

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN – RS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Lucas Gaviraghi

**FONTES DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS A *AZOSPIRILLUM*
BRASILENSE: IMPACTO SOBRE CRESCIMENTO E
PRODUTIVIDADE DE MILHO**

Frederico Westphalen, RS
2021

Lucas Gaviraghi

**FONTES DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS A *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*:
IMPACTO SOBRE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) *Campus* Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Drº. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS
2021

Lucas Gaviraghi

**FONTES DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS A *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*:
IMPACTO SOBRE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) *Campus* Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

Aprovado em 16 de Julho de 2021

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)
(Orientador)

Diecson Ruy Orsolin da Silva, Dr. (UFSM)
(Comissão examinadora TCC)

Janine Diele Feltes, Dr. (UFSM)
(Comissão Examinadora TCC)

Frederico Westphalen/RS
2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meu Pai, Jorge Gaviraghi (in memoriam), o qual sempre destacou a importância do estudo e a se dedicar com amor ao trabalho.

Dedico também, à minha mãe, Margret Gaviraghi, na qual sempre teve forças para continuar lutando incansavelmente por seus filhos, apesar das dificuldades impostas.

Dedico ainda, a meu irmão, Tiago Gaviraghi, e ao meu padrasto Joel Rigo, no qual sempre acompanharam meus passos durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, pela proteção e por me dar forças para continuar em frente apesar das dificuldades.

Em segundo lugar, agradeço à minha família, pois sem eles isso não seria possível. Agradeço a meu Pai, Jorge Gaviraghi (*in memoriam*), que pelas vagas memórias que me resta, lembro-me da dedicação por seus filhos e ao trabalho e a vontade em ver seus filhos graduados. Mesmo não estando presente entre nós, sei que estás feliz por este momento. Agradeço à minha Mãe, Margret Adriane Matter Gaviraghi, a qual foi uma guerreira em toda a sua vida, superando obstáculos com muito esforço e que sempre me apoiou nas decisões que tomei durante a minha vida.

Agradeço ao meu irmão Tiago Gaviraghi que perante os acontecimentos da vida, sempre continuou em frente e me apoiou cobrando sempre o melhor de mim. Também, ao meu Padrasto Joel Rigo que fostes um segundo Pai, lutando arduamente para o nosso futuro. E aos meus Tios João Rigo e Bernadete Gaviraghi que foram importantes pessoas para a minha vida.

Ao meu orientador Claudir José Basso, obrigado pela confiança entregue a mim desde o primeiro momento em que adentrei ao laboratório de pesquisa Plantas de Lavoura. Fostes um bom orientador, guiando-me sempre no melhor sentido para a minha formação e me incentivando em sempre seguir a frente. A todo o pessoal do laboratório Plantas de Lavoura, não tenho palavras para descrever a alegria em poder ter feito parte desse incrível grupo, os aprendizados obtidos e as amizades feitas ficaram eternamente gravadas.

Aos meus amigos da faculdade, obrigado por tudo o que fizeram por mim e pelas amizades ao decorrer de todos estes anos. Agradeço ainda, a todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica, pois sem os ensinamentos que tive por parte de cada um de vocês, não seria possível estar aqui hoje. Fica aqui, o meu muito obrigado.

Agradeço a Família Dilse que durante o meu intercâmbio agrícola me acolheu de braços abertos e me ensinou muitas coisas novas, fazendo desta minha experiência o melhor ano de minha vida, onde tive a oportunidade de vivenciar uma realidade totalmente diferente e que com certeza me agregara muito para o meu sucesso como profissional.

Ao pessoal da SLC Agrícola fazenda Pioneira, gerente, coordenadores, técnicos e demais, obrigado pela oportunidade de estágio e por todas as amizades aqui feitas. Esta etapa foi muito importante para a minha vida, além do conhecimento técnico adquirido, esta oportunidade me abriu portas para um futuro promissor.

Por fim, sem mais delongas, agradeço a UFSM pela educação gratuita e de qualidade que me proporcionou. Muito Obrigado!

“Sucesso é nunca ter pressa, mas sempre andar em alta velocidade. Não seja impaciente. O sucesso é um processo, e não algo imediato. Você não pode ter pressa para que as coisas aconteçam rápido, mas, isso não te impede de procurar, sempre que possível, apertar o passo”

(Thiago Nigro)

RESUMO

FONTES DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS A *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*: IMPACTO SOBRE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO

AUTOR: Lucas Gaviraghi

ORIENTADOR: Claudir José Basso

A alta demanda de nitrogênio (N) pela cultura do milho e o elevado custo deste nutriente, torna a utilização de *Azospirillum brasilense* em associação a cama de frango e ao N mineral, uma alternativa para o fornecimento deste nutriente à cultura. Com o objetivo de avaliar os impactos da bactéria *Azospirillum brasilense* associada a cama de aves e a adubação mineral sobre o crescimento e produtividade de grãos de milho, desenvolveu-se um experimento com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em blocos de forma casualizada, sendo estes: testemunha (T1); *A. brasilense* (T2); 100% N mineral (180 kg ha⁻¹) (T3); 50% de N mineral + *A. brasilense* (T4); 50% N mineral + 50% cama de aves + *A. brasilense* (T5); 50% N mineral + 50% cama de aves (T6). A utilização de *A. brasilense* não demonstrou diferença para a maioria das variáveis avaliadas. Os melhores rendimentos de grãos foram obtidos quando se utilizou adubação com fertilizante mineral e também quando utilizada adubação mineral e cama de aves na mesma proporção.

Palavras-chave: inoculação; fixação de nitrogênio; nutrição mineral; cama de frango

ABSTRACT

NITROGEN SOURCES ASSOCIATED WITH *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*: IMPACT ON GROWTH AND YIELD MAIZE

AUTHOR: Lucas Gaviraghi

ADVISOR: Claudir José Basso

The high demand for nitrogen (N) by the corn crop and the high cost of this nutrient, makes the use of *Azospirillum brasilense* in association with poultry litter and mineral N, an alternative for the supply of this nutrient to the crop. With the objective to evaluate the impacts of the *Azospirillum brasilense* bacteria associated with poultry litter and mineral fertilization on the growth and final productivity of corn, an experiment with six treatments and four replications was developed. The treatments were randomly arranged in blocks, which are: control (T1); *Azospirillum brasilense* (T2); 100% mineral N (T3); 50% of mineral N + *Azospirillum brasilense* (T4); 50% mineral N + 50% poultry litter + *Azospirillum brasilense* (T5); 50% mineral N + 50% poultry litter (T6). The use of *Azospirillum brasilense* showed no difference for most of the variables evaluated. The best grain yields were obtained when fertilizing with mineral fertilizer and also when using mineral fertilizer and poultry litter in the same proportion.

Key words: inoculation; nitrogen fixation; alternative fertilization; mineral nutrition

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Diâmetro de colmo (DC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade final de grãos (PFG) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilensis*.....20
- Tabela 2 - Altura de planta (AP), área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*.....23
- Tabela 3 - Massa de grão por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF) e número de fileiras de grãos por espiga (NFG) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*.....24
- Tabela 4 - Comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e altura de inserção da espiga (AIE) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*.....25

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Temperaturas médias diárias e precipitação diária durante a condução do experimento, safra 2017/2018. Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas mínimas, médias e máximas do ar (°C) diárias durante a condução do experimento (safra 2017/2018).....	18
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	CULTURA DO MILHO.....	14
2.2	CAMA DE AVES.....	14
2.3	A BACTÉRIA <i>AZOSPIRILLUM BRASILENSE</i>	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÕES	26
6	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Dentre os nutrientes essenciais, o nitrogênio (N) é o de maior importância e demanda pela cultura do milho, uma vez que além da clorofila, compõem substâncias como proteínas, enzimas e ácidos nucleicos. Assim, o N é determinante para o peso dos grãos e formação das espigas, além de influenciar de forma direta no rendimento da cultura, uma vez que é indispensável para o crescimento e desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2013).

O alto custo dos fertilizantes nitrogenados minerais, as preocupações com a poluição ambiental e os anseios mediante uma agricultura sustentável (SÁ et al., 2017), estão impulsionando a utilização de fontes alternativas de N nos sistemas de produção. Diante disso, a utilização de resíduos provenientes da produção animal em áreas de lavoura é importante pois, além de garantir o cumprimento da legislação ambiental quanto ao destino deste resíduo (LANA et al., 2012), se constituem em uma excelente fonte alternativa de fertilizante orgânico.

A cama de aves, além de apresentar elevadas concentrações de N, é fonte de fósforo e potássio, favorece o acúmulo da matéria orgânica, auxiliando na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. A combinação entre o N proveniente de resíduo orgânico e o N mineral, pode trazer benefícios quanto ao momento de fornecimento deste nutriente à cultura. A cama de aves possui baixa relação carbono/nitrogênio (C/N), fazendo com que a liberação do N ocorra de forma gradual, disponibilizando o mesmo em fases mais avançadas do ciclo da cultura, onde o N mineral não estaria mais disponível para a cultura devido a sua rápida liberação e disponibilidade após ser aplicado.

A *Azospirillum brasilense* é uma bactéria que apresenta capacidade de fixação biológica de N, possibilitando o aumento e a assimilação deste nutriente pelas plantas. Estas bactérias auxiliam na produção de hormônios vegetais que favorecem o desenvolvimento radicular, influenciando no aumento da produtividade, apesar de não substituir completamente a adubação nitrogenada via fertilizantes (CADORE et al., 2016). Sendo assim, sua utilização em associação a cama de aves e ao N mineral pode ser mais uma alternativa para o fornecimento deste nutriente à cultura. Porém, a carência de conhecimento científico e informações técnicas relacionadas a este assunto traz dúvidas quanto a real eficácia destas associações como forma de incrementar e/ou substituir parte da adubação nitrogenada na cultura do milho.

O uso de fontes alternativas de nitrogênio na cultura do milho com liberação rápida e/ou gradual deste nutriente, são importantes estratégias de manejo buscando um melhor sincronismo entre disponibilidade no solo e demanda pela cultura. Com isso, o objetivo deste

trabalho foi avaliar o impacto da inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* associada a adubação mineral e cama de aves sobre o crescimento e produtividade na cultura do milho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae. É uma das plantas mais eficientes no armazenamento de energia apresentando elevada taxa fotossintética, onde o aumento da intensidade luminosa reflete em elevada produtividade, por ser uma planta caracterizada como C4. (MAGALHÃES et al., 2002).

O Brasil nos últimos anos vem aumentando a produção de grãos, estando entre os maiores produtores mundiais. O milho é um cereal de alto valor nutricional e de diversas formas de utilização, que abrange desde a alimentação animal que consome cerca de 70% da produção bem como a indústria, com a produção de filmes e embalagens biodegradáveis e para a alimentação humana onde destina-se em torno de 15% de toda a produção mundial, de forma direta ou indireta. Segundo o mesmo autor, a composição média em base seca do milho é de 72% de amido, 9,5% de proteína, 9% de fibra e 4% de óleo, e seu peso médio do grão varia, em média de 250 a 300 mg.

A produção mundial de milho é bem expressiva com uma expectativa de 1,186 bilhão de toneladas para a safra 2020/2021. Nesse cenário o Brasil está entre os três maiores produtores mundiais com uma expectativa de produção de 106,000 milhões de toneladas, ficando atrás somente dos Estados Unidos e da China com uma expectativa de 406,292 e 260,000 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2020). O milho é um dos grãos mais produzidos no Brasil, ficando atrás somente da soja, sendo a área cultivada com esse cereal estimada em aproximadamente 19,873 milhões de hectares. (CONAB, 2020).

2.2 CAMA DE AVES

O setor avícola brasileiro nos últimos anos, vem apresentando altos índices de crescimento. No ano de 2017, o Brasil foi o segundo maior produtor de frangos de corte, com uma produção de 13.150 mil toneladas, ficando atrás somente dos Estados Unidos com produção de 18.696 mil toneladas. Quanto a produção nacional, a região sul do país representa cerca de 59,35% da produção nacional com o Rio Grande do Sul ocupando a terceira posição com produção de 1.662 mil toneladas (EMBRAPA, 2018).

Essa elevada criação de frangos, predominantemente confinado gera uma alta produção de resíduos na unidade de produção, que se destinado de forma incorreta, pode causar sérios problemas ambientais. De acordo com Bratti (2013), a produção brasileira de frangos de corte, foi responsável pela geração de mais de 11 milhões de toneladas de cama de aves, no ano de 2007.

A cama de aves, é definido como a mistura do substrato utilizado como forração dos pisos dos galpões de criação de aves, para absorver e receber a umidade das excretas, fezes e urina, somado as descamações da pele e penas das aves, além de restos de alimentos caídos dos comedouros (PALHARES, 2004). Os substratos mais utilizados como base de sustentação para os frangos, são restos agrícolas e subprodutos industriais, como, sabugo de milho triturado, casca de amendoim e arroz, fenos de gramíneas, palhada de culturas em geral, maravalha e resíduos do beneficiamento industrial da madeira (HAHN, 2004).

Segundo Oviedo-Rondón (2008), a cama de aves geralmente é retirada completamente do aviário, após um ou mais anos, pois pode ser reutilizada em vários lotes de frangos. As razões pelas quais a cama é reutilizada para mais de um lote de frangos, visa a tentativa de minimizar impacto ambiental, também pelos custos de aquisição ou escassez do material usado como cama, por falta de mão de obra e curto período de tempo entre lotes de frango para retirar e repor a cama no aviário, além da necessidade de áreas apropriadas para aplicar esse resíduo (MENDES, 2011). O autor ainda cita que, ao final de cada lote é verificado a umidade e a situação da cama, sendo que, em algumas situações, novo material é posto na cama e, em casos onde apresente crostas, materiais empastados e endurecidos devido as dejeções dos animais, são retirados do local.

Segundo Augusto (2005), fatores intrínsecos, como idade, sistema de produção, instalações, nutrição, manejo e dentre outros, influencia os teores de nutrientes presentes nos dejetos das aves. Ainda ressalta que a composição bromatológica pode ser afetada pelas penas, restos de ração junto aos dejetos, tipo de bebedouros e comedouros, composição da ração, linhagem e idade das aves, além da umidade relativa do ar e a temperatura.

A alimentação das aves predominantemente é a base de rações concentradas, e seu dejetos gerado é composto de uma mistura de dejeções líquidas e sólidas, proporcionando o esterco mais concentrado em nutrientes, comparando com os de outros animais domésticos (MENDES, 2011). Quando levado em consideração os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, Kiehl (1985), afirma que a concentração de nutrientes contidas no esterco de aves é duas a três vezes superior à de mamíferos.

Os dejetos sólidos, como a cama de aves, geralmente apresentam relação carbono/nitrogênio (C/N) mais elevada, que os dejetos líquidos, sendo decompostos mais lentamente no solo, diminuindo perdas de nutrientes e favorecendo acúmulo de matéria orgânica no solo (CQFS – RS/SC, 2004). Ainda ela trata sobre a eficiência agronômica, ou seja, a disponibilidade para o primeiro cultivo dos nutrientes N, P e K, que são de 50, 80, e 100%, respectivamente, e para a segunda cultura os valores de 20% para N e P, após a aplicação de cama de frango.

Os nutrientes presentes na cama de aves são disponibilizados de forma mais lenta do que os dos fertilizantes minerais, considerado como um aspecto positivo, pois a liberação dos nutrientes poderá coincidir com a maior demanda nutricional das culturas, diminuindo perdas e melhorando a eficiência (CORRÊA e MIELE, 2011). Ainda os autores citam, que a liberação mais lenta ocorre devido os microrganismos necessitarem de maior tempo para realizar a mineralização, que depende de fatores como a relação C/N, temperatura e umidade do solo, pH, tipo de solo, entre outros.

A aplicação de resíduos orgânicos em lavouras, proporciona formação de complexos humofosfato mais assimiláveis e o revestimento dos sesquióxidos de alumínio e ferro pelo húmus, podendo aumentar a disponibilidade de fósforo para as plantas, pois evita a adsorção na sua forma solúvel (KIEHL, 1985). Segundo Canellas et al. (2003), o uso de resíduos orgânicos altera a agregação de partículas no solo, por atuar sobre os atributos físicos do solo, além do aumento do teor de matéria orgânica. A melhoria da estrutura do solo, de acordo com Allison (1973), ocorre pelo aumento da flora microbiana, favorecendo o desenvolvimento radicular.

Resíduos orgânicos, como a cama de aves, são alternativas de insumos com alto retorno econômico para a propriedade rural, viabilizando adubação de culturas comerciais, além do retorno direto da atividade, sendo considerados insumos de baixo custo. Isso pode ser verificado, pois, quando aplicados adequadamente nas lavouras, elevam a fertilidade do solo, o rendimento de grãos, diminuem o potencial poluidor, tornando-se um produto agregador de valor dentro da propriedade rural.

2.3 A BACTÉRIA *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Após vários estudos de pesquisa iniciados na década de 70 pela pesquisadora da Embrapa Johanna Dobereiner descobriu-se que a bactéria *Azospirillum brasilense* pode ser

importante para a inoculação em gramíneas buscando fornecimento de nitrogênio (N) através da fixação biológica do N atmosférico, (OKON E LAMBADERA-GONZALES, 1994).

Além do fornecimento de N, as bactérias deste gênero podem oferecer diversos estímulos nas plantas, como a produção de hormônios de desenvolvimento como citocininas, giberelinas e auxinas, promovendo maior crescimento radicular e conseqüentemente um maior volume de solo explorado, aumentando a capacidade e a área de absorção de água e nutrientes (KAZI et al., 2016).

Diferentemente do que ocorre com o rizobium que formam nódulo para a fixação biológica de N na cultura soja, as bactérias fixadoras de nitrogênio em gramíneas não formam nódulos e encontram-se na região da rizosfera nas raízes. Independente disso, o termo simbiose significa uma troca entre a planta e a bactéria. No caso da planta, essa fornece produtos da fotossíntese e condições para sobrevivência dessas bactérias, em troca, essas através da enzima nitrogenase conseguem transformar o N atmosférico em amônio, forma essa assimilável pela planta (Freitas, 2010).

Quando comparada a adubação mineral, a utilização da *A. brasilense* possui a vantagem de não haver perdas do N fixado como ocorre com os fertilizantes minerais (SOARES, 2009). O N inorgânico disponibilizado pela bactéria é transformado em aminoácidos pela ação das enzimas glutamina sintetase e glutamato sintetase, dando origem, respectivamente, a glutamina e glutamato, utilizados pela planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para que a bactéria se estabeleça satisfatoriamente, diversos fatores ligados ao inoculante devem ser observados. Dentre eles, se o veículo inoculante possui a capacidade de oferecer condições de sobrevivência e proteção a bactéria inoculada quando em contato com o tratamento químico de sementes (DEAKER et al., 2004).

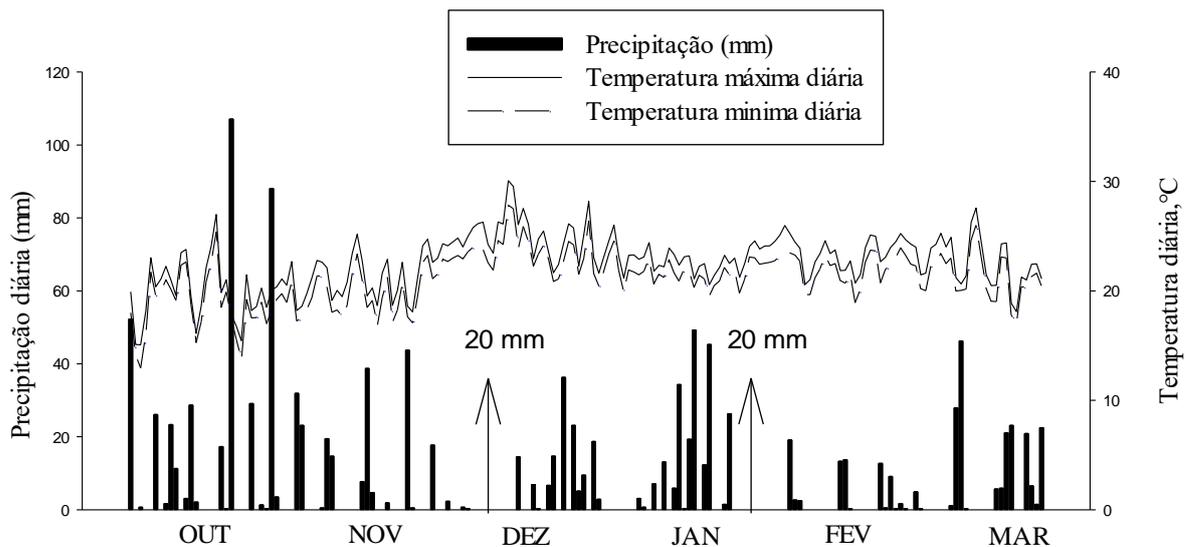
3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2017/2018, no município de Frederico Westphalen- RS, situada na região do Médio Alto Uruguai a uma altitude de 483 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico o qual apresentava as seguintes características: teor de argila: 64%; pH (H₂O): 5,9; P: 3,2 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); K: 214,5 mg dm⁻³; Ca²⁺: 6,2 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 3,4 cmol_c dm⁻³; e 3,1% de matéria orgânica.

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar (mínima, média e máxima) referente ao período de duração do experimento, foram coletados na estação meteorológica

automática do INMET de Frederico Westphalen/RS (Figura 1), a qual se localiza a 500 m do experimento. Em períodos onde ocorreram irregularidades pluviométricas na distribuição de chuvas, foi realizada intervenções com irrigações.

Figura 1. Temperaturas médias diárias e precipitação diária durante a condução do experimento, safra 2017/2018. Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas mínimas, médias e máximas do ar (°C) diárias durante a condução do experimento (safra 2017/2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o controle de plantas daninhas foram realizadas uma pulverização de 1,458 g ha⁻¹ de glyphosate antes da implantação do experimento e, outra quando a cultura se encontrava com quatro folhas totalmente expandidas. As doenças foram monitoradas e não foi necessária a intervenção com manejo fitossanitário na cultura.

A semeadura foi realizada de forma manual no dia 17 de outubro de 2017, sobre área remanescente de azevém (*Lolium multiflorum*), com produção de massa seca de 8 t ha⁻¹. O híbrido utilizado foi o Dekalb 290 VT PRO 3 de ciclo precoce, utilizando-se uma população final de 74.000 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de seis fileiras espaçadas entre si 0,45 m, com cinco metros de comprimento. Foram utilizados seis tratamentos que constaram de diferentes fontes de N com e sem inoculação de *A. brasilense*: testemunha, sem aplicação de fonte de N (T1); *A. brasilense*

(T2); 100% do N na forma mineral (T3); 50% de N mineral + *A. brasilense* (T4); 50% de N mineral + 50% cama de aves + *A. brasilense* (T5); 50% N mineral + 50% cama de aves (T6).

A adubação de base utilizada foi calculada de acordo com a análise de solo da área, conforme manual de recomendação de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016) para uma expectativa de rendimento de 11.000 kg ha⁻¹. Desta forma, foram utilizados, na linha de semeadura, 350 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e, em cobertura, 275 kg ha⁻¹ de K₂O.

A quantidade de N aplicada na cultura foi de 180 kg ha⁻¹ (100%), sendo a ureia (45% de N) a fonte de N mineral utilizada. Conforme análise laboratorial, a cama de aves apresentava concentração de 2,75% de N. Desta forma, para os tratamentos que constituíram de 50% de N via cama de aves, foram aplicados 3.272,5 kg ha⁻¹ da cama de aves. Já, nos tratamentos com N mineral, foram utilizados 30 kg ha⁻¹ de N no momento da semeadura, sendo o restante dividido em duas aplicações de 75 kg ha⁻¹ quando as plantas se encontravam nos estádios V4 e V8.

Em todos os tratamentos que apresentavam o *A. brasilense*, as sementes foram inoculadas no dia da semeadura com Azototal® (Embrapa e Total Biotecnologia), o qual possui as estirpes AbV5 e AbV6 *A. brasilense* e concentração de 2,0 x 10⁸ UFC mL⁻¹, sendo aplicados 4 mL kg⁻¹ de sementes de milho.

Quando a cultura se encontrava em pleno florescimento, foram coletadas cinco plantas de cada parcela, destas primeiramente se procedeu com a determinação da área foliar (AF), sendo esta determinada através do comprimento e largura de todas as folhas de cada planta, posteriormente utilizou-se a equação de ajuste da AF (comprimento x largura x 0,75) para se determinar a área foliar, em m², de cada planta. Após esta avaliação, estas mesmas plantas foram identificadas e levadas para estufa de circulação de ar forçado a 60°C, onde permaneceram até se obter massa constante. Posteriormente foram pesadas e se obteve a massa seca da parte aérea das plantas (MSPA).

No estágio de pleno florescimento da cultura, também foram realizadas as seguintes avaliações em 10 plantas dentro da área útil de cada parcela: altura de planta (AP), medindo-se da superfície do solo até a base da última folha estendida; altura de inserção da espiga (AIE), determinada medindo-se da superfície do solo até a base da primeira espiga; com o uso de um paquímetro digital, mediu-se a menor circunferência encontrada no colo no primeiro internódio da planta, obtendo assim o diâmetro de colmo (DC).

Por ocasião da colheita, foram realizadas as seguintes avaliações, utilizando-se 10 plantas coletadas dentro da área útil de cada parcela: número de fileiras de grãos por espiga (NFGE) e grãos por fileira (NGF), contado manualmente o número de fileiras e de grãos por

fileira em cada espiga; diâmetro de espiga (DE), obtido através do uso de um paquímetro digital, onde se mediu o centro de cada uma das espigas avaliadas; comprimento de espiga (CE), obtido medindo-se o comprimento entre as extremidades de cada espiga; massa de grãos por espiga (MGE), para esta avaliação foram pesados os grãos de cada espiga, corrigindo-se a umidade para 13%. A massa de mil grãos (MMG) foi determinada por meio da contagem de oito repetições de cem grãos de cada parcela, onde se obteve a média e ajuste para massa de mil grãos a 13% de umidade.

A avaliação da produtividade final de grão (PFG) foi realizada a colheita de todas as plantas das quatro linhas centrais de cada parcela, desconsiderando-se 0,5 m das bordaduras (7,2 m²), sendo estas trilhadas manualmente, e expressando os resultados em kg ha⁻¹ a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando as variáveis mostraram significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software Genes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior PFG foi obtida com a utilização de 100% da adubação nitrogenada mineral (11.298,25 kg ha⁻¹), porém esta não diferiu do tratamento com 50% de N mineral e 50% do N via cama de aves (10.100 kg ha⁻¹) (Tabela 1). Assim, quando comparada com a testemunha, a adubação com 100% do N mineral se demonstrou 80,5% superior em produtividade, o que pode estar relacionado ao maior valor de MMG encontrado neste tratamento (Tabela 1).

Tabela 1 - Diâmetro de colmo (DC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade final de grãos (PFG) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*

Tratamentos	DC (mm)	MMG (g)	PFG (Kg ha ⁻¹)
Testemunha	20,72 b	356,98 c	6.259,25 c
<i>A. brasilense</i>	20,32 b	363,41b c	6.694,25 c
100% N min.	23,53 a	425,44 a	11.298,25 a
50% N min. + <i>A. brasilense</i>	23,10 a	380,97 bc	9.123,75 b
50% N min. + 50% CA + <i>A. brasilense</i>	23,87 a	382,23 bc	9.509,75 b
50% N min. + 50% CA	23,79 a	395,71 ab	10.100,00 ab
CV (%)	2,83	3,84	8,01
Valor de F	25,40*	11,13*	31,01*

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo ^{ns} não significativo e * significativo. N min: nitrogênio mineral; CA: cama de aves; CV: coeficiente de variação.

Em estudo realizado por Santos et al. (2014), quando utilizada cama de aves na sucessão aveia/milho, os mesmos observaram índices de produtividades similares à aplicação da adubação nitrogenada mineral, observação esta que vai de encontro a este estudo, porém não corrobora com o constatado por Novakowioski et al. (2013) onde, ao estudarem a adubação da cama de aves em um sistema de integração lavoura-pecuária, constataram um incremento na produtividade de grãos de milho quando comparada a aplicação de N mineral.

A maior PFG observada com o uso da adubação 100% mineral esta associada ao seu parcelamento e aplicação em épocas de intensa absorção de N pelas plantas devido a sua rápida disponibilidade, ou seja, um maior sincronismo entre demanda e disponibilidade de N pela cultura. Por outro lado, a utilização conjunta de N mineral e cama de aves, é uma alternativa interessante sob o ponto de vista de manejo, devido ao equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização, com o fornecimento mais gradual de N pela cama de aves e mais rápido do N mineral, favorecendo o suprimento de N ao longo de todo o ciclo da cultura, já que são fontes com diferentes velocidades na liberação desse nutriente. Além disso, a utilização da cama de aves promove outros benefícios que vão além do suprimento de nitrogênio a cultura, como a melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Quando apenas realizada a inoculação de *A. brasilense*, no comparativo com a testemunha, houve um acréscimo de 435 kg ha⁻¹ de grãos (Tabela 1). Já, na comparação com a

aplicação de 100% do N via mineral, se observa um incremento de 69% na produtividade, quando da utilização da fonte mineral. (Tabela 1).

A menor produtividade encontrada ao utilizar somente *A. brasilense* em relação aos demais tratamentos com N mineral e/ou cama de aves, se deve ao menor diâmetro de colmo, já que o aumento dessa variável representa um fator importante do ponto de vista fisiológico, pois plantas com um maior diâmetro de colmo tendem a ser mais produtivas por acumularem maiores quantidades de reservas produzidos durante a fase vegetativa, que serão posteriormente utilizadas na fase reprodutiva para o enchimento de grãos (FAVARATO et al., 2016;), sendo possível encontrar correlação desta variável com a produtividade (CRUZ et al., 2008).

Outro fator que está relacionado a menor PFG quando do uso de *A. brasilense* é o valor de MMG, que se encontrou em menor nível para este tratamento, coincidindo com o trabalho realizado por Mumbach et al. (2017), os quais não encontraram resultados satisfatórios para a massa de mil sementes nas culturas do trigo e do milho quando utilizado a inoculação de *A. brasilense* nas sementes no momento da semeadura. A utilização desta bactéria é uma alternativa para amenizar momentos de estresses na lavoura, como o causado pela falta ou escassez de água, desta forma, como durante a condução do experimento houve boas condições para o desenvolvimento da cultura, os efeitos do uso da bactéria não foram pronunciados.

Ao se buscar associar a utilização de *A. brasilense* como uma estratégia de redução da adubação nitrogenada, verificou-se nos tratamentos com *A. brasilense* + 50% de N mineral, uma redução de 23,9% da PFG, quando comparada com a suplementação de 100% de N na forma mineral (Tabela 1). Estes resultados colaboram com os encontrados por Repke et al. (2013) e Sangoi et al. (2015), que não observaram incrementos na produtividade da cultura do milho quando esta associação foi realizada.

Em contrapartida, Araújo et al. (2014) verificaram incrementos significativos na produtividade e com possibilidade de redução de doses de N ao associar *A. brasilense* a níveis de adubação na cultura do milho verde. A inoculação com *A. brasilense* na semeadura + N mineral em cobertura tendem a proporcionar rendimento de grãos semelhantes ao manejo tradicional de N mineral na semeadura e em cobertura, justificando ser uma alternativa viável para se reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados (OLIVEIRA et al. 2018).

A associação de *A. brasilense* com a cama de aves e ao N mineral reduziu a produtividade em 590,25 kg ha⁻¹, se comparada ao tratamento onde se utilizou cama de aves e N mineral (Tabela 1). Logo, a associação de *A. brasilense* com outras duas fontes de nitrogênio também não se mostrou compensatório sob o ponto de vista da produtividade final de grãos. As diferentes respostas da cultura à inoculação de *A. brasilense* ainda não estão totalmente

elucidadas (REPKE et al., 2013). Alguns dos resultados encontrados na literatura estão relacionados, em sua maior parte, a fatores inerentes da própria bactéria, como a escolha da estirpe, o número ideal de células por sementes e sua viabilidade (MEHNAZ & LAZAVORITS, 2006). A utilização de bactérias do gênero *Azospirillum* na cultura do milho depara com limitações, principalmente ligadas a inconsistência dos resultados de pesquisa, que variam de acordo com a cultivar, as condições edafoclimáticas e a metodologia, bem como aos diferentes manejos de condução dos ensaios (BARTCHECHEN et al., 2010; CADORE et al., 2016).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável MSPA (Tabela 2). Pode-se observar uma tendência de maior produção de MSPA para os tratamentos que envolveram a utilização da fonte mineral e/ou orgânica independente da associação ou não do *A. brasilense*. Estudando a adubação mineral associada à inoculação com *A. brasilense*, Dartora et al. (2013), verificaram que a máxima produção de MSPA de milho foi obtida com inoculação do *A. brasilense* associado a uma fonte mineral de N, sendo que esse aumento ocorre até a dose de 118 kg de N ha⁻¹ e depois decresce.

Tabela 2. Altura de planta (AP), área foliar (AF) e massa seca da parte aérea (MSPA) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*

Tratamentos	AP (m)	AF (m ²)	MSPA(Kg ha-1)
Testemunha	2,58 bc	0,6697 c	10.208 a
<i>A. brasilense</i>	2,53 c	0,6797 bc	10.234 a
100% N min.	2,70 ab	0,8075 a	12.487 a
50% N min. + <i>A. brasilense</i>	2,69 ab	0,7702 ab	12.508 a
50% N min. + 50% CA + <i>A. brasilense</i>	2,68 ab	0,7562 ab	11.640 a
50% N min. + 50% CA	2,73 a	0,7992 a	12.380 a
CV (%)	2,28	5,37	9,57
Valor de F	6,33*	9,53*	3,53*

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo ^{ns} não significativo e * significativo.; N min: nitrogênio mineral; CA: cama de aves; CV: coeficiente de variação.

Quanto a AF e a AP, não houve diferença significativa para estas variáveis entre os tratamentos com a utilização de N mineral e/ou cama de aves independente ou não da inoculação com *A. brasilense* (Tabela 2). Observa-se que no tratamento com apenas *A. brasilense* a AP e AF foram menores, o que contribui para a menor produtividade encontrada

neste tratamento. Folhas bem nutridas em N têm maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior crescimento e duração da área foliar, imprescindível para a boa evolução no processo de formação dos grãos (REPKE et al., 2013). Em termos gerais, considera-se a área foliar como importante característica condicionadora de produção, devido a uma maior área considerada fisiologicamente ativas estar presente após a emergência das espigas (CASTRO et al., 2008).

A menor AP encontrada para o tratamento utilizando-se *A. brasilense* coincide com os resultados do trabalho de Portugal et al. (2017), onde o efeito da inoculação desta bactéria em milho no Cerrado Brasileiro produziu plantas com menor altura e massa de mil grãos.

No tratamento com a aplicação 100% de N mineral, houve um maior incremento na MGE (Tabela 3), verifica-se que este tratamento também proporcionou um maior valor de MMG (Tabela 1) e, conseqüentemente, a melhor PFG dentre todos os tratamentos, o que evidencia a importância que estas variáveis apresentam sobre o desempenho final da cultura, assim como o NFGE e de NGF.

Não houve diferença estatística para nenhum tratamento quanto ao NFGE (Tabela 3). De modo similar, Kappes et al. (2013), trabalhando a inoculação de sementes de milho com *A. brasilense* conjuntamente com a aplicação de N em cobertura foliar em milho, constaram que o NFGE e DE não foram influenciados por nenhum dos tratamentos utilizados.

Tabela 3. Massa de grão por espiga (MGE), número de grãos por fileira (NGF) e número de fileiras de grãos por espiga (NFGE) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*

Tratamentos	MGE (g)	NGF	NFGE
Testemunha	114,35 c	21,75 c	17,55 a
<i>A. brasilense</i>	118,04 c	22,55 c	17,50 a
100% N min.	194,79 a	28,22 a	17,75 a
50% N min. + <i>A. brasilense</i>	164,34 b	25,90 b	17,65 a
50% N min. + 50% CA + <i>A. brasilense</i>	155,88 b	25,60 b	17,45 a
50% N min. + 50% CA	167,71 b	27,38 ab	17,50 a
CV (%)	5,97	3,29	3,10
Valor de F	46,49*	38,87*	0,15 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo ^{ns} não significativo e * significativo. N min: nitrogênio mineral; CA: cama de aves; CV: coeficiente de variação.

A variável NGFE nos tratamentos com N mineral foram superiores ao observado na testemunha e quando se utilizou somente *A. brasilense*. A inoculação de *A. brasilense* não impactou positivamente para nenhuma das variáveis analisadas na tabela 3.

Quando comparadas a testemunha e ao tratamento com apenas a inoculação do *A. brasilense*, os tratamentos com aplicação de 100% de N mineral, apresentaram espigas com maior CE e DE (Tabela 4). O menor DE para o tratamento envolvendo somente o uso de *A. brasilense* também foi observado por Cunha et al. (2014), quando comparando o uso da bactéria em diferentes doses de nitrogênio.

Tabela 4. Comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e altura de inserção da espiga (AIE) da cultura do milho em resposta a associação de fontes de nitrogênio mineral e orgânico com e sem inoculação das sementes com *A. brasilense*

Tratamentos	CE (cm)	DE (mm)	AIE (m)
Testemunha	12,01 d	47,23 c	1,45 b
<i>A. brasilense</i>	12,27 cd	47,07 c	1,45 b
100% N min.	14,69 a	52,79 a	1,54 ab
50% N min. + <i>A. brasilense</i>	13,81 ab	50,96 ab	1,55 ab
50% N min. + 50% CA + <i>A. brasilense</i>	13,30 bc	49,76 b	1,56 ab
50% N min. + 50% CA	13,62 ab	51,15 ab	1,64 a
CV (%)	4,12	3,00	3,11
Valor de F	13,38*	27,40*	8,88*

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo ^{ns} não significativo e * significativo. N min: nitrogênio mineral; CA: cama de aves; CV: coeficiente de variação.

Observa-se uma superioridade dos tratamentos em relação à testemunha para o CE e, em relação a testemunha e o tratamento com *A. brasilense* para a variável DE. Segundo Cruz et al. (2008), os componentes de espiga, além de influenciarem diretamente na massa da matéria seca das espigas, impactam de forma substancial na produtividade final de grãos, o que vem de encontro com este estudo.

Quanto a AIE, quando comparado o uso de *A. brasilense* ao tratamento onde se utilizou 50% N mineral + 50% cama de aves, este reduziu significativamente a AIE. Em um trabalho realizado por Lana et al. (2012) no estado do Paraná, avaliando o efeito da adubação nitrogenada com ou sem inoculação de *A. brasilense* na cultura do milho, os autores verificaram

que a AIE e AP não sofreram efeito da interação entre a inoculação e a adubação mineral nitrogenada, os quais atribuíram esse fator a genética do híbrido utilizado.

Apesar dos resultados apresentados não serem favoráveis ao uso da bactéria diazotrófica *A. brasilense*, mais estudos são necessários para o real conhecimento dos efeitos de sua inoculação sobre as culturas, reforçando a importância de identificar interações positivas planta-bactérias.

5 CONCLUSÕES

A utilização do *Azospirillum brasilense* associado ou não a cama de aves e a adubação mineral na forma de ureia não influencia de forma positiva no crescimento e na produtividade final na cultura do milho. A adubação 100% mineral e o tratamento com 50% N mineral + 50% cama de aves apresentam os melhores rendimentos de grãos.

6 REFERÊNCIAS

ALLISON, F. E. **Soil organic matter and its role in crop production**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1973. 637 p.

ARAÚJO, R. M. ET AL. **Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio**. *Ciência Rural*, v.44, n.9, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130355>.

AUGUSTO, K. V. Z. **Manejo de dejetos em granjas de postura comercial**. *Avicultura industrial*, nº 05, 2005.

BARTCHECHEN, A. et al. **Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L)**. *Campo Digital*, v.5, n.1, p.56-59,2010.

BRATTI, F. C. **Uso da Cama Aviária como Fertilizante Orgânico na Produção de Aveia Preta e Milho**. 2013. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2013.

CADORE, R. et al. **Híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.15, n., p.399-410, 2016. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p398-409>.

CANELLAS, L. P. et al. **Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 27, n.5, p. 935-944, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n5/v27n5a18.pdf>. Acesso em: 09 de Junho de 2021. DOI: 10.1590/S0100-06832003000500018.

CASTRO, P.R.C. et al. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Agronômica Cere, 2008. 864p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, V.6 - Safra 2020/21, N. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-69, 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 09 de Junho de 2021.

CORRÊA, J. C., MIELE, M. **A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos**. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). *Manejo ambiental na avicultura*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 125-152. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/920818/1/acamadeavesoseosaspcteos.pdf>. Acesso em: 09 Junho de 2021.

CQFS. **Comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBSC-Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

CRUZ, S.C.S. et al. **Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.1, p.62-68, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100009>.

CUNHA, F.N. et al. **Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste Goiano.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.3, p.261-272, 2014. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p261-272>.

DARTORA, J. et al. **Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho.** Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000001>.

DEAKER, R.; ROUGHLEY, R.; KENNEDY, I. **Legume seed inoculation technology - a review.** *Soil Biology and Biochemistry*, v.36, n.8, p.1275-1288, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071704001269>. Acesso em: 10 de Junho de 2021.

EMBRAPA, Embrapa Suínos e Aves. Estatísticas: Desempenho da produção, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 09 de Junho de 2020.

FAVARATO, L.F. et al. **Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico.** *Bragantia*, v.75, n.4, p.497-506, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.549>.

FREITAS, V.; RODRIGUES, M. B. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho.** *Agropecuária Técnica*, 31:143-154, 2010.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas.** 2004. 120 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004

KAPPES, C. et al. **Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho.** *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.2, p.527-538, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p527>.

KAZI, N. et al. **The response of wheat genotypes to inoculation with *Azospirillum brasilense* in the field.** *Field Crop Research*, v. 196, n.1, p. 368-378, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.012>. Acessado em: 09 de Junho de 2020.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LANA, M.C. et al. **Inoculação with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize.** *Revista Ceres*, v.59, n.3, p.399-405, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000300016>.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do Milho.** Circular Técnica 22. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, dezembro, 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/486995/1/Circ22.pdf> . Acesso em: 09 Jun. 2020.

MEHNAZ, S.; LAZAROVITS, G. **Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions.** *Microb Ecology*, v.51, n.3, p.326–335, 2006.
<https://doi.org/10.1007/s00248-006-9039-7>.

MENDES, P. M. **Avaliação da estabilização de camas usadas na avicultura através de bioindicadores vegetais.** 2011. 66 p. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2011.

MUMBACH, G.L. et al. **Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha.** *Revista Scientia Agraria*, v.18, n.2, p.97-103, 2017.
<http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i2.51475>.

NOVAKOWISKI, J.H. et al. **Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária.** *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.4, p.1663-1672, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1663>.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. **Agronomic application of *Azospirillum*: An evaluation of 20 years worldwide field incubation.** *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.26, n.12, p.1591-1601, 1994. Acesso em: 09 de Junho de 2021.

OLIVEIRA, I.J. et al. **A inoculação com *Azospirillum brasiliense* aumenta a produtividade do milho.** *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v.5, n.6, 2018. <https://doi.org/10.1186/s40538-018-0118-z/>.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. **Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte.** *R. Bras. Zootec.* v. 37, n. spe, p. 239-252, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37nspe/a28v37nsp.pdf>. Acesso em: 09 Junho 2021. DOI: 10.1590/S1516-35982008001300028.

PALHARES, J. C. P. **Uso da cama de frango na produção de biogás.** Circular técnica 41. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, dezembro, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1016020/1/CIT41.pdf>. Acesso em: 09 Junho. 2021.

PORTUGAL, J.R. et al. **Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho no Cerrado.** *Revista Ciência Agronômica*, v.48, n.4, p.639-649, 2017. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170074>.

REPKE, R.A. et al. **Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho.** *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p.214-226, 2013. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p214-226>.

SÁ, J.C.M. et al. **Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security.** *Environment international*, v.98, p.102-112, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.020>.

SANGOI, L. et al. **Desempenho agronômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral.** *Revista*

Brasileira de Ciências do Solo, v.39, n.4, p.1141-1150, 2015.
<https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140736>.

SANTOS, L. B. et al. **Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho**. Bioscience Journal, v.30, n.1, p.272-281, 2014.

SOARES, F. N. **Leguminosas forrageiras**. 2009. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA, 2009

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376p.

SILVA, F.C. et al. **Aplicação de nitrogênio no cultivo de milho, sob sistema plantio direto: efeitos na qualidade física do solo e características agronômicas**. Semina: Ciências Agrárias, v.34, n.6, p.3513-3528, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3513>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed Editora. 2013.820 p.

USDA. United State Department of Agriculture. **Safra Mundial de Milho 2019/20, 1º levantamento USDA da safra 2020/21, 2020**. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/> Acesso em: 09 Junho 2021.