

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE EM CACHOEIRA DO SUL – RS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

WESLEY JANDREY DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MILHO E SOJA NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO
SOBRE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA E COM INOCULÇÃO DE
*Azospirillum brasiliense***

CACHOEIRA DO SUL - RS

2021

WESLEY JANDREY DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MILHO E SOJA NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO
SOBRE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA E COM INOCULÇÃO DE
*Azospirillum brasiliense***

Trabalho de Conclusão de Curso II do
Curso de Agronomia da Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul Unidade
em Cachoeira do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto E. Knies

Cachoeira do Sul - RS

2021

WESLEY JANDREY DOS SANTOS

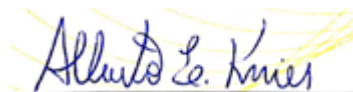
**DESENVOLVIMENTO DE MILHO E SOJA NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO
SOBRE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA E COM INOCULÇÃO DE
*Azospirillum brasilense***

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado como requisito parcial para
obtenção de título de Bacharel em Agronomia
na Universidade Estadual do Rio Grande do
Sul.

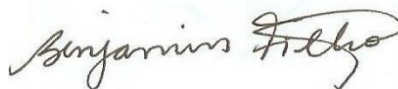
Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Aprovada em: 13/12/2021

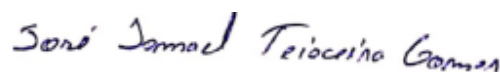
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



Prof. Dr. Benjamin Dias Osório Filho
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



Engenheiro Agrônomo José Ismael Teixeira Gomes

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por estar sempre presente em minha vida, iluminando e guiando meu caminho, protegendo e dando - me forças a cada dia para enfrentar os obstáculos, chegando assim ao fim desta graduação.

Aos meus pais, Eliane e Claudiori, pelo amor e apoio durante o curso. Mas em especial a minha Mãe e minha falecida Vó (Senir Jandrey) por jamais duvidarem de minha capacidade e sempre acreditarem em mim do início ao fim, por nunca medirem esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. A toda à minha família, pela contribuição valiosa.

A Engenheira Agrônoma Luana Brugnera que prontamente se colocou à disposição para me orientar no estágio, na Coagrisol, agradecer por todos os ensinamentos que pelo pessoal da cooperativa foram passados a mim.

À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de fazer o curso. À o meu orientador e amigo, Professor Dr. Alberto Eduardo Knies, pelos ensinamentos, paciência e disponibilidade para saciar as minhas dúvidas sempre que necessário, na orientação do meu Trabalho de Conclusão de Curso, um agradecimento a sua esposa Professora Dra. Zanandra Boff de Oliveira, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Agradeço aos amigos pela ajuda mútua durante o curso de graduação, pela parceria, aprendizado e companheirismo, cito: Gustavo, Luciano, Samuel e José Ismael. Agradeço aos colegas de curso e bolsistas da pesquisa que me ajudaram desde a sementeira das parcelas até a elaboração de algumas etapas para construção desse trabalho.

Agradeço a vocês esta vitória e serei eternamente grato por tudo o que fizeram por mim. Esta conquista também é de vocês.

A todos vocês, carinhosamente, o meu MUITO OBRIGADO.

DESENVOLVIMENTO DE MILHO E SOJA NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOBRE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA E COM INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense*

Estudante: Wesley Jandrey dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

RESUMO

O Brasil deixou de ser um importador de alimentos e se transformou em um dos maiores exportadores do mundo. A economia brasileira hoje depende fortemente de dois de seus mais importantes recursos renováveis: terra agriculturável e, mais amplamente, sustentabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes plantas de coberturas de inverno e da inoculação com *Azospirillum brasiliense* sobre no desenvolvimento e produtividade das culturas de soja e milho. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, bifatorial com parcelas subdivididas e com 3 repetições. O fator A consistiu da inoculação nas sementes de bactérias do gênero *Azospirillum brasiliense* (aplicado ou não) e o fator B da semeadura direta sobre diferentes palhadas, sendo estas: aveia preta, azevém e centeio. A produtividade de grãos da cultura do milho não apresentou diferença estatística entre os tratamentos avaliados, variando de 53,9 sacas ha⁻¹ no azevém sem *Azospirillum* até 69,53 sacas ha⁻¹ na aveia com *Azospirillum*. Os resultados obtidos na produtividade de grãos da cultura da soja não apresentaram diferenças estatísticas em relação à inoculação com *Azospirillum*, mas em relação as plantas de cobertura se destacaram a aveia com 5019 Kg ha⁻¹, o centeio com 4714 Kg ha⁻¹ e o azevém com 4523 Kg ha⁻¹. A utilização da inoculação de *Azospirillum brasiliense* não influenciou de maneira significativa as culturas de inverno e verão. As plantas de coberturas influenciaram pouco na produtividade da soja, porém as com maiores índices de massa seca, como a aveia, resultaram em um acréscimo na produtividade da cultura de soja.

Palavras-chave: palha, *Zea mays*, *Glycine max*.

DEVELOPMENT OF CORN AND SOYBEAN IN THE DIRECT PLANTING SYSTEM ON DIFFERENT COVER PLANTS AND INOCULATION OF *Azospirillum brasiliense*

Student: Wesley Jandrey dos Santos

Advisor: prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

ABSTRACT

Brazil is no longer a food importer and has become one of the largest exporters in the world. The Brazilian economy today depends heavily on two of its most important renewable resources: arable land and, more broadly, sustainability. The objective of this work was to evaluate the influence of different winter cover crops and inoculation with *Azospirillum brasiliense* on the development and productivity of soybean and corn crops. The experimental design used was completely randomized, bifactorial with split plots and with 3 replications. Factor A consisted of inoculation of seeds with bacteria of the genus *Azospirillum brasiliense* (applied or not) and factor B of no-tillage on different straws, namely: black oat, ryegrass and rye. The grain yield of corn crop did not show statistical difference between the evaluated treatments, ranging from 53.9 bags ha⁻¹ in ryegrass without *Azospirillum* to 69.53 bags ha⁻¹ in oat with *Azospirillum*. The results obtained in soybean crop yield did not show statistical differences in relation to inoculation with *Azospirillum*, but in relation to cover crops, oat with 5019 Kg ha⁻¹, rye with 4714 Kg ha⁻¹ and rye stood out. ryegrass with 4523 kg ha⁻¹. The use of *Azospirillum brasiliense* inoculation did not significantly influence the winter and summer cultures. Cover crops had little influence on soybean yield, but those with higher dry mass indexes, such as oat, resulted in an increase in soybean crop yield.

Keywords: straw, *Zea mays*, *Glycine max*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Local de implantação do experimento na Estação Agronômica da Uergs Unidade em Cachoeira do Sul. Cachoeira do Sul-RS.....	15
Figura 2. Cultura do milho sendo semeada na área experimental no verão de 2019/20. Cachoeira do Sul-RS.....	16
Figura 3. Estabelecimento das culturas de inverno no ano de 2020. Cachoeira do Sul-RS.....	17
Figura 4. Experimento após a semeadura da cultura da soja (a) e na colheita das parcelas (b). Cachoeira do Sul-RS.....	18
Figura 5. Resultados das variáveis avaliadas na cultura do milho em função de diferentes culturas e usos da inoculação. Cachoeira do Sul-RS, 2021.....	20
Figura 6. Resultados da altura das plantas, do número de vagens por planta, da PMG, no número de grãos por vagem e produtividade da cultura da soja sobre diferentes culturas e com o uso da inoculação na safra 2021. Cachoeira do Sul-RS, 2021.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores do quadrado médio da análise de variância para as variáveis respostas obtidas para os cultivos de inverno de 2020. Cachoeira do Sul-RS, 2021.....	19
Tabela 2. Resultados das variáveis respostas obtidas nos cultivos de inverno. Cachoeira do Sul-RS, 2021.....	19
Tabela 3. Valores do quadrado médio da análise de variância para as variáveis respostas obtidas para a cultura do milho. Cachoeira do Sul-RS, 2021.	20
Tabela 4. Valores do quadrado médio da análise de variância para as variáveis respostas obtidas para a cultura da soja. Cachoeira do Sul-RS, 2021.	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
7. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o Brasil deixou de ser um importador de alimentos e se transformou em um dos maiores exportadores do mundo. A economia brasileira hoje depende fortemente de dois de seus mais importantes recursos renováveis: terra agriculturável e, mais amplamente, sustentabilidade (PAULA, FAVERET, 2000).

Devemos levar consideração a importância do Agronegócio no sistema econômico brasileiro. Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2017 o setor representou 21% do Produto Interno Bruto (PIB) do país e foi responsável pela metade das exportações realizadas, contribuindo para um saldo positivo da balança comercial brasileira. O setor também é importante do ponto de vista social – 16,5 milhões de pessoas dependem da agricultura para sobreviver (CONAB, 2021).

Muito desta influência está ligada a duas culturas de suma importância na agricultura brasileira, a soja e milho. De acordo com CONAB (2021), a cultura da soja (*Glycine max* L.) cresce sua produção a cada ano, atingindo um valor expressivo com mais de 135 milhões de toneladas na última safra. Outra cultura que possui uma grande representatividade na produção agrícola brasileira é o milho (*Zea mays* L.) Na safra 2019/2020 a produção nacional foi de 102 milhões de toneladas do grão.

A alta produção destes grãos está ligada a práticas conservacionista que tem por consequência o aumento no rendimento de cada cultura. A rotação de culturas é uma prática agrícola que vem sendo bastante utilizada nas lavouras, principalmente pela possibilidade de aumento no rendimento real da propriedade, em um mesmo ano agrícola. Além disso, mantém uma determinada área ocupada por culturas entre as safras de inverno e verão, conseqüentemente, diminuindo a infestação de plantas daninhas e controlando pragas e doenças. Além disso, o aumento da palhada no solo, incrementando a matéria orgânica auxilia a reduzir os problemas com erosão.

A cobertura de solo traz como principais contribuições à diminuição da erosão especialmente em terrenos com maior declividade, proteção de fontes de água, manutenção da umidade do solo, diminui a evapotranspiração, aumenta a infiltração de água no solo, diminui o escoamento superficial, contribuindo para melhor estruturação do solo.

Outra prática que vem ganhando força nos últimos anos, depois de muitas pesquisas, é o uso de bactérias como insumos alternativos, com o intuito de ter um ganho na produtividade da cultura e também por ser uma forma menos agressiva ao meio ambiente. A utilização de bactérias diazotróficas como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as culturas pode ser uma opção menos onerosa e mais viável ecologicamente.

Na cultura do soja é praticada a co-inoculação, como explica Hungria et al., (2013), considerando as principais limitações atuais e potenciais da FBN com a soja e os benefícios atribuídos a diversas culturas pela inoculação com *Azospirillum brasilense*, deduz-se que a co-inoculação com ambos os organismos pode melhorar o desempenho das culturas, em uma abordagem que respeita as demandas atuais de sustentabilidade agrícola, econômica, social e ambiental. Contudo, embora existam em outros países estudos que reportem os benefícios da co-inoculação de rizóbios e *Azospirillum*, torna-se necessário conduzir ensaios nas condições brasileiras.

O efeito da bactéria *Azospirillum spp.* no desenvolvimento do milho e em outras gramíneas, tem sido pesquisado nos últimos anos, não somente quanto ao rendimento das culturas mas, também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento. Segundo Muñoz-Garcia et al. (1991) a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* cepa UAP 77, provocou aumento na matéria seca de raízes, da ordem de 54 a 86% e de 23 a 64% no peso seco da parte aérea.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O cultivo da soja (*Glycine max*) surgiu há cerca de 1.100 anos A.C. na China e só por volta do 200 a 300 ano A.C. foi introduzido seu cultivo na Coréia, depois no Japão. No Brasil a primeira referência a soja foi datada no ano de 1882, na Bahia. Mas, consta que as cultivares vindas dos Estados Unidos da América do Norte não se adaptaram numa latitude em torno de 12º Sul. Somente a partir do ano de 1891, novas cultivares foram introduzidas em Campinas – São Paulo e em Santa Rosa - Rio Grande do Sul (FIORESE, 2013).

A cultura da soja apresenta grande importância econômica, por ser uma excelente fonte de proteína e pode ser cultivada em todo o mundo (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008). O cultivo da soja é hoje o sistema de produção mais amplo e complexo, contando com grande estrutura de comercialização, insumos, produção e industrialização, sendo importante para todos os estados. Ele representa cerca de 8% do total exportado pelo país, além de efeitos indiretos que superam o total exportado em cinco vezes (DALL´AGNOL, 2007).

Em relação a cultura do milho (*Zea mays L*), há várias teorias sobre a sua evolução, sendo a mais aceita que é descendente do teosinte (*Zea mexicana L.*), sugerindo que o milho se originou, unicamente, do teosinto por seleção feita pelo homem. Evidências genéticas indicam que o milho e o teosinte são bastante aparentados. Eles apresentam uma homologia e o mesmo número de cromossomos, e do seu cruzamento podem se originar indivíduos férteis (GONÇALVES, 2013).

Essa cultura apresenta uma grande importância, pois apresenta diversas formas de utilização. Cerca de 70% da produção de milho é destinada para a alimentação animal, além de possuir um papel importante na culinária brasileira e gaúcha principalmente nas populações de baixa renda. A maioria dos produtores de milho, são de pequenos agricultores estes correspondentes a 56% do total de agricultores (SORDI, 2020).

Conforme Medeiros, Calegari (2006), na sucessão de culturas devem ser observados períodos mínimos sem o cultivo de uma mesma espécie na mesma área. O conhecimento detalhado do histórico da área e o acompanhamento criterioso das atividades realizadas são fundamentos indispensáveis no estabelecimento de um

esquema racional e compatível de rotação de culturas, utilizando plantas de cobertura em sucessão a culturas comerciais. Seus efeitos favoráveis podem ser percebidos em todo o sistema, a médio e longo prazo, sendo que as plantas de cobertura poderão ser implantadas em cultivo singular ou em associações (CALEGARI, 2002). A escolha das espécies utilizadas em sucessão é determinante no sucesso de um sistema de rotação (ARGENTA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002). Segundo Ceretta et al. (2002), isso depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera - verão, não devem permanecer em pousio durante o inverno. Assim, Fontaneli (1991) e Aita et al. (2004) afirmam que as gramíneas têm papel importante na ciclagem de nutrientes e sobretudo, devido a ter uma alta relação C/N, possuem uma lenta decomposição, dando resultados significativos para adição duradoura de matéria seca ao solo.

Algumas das plantas indicadas para rotação de culturas, é a aveia preta, que é uma planta rústica, exigente em água, com excelente capacidade de perfilhamento, produção de massa verde e resistente a pragas e doenças (MONEGAT, 1991). É também chamada de aveia forrageira por produzir mais forragem que a aveia branca e amarela, sendo muito cultivada para cobertura do solo em áreas de cultivos comerciais e também para corte e fornecimento aos animais no cocho (EMBRAPA, 2006). É uma Poacea que cresce e se desenvolve rapidamente, auxiliando no controle de erosão e das plantas espontâneas (PEREIRA et al., 2011). Este destaque da aveia é merecido, segundo Rabelo (1991), pelo fato da elevada disponibilidade de sementes, sua rusticidade e economia na implantação da cultura. É uma excelente forrageira para o período de inverno, servindo tanto para o pastoreio como para corte e ensilagem, sendo uma das plantas preferidas para dar cobertura ao solo em período de entressafra, também diminuindo a pressão de diversas espécies de invasoras, tanto pela sua cobertura plena quanto por apresentar forte efeito alelopático (KISSMANN, 1991).

O plantio é realizado entre abril e meados de maio na Região Sul, sendo a quantidade de sementes de 60 kg por hectare, e feita em sulcos espaçados em 20 cm, com população média de 300 plantas m^{-2} e as sementes distribuídas a uma profundidade máxima de 5 cm, atingindo uma cobertura plena do solo entre 45 a 60 dias, e inicia sua floração aos 100 dias (MONEGAT, 1991). A produção média de massa seca desta espécie é de 6 a 8 $Mg\ ha^{-1}$ (CALEGARI, 2002).

Outra planta usada foi o azevém, que é uma gramínea rústica, agressiva e perfilha em abundância, razão pela qual é uma das gramíneas hibernais mais cultivadas no sul do país, tanto para corte como para pastagens, sendo adaptada a temperaturas baixas, desenvolvendo-se somente durante o inverno e a primavera (EMBRAPA, 2006). É cespitosa, que possui folhas finas e tenras, cujo porte chega a atingir 1,2 metros de altura (MONEGAT, 1991). Devido a sua grande capacidade de ressemeadura natural, permanece na área de um ano para outro, sendo a época de plantio concentrada entre março e abril, com espaçamento de 17 a 20 cm entrelinhas, utilizando 25 kg de sementes por hectare, atingindo uma cobertura plena do solo entre 50 a 60 dias, com população média de 600 plantas m⁻² iniciando sua floração aos 100 dias. (EMBRAPA, 2006; MONEGAT, 1991). A produção média de massa seca desta espécie é de 6 a 8 Mg ha⁻¹ (CALEGARI, 2002).

E por fim o centeio, que destaca-se pelo crescimento inicial vigoroso, pela rusticidade e pela resistência ao frio, à seca e à acidez do solo (BAIER, 1994). Sendo uma cultura adaptada aos solos pobres e pouco exigente em insumos, o centeio assume relevância social, especialmente para o pequeno agricultor (ROEMER; RUDORF, 1962).

O centeio apresenta adaptação muito ampla. Destaca-se pelo crescimento inicial vigoroso e pela rusticidade - resistência ao frio, à seca, a acidez nociva do solo, ao alumínio tóxico e as doenças - possuindo sistema radicular profundo e agressivo capaz de absorver nutrientes indisponíveis a outras espécies. Suas raízes secretam nitrato, que tem capacidade de liberar fosfato no solo através de troca aniônica (MARSCHNER, 1986). É o mais eficiente dos cereais no aproveitamento de água, pois produz a mesma quantidade de matéria seca com apenas 70 % da água que o trigo utiliza. O centeio tem adaptação muito ampla, pois é cultivado desde o círculo polar ártico até altitudes de 4300 m acima do nível do mar, no Himalaia (BRUCKNER; RAYMER, 1990).

Segundo Embrapa (1998), dentre os nutrientes aplicados o nitrogênio é o que mais onera os custos de adubação, chegando a representar cerca de 40% do custo total de produção na cultura do milho. Nesse contexto, a busca de alternativas para diminuir o consumo de fertilizantes nitrogenados fez ampliar, na década de 70, as pesquisas na área de fixação biológica de nitrogênio (REIS, 2009). As bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, fixadoras de nitrogênio atmosférico, que associadas à rizosfera das plantas podem, possivelmente, contribuir com a nutrição

nitrogenada delas (BODDEY et al., 1995). Conforme Cavalett et al. (2000), o efeito da bactéria *Azospirillum spp.* no desenvolvimento do milho e em outras gramíneas, tem sido pesquisado nos últimos anos, não somente quanto ao rendimento das culturas, mas também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento. Segundo Didonet et al. (1996), são muitas as evidências de que a inoculação das sementes de milho com *A. brasilense* seja responsável pelo aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio.

Além do efeito sobre a cultura, a bactéria possui ainda os seguintes benefícios como inoculante: a bactéria é endofítica, ou seja, penetra na raiz das plantas; apresenta antagonismo a agentes patogênicos; produz fitormônios; não é muito sensível às variações de temperatura e ocorre em todos os tipos de solo e clima (ARAUJO, 2008).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes plantas de coberturas de inverno e da inoculação com *Azospirillum brasiliense* no desenvolvimento e produtividade das culturas de soja e milho.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a influência da palhada de diferentes plantas de cobertura na produtividade do milho na primeira safra e da soja na segunda safra, além da sua produção de massa seca e produção de grãos.

Identificar os efeitos de desenvolvimento das plantas inoculadas com *Azospirillum brasiliense* em comparação com as não inoculadas.

Verificar se interação entre a utilização de diferentes plantas de cobertura e a inoculação na produtividade das culturas de milho e soja.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido em dois anos agrícolas, sendo no verão de 2019/20 e 2020/21 e, no inverno de 2020, na Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs), localizada no distrito de Três Vendas no município de Cachoeira do Sul - RS (29°53' S e 53°00' W, altitude de 125 m), na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). O clima da região é classificado por Köppen como subtropical úmido, predominante na região Sul (ALVARES et al., 2014). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013).

Figura 1. Local de implantação do experimento na Estação Agronômica da Uergs Unidade em Cachoeira do Sul. Cachoeira do Sul-RS.



Fonte: Google Maps (2021).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, bifatorial com parcelas subdivididas e com 3 repetições. O fator A consistiu da inoculação das sementes com bactérias do gênero *Azospirillum brasiliense* (aplicado ou não) e o fator B da semeadura direta sobre diferentes palhadas, sendo estas: aveia preta, azevém e centeio.

As unidades experimentais tiveram dimensões de 3,5 x 3 m, e receberam uma aplicação da rochagem, a base de granito, realizada 60 dias antes da semeadura dos

cultivos de inverno do ano de 2018, na quantidade de 8 Mg ha⁻¹. E em 2020 foi reaplicado na dosagem de 4 Mg ha⁻¹, 30 dias antes da semeadura dos cultivos de inverno.

No inverno de 2019 foram semeadas as plantas de cobertura: aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e centeio (*Secale cereale*), na área experimental. Estas, foram manejadas mediante dessecação com herbicida a base de glifosato, para implantação da cultura de verão.

Na safra de verão de 2019/20 foi semeada a cultura do milho, no dia 23 de outubro de 2019 (Figura 2) e manejada conforme recomendações agronômicas para a cultura (EMBRAPA, 2017). Utilizou-se o híbrido de ciclo médio Agroceres AG8011 pro3, no espaçamento entrelinhas de 0,5 m, com população de 80 mil plantas ha⁻¹.

Figura 2. Cultura do milho sendo semeada na área experimental no verão de 2019/20. Cachoeira do Sul-RS.



Fonte: Autor (2019).

Baseada na análise química do solo realizou-se a fertilização da cultura do milho, seguindo as recomendações de adubação do manual de adubação e calagem (CQFS, 2016), sendo está de 200 kg ha⁻¹ da formulação 05-20-15 na base, e 90 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura, aplicada nos estádios v4 e v10, para uma expectativa de rendimento de 6.000 kg ha⁻¹.

Na cultura do milho, foram realizadas as seguintes avaliações: altura das plantas, índice de área foliar, grãos por fileira, fileiras por espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do colmo, peso de mil grãos e produtividade (kg ha^{-1}). As medidas da altura das plantas e a contagem do número de fileiras por espiga foi realizada em 3 plantas por parcela. Para avaliação da produtividade de grãos foram colhidas 3 linhas centrais de cada parcela com 2 metros lineares, totalizando $3,00 \text{ m}^2$ por unidade experimental. Foi realizada a colheita, a debulha, limpeza e determinação de umidade dos grãos. O peso total de grãos da parcela foi corrigido para a umidade de 13% e extrapolado para hectare. Dessa amostra, procedeu-se a contagem e a pesagem de 100 grãos para a determinação da massa de mil grãos (MMG).

Após a cultura do milho e antes da implantação da cultura da aveia foram coletadas amostras de solo com auxílio de um trado calador, estratificadas nas camadas de 0-10 cm e de 10-20 cm de profundidade do solo, para caracterização química do solo. Foram enviadas ao laboratório da UNISC em Santa Cruz, duas amostras (uma de cada profundidade) de cada tratamento de rotação.

Na safra de inverno de 2020 foi implantada as culturas da aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e centeio (*Secale cereale*) semeada no dia 10 de maio de 2020 (Figura 3), além da aplicação de *Azospirillum* na dose recomendada, duas semanas depois da semeadura, pulverizado sobre as plantas e solo.

Figura 3. Estabelecimento das culturas de inverno no ano de 2020. Cachoeira do Sul-RS.



Fonte: Autor (2020).

Nas plantas de cobertura foram realizadas as avaliações de produtividade de grãos e massa seca. Para estas avaliações foram colhidos manualmente 2 m² das linhas centrais de cada parcela. Esta palha foi pesada e determinada a umidade. Depois foram debulhadas e os grãos limpos em peneiras, pesados e avaliada a umidade, corrigindo o peso para a umidade de 13% em todas as parcelas.

Na safra de verão de 2020/21 foi implantada a cultura da soja inoculada com *Bradyrhizobium japonicum*, semeada no dia 05 de dezembro de 2020, utilizando-se a cultivar Brasmax Zeus, no espaçamento entrelinhas de 0,5 m e 280 mil plantas por hectare, conforme as recomendações agrônômicas para a cultura da soja (CARAFLA et al., 2019). Baseada na análise química do solo realizou-se a fertilização da cultura, seguindo as recomendações de adubação do manual de adubação e calagem (CQFS, 2016), sendo esta de 340 Kg há⁻¹ da 02-30-15 na base, e 150 Kg há⁻¹ de KCl em cobertura aos 25 dias após emergência, para uma população de 300mil plantas/ha.

Após a maturação fisiológica da cultura da soja, foram realizadas as seguintes avaliações: número de grãos por vagem, altura de planta, número de vagens por planta, massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos (kg ha⁻¹). Nas figuras 4 e 5 é possível observar o experimento após a semeadura da cultura (Figura 4a) e a sua colheita (Figura 4b).

Figura 4. Experimento após a semeadura da cultura da soja (a) e na colheita das parcelas (b). Cachoeira do Sul-RS.



Fonte: Autor (2021)

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente, sendo submetidos à análise da variância (teste F) e, quando significativo, ao teste de média (Teste de Tukey), ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software Sisvar.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação as culturas de inverno usadas para o plantio direto, os resultados obtidos de massa seca e produtividade não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos e também não na interação entre os fatores, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Valores do quadrado médio da análise de variância para as variáveis respostas obtidas para os cultivos de inverno de 2020. Cachoeira do Sul-RS, 2021.

Fator	Massa seca	Produtividade
Culturas (A)	0,596ns	0,422ns
<i>Azospirillum</i> (B)	0,455	0,423
A* B	0,963	0,114
Repetição	1,688	3,012
CV (%)	37,07	40,93

* Valores seguidos de ns não diferem entre si pelo teste "F" em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2021).

A tabela 2 apresenta a massa seca e a produtividade de grãos das culturas de centeio, azevém e aveia, cultivados no inverno de 2020. Não foram observadas diferenças significativas estatisticamente com o uso da aplicação de *Azospirillum brasiliense*.

Tabela 2. Resultados das variáveis respostas obtidas nos cultivos de inverno. Cachoeira do Sul-RS, 2021.

Culturas	Massa seca (Kg ha ⁻¹)		Produtividade (sc ha ⁻¹)					
	Sem <i>Azospirillum</i>	Com <i>Azospirillum</i>	Sem <i>Azospirillum</i>	Com <i>Azospirillum</i>				
Centeio	2960,00	ns	4066,67	ns	28,89	ns	27,19	ns
Azevém	2600,00		3640,00		29,93		25,88	
Aveia	3826,67		4320,00		26,80		30,85	

; * significativo e ns não significativo pelo teste "f" em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2021).

Na tabela 3 estão apresentados os indicadores estatísticos para as diferentes variáveis analisadas para a cultura do milho. Foram observadas diferenças estatísticas significativas na variável fileiras/espiga na interação entre os fatores e, na

variável resposta da produtividade nos tratamentos das culturas. Os demais valores não apresentaram diferença significativa.

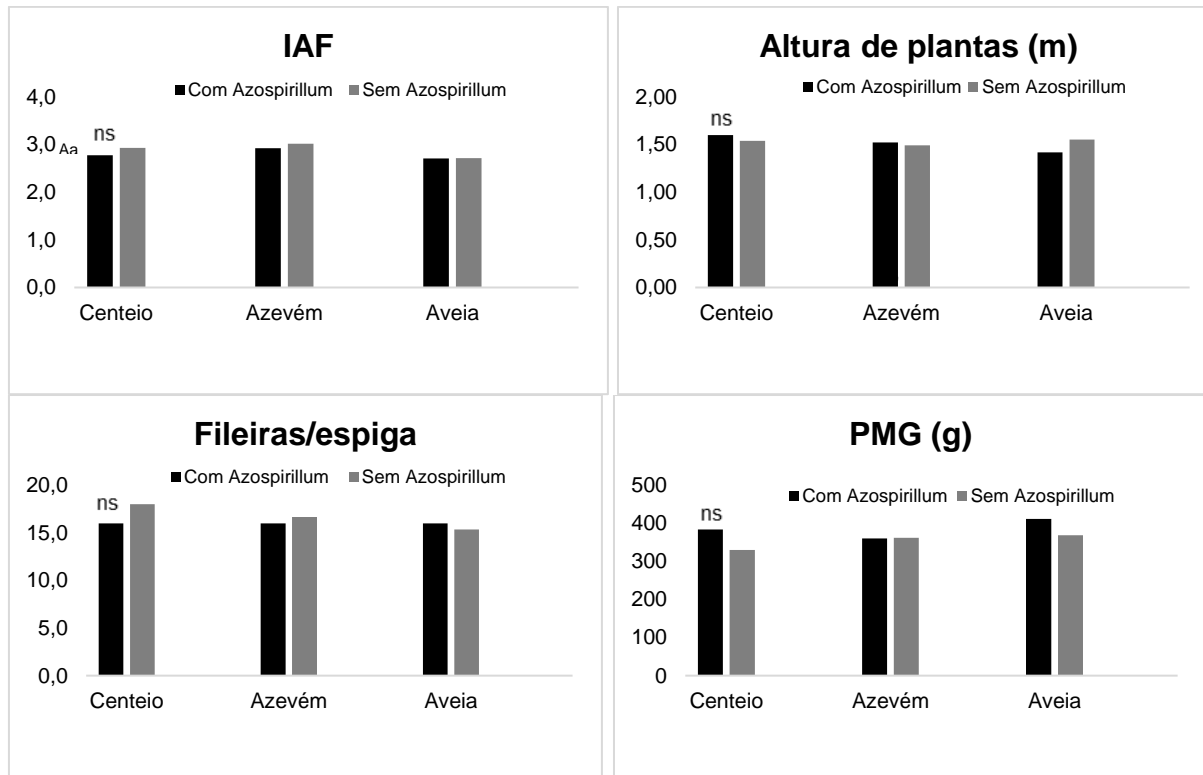
Tabela 3. Valores do quadrado médio da análise de variância para as variáveis respostas obtidas para a cultura do milho. Cachoeira do Sul-RS, 2021.

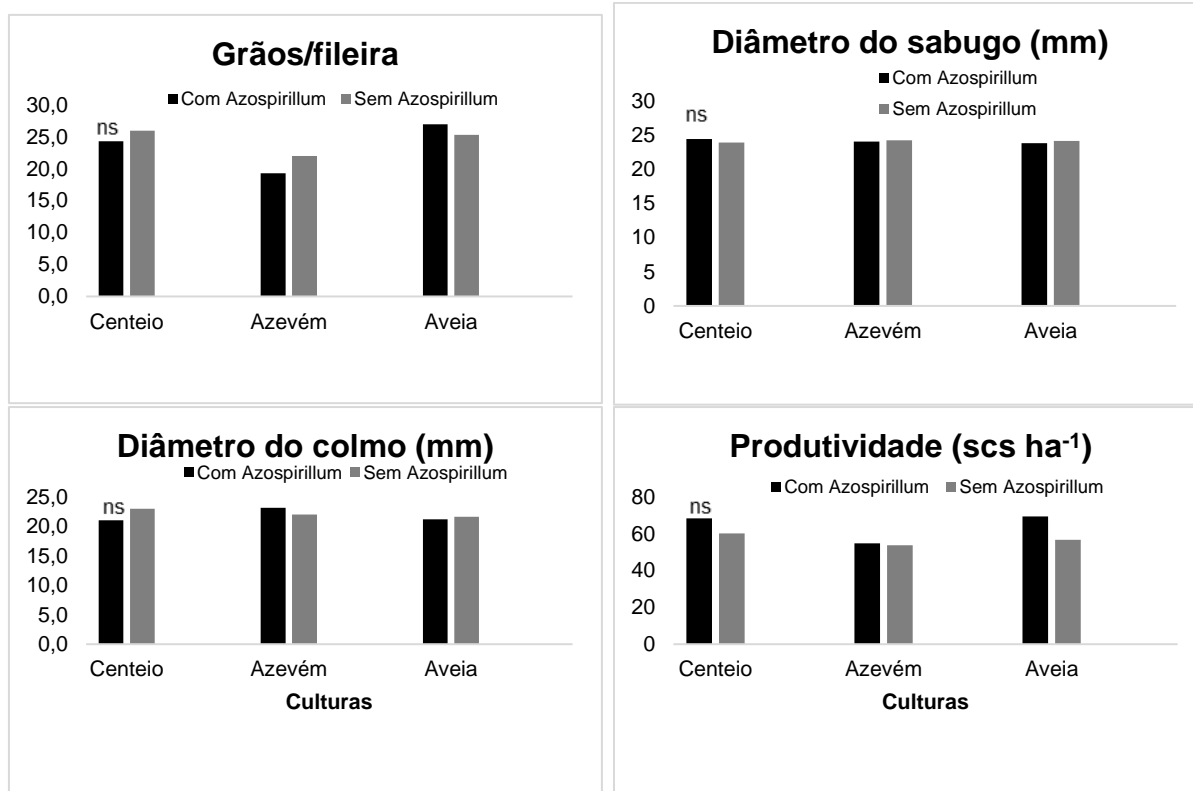
Fator	IAF	Altura milho (m)	Fileiras /espiga	Grãos /fileira	PMG	Sabugo	Colmo	Produtividade
Culturas(A)	1,207ns	1,193ns	1,015ns	1,345ns	1,156ns	0,495ns	1,583ns	3,230*
Inoculação(B)	0,618	0,001	0,794	0,041	0,172	0,580	0,571	3,262ns
A x B	0,723	0,477	3,221*	0,460	1,780	0,701	1,418	0,254
Repetição	0,186	1,907	2,471	1,060	1,762	0,560	7,366*	0,262
CV (%)	16.07	9.9	7.45	18.78	10.44	6.92	8.12	18.48

IAF = índice de área foliar; PMG = peso de mil grãos; CV = coeficiente de variação; * significativo e ns não significativo pelo teste "F" em nível de 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor (2021).

O número de fileiras por espiga não apresentou diferença estatística na maioria dos tratamentos, conforme destacado na figura 5.

Figura 5. Resultados das variáveis avaliadas na cultura do milho em função de diferentes culturas e usos da inoculação. Cachoeira do Sul-RS, 2021.





* Médias seguidos por letras iguais minúscula (inoculação), maiúscula (culturas) e ns não diferem entre si pelo teste de tukey em nível de 5% de probabilidade de erro Fonte: Autor (2021).

O índice de área foliar não apresentou diferença significativa em relação a utilização de *Azospirillum* e aos diferentes tipos de culturas, variando de 2,71 na aveia sem e com *Azospirillum* para 3,02 no azevém sem inoculação. A massa de mil grãos não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, variando de 330 gramas utilizando centeio sem *Azospirillum*, até 411 gramas na aveia com *Azospirillum*. A altura das plantas não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. A altura variou entre 1,42 m na aveia com *Azospirillum*, e 1,60 m no centeio de com *Azospirillum*.

O número de grãos por fileira não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, variando de 19,33 sobre azevém com *Azospirillum* a 27 na aveia inoculada com *Azospirillum*. O diâmetro do sabugo e o diâmetro do colmo também não apresentaram diferença estatística e o padrão dos dois gráficos foi o mesmo. A média do diâmetro do sabugo foi de 23,8 milímetros, com variações de 23 a 24 mm. Já a média do diâmetro de colmo foi de 22,5 milímetros variando de 21,1 a 23,18 mm.

A produtividade de grãos da cultura do milho também não apresentou diferença estatística entre os tratamentos avaliados, variando de 53,9 sacas ha⁻¹ no azevém sem *Azospirillum* há 69,53 sacas ha⁻¹ na aveia com *Azospirillum*.

A justificativa para as baixas produtividades da cultura do milho e provavelmente também por não ocorrer diferenças com o uso de *Azospirillum* e as culturas foi a pouca chuva acumulada na região de fevereiro a março, que foi de apenas 50 mm, conforme INMET (2021). Porém, a necessidade média da cultura é de aproximadamente 600 mm (FRANCISCO, 2017). Esse estresse ocorreu nos períodos críticos da cultura, sendo no período reprodutivo e no enchimento de grãos, onde pode causar uma redução de 51% na produção de grãos (BERGAMASI, 2014). Deve-se considerar, também, que o clima e o tipo de solo interferem na adaptação das bactérias inoculadas, o que pode acarretar variação nos resultados de inoculação, dependendo da localização geográfica. A sobrevivência, no solo, das bactérias inoculadas é essencial para o sucesso da inoculação, variando conforme o tipo de solo, clima e condições da planta (BASHAN; HOLGUIN, 1995).

Na tabela 4 são apresentados os indicadores estatísticos para as diferentes variáveis analisadas para a cultura da soja. Foi observado diferenças entre os tratamentos e interação entre os fatores para as variáveis vagem/planta e altura de plantas, enquanto a produtividade apenas as culturas influenciaram.

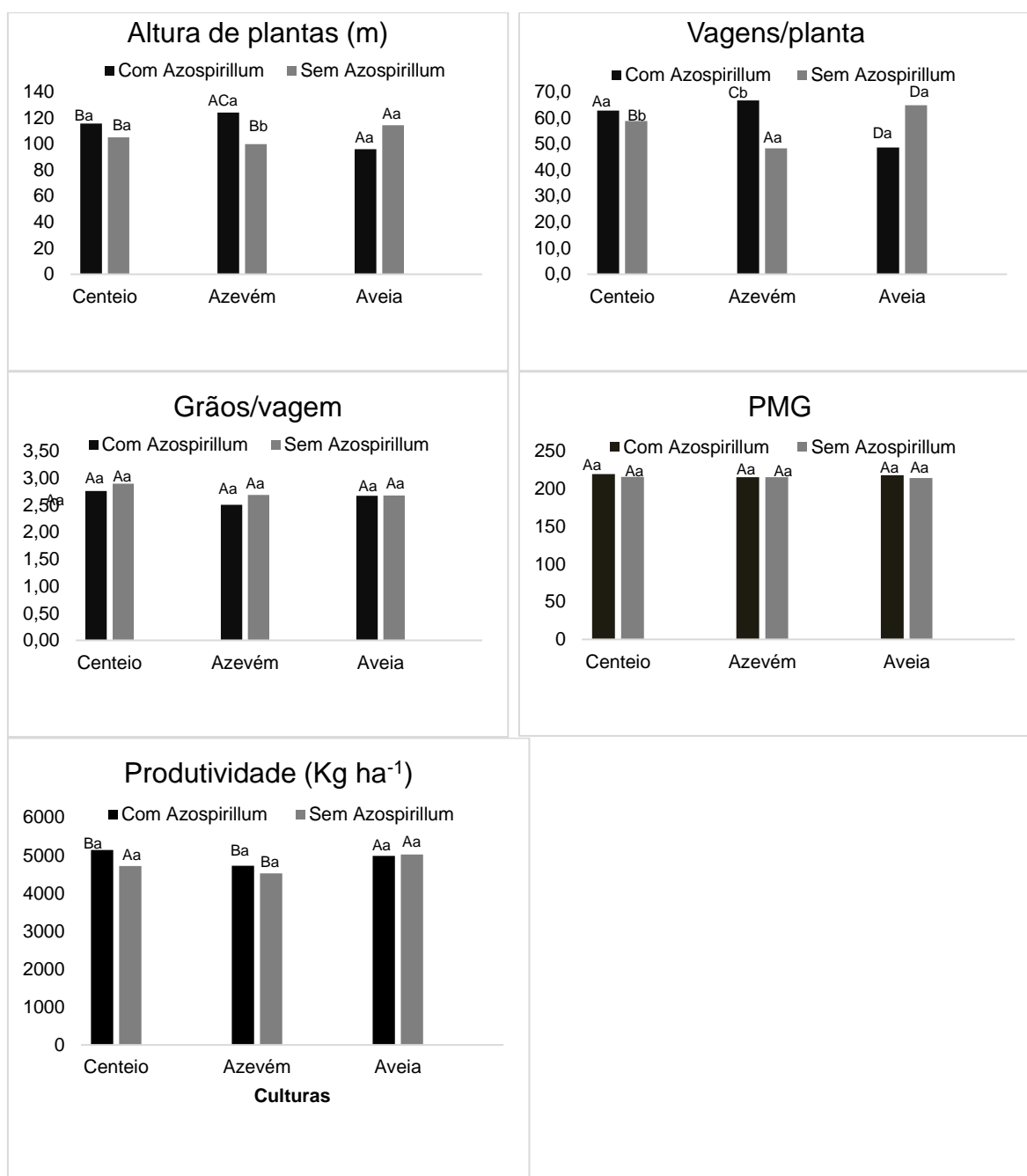
Tabela 4. Valores do quadrado médio da análise de variância para as variáveis respostas obtidas para a cultura da soja. Cachoeira do Sul-RS, 2021.

Fator	Altura de plantas	Vagem/planta	Grãos/vagem	PMG	Produtividade
Culturas(A)	19,998*	128,68*	1,202ns	1,553ns	4,137*
Inoculação(B)	4,059ns	17,45*	0,001	0,220	2,809ns
A x B	8,812*	47,23*	1,061	1,801	0,407
Repetição	0,070ns	0,738ns	0,860	1,453	0,263
CV (%)	6,36	4,48	7,38	2,02	8,69

IAF = índice de área foliar; PMG = peso de mil grãos; CV = coeficiente de variação; * significativo e ns não significativo pelo teste “F” em nível de 5% de probabilidade de erro Fonte: Autor (2021).

Os resultados observados na cultura da soja estão demonstrados na figura 6. A altura das plantas sofreu influência significativa, sendo a cultura que mais se destacou foi o azevém (1,24 m) e o centeio (1,15 m), ambos com inoculação. A menor altura das plantas foi observada na aveia inoculada, com 0,96 m, independente da inoculação. A utilização da inoculação com *Azospirillum* aumentou a altura das plantas no centeio inoculado (+0,11 m), azevém (+0,24 m).

Figura 6. Resultados da altura das plantas, do número de vagens por planta, da PMG, do número de grãos por vagem e produtividade da cultura da soja sobre diferentes culturas e com o uso da inoculação na safra 2021. Cachoeira do Sul-RS, 2021.



*Médias seguidas por letras iguais minúscula (inoculação), maiúscula (culturas) e ns não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro Fonte: Autor (2021).

O número de vagem por planta apresentou diferença significativa, sendo os tratamentos que apresentaram o maior número de vagens foram o azevém com *Azospirillum* (66 vagens pl^{-1}), a aveia sem *Azospirillum* (64 vagens pl^{-1}) e centeio com *Azospirillum* (62 vagens pl^{-1}). O pior resultado para esta variável foi o azevém com 48 vagens pl^{-1} independente da utilização da inoculação.

A massa de mil grãos e os grãos por vagem não apresentaram diferença estatística em ambos os fatores. A massa de mil grãos variou de 214 gramas na aveia sem inoculação, até 219 gramas no centeio com *Azospirillum*. Já no número de grãos por vagem, a média variou de 2,5 grãos por vagem no azevém inoculado até 2,9 grãos por vagem no centeio sem inoculação. Para a variável grãos por vagem não houve efeito significativo de tratamento. Isso porque, dentre os demais componentes de rendimento, é o que apresenta menor variação entre diferentes situações de cultivo. Isso demonstra uma uniformidade do melhoramento genético na busca de plantas com produção de, em média, três grãos por legume (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Os resultados obtidos na produtividade de grãos da cultura da soja não apresentaram diferenças estatísticas em relação à inoculação com *Azospirillum*. Mas em relação as culturas, se destacaram a aveia com 5.019 Kg ha⁻¹, o centeio com 4.714 Kg ha⁻¹ e o azevém com 4.523 Kg ha⁻¹.

De acordo com Galerani (2005), a monocultura da soja pode levar a um desbalanceamento das condições físicas, químicas e biológicas do solo, podendo causar em longo prazo perdas de produtividade e danos ao solo, como desagregação do solo, compactação, erosão e decréscimo de matéria orgânica, além de dificultar a absorção de nutrientes, favorecimento de doenças, pragas e plantas daninhas, em especial a buva. Por isso a importância de práticas conservacionistas como o plantio direto.

Vidal et al., (1998) verificaram que, o máximo rendimento de soja foi observado nos tratamentos com controle químico de gramíneas, sendo que níveis de resíduos vegetais não afetou o rendimento da cultura. Esse resultado indica que, na ausência de infestação de plantas daninhas, não houve efeito aparente de níveis de resíduos vegetais do solo sobre a cultura da soja, o que pode decorrer devido a uma das quatro possibilidades a seguir. Primeira, ausência de efeito alelopático negativo de palhas de trigo ou de aveia sobre a soja. Segunda, ausência de efeitos positivos dos resíduos vegetais no solo, tais como aumento de umidade e redução de temperatura do solo, sobre o crescimento das plantas de soja. Terceira, se ocorreram efeitos negativos eles foram contrabalançados pelos efeitos positivos, não sendo alterados o rendimento final da cultura. Quarta, a possibilidade de que tenham ocorrido efeitos positivos, negativos, ou ambos, no início do desenvolvimento da cultura, mas que eles tenham se dissipado com o desenvolvimento da mesma, não apresentando reflexos no rendimento de grãos.

Os autores ainda concluem que, na ausência de infestação de plantas daninhas, não há efeito da palha sobre o rendimento da cultura de soja. Quando o controle de gramíneas anuais depende da cobertura do solo com palha, ocorre aumento no rendimento de soja com o incremento dos nível de resíduos devido à redução na infestação de plantas daninhas (Vidal et al., 1998).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da inoculação de *Azospirillum brasiliense* não influenciou de maneira significativa as culturas de inverno e verão.

A cultura do milho teve seu desenvolvimento influenciado pelo severo déficit hídrico, e por consequência, pode ter comprometido a resposta dos tratamentos.

As plantas de coberturas influenciaram na produtividade da cultura da soja, sendo o maior valor sobre a aveia (5.019 Kg ha⁻¹) e o centeio (4.714 Kg ha⁻¹) e, depois, o azevém (4.523 Kg ha⁻¹).

Fica evidente a necessidade de maiores estudos com o *Azospirillum brasiliense*, devido a sua importância como insumo alternativo e os vários relatos de respostas positivas na literatura, bem como, combinar sua utilização com diferentes doses de adubação nitrogenada na cultura do milho.

7. REFERÊNCIAS

- AITA, C. et al. **Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25, p.157 - 165, 2004.
- ARAUJO, S. C. Realidade e perspectivas para o uso de Azospirillum na cultura do milho. **Revista informações agrônômicas**, Piracicaba, n.122, p.4–6, 2008.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. **Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia preta no milho em sucessão e no controle do capim papua.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.851 - 860,2001.
- BAIER, A.C., NEDEL, J.L., REIS, E.M. et al. 1994. **Triticale: cultivo e aproveitamento.** Passo Fundo: EMBRAPA - CNPT. 72p (EMBRAPA - CNPT. Documentos, 19).
- Bashan Y & Holguin G (1995) **Inter-root movement of Azospirillum brasilense and subsequent root colonization of crop and weed seedlings growing in soil.** Microbial Ecology, 29:269-281.
- BODDEY, R.M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for the future. **Fertilizer Research**, Oxford, v.42, p.241-250, 1995.
- BRUCKNER, P.L.; RAYMER P.L. **Factors influencing species and cultivar choice of small grains for winter forage.** J. Prod. Agric., v.3, n.3, p.349-355, Jul./Sept. 1990.
- CALEGARI, A. **Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura.** Revista Agroecologia Hoje, ano II, n.14, maio a junho de 2002 – Botucatu - SP.
- CARAFLA, Marcus et al. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Cachoeira do Sul: safras 2018/2019 e 2019/2020.** Três de Maio, Setrem: 2019.
- CAVALLET, L.E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com Azospirillum spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.
- CERETTA, C. A. et al. **Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto.**
- CONAB, Companhia Brasileira de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.8– Safra 2020/21, n.7 - Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-116, abril 2021.
- CONAB, Companhia Brasileira de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-68, setembro 2020.

CONAB. **Custos de Produção Agrícola: A Metodologia da Conab**. Disponível em: < www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custos.pdf >. Acesso em: 04 Set. 2021.

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. 376p.

DALL'AGNOL, Amélio et al. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina, PR: Embrapa Soja. 2007.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.9, p.645-651, 1996.

EMBRAPA – AGROBIOLOGIA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Seleção de Genótipos de Milho e Arroz mais Eficientes Quanto ao Ganho de N Através de Fixação Biológica de N₂**. Embrapa/Rio de Janeiro. Brasília: Embrapa, Seropédica-RJ, Documentos, 07 p. 23 Novembro/1998.

EMBRAPA. **Gado de Leite**, Instrução Técnica para o produtor de leite, Maurílio José Alvim, Juiz de Fora – MG, 2006.

FIGUEIREDO, Kaio Felipe. **Avaliação das características agrônômicas e produtividade de cultivares de soja em diferentes sistemas de semeadura**. 2013.

FONTANELI, R. S.; PIOVEZAN, A. J. **Efeito de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, n.26, p.691 - 697, 1991.

GIRARDELLO, V. C. **Qualidade física de um latossolo submetido a escarificação sitio específico e o rendimento da soja sob plantio direto**. Dissertação de Mestrado, UFSM, RS,2010.

GONÇALVES, G. M. B. **Desempenho agrônômico e adaptativo e divergência genética de populações de milho local derivadas de mpa1 em processo de melhoramento genético**. TCC (Curso de Graduação em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p:12. 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Tecnologia de coinoculação da soja com bradyrhizobium e azospirillum: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo**. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, 33., 2013, Londrina. Resumos expandidos... Brasília, DF: Embrapa, 2013., 2013.

KISSMANN, K. G. *Avena strigosa* Schreb. In: **Plantas infestantes e nocivas**. BASF, São Paulo, 1ª ed., 1991, 603 p.

LINZMEYER JUNIOR, R. et al. **Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja**. Acta Sci. Agron., v. 30, n. 3, p. 373 - 379, 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 403p.

MEDEIROS, G. B. de; CALEGARI, A. Rotação de culturas. Cap. 9, p.135 - 142, In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, Fóz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006, 200p.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo; características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó/SC, 1991. 337 p.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento dos grãos**. UFRGS, Departamento de plantas de Lavoura da Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. 31p.

MUÑOZ-GARCIA, A.; CABALLERO-MELLADO, J.; VALDÉS, M. **Promoción del crecimiento del maiz por cepas productoras de siderófos de Azospirillum y Pseudomonas fluorescentes**. In: CONGRESO NACIONAL DE LA FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO Y I ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO, 3., 1991. Cuernavaca. Anais... Cuernvaca, México, p.61. 1991.

OLIVEIRA, T.K. de; CARVALHO, G.J. de; MORAES, R.N. de S. **Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.1079-1087, 2002.

PAULA, S. R; FAVERET, P. **Panorama do Complexo da Soja**. BNDES, 2000.

PEREIRA, R. A.; ALVES, P. L. da C. A.; CORRÊA, M. P.; DIAS, T. C. de S. **Influência da cobertura de aveia preta e milheto sobre comunidade de plantas daninhas e produção de soja**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.6, n.1, p.1 - 10, 2011.

RABELO, R. R. Levantamento da situação atual de rotação de culturas e adubação verde naregião Centro - Sul. In: Reunião Centro - Sul de Adubação Verde e Rotação de Culturas, 3. Cascavel, PR, 1991. **Ata da II Reunião Centro - Sul de Adubação Verde e Rotação de Culturas**. Cascavel, OCEPAR, 1991. P.53 - 95.

REIS, V.M. **Ecofisiologia de bactérias diazotróficas e contribuição da fixação biológica de nitrogênio em gramíneas e palmeiras**. EMBRAPA – AGROBIOLOGIA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: acesso em: 08 agosto. 2009.

ROEMER, Th.; RUDORF, W., ed. **Hindbuch der pflanzenmechtung**. 2.ed. Berlin: Parey, 1962. 6v.

SORDI, A., Grade, B. V. ., Lubenow Panzenhagen, J. E. ., Zamboni, L. ., & Piccoli , V. (2020). **Avaliações das características na cultura do milho com a aplicação dose de fungicida**. *Anuário Pesquisa E Extensão Unoesc São Miguel Do Oeste*, 5, e25119. Recuperado de <https://unoesc.emnuvens.com.br/apeusmo/article/view/25119>.

VIDAL, R.A.; THEISEN, G.; FLECK, N.G. & BAUMAN, T.T. **Palha no sistema de semeadura direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade da soja**. Ci. Rural, 28:373-377, 1998.