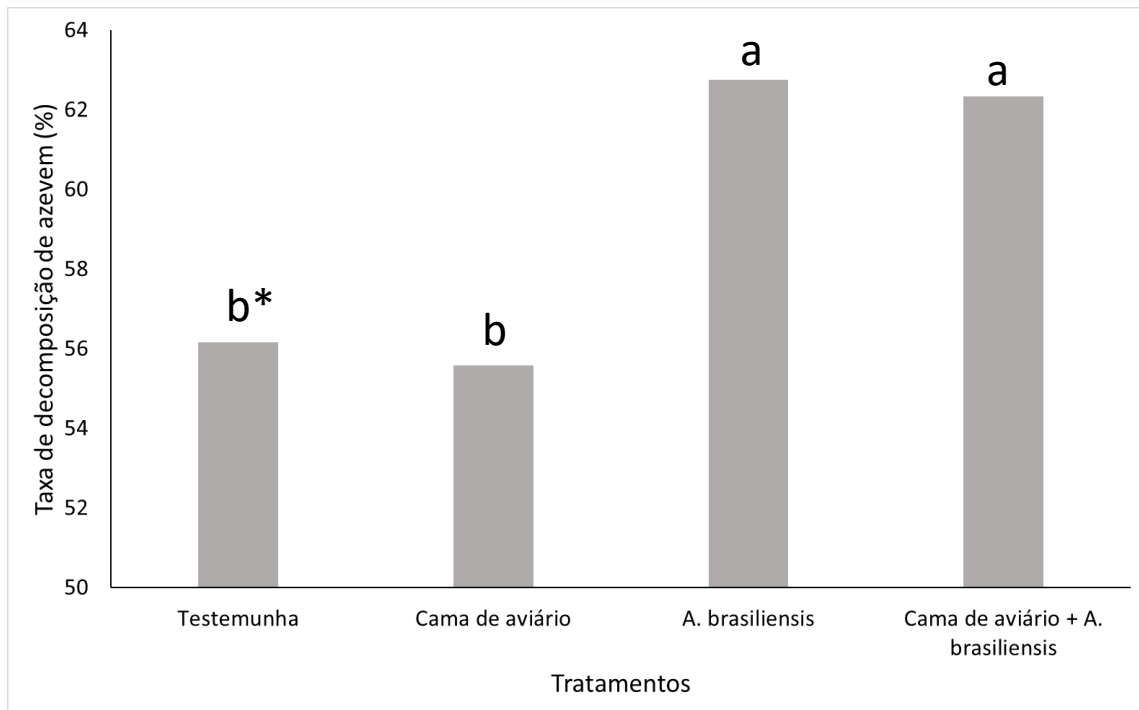


Fonte: Autor (2023). *médias seguidas por letras diferentes diferem a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Scott Knott.

Na avaliação da taxa de decomposição (Fig.10), observou-se que os tratamentos que contém inoculação com *A. brasilense* teve uma maior taxa de decomposição em relação aos tratamentos que não contém inoculação com *Azospirillum brasilense*. Esta alta decomposição nos tratamentos que contém *Azospirillum brasilense* é devido a maior atividade biológica, pois as bactérias também são organismos decompositores. Conforme maior à taxa de decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes para as

plantas, porém diminui o período de proteção do solo por cobertura morta (FLOSS, 2000).

Figura 10. Taxa de decomposição de azevém em função da aplicação de cama de aviário e inoculação com *Azospirillum brasilense*.



Fonte: Autor (2023). *médias seguidas por letras diferentes diferem a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Scott Knott.

6. CONCLUSÕES

A cama de aviário proporciona incremento na produção de massa seca, na taxa de crescimento da parte aérea e raiz da cultura de azevém.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* apresenta efeito positivo na produção de massa seca da parte aérea de azevém, maior decomposição dos resíduos e quando associado a cama de aviário, maior comprimento de raiz.

REFERÊNCIAS

- ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam: Elsevier Scientific. 637p. 1973.
- ALVAREZ, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. G. Köppen's climate classification map for Brazil, Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AZEVEDO, P.T.M. Minhocas, fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas em mudas de Araucaria angustifolia. 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.
- BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DOBEREINER, J. Recent advances in bnf with non-legume plants. Soil Biology and Biochemistry, v.29, n.5-6, p.911-922, jun. 1997.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; BASHAN, L.E. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology, Ottawa, v.50, p.521-577, 2004.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, p. 1281-1288, 2006.
- BENETT, C. G. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. Ciência e agrotecnologia, v. 32, p. 1629-1636, 2008.
- BLUM LEB; AMARANTE CVT; GÜTTLER G; ET al. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. Horticultura Brasileira, v. 21, p. 627-631, 2003.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (eds.) Tecnologias de produção do milho. Viçosa: UFV, 2004. p.139-182.
- Cauduro, G. F. Morfogênese e dinâmica do acúmulo em pastagens de azevém anual manejadas sob intensidades de métodos de pastejo. 2005, 130 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFRGS – Porto Alegre, 2005.
- CHOUDHARY, M.; BAILEY, L. D.; GRANT, C. A. Review of the use of swine manure in crop production: effects on yield and composition and on soil and water quality. Waste Management and Reserch, London. v.14, p.581-595, 1996.

CONCEIÇÃO, P.M. et al. Efeito dos ácidos húmicos na inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em sementes de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1880-1883, 2009.

CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. Azospirillum brasilense-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina*. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.87-95.

COSTA, A. M. da et al. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. *Ciência agrotecnológica*. v.33, p.1991-1998, 2009.

CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016.

DE-BASHAN, L. E.; HERNANDEZ J-P, BASHAN Y. The potential contribution of plant growth-promoting bacteria to reduce environmental degradation-a comprehensive evaluation. *Applied Soil Ecology*, v.61, p.171-189, 2012.

DIDONET, D.A.; LIMA, O.S.; CANDATEN, M.H. & RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido à inoculação de Azospirillum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.35, p.401-411, 2000.

DUARTE, C. F. D.; CECATO, U.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; MAMÉDIO, D.; GALBEIRO, S.; NOGUEIRA, M. A. Inoculation of plant growth-promoting bacteria in *Urochloa Ruziziensis*. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 8, p. e630985978, 2020.

Floss, E. 2000. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, 57 (1): 25-29

FONTANELLI, R. S. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 340p. 2009.

GONÇALVES, G. K.; POZZEBON, N. L.; AGUER, J. L. T.; CALEFFI, H. V.; SARTURI, J. E.C.; MENDES, F. B.; GUEDES, K. S.; MENEZES, L. M.; KATAYAMA, R. S. Produtividade e qualidade nutricional da cultivar de azevém brs ponteio submetido a diferentes tipos de adubação. *Rev. Cient. Rural - Urcamp*, Bagé – RS, vol. 19, n.1, 2017.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT. J.M., SINCLAIR, T.R., et al *Physiology and determination of crop yield* Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

HUNGRIA, M. Inoculação com Azospirillum brasilense: Inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

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

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica CERES, 492p. 1985.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: E.J. Kiehl,1993. 189 p

LUBBERSTEDT, T.; SCHEJBEL, A. B.; BACH, H.P. Development of ryegrass allelic specific (GRASP) markers sustainable grassland improvement: a new EU framework V Project. *Genetics and Plant Breeding*, v. 39, p. 125129, 2003.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. et al. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo: Pioneira, 1974. 724p.

MALAVOLTA, Euripedes; PIMENTEL-GOMES, Frederico; ALCARDE, José C. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 2002, 200p.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 200-206, 2002.

METZNER, C.M.; BERTOLINI, G.; LEISSMAN, E.; SCHMIDT, A. Análise de estudos sobre a viabilidade técnica e econômica do uso da cama de aviários como adubo orgânico. *Custos e Agronegócios on line*. v. 11, n. 3 – Jul/Set - 2015.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Fixação biológica de nitrogênio atmosférico. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. (eds.) *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. Lavras: UFLA, 2006. p.449-542.

MORSELLI, T. B. G. A. *Biologia do Solo*. Pelotas: Ed. Universitária PREC-UFPel, 145p. 2009.

NUNES, F. S. et al. Fixação de nitrogênio: estrutura, função e modelagem bioinorgânica das nitrogenases. *Química Nova*. São Paulo, v.26, n.6, p.872-879, 2003.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry*, v.26, p.1591-1601, 1994.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants, *Applied and Environmental Microbiology*, New York, v.63, n.7, p.366-370, 1997.

OLIVEIRA, L. V. Características produtivas e morfofisiológicas de cultivares de azevém. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. Goiânia, v. 44, n. 2, p. 191-197, abr./jun. 2014.

PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J. A. Field study of beech (*Fagus sylvatica* L.) and melojo oak (*Quercus pyrenaica* Willd) leaf litter decomposition in the centre of the Iberian Peninsula. *Plant and Soil*, The Hague, v. 191, n. 1, p. 89-100, Apr. 1997.

PEDROSO, C. E. S.; MEDEIROS, R.B.; da SILVA, M. A.; da JORNADA, J. B. J.; SAIBRO, J. C.; TEIXEIRA, J. R. F. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 5, p. 1340-1344, 2004.

PINHEIRO, C. H. N.; LIMA, V. M. M.; STIVA SILVA, V. L. Utilização de *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Scientific Electronic Archives Issue*, v. 13, n. 8, 2020.

ROSÁRIO, J. G. Inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à redução na adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de trigo. 2013. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

SANGOI, L.; CECÍLIA, B.; LUIZ, M. de A.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. *Ciência Rural*, v.37, n.6, nov-dez, 2007.

SANTIAGO, A. D. e ROSSETTO, R. Adubação Orgânica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html>.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

TSAY YF, CHIU CC, TSAI CB, HO CH, HSU PK. Transportadores de nitrato e transportadores de peptídeos. *Letras FEBS*. 2007.

ZHANG, I. Animal Manure Can Raise Soil pH. *Production technology*, Department of Plant and Soil Sciences. Oklahoma cooperative extension service. V. 10, No 7, 1998.