



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

PÂMELA PIRES FERST

**IMPACTO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA
SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES E NA PRODUTIVIDADE DO
MILHO**

CERRO LARGO

2018

PÂMELA PIRES FERST

**IMPACTO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA
SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES E NA PRODUTIVIDADE DO
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

CERRO LARGO

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Ferst, Pâmela Pires

Impacto de microrganismos promotores de crescimento na severidade de doenças foliares e na produtividade do milho / Pâmela Pires Ferst. -- 2018.

49 f.:il.

Orientadora: Doutora Juliane Ludwig.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Cerro Largo, RS , 2018.

1. Zea mays. 2. Biocontrole. 3. Cultivares. 4. Microbiolização de sementes. I. Ludwig, Juliane, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

PÂMELA PIRES FERST

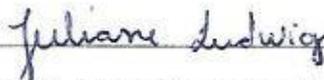
**IMPACTO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA
SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES E NA PRODUTIVIDADE DO
MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Juliane Ludwig

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 04/12/2018.

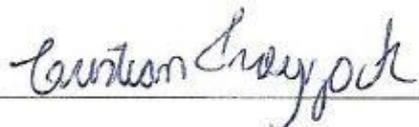
BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dr^ª Juliane Ludwig – UFFS



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS



Eng. Agron. Me Cristian Troyjack

Ao amigo – irmão Pablo Dewes Flores (*in memoriam*), que compartilhou comigo a espera por este momento, mas partiu antes de presenciar a realização deste sonho, com amor e saudade eternos

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e pela graça de chegar até esse momento e desfrutá-lo junto à minha família e amigos.

Aos meus avós, Anselmo e Joceli Pires, que nunca mediram esforços para me ajudar em qualquer circunstância, que me incentivaram, desde cedo, a seguir estudando e que, através de seu caráter reto e imutável e seus exemplos de honestidade e simplicidade, fizeram de mim a pessoa que sou hoje.

À minha mãe Claci e meu “paidrasto” Valmir, que são uma de minhas bases e a quem tenho enorme gratidão por todos os sacrifícios e renúncias que fizeram por mim.

Ao meu pai Adalberto, sua esposa Valdirene e meus irmãos Bruno e Henrique por todo suporte e apoio incondicional a todas as minhas decisões e por, mesmo distantes, estarem sempre presentes.

À professora Juliane Ludwig por todos os ensinamentos transmitidos durante a graduação e os trabalhos desenvolvidos, pelo apoio e incentivo em todos os momentos e pela amizade que desenvolvemos neste período.

Aos amigos da graduação que, com o passar dos dias, se tornaram uma extensão de minha família e que espero levar comigo mesmo após a conclusão do curso.

Aos amigos de mais longa data que, em meio a novas rotinas e novas vidas, nunca se afastaram e seguem ao meu lado, independente do tempo que passe.

Aos colegas de curso que prontamente auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

Ao produtor Hugo Werle pela disponibilização da área e de material para realização do experimento.

À todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão de minha graduação.

RESUMO

O milho é o principal constituinte da dieta animal, sendo utilizado também para alimentação humana devido a suas características nutricionais, além de servir de matéria prima para a indústria química, farmacêutica, de papéis e têxtil. Devido a isto, é um dos grãos mais produzidos no mundo, em um cenário em que o Brasil aparece como terceiro maior produtor mundial. Entretanto, o rendimento da cultura é limitado por uma série de fatores dentre os quais recebe destaque a crescente incidência de doenças, que podem ocasionar perdas de mais de 65%. O uso de microrganismos dos gêneros *Trichoderma*, *Bacillus*, *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* tem sido bastante estudado, tanto na promoção do crescimento de culturas como também no biocontrole de doenças. Diante disso, foi objetivo deste trabalho, avaliar o efeito da microbiolização de sementes de milho de duas cultivares com os microrganismos *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *Bacillus* spp., *Azospirillum brasiliense* e *A. brasiliense* + *Bradyrhizobium japonicum* sobre a incidência de doenças foliares, componentes de desenvolvimento e rendimento, e, na produtividade da cultura. Assim, para a realização deste trabalho, foram microbiolizadas sementes de milho das cultivares AG 8780 e XB 4013, com *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *Bacillus* spp. (LABMID UFFS RD34), *Azospirillum brasiliense* e *A. brasiliense* + *Bradyrhizobium japonicum*. As cultivares foram avaliadas quanto a incidência de doenças, componentes de desenvolvimento e rendimento, e, produtividade. Na cultivar XB 4013 a inoculação de *T. harzianum*, *Bacillus* spp. (LABMID UFFS RD34) e *A. brasiliense* reduziu o progresso de doenças foliares. Na cultivar AG 8780 a inoculação dos microrganismos não reduziu a progressão de doenças foliares. O efeito dos microrganismos sobre componentes de desenvolvimento e rendimento, são variáveis e parecem estar mais ligadas a características de cada cultivar, o que também pode explicar os resultados obtidos em relação à produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays*. Biocontrole. Cultivares. Microbiolização de sementes.

ABSTRACT

Corn is the main constituent of the animal diet, being also used for human consumption due to its nutritional characteristics, besides serving as raw material for the chemical, pharmaceutical, paper and textile industries. Due to this, it is one of the most produced grains in the world, in a scenario in which Brazil appears as the third largest producer in the world. However, the yield of the crop is limited by a number of factors, among which the increasing incidence of diseases, which can cause losses of more than 65%, is highlighted. The use of microorganisms of the genus *Trichoderma*, *Bacillus*, *Azospirillum* and *Bradyrhizobium* has been well studied, both in the promotion of crop growth and in the biocontrol of diseases. The objective of this work was to evaluate the effect of the microbiolization of corn seeds of two cultivars with the microorganisms *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *Bacillus* spp., *Azospirillum brasiliense* and *A. brasiliense* + *Bradyrhizobium japonicum* on the incidence of leaf diseases, components of development and yield, and crop productivity. Thus, for the accomplishment of this work, corn seeds of the cultivars Ag 8780 and XB 4013 with *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *Bacillus* spp (LABMID UFFS RD34), *Azospirillum brasiliense* and *A. brasiliense* + *Bradyrhizobium japonicum* were microbiolized. The cultivars were evaluated for incidence of diseases, components of development and yield, and productivity. In cultivar XB 4013 the inoculation of *T. harzianum*, *Bacillus* spp. (LABMID UFFS RD34) and *A. brasiliense* reduced the progression of foliar diseases. In cultivar AG 8780 inoculation of microorganisms did not reduce the progression of foliar diseases. The effect of microorganisms on developmental components and yield are variable and seem to be more related to the characteristics of each cultivar, which may also explain the results obtained in relation to productivity.

Keywords: *Zea mays*. Biocontrol. Cultivars. Seed microbiolization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui de distribuição dos tratamentos nas parcelas.....	28
Figura 2 - Escala diagramática utilizada nas avaliações de severidade de doenças foliares.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos microbianos realizados em cada cultivar de milho e produtos comerciais utilizados.....	25
Tabela 2 – Comprimento da parte aérea (CPA), em centímetros (cm), de dez plântulas normais de milho, em relação aos tratamentos microbianos e às cultivares.....	31
Tabela 3 – Comprimento da radícula (CR), em centímetros (cm), de dez plântulas normais de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.....	31
Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (MSPA), em gramas (g), de dez plântulas normais de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.....	32
Tabela 5 - Massa seca de radícula (MSR), em gramas (g), de dez plântulas normais de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.....	33
Tabela 6 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.....	35
Tabela 7 – Número de fileiras por espiga de plantas de milho em relação aos tratamentos microbianos e às cultivares.....	36
Tabela 8 - Altura de plantas, em metros (m) e índice SPAD em duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.....	37
Tabela 9 - Circunferência do colmo (em cm), altura de inserção da primeira espiga (em m) e produtividade, em kg.ha ⁻¹ , em relação aos tratamentos microbianos.....	38
Tabela 10 - Circunferência do colmo (em cm), altura de inserção da primeira espiga (em m) e produtividade, em kg.ha ⁻¹ , das duas cultivares avaliadas.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A CULTURA DO MILHO	14
2.2	MANEJO DE DOENÇAS DO MILHO	18
2.2.1	Principais doenças	18
2.2.2	Manejo de doenças no milho	22
2.3	CONTROLE BIOLÓGICO EM MILHO	23
2.4	PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	TRATAMENTOS BIOLÓGICOS DE SEMENTES	26
3.2	CULTIVARES UTILIZADAS	27
3.3	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	27
3.4	ENSAIOS DE CAMPO	28
3.4.1	Localização do experimento, preparo da área e manejo da cultura	28
3.4.2	Semeadura	29
3.5	AVALIAÇÕES	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	32
4.2	ENSAIOS DE CAMPO	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos grãos mais produzidos no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial, devendo alcançar na safra 2018/19 cerca de 94,5 milhões de toneladas produzidas (USDA, 2018). Nesta mesma safra, a área cultivada no Brasil voltou a apresentar um pequeno acréscimo em relação a área plantada na safra anterior, o que, segundo projeções, deve resultar em um aumento de 12,4% na produção em relação à última safra (CONAB, 2018).

Devido às suas características nutricionais, que incluem um elevado valor energético e alto teor proteico, dentre outros componentes, a utilização do milho na alimentação humana e animal é de grande importância, sendo destinados cerca de 75% da produção nacional a estes grupos de consumidores, além disto, o grão e seus derivados também servem como fonte de matéria-prima para diversas outras indústrias (CIB, 2006; PAES, 2006).

As áreas cultivadas apresentam um elevado potencial de rendimento, podendo atingir mais de 24 toneladas por hectare (PIONEER, 2014), em condições ideais de cultivo. Contudo, esta produtividade é limitada por diversos fatores, tanto de origem abiótica, quanto de origem biótica, dentre os quais destaca-se a incidência de doenças, que tem apresentado um aumento significativo nas últimas safras. O uso de cultivares suscetíveis, aliado à monocultura e a ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos, tem favorecido o aumento da incidência/severidade de doenças nas áreas de cultivo de milho (JULIATTI; SOUZA, 2005).

Dentre as principais doenças que incidem na cultura, recebem destaque as ferrugens (*Puccinia sorghi* e *P. polysora*), as helmintosporioses (*Helminthosporium turcicum* e *H. maydis*), a podridão de diplodia (*Sternocarpella macrospora* e *S. maydis*) que atacam tanto a planta quanto as espigas, a cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*) e a mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis*) (VILLANI, 2016).

O manejo destas doenças é comumente realizado com a utilização de cultivares que apresentam resistência aos patógenos, rotação de culturas e através da aplicação de produtos químicos, sendo que este último vem sendo bastante adotado por tratar-se de uma alternativa economicamente viável e devido à sua eficiência de controle. Entretanto, devido à crescente preocupação com relação ao meio ambiente e a preservação dos recursos naturais, o controle biológico de doenças vem sendo visto como alternativa ao controle químico.

O controle biológico consiste na redução de inóculo ou das atividades de uma doença, realizada por um ou mais organismos, que não o homem (COOK; BAKER, 1983 *apud* AMORIM; REZENDE; FILHO, 2011). Neste tipo de controle, microrganismos pertencentes aos gêneros *Bacillus*, *Trichoderma*, *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* têm sido bastante estudados tanto por sua capacidade de atuarem como agentes de biocontrole para patógenos, quanto por promoverem o crescimento vegetal, o que pode resultar em incremento da produtividade da lavoura.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da microbiolização de sementes de milho de duas cultivares com os microrganismos *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *Bacillus* spp., *Azospirillum brasiliense* e *A. brasiliense* + *Bradyrhizobium japonicum* sobre a incidência de doenças foliares, componentes de desenvolvimento e rendimento, e, na produtividade da cultura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays*) é uma gramínea que tem como centros de origem reconhecidos o México e a Guatemala, sendo considerado o único cereal nativo do Novo Mundo. As primeiras espigas foram encontradas por volta de 7.000 a. C. pertencentes ao ancestral da espécie, conhecido como teosinto, que foi modificado artificialmente pelo homem até chegar ao milho como é conhecido hoje (CIB, 2006).

Ainda de acordo com o CIB (2006), por apresentar elevado valor energético e possuir em sua composição vitaminas A e B, proteínas, gorduras, amido, fibras, fósforo, cálcio e ferro, o milho apresenta grande importância na alimentação humana sendo consumido tanto in natura quanto na forma de farinha ou fubá como ingrediente de diversos pratos (CIB, 2006).

Além disto, o cereal também é o principal constituinte da dieta animal, sendo destinado à alimentação de bovinos, aves e suínos, utilizado na forma de farelos, grãos, ou ainda na forma de silagem de planta inteira ou de grãos úmidos. São destinados 15 e 60% da produção nacional ao consumo humano e animal, respectivamente. Os derivados do milho, tais como o óleo e o amido, são utilizados também na indústria química, farmacêutica, de papéis e têxtil, dentre outras (PAES, 2006).

Devido a tais fatores, o milho é um dos grãos mais produzidos no mundo, com estimativa de alcançar na safra 2018/19 uma produção mundial de 1.098,95 milhões de toneladas, das quais cerca de 371,52 milhões de toneladas serão produzidas nos Estados Unidos, que ocupa o posto de maior produtor mundial. No ranking dos países que apresentam maiores produções, o Brasil aparece em terceiro lugar, com produção estimada para a mesma safra de aproximadamente 94,5 milhões de toneladas (USDA, 2018). No país, têm destaque como maiores produtoras as regiões Centro-Oeste e Sul, contribuindo com mais de 47 e 22,5 mil toneladas, respectivamente (CONAB, 2018).

A produção brasileira possui destaque no cenário mundial, chegando a apresentar um incremento de 42,1 milhões de toneladas de milho produzidas entre as safras de 2005/06 e 2014/15. Neste período também foi observado o aumento da produtividade por hectare, alcançando 5.396 kg.ha⁻¹ na safra 2014/15 (SILVA, 2017), enquanto na safra 2018/19 a produtividade média estimada é de aproximadamente 5.407 kg.ha⁻¹, sendo a cultura semeada em mais de 16 milhões de hectares (CONAB, 2018).

Mesmo com potencial de apresentar, em alguns casos, rendimentos de mais de 24 toneladas por hectare (PIONEER, 2014), a produção e produtividade da cultura são limitadas por alguns fatores dentre os quais recebe destaque os baixos teores de nutrientes dos solos, bem como seu manejo inadequado (FILHO, 2007). A adubação contribui fortemente para o aumento da produtividade, além de influenciar a qualidade dos grãos (FERREIRA et al., 2001).

Dentre os nutrientes mais extraídos do solo pelas plantas estão, em primeiro lugar o nitrogênio, seguido pelo potássio. Contudo, as exigências nutricionais das plantas podem sofrer variações, sendo influenciadas pela produção total e objetivo da produção, uma vez que, em caso de produção de milho para silagem as necessidades nutricionais são ampliadas pois a extração e exportação de nutrientes pelas plantas também são maiores (FILHO, 2007).

O nitrogênio (N) é absorvido pelas plantas na forma amoniacal e, principalmente, na forma nítrica, sendo que seu contato com a raiz se dá, em 99% dos casos, por fluxo de massa (DEPARIS, 2006). Depois de absorvido, o nitrogênio passa por um processo conhecido como redução assimilatória do nitrato, para, em seguida, ser incorporado a aminoácidos que darão origem a proteínas, enzimas e coenzimas, além de ser componente da molécula de clorofila (GONÇALVES JUNIOR et al., 2007). A adubação nitrogenada também possui relação com o teor de proteína nos grãos, geralmente elevando este (FILHO, 2007).

Durante o desenvolvimento da cultura, a fase em que a adubação nitrogenada possui maior importância é quando as plantas encontram-se com quatro folhas completamente desdobradas (estádio V4), pois é neste estágio que se inicia a diferenciação floral, que originará os primórdios de panícula e espiga, definindo assim o potencial produtivo. A disponibilidade de N neste estágio também estimula a proliferação de pelos radiculares, resultando em conseqüente crescimento da parte aérea (YAMADA & ABDALLA, 2000).

Estima-se que, para a produção de 10 toneladas por hectare, sejam necessários cerca de 250 kg de N por hectare (FILHO, 2007). Recomenda-se que, em sistema plantio direto, aplique-se de 20 a 40 kg de N.ha⁻¹, e o restante da dose em cobertura, entre os estádios V4 e V6, podendo, em caso de dose elevada, fracionar a aplicação em duas partes com intervalo de 15 a 30 dias (SBCS, 2016).

O potássio (K), absorvido pelo milho na forma de K⁺ é, depois do N, o nutriente mais requerido pela cultura. São necessários cerca de 4,3 kg de K para que seja produzida

uma tonelada de grãos, dos quais cerca de 20% é exportado nos grãos (DEPARIS, 2006). Embora não possua função estrutural, o potássio desempenha papel essencial na fotossíntese, afetando a assimilação de CO₂, a translocação de carboidratos e melhoria da eficiência do uso da água e enzimática (FILHO, 2007).

Em solos tropicais, a disponibilidade de K é relativamente baixa, sendo necessária a realização de adubação para que a produção seja sustentável (OTTO et al., 2010). Aliado a isto, de acordo com Filho (2007) o uso de formulações de fertilizantes com baixos teores de potássio bem como o aumento da produção de milho dos últimos anos e a utilização de híbridos com elevado potencial produtivo contribuíram para resultados significativos de ensaios a campo, que testam as respostas da cultura ao potássio.

Além da nutrição mineral, a cultura do milho também é dependente de uma série de fatores climáticos que possuem forte influência sobre a expressão do potencial genético das cultivares, afetando diretamente a produção e a produtividade. Dentre tais fatores, destaca-se a precipitação pluviométrica, a temperatura e a radiação solar.

O cultivo do milho ocorre em diversas regiões do país, as quais apresentam níveis de precipitação pluviométrica bastante variáveis, oscilando de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a necessidade hídrica da cultura durante seu ciclo de desenvolvimento é de cerca de 600 mm (CRUZ et al., 2006). O estresse hídrico pode causar reduções de até 50% na produção, sendo mais prejudicial durante a iniciação floral, no período de fertilização e no enchimento de grãos, uma vez que é durante estes períodos que o potencial produtivo é determinado (MAGALHÃES & DURÃES, 2006).

A temperatura do ar e do solo também são determinantes na produção de milho. Enquanto o meristema apical ainda se encontra abaixo do solo, a taxa de desenvolvimento do milho é determinada pela temperatura do solo (FORSTHOFER et al., 2004). A partir da elevação desse meristema a superfície, a temperatura do ar passa a ser um dos principais fatores que influencia o desenvolvimento do milho, sendo que, da emergência à floração, a temperatura considerada ideal para a cultura está situada na faixa entre 24 e 30°C. Sob temperaturas do ar menores que 10°C, o crescimento das plantas é praticamente nulo e acima de 30°C tem-se a redução do rendimento de grãos (CRUZ et al., 2010)

Juntamente com a temperatura, a radiação solar também afeta a produção, uma vez que o número de grãos e a produtividade são determinados por estes dois fatores. Além disto, por tratar-se de uma planta C₄, que apresenta elevada eficiência na utilização da luz solar, cerca de 90% da matéria seca das plantas é produzida através da fixação de CO₂ durante o processo de fotossíntese (DIDONET et al., 2002).

Além dos fatores abióticos acima citados, a produtividade do milho também é afetada por fatores bióticos dentre os quais estão as plantas daninhas, as pragas e as doenças. As plantas daninhas, também conhecidas como plantas espontâneas, são plantas consideradas indesejáveis na lavoura devido aos problemas por elas causados, tais como o aumento dos custos de produção e perdas na produtividade dos grãos (PITELLI, 2015).

No sul do Brasil, as plantas daninhas mais comuns nas lavouras de milho são a papuã (*Brachiaria plantaginea*), a leiteira (*Euphorbia heterophylla*), o picão-preto (*Bidens* spp.), a milhã (*Digitaria sanguinalis*) e a corda-de-viola (*Ipomea* spp.). A competição é um tipo de relação entre vegetais, na qual estes competem por fatores disponíveis no ambiente, principalmente água, luz, nutrientes e espaço. Na competição entre as plantas de milho e as daninhas, recursos que seriam utilizados para a produção da cultura são utilizados pelas plantas daninhas, o que reduz a síntese de fotoassimilados pelo milho, necessários para a formação e enchimento de grãos, além de formarem a estrutura das plantas (WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

O período em que as plantas de milho são mais suscetíveis à competição com as daninhas, o que resulta em redução da produção, se estende da semeadura até cerca de 54 dias após a emergência das mesmas (CAMPOS et al., 2016), ou seja, a cultura deve ser mantida livre da competição com plantas daninhas até o estágio V8, aproximadamente. Isto deve-se ao fato de que até este estágio são definidos os componentes de rendimento, tais como número de espigas potencial e número de fileiras de grãos por espiga (FILHO, 2007).

O manejo das plantas daninhas pode ser realizado de diversas maneiras, dentre as quais destacam-se o manejo preventivo, impedindo que as áreas livres de daninhas sejam infestadas, manejo cultural, através da rotação de culturas e uso de genótipos de milho com elevada habilidade competitiva, por exemplo. Ressalta-se também o manejo mecânico das daninhas, via implementos de preparo do solo antes da instalação da cultura, ou com enxadas, foices ou roçadeiras após o estabelecimento da cultura. Além disto, o manejo químico também é muito utilizado, sobretudo quando há ocorrência de espécies com alto potencial de dano à cultura na área, para isto utilizam-se herbicidas registrados para a cultura, que podem ser aplicados em pré-semeadura, pré-emergência ou pós-emergência, conforme houver necessidade (WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

Na cultura do milho também há incidência de uma grande variedade de pragas que atacam tanto a parte aérea, como folhas, colmos, espigas e pendão, quanto o sistema

radicular. Há também pragas que atacam a cultura quando esta ainda se encontra na fase de plântula, seccionando estas rente ao solo e reduzindo o estande de plantas, além das pragas que são vetores de agentes causais de algumas doenças da cultura (WORDELL FILHO et al., 2016).

No sul do Brasil, de acordo com Wordell Filho, Chiaradia e Balbinot Jr. (2015), as pragas que apresentam maior potencial de danos às lavouras de milho são a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), a lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), que ataca a fase de plântula da cultura, algumas espécies de percevejos como o percevejo-barriga-verde (*Dichelops* spp.), percevejo-marrom (*Euchistus heros*) e o percevejo-do-milho (*Leptoglossus zonatus*), a larva alfinete, fase larval da vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e a cigarrinha-do-milho (*Daubulus maidis*), que é vetor de algumas doenças, sendo que as duas últimas representam maiores problemas na chamada safrinha do milho.

O controle destas pragas, através do manejo integrado de pragas (MIP), engloba práticas de rotação de culturas, escolha da melhor época de semeadura, uso de genótipos de milho tolerantes às pragas, além do uso de controle químico, tanto no tratamento de sementes quanto em pulverizações de inseticidas seletivos, quando a população das pragas atingirem o chamado nível de dano econômico (NDE), exigindo intervenção (WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

Outro fator limitante à expansão da produtividade das lavouras de milho é a crescente incidência de doenças nesta cultura, que é favorecida pelos cultivos sucessivos de milho em uma mesma área, ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento destas e pelo uso de cultivares suscetíveis (JULIATTI; SOUZA, 2005).

As principais doenças que afetam a cultura são as ferrugens (*Puccinia sorghi* e *P. polysora*), as helmintosporioses (*Helminthosporium turcicum* e *H. maydis*), a podridão de diplodia (*Sternocarpella macrospora* e *S. maydis*) que atacam tanto a planta quanto as espigas, a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), a mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis*) (VILLANI, 2016).

2.2 MANEJO DE DOENÇAS DO MILHO

2.2.1 Principais doenças

A cultura do milho pode ser atacada por doenças em todas as fases de seu desenvolvimento, desde a semeadura até o armazenamento pós-colheita. A fase mais crítica para a ocorrência de doenças ocorre entre os estádios de pendoamento (VT) até grão pastoso (R), pois neste período ocorre o enchimento de cerca de 90% dos grãos. Caso as folhas não estejam saudáveis, a produção de fotoassimilados é reduzida, resultando em uma menor produtividade (WORDELL FILHO et al., 2016). Dentre as doenças que afetam a cultura, as que possuem maior destaque por apresentarem elevada incidência nas lavouras são:

2.2.1.1 Complexo de ferrugens

Na cultura do milho há registro da ocorrência de três ferrugens, a comum, a polissora e a tropical. Destas, a ferrugem comum, causada pelo fungo *Puccinia sorghi*, é a menos severa e está amplamente distribuída pelas regiões produtoras. O principal sintoma desta doença é a presença de pústulas de formato elíptico a alongado em ambas as faces da folha, de coloração marrom-canela, tornando-se mais escuras com o tempo, e podendo levar à morte das folhas em casos mais severos (KIMATI et al., 1997; WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

A ferrugem polissora, considerada a mais agressiva e destrutiva, tem potencial para causar danos econômicos de até 65% (COSTA et al., 2012). O fungo *Puccinia polysora* é o agente causal desta doença que apresenta como principal sintoma a formação de pústulas pequenas, menores que as pústulas da ferrugem comum, de formato circular a elíptico, com coloração que pode variar de amarelo a dourado no início da infecção, tornando-se marrom-escuras com a evolução da doença. Estas aparecem na face superior do limbo foliar, podendo também ocorrerem nas brácteas da espiga e, em ataques muito severos, no pendão (KIMATI et al., 1997; FILHO, 2007).

Já a ferrugem tropical, causada por *Physopella zae*, é mais frequente nas regiões centro-oeste e sudeste, onde as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento. As pústulas ocorrem nas duas faces das folhas, em pequenos grupos paralelos às nervuras, com formato arredondado a oval e cor amarela a castanha. Em ataques mais severos, podem se desenvolver halos com bordos escuros ao redor das pústulas (KIMATI et al., 1997).

2.2.1.2 Helmintosporiose

Doença amplamente disseminada pelas áreas produtoras de milho, a helmintosporiose pode apresentar incidência em 100% das plantas de uma lavoura, ocasionando severas reduções no rendimento, que podem chegar a 50%, sendo que sua alta incidência antes do embonecamento (R1) é altamente danosa (KIMATI et al., 1997; ROSSI; REIS; BRUSTOLIN, 2014).

Provocada pelo fungo *Exserohilum turcicum* (sinonímia *Helminthosporium turcicum*), os sintomas desta doença tornam-se visíveis cerca de uma semana após a infecção, surgindo inicialmente nas folhas do baixeiro, caracterizando-se pela presença de lesões necróticas, elípticas, de coloração que varia de verde-cinza a marrom, com bordos bem definidos e comprimento entre 2,5 e 15 cm. Com a evolução da doença, as lesões podem coalescer, conferindo um aspecto de queima às folhas afetadas (WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

Este patógeno sobrevive em restos de cultura como micélio e conídios, sendo que estes últimos podem alcançar longas distâncias, disseminados pela ação do vento (KIMATI et al., 1997). A germinação dos esporos do fungo é favorecida pelo escuro e ocorre em uma faixa de temperatura que varia de 0 a 40°C, sendo considerada como ótima a temperatura de 23°C (CAMERA; DEUNER, 2017).

2.2.1.3 Mancha de *Phaeosphaeria*

Por estar amplamente distribuída pelas regiões produtoras de milho do Brasil, a mancha branca, ou mancha de *Phaeosphaeria* é considerada uma das principais doenças da cultura (MANFROI et al., 2016). Esta doença, causada por *P. maydis*, apresenta como sintomas iniciais a ocorrência de pequenas lesões cloróticas no limbo foliar que, com a evolução da doença, tornam-se maiores, podendo atingir até cerca de 2 cm, apresentando formato arredondado, com cor esbranquiçada e bordos escurecidos, exibindo no centro das lesões pontuações de cor escura, que consistem nos peritécios e picnídios do patógeno (KIMATI et al., 1997).

O nível de dano econômico que esta doença pode alcançar é muito dependente do estágio de desenvolvimento da cultura quando infectada e de condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento do patógeno, que incluem alta umidade relativa do ar e temperaturas que variam de 24 a 30°C (FILHO, 2007).

2.2.1.4 Mancha foliar de *Bipolaris maydis*

Esta doença, que ganhou importância a partir da safra de 1970, quando se manifestou com elevada severidade nas lavouras, está hoje largamente presente nas áreas de cultivo de milho e apresenta-se, em geral, com baixa intensidade de ocorrência, ocasionando reduções na produção em casos de condições de temperaturas amenas e elevada umidade relativa do ar. O fungo *B. maydis*, apresenta duas raças, que conferem diferentes sintomas às plantas infectadas. Quando a infecção ocorre pela raça O do fungo, as folhas afetadas apresentam lesões pequenas e alongadas, delimitadas pelas nervuras, de cor marrom-clara a marrom-escura, exibindo ou não uma mancha escura em seu centro. Já as lesões causadas pela raça T são maiores, de formato elíptico, coloração castanha e poder ter halo clorótico (WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

O patógeno, que sobrevive em restos culturais das safras anteriores, é disseminado através do vento e dos respingos de chuva, dando início à infecção das plantas, que é favorecida em condições de umidade e em temperaturas que variam de 20 a 32°C (FILHO, 2007).

2.2.1.5 Mancha de macróspora

Com elevação de sua ocorrência, principalmente em regiões onde as condições climáticas lhe são favoráveis, como a região sul, o patógeno causador desta doença pode atacar, além das folhas, o colmo e as espigas, ocasionando podridões. O fungo *Stenocarpella macrospora* provoca o aparecimento de lesões necróticas nas folhas, de cor parda e tamanho semelhante às lesões causadas por *Exserohilum turcicum*, diferindo destas por apresentarem na lesão o ponto de infecção do fungo, caracterizado por um pequeno anel concêntrico, de coloração mais escura, visível, na maioria das vezes, contra a luz (FILHO, 2007).

As estruturas de reprodução do fungo sobrevivem no solo, em restos culturais e em sementes, sendo este último o principal responsável pela introdução da doença em novas áreas. O desenvolvimento da doença é favorecido em condições de elevadas taxas de precipitação pluviométrica e temperaturas na faixa entre 25 e 27°C (WORDELL FILHO; CHIARADIA; BALBINOT JR, 2012).

2.2.2 Manejo de doenças no milho

O manejo das doenças da cultura do milho pode ser realizado de diversas formas, sendo os métodos de controle mais utilizados o genético, o cultural e o químico. O controle genético consiste na utilização de cultivares que apresentam resistência a determinado patógeno, e consiste em um fator de grande importância no manejo de doenças, uma vez que pode ser aplicável em grandes áreas de cultivo, não acarreta aumento significativo dos custos de produção, é compatível com outras formas de controle, apresenta baixo potencial de impacto ambiental, se comparado ao controle químico, por exemplo e é, em muitos casos, suficiente para o controle da doença (AMORIM; REZENDE; FILHO, 2011; CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006).

Já o controle cultural, uma forma de manejar as doenças preventivamente, consiste na aplicação de práticas que influenciem o patógeno e o hospedeiro, ou seja, a cultura de interesse, criando condições desfavoráveis a sobrevivência, disseminação e produção de inóculo de patógenos. Este método de controle engloba práticas como a rotação de culturas, o uso de sementes de qualidade, a adubação mineral balanceada e a escolha da época de plantio visando evitar que a época mais favorável ao desenvolvimento de um agente patogênico coincida com a época em que a cultura se encontra mais suscetível à infecção (AMORIM; REZENDE; FILHO, 2011).

O controle químico de doenças é, em muitos casos, a única alternativa que assegura ao produtor uma elevada produção, produtividade e qualidade do produto da lavoura, por tratar-se de um controle eficiente e, em geral, economicamente viável. Contudo, seu uso é largamente discutido devido aos impactos ambientais decorrentes de sua utilização, sobretudo de forma indiscriminada (AMORIM; REZENDE; FILHO, 2011). No milho, uma aplicação de fungicida durante o ciclo da cultura pode resultar em uma redução de cerca de 42% das perdas de produtividade ocasionadas por doenças (MANFROI et al., 2016).

Devido à crescente preocupação da sociedade com relação ao meio ambiente e a preservação dos recursos naturais, o controle biológico de doenças de plantas vem sendo alvo de diversos estudos. Entretanto, seu uso comercial ainda é bastante reduzido o que, em parte, deve-se a dificuldade de alcançar com este tipo de controle a homogeneidade de controle obtida através da aplicação de produtos químicos, uma vez que os efeitos da aplicação de um agente biológico em condições de campo não são sempre constantes (AMORIM; REZENDE; FILHO, 2011).

2.3 CONTROLE BIOLÓGICO EM MILHO

Microrganismos dos gêneros *Trichoderma* e *Bacillus* têm sido largamente estudados para o biocontrole de patógenos de diversas culturas, bem como para a promoção do crescimento destas. Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* são, em geral, fungos de vida livre, naturalmente presentes em solos de regiões tropicais e temperadas, onde desempenham importantes funções, participando de diversos processos (MACHADO et al., 2012; SAITO et al., 2009).

Dentre os fungos do gênero *Trichoderma*, as espécies mais comumente comercializadas são *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. stromaticum* e *T. viride*, tendo como principais fitopatógenos alvo os pertencentes aos gêneros *Fusarium*, *Macrophomina*, *Phyium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, dentre outros (BETTIOL; MORANDI, 2009).

Os fungos do gênero *Trichoderma* podem apresentar capacidade de interagir com microrganismos fitopatogênicos através de diversos mecanismos de ação, dentre os quais destacam-se a produção de antibióticos, caracterizando uma interação do tipo antibiose, competição com estes patógenos por nichos ecológicos, utilização destes patógenos em sua nutrição e sobrevivência, interação esta que recebe o nome de parasitismo, ou ainda desencadear na planta mecanismos de resistência contra os patógenos (KIMATI et al., 1997).

Da mesma forma que os fungos do gênero *Trichoderma*, os procariotos pertencentes ao gênero *Bacillus* também são habitantes naturais do solo, e caracterizam-se por possuírem uma ampla aplicação agrônômica devido a sua elevada capacidade de colonizar diversas partes das plantas, sendo encontradas em tecidos internos, externos e nas raízes destas. Uma das espécies mais estudadas é *Bacillus subtilis*, a qual já possui alguns bioformulados que possuem amplo espectro contra fitopatógenos, além de também propiciarem um incremento na nutrição das plantas, no seu crescimento, que, em algumas culturas como a soja e o algodão, pode se expressar através da melhoria da emergência de sementes, além de, na cultura do milho, propiciarem um aumento na produtividade de grãos. A bactéria *B. subtilis* também apresenta interação com agentes patogênicos de forma direta, através de antibiose e competição, e de forma indireta ocasionando na planta a chamada resistência sistêmica induzida (ISR) (ARAÚJO, 2008; FILHO; FERRO; PINTO, 2010; LIMA et al., 2011).

Em ensaios *in vitro*, diferentes isolados de *B. subtilis* apresentaram potencial para uma redução significativa do crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum* (KUPPER; FERNANDES; GOES, 2003), redução da incidência e aumento do período de incubação de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*, agente causador da mancha-aquosa na cultura do melão em ensaio realizado em casa de vegetação (SANTOS et al., 2006).

A possibilidade de associação entre o controle biológico e o controle químico também tem sido alvo de estudos, buscando uma maior eficiência de controle do que a obtida somente com o tratamento biológico além de uma redução do uso de produtos químicos. Na cultura da soja, o tratamento químico acrescido da co-inoculação com *T. harzianum* e *Bradyrhizobium elkanii* resulta em menor incidência de doenças e em acréscimo da produção de grãos, quando comparado ao tratamento químico isolado (SILVA, 2017).

2.4 PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

Alguns microrganismos podem exercer diversos efeitos positivos sobre o desenvolvimento de plantas cultivadas, melhorando a germinação, emergência, crescimento e produtividades das culturas. Desta forma, a utilização destes organismos na promoção de crescimento constitui-se em uma maneira de reduzir o uso de insumos químicos e agrotóxicos na produção agrícola (CHAGAS et al., 2017).

A promoção de crescimento por microrganismos em plantas se dá por diversos mecanismos, tais como a produção de fitormônios ligados ao crescimento vegetal como o ácido indol-3-acético (AIA), um tipo de auxina que ocorre naturalmente nas plantas e a solubilização de nutrientes que se encontram de forma indisponível no solo, como ocorre com o fósforo, por exemplo (CERIGIOLI, 2005; NASCIMENTO et al., 2015).

Os hormônios vegetais, também conhecidos como fitormônios, são substâncias químicas produzidas por uma célula ou tecido, que servem como mensageiros para a modulação de processos celulares em outras células ou tecidos. Na planta, o AIA é produzido naturalmente em tecidos jovens, com rápida divisão celular e crescimento, principalmente nos meristemas apicais de caules, raízes e nas folhas jovens. Durante o desenvolvimento da planta, a auxina desempenha diversas funções, atuando como reguladora da dominância apical, promotora da formação de raízes adventícias além de retardar a abscisão foliar e promover o desenvolvimento do fruto. A auxina possui como característica, também, sua capacidade de aumentar a extensibilidade da parede celular.

Experimentos demonstram que tecidos estimulados pela presença de auxina têm sua taxa de crescimento aumentada entre cinco e dez vezes em apenas dez minutos (TAIZ; ZIEGER, 2009).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são alvo de diversos estudos que visam identificar seu mecanismo de ação para promoção do crescimento, além de determinar sua influência sobre a produtividade de grãos, massa seca de parte aérea, altura de plantas, diâmetro de colmo, dentre outros parâmetros (DARTORA et al., 2013; JUNIOR et al., 2008).

Estudos apontam também que a inoculação com *Azospirillum* eleva também o teor de clorofila das folhas, aumenta o número de fileiras de grãos por espiga e o peso de mil grãos, apresentando, porém, diferentes efeitos quando inoculado em diferentes cultivares de milho. Além disto, os microrganismos pertencentes a este grupo apresentam efeitos relacionados ao aumento do aproveitamento nitrogênio, redução do estresse hídrico e biocontrole de microrganismos patogênicos presentes no solo (BASHAN; BASHAN, 2010, *apud* QUADROS et al., 2014; QUADROS et al., 2014; ROSÁRIO, 2013).

Em relação à inoculação de microrganismos do gênero *Bradyrhizobium*, sua principal vantagem está relacionada à fixação biológica de nitrogênio (FBN), que, em gramíneas, não promove a formação de nódulos como em leguminosas, apresentando somente a colonização dos tecidos superficiais e internos das raízes por estas bactérias e podendo, em alguns casos, suprir até 50% do nitrogênio de que a cultura do milho necessita durante seu ciclo (VINHAL-FREITAS; RODRIGUES, 2010).

No que se refere a forma de ação pela qual estes microrganismos atuam na promoção do crescimento de plantas, sua atuação é semelhante à das bactérias do gênero *Azospirillum*, influenciando a síntese de fitormônios, sendo por isto chamadas de biorreguladores da síntese de auxinas (OLIVEIRA; URQUIAGA; BALDANI, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 TRATAMENTOS BIOLÓGICOS DE SEMENTES

Os tratamentos microbianos realizados em cada cultivar, bem como a sigla que recebeu o tratamento e os produtos comerciais utilizados para realização da microbiolização das sementes de milho são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos microbianos realizados em cada cultivar de milho e produtos comerciais utilizados.

Sigla	Tratamento microbiano	Cultivar	Produto comercial
T1.C1	<i>T. harzianum</i>	XB 4013	StimuControl [®]
T2.C1	<i>T. asperellum</i>	XB 4013	Quality [®]
T3.C1	<i>Bacillus</i> spp.	XB 4013	Isolado LABMID UFFS RD34
T4.C1	<i>A. brasiliense</i>	XB 4013	GrammyCrop [®]
T5.C1	<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	XB 4013	Brasilec SojaFort In-box [®]
T6.C1	Sem inoculação	XB 4013	-
T1.C2	<i>T. harzianum</i>	AG 8780	StimuControl [®]
T2.C2	<i>T. asperellum</i>	AG 8780	Quality [®]
T3.C2	<i>Bacillus</i> spp.	AG 8780	Isolado LABMID UFFS RD34
T4.C2	<i>A. brasiliense</i>	AG 8780	GrammyCrop [®]
T5.C2	<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	AG 8780	Brasilec SojaFort In-box [®]
T6.C2	Sem inoculação	AG 8780	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Nos tratamentos realizados com produtos comerciais, utilizou-se a dose recomendada pelo fabricante em cada tratamento.

Para o tratamento à base de *Bacillus* spp., o isolado foi repicado para placas de Petri, contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), 48 horas antes do tratamento das sementes e mantido em estufa em temperatura de 24°C. Para o preparo da solução, foi adicionada solução salina (NaCl 0,85%) às placas de Petri, e realizada a raspagem das colônias com auxílio de uma alça de Drigalski. A calibragem da suspensão foi realizada através da comparação com o tubo 5 da escala de MacFarland, o que representa aproximadamente $1,5 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹.

Para a microbiolização das sementes, os lotes foram separados em sacolas plásticas e a dose correspondente de cada solução de microrganismos foi adicionada às sacolas. Estas foram vigorosamente agitadas, visando cobrir a superfície das sementes com a solução. As sementes da Sem inoculação foram imersas somente em água destilada.

3.2 CULTIVARES UTILIZADAS

Para a realização do experimento foram utilizadas duas cultivares de milho. A cultivar XB 4013 é um híbrido duplo, convencional, de ciclo super precoce a precoce, indicado para cultivo em áreas com baixo e médio nível tecnológico. Este material é considerado medianamente suscetível à fusariose e *P. sorghi*, e medianamente resistente à *P. polysora*, *P. maydis*, *H. turcicum*, *H. maydis*, *Cercospora zea maydis* e doenças do colmo.

A cultivar AG 8780 é um híbrido simples, de ciclo precoce, transgênico com tecnologia VT PRO3, que confere proteção contra lagartas de parte aérea, larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*) e tolerância ao herbicida glifosato. Esta cultivar apresenta resistência à *P. sorghi*, *P. polysora* e *H. turcicum*, resistência moderada à *C. zea maydis* e é considerado moderadamente suscetível a *P. maydis*.

3.3 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Depois de tratadas, foram separadas quatro amostras de 50 sementes de cada tratamento para realização do teste de germinação. Este teste foi realizado visando determinar o potencial máximo de germinação dos lotes após o tratamento para, posteriormente, definir a quantidade de sementes necessárias para obtenção do estande final desejado a campo.

Para isto, seguindo as normas das Regras para Análise de Sementes (RAS), as 50 sementes de cada repetição foram dispostas em rolos de papel Germitest e mantidas a 25°C por 7 dias. A primeira contagem de germinação (PCG) foi realizada no quinto dia após a incubação e a contagem final (G) no sétimo dia (BRASIL, 2009). Foram consideradas germinadas as sementes que emitiram protusão de radícula igual ou superior a 2 mm de comprimento.

Ao final do sétimo dia, realizou-se a medição das raízes e parte aérea de dez plântulas normais de cada repetição com auxílio de uma régua graduada. Foram consideradas normais as plântulas que apresentavam todas as suas estruturas bem desenvolvidas, completas, proporcionais e saudáveis, ou que, mesmo apresentando pequenos defeitos, apresentavam desenvolvimento considerado satisfatório (BRASIL, 2009).

Depois de realizada a medição das partes, procedeu-se a separação destas e acondicionamento em sacos de papel, os quais foram identificados e levados à estufa a 50°C onde ficaram até que as amostras atingiram peso constante. A partir disto, determinou-se a massa seca de raízes (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA) através da pesagem as partes em balança de precisão.

3.4 ENSAIOS DE CAMPO

3.4.1 Localização do experimento, preparo da área e manejo da cultura

O experimento foi conduzido em uma área localizada no município de Mato Queimado, localizada a 216 m de altitude e com latitude e longitude de, respectivamente, 28°15'29.65" S e 54°35'24.60" O. O clima da região, segundo a classificação de Koppen-Geiger, é subtropical úmido e o solo pertence à unidade de mapeamento Santo Ângelo, sendo classificado como um Latossolo Vermelho.

O preparo da área, que anteriormente era cultivada com consórcio de aveia (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) utilizado para pastejo, foi realizado através de dessecação utilizando o herbicida glifosato-sal de isopropilamina (Roundup Original®), na dose de 2,5 L p.c. ha⁻¹.

Para realização do experimento foram utilizadas duas cultivares de milho, a cultivar Semeali® XB 4013 de ciclo super precoce e a cultivar AGROCERES® AG 8780 de ciclo precoce, sendo estas consideradas cultivares de baixo e elevado nível tecnológico, respectivamente. A cultivar XB 4013 apresenta baixo grau de resistência às principais doenças foliares da cultura, enquanto a cultivar AG 8780 possui alta resistência à estas mesmas doenças.

A população final de plantas desejada foi de 55 mil plantas. ha⁻¹ para a cultivar XB 4013, e, 67 mil plantas. ha⁻¹ para a cultivar AG 8780. Para atingir tais valores, foram depositadas 3 e 3,5 sementes por metro linear de cada cultivar, respectivamente.

Antes da semeadura, realizou-se adubação de base conforme interpretação da análise de solo da área, para isto foi utilizada uma semeadora adubadora de 7 linhas com espaçamento de 45 cm entre linhas, que também serviu para demarcar as linhas onde posteriormente foi realizada a semeadura. Foram utilizados 70 kg.ha⁻¹ de N, na forma de ureia, 130 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio. A aplicação de N foi dividida, sendo aplicados 30,8 kg.ha⁻¹ na

semeadura e 39,2 kg.ha⁻¹ em cobertura, quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento V4.

Durante a condução do experimento, o controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais, sempre que necessário. Foi constatada a ocorrência de lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) e de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) durante a condução da cultura. O manejo da lagarta-rosca não foi realizado por esta apresentar baixa população, não atingindo o nível de controle. Já a lagarta-do-cartucho foi manejada através da realização de duas aplicações de Lambda-Cialotrina (Trinca[®]), na dose de 150 mL p.c. ha⁻¹, realizadas com intervalo de 14 dias entre elas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 6x2 (tratamentos microbianos x cultivares), totalizando 12 tratamentos com quatro repetições, resultando em 48 parcelas. Cada parcela possuiu 9 m² de área total.

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05) e, quando ocorreu diferença significativa, compararam-se as médias ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05) pelo teste de Scott-Knott, utilizando o programa Sisvar 5.6.

3.4.2 Semeadura

A semeadura dos tratamentos foi realizada de forma manual, nas linhas já demarcadas anteriormente. As parcelas foram semeadas com os respectivos tratamentos seguindo a distribuição do croqui apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Croqui de distribuição dos tratamentos nas parcelas.

Bloco 1	T1.C1	T2.C2	T5.C1	T4.C1	T1.C2	T2.C1	T6.C2	T3.C1	T5.C2	T3.C2	T8.C1	T4.C2
Bloco 2	T3.C1	T8.C1	T6.C2	T3.C2	T2.C1	T4.C2	T5.C2	T1.C2	T2.C2	T4.C1	T5.C1	T1.C1
Bloco 3	T4.C1	T2.C2	T4.C2	T5.C1	T6.C2	T8.C1	T1.C2	T2.C1	T1.C1	T3.C2	T5.C2	T3.C1
Bloco 4	T1.C1	T3.C1	T5.C2	T2.C2	T4.C1	T3.C2	T4.C2	T8.C2	T5.C1	T8.C1	T2.C1	T1.C2

Fonte: Elaborada pela autora.

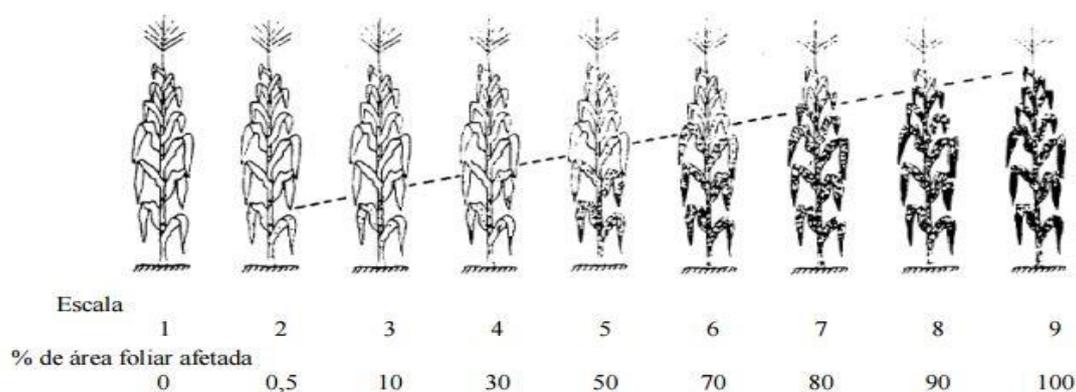
3.5 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas em 10 plantas de cada parcela, selecionadas de forma aleatória, excluindo as plantas da primeira linha de cada extremidade da parcela (bordadura). As plantas selecionadas foram marcadas e numeradas, sendo avaliadas as mesmas plantas durante todo o experimento.

A avaliação da severidade das doenças foliares teve início quando foram constatados os primeiros sintomas de alguma doença foliar e as avaliações seguintes realizadas a cada cinco dias, até a senescência completa das folhas do terço inferior das plantas (BASTOS, 2016).

As avaliações foram realizadas através da atribuição de notas individuais a cada uma das dez plantas, em função da porcentagem de área foliar afetada, seguindo a escala diagramática elaborada pela Agrocerec (1996), conforme a Figura 2.

Figura 2 - Escala diagramática utilizada nas avaliações de severidade de doenças foliares.



Fonte: Agrocerec (1996)

Ao final das avaliações, as notas obtidas foram utilizadas para calcular a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), conforme fórmula proposta por Campbell; Madden (1990):

$$AACPD = \sum_1^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Sendo:

y_i : severidade da doença (nota por parcela em %) na i ésima observação;

y_{i+1} : severidade da doença na época da avaliação $i+1$;

t_i : tempo (dias) na i ésima observação;

t_{i+1} : época da avaliação $i+1$;

n : número total de observações.

No florescimento da cultura realizou-se a medição do índice SPAD, para determinar, indiretamente, o teor de clorofila da folha, com auxílio do clorofilômetro clorofiLOG Falker CLF 1030 v. 1.06. Em cada planta selecionada o índice SPAD foi medido em quatro pontos da folha índice (primeira folha abaixo da espiga), sendo dois na face abaxial e dois na face adaxial desta folha (JORDÃO et al., 2010).

Quando atingiram o estágio de maturação de colheita, as plantas selecionadas foram avaliadas quanto a circunferência do colmo entre o primeiro e o segundo nós visíveis e a altura de inserção da primeira espiga (PALHARES, 2003). Na sequência, as espigas destas plantas foram colhidas, avaliadas quanto ao número de fileiras de grãos por espiga e debulhadas. Os grãos foram armazenados em sacos de papel e, em seguida, avaliados quanto a produtividade, em Kg. ha⁻¹, com umidade corrigida para 13% (BRASIL, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Ao analisar o comprimento de parte aérea (CPA) observou-se que para esta variável não houve interação entre os fatores tratamentos microbianos x cultivares. Assim, ao comparar as respostas das cultivares (Tabela 2), observou-se que a cultivar AG 8780 apresentou comprimento de parte aérea superior ao da cultivar XB 4013, diferindo significativamente.

Tabela 2 - Comprimento da parte aérea (CPA), em centímetros (cm), de dez plântulas normais de milho, em relação aos tratamentos microbianos e às cultivares.

Tratamentos microbianos	Cultivares		Médias
	XB 4013	AG 8780	
<i>T. harzianum</i>	6,75 ^{ns}	10,23	8,49 ^{ns}
<i>T. asperellum</i>	7,22	9,69	8,45
<i>Bacillus</i> spp.	7,23	11,83	9,52
<i>A. brasiliense</i>	5,96	9,87	7,93
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	6,84	10,44	8,54
Sem inoculação	6,72	9,77	8,24
Médias	6,79b*	10,31a	-
C. V. (%)	12,30		

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

^{ns}= não significativo.

Para o fator de variação tratamentos microbianos, não houve diferença significativa (Tabela 2), o que vai de acordo com os resultados obtidos por Prado (2018) e Bulegon et al (2014), que também não observaram variação significativa deste parâmetro em plântulas de soja inoculadas com *B. japonicum*, *A. brasiliense* e coinoculadas com ambos os microrganismos. Da mesma forma, Sarzi (2016) não constatou diferença significativa entre os tratamentos com *T. harzianum* e *T. asperellum*, em relação à Sem inoculação sem inoculação, sobre a estatura da parte aérea de plantas de soja depois de 51 dias após a emergência.

Por outro lado, Carvalho Filho (2008) verificou que plantas de eucalipto tratadas com diferentes isolados de três espécies de *Trichoderma* apresentaram aumento da altura das mudas quando comparados a Sem inoculação sem tratamento, sendo que um dos

isolados de *T. harzianum* apresentou um incremento na altura das mudas de 43% em relação ao controle. Neste mesmo estudo, o autor verificou que o isolado em questão apresentou, *in vitro*, uma produção de AIA superior aos demais isolados, fitormônio este que possui relação com o aumento da taxa de crescimento vegetal. Em culturas como o maracujá (PEREIRA, 2012) e o feijoeiro (CARVALHO et al., 2011), a inoculação com fungos do gênero *Trichoderma* também resultou em incremento na altura de plantas.

Nos parâmetros comprimento de radícula (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de radícula (MSR) houve interação os fatores tratamentos microbianos x cultivares. Na variável CR (Tabela 3), para a cultivar XB 4013, os tratamentos com *Bacillus* spp. e a coinoculação de *A. brasiliense* + *B. japonicum* apresentaram os menores tamanhos de radícula, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Na cultivar AG 8780, os tratamentos à base de *T. harzianum* e *A. brasiliense* + *B. japonicum* diferiram significativamente dos demais, apresentando os maiores comprimentos de radícula desta cultivar nas condições de condução do experimento.

Tabela 3 - Comprimento da radícula (CR), em centímetros (cm), de dez plântulas normais de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos

Tratamentos microbianos	Cultivar	
	XB 4013	AG 8780
<i>T. harzianum</i>	21,57Aa*	22,45Aa
<i>T. asperellum</i>	21,69Aa	19,04Bb
<i>Bacillus</i> spp.	19,38Ab	19,97Ab
<i>A. brasiliense</i>	22,30Aa	19,28Bb
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	19,67Bb	22,40Aa
Sem inoculação	22,46Aa	20,05Bb
C.V. (%)	6,81	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Em relação ao fator de variação tratamentos microbianos, observou-se que a cultivar XB 4013 apresentou valores superiores de CR aos da cultivar AG 8780 nos tratamentos onde se utilizou *T. asperellum*, *A. brasiliense* e no tratamento sem inoculação. No tratamento onde realizou-se a coinoculação de *A. brasiliense* + *B. japonicum* a cultivar AG 8780 foi superior, e nos demais tratamentos não houve diferenças significativas entre as duas (Tabela 3).

Na variável MSPA, quando analisadas as respostas dos tratamentos microbianos para cada cultivar, constatou-se que, na cultivar XB 4013, o tratamento *A. brasiliense* + *B. japonicum* apresentou superioridade na massa seca de parte aérea, não diferindo, contudo, dos tratamentos *T. harzianum*, *T. asperellum* e *Bacillus* spp. Já na cultivar AG 8780 o tratamento com *Bacillus* spp. apresentou o maior peso seco, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Massa seca da parte aérea (MSPA), em gramas (g), de dez plântulas normais de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.

Tratamento microbiano	Cultivar	
	XB 4013	AG 8780
<i>T. harzianum</i>	0,32Aa*	0,29Ab
<i>T. asperellum</i>	0,32Aa	0,26Bb
<i>Bacillus</i> spp.	0,30Ba	0,36Aa
<i>A. brasiliense</i>	0,25Bb	0,31Ab
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	0,33Aa	0,31Ab
Sem inoculação	0,26Ab	0,29Ab
C.V. (%)	11,71	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Analisando esta mesma variável para os tratamentos microbianos, nos tratamentos com *Bacillus* spp. e *A. brasiliense* a cultivar AG 8780 apresentou os maiores pesos secos (Tabela 4), diferindo da cultivar XB 4013. Já no tratamento com *T. asperellum* a cultivar XB 4013 foi a que apresentou valor superior a AG 8780.

Este resultado, obtido ainda na fase inicial do desenvolvimento da cultura, não foi observado por Dartora et al (2013), que constataram o incremento da massa seca da parte aérea de plantas de milho inoculadas com *A. brasiliense* e *Herbaspirillum seropedicae* apenas quando as plantas já se encontravam em fase reprodutiva, não verificando tal incremento durante a fase vegetativa do desenvolvimento. Quadros (2009) também verificou maior peso de parte aérea de plantas de algumas cultivares inoculadas com *A. brasiliense* quando comparadas ao controle, sem inoculação.

Para a massa seca de radícula (MSR), houve interação entre os fatores tratamentos microbianos x cultivares, assim, ao comparar as respostas das duas cultivares aos diferentes tratamentos microbianos, observou-se que a cultivar XB 4013 apresentou

maiores valores de peso de radícula em todos os tratamentos (Tabela 5), quando comparada a cultivar AG 8780.

Tabela 5 - Massa seca de radícula (MSR), em gramas (g), de dez plântulas normais de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.

Tratamento microbiano	Cultivar	
	XB 4013	AG 8780
<i>T. harzianum</i>	0,64Aa*	0,50Ba
<i>T. asperellum</i>	0,66Aa	0,37Bb
<i>Bacillus</i> spp.	0,60Ab	0,48Ba
<i>A. brasiliense</i>	0,70Aa	0,40Bb
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	0,56Ab	0,45Ba
Sem inoculação	0,70Aa	0,49Ba
C.V. (%)	8,80	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Avaliando os tratamentos dentro de cada cultivar, constatou-se que na cultivar XB 4013 os tratamentos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum*, *A. brasiliense* e o sem inoculação não diferiram significativamente entre si, mas diferiram dos demais tratamentos microbianos utilizados. Para a cultivar AG 8780, os maiores pesos secos de radícula foram obtidos nos tratamentos à base de *T. harzianum*, *Bacillus* spp., *A. brasiliense* + *B. japonicum* e no sem inoculação, os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5). Um incremento de massa seca de raízes também foi observado por Reis Junior et al (2008) em plantas de milho inoculadas com *A. amazonense* após 25 dias do plantio.

As diferenças de resultados nos parâmetros CPA, CR, MSPA e MSR podem ser atribuídas a fatores genéticos próprios de cada cultivar, que reagiram de formas distintas quando submetidas ao contato direto com diferentes microrganismos. Resultados semelhantes foram observados em experimentos com outras culturas, que evidenciaram que tais efeitos provêm do potencial genético aliado ao tamanho de sementes em soja (PÁDUA et al, 2010) e, inclusive, de diferentes lotes de sementes, conforme descrito por Vanzolini et al (2007) que observaram variações nos pesos de matéria seca de plântulas provenientes de diferentes lotes de uma mesma cultivar.

Diversos estudos comprovam a eficiência de microrganismos do gênero *Trichoderma* como promotor de crescimento, tanto de forma isolado quanto em misturas com outros microrganismos, em culturas como o eucalipto, promovendo o aumento da massa seca e da altura das mudas (MACIEL et al, 2012), a aveia preta (*Avena strigosa*), em que resultou em incremento da massa vegetal da parte aérea, o cornichão (*Lotus corniculatus*), onde estimulou o crescimento e acúmulo de N na parte aérea (MACHADO et al, 2011), o milho, resultando em maior acúmulo de matéria seca nas raízes (RESENDE et al, 2004), o feijão (*Phaseolus vulgaris*), como promotores de crescimento (PEDRO et al, 2012), o girassol (*Helianthus annuus*) e a soja (*Glycine max*), nas quais promoveu o crescimento de parte aérea e raízes (GUARESCHI et al., 2012).

O uso de microrganismos do gênero *Bacillus* também é documentado como eficiente na promoção de crescimento de culturas como, por exemplo, no milho (LIMA et al, 2011), na cebola (*Allium cepa*) durante as fases de crescimento vegetativo e produção de bulbos (HARTHMANN et al., 2009), em alface (*Lactuca sativa*), promovendo incrementos da massa fresca de raízes e parte aérea das mudas (GOMES et al., 2003) no tomateiro (*Solanum lycopersicum*) e no feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), propiciando um aumento da biomassa e da matéria seca da parte aérea, respectivamente (ARAUJO, MARCHESI, 2009; COSTA et al., 2013). Esse efeito é descrito por Costa et al (2013) como sendo resultado da produção de AIA por tais microrganismos ou ainda provindo da atuação em outros processos, como na solubilização de fosfatos ou participando da interação de rizóbios e leguminosas, embora neste último caso possa haver interferência entre genótipos bacterianos e os genótipos das plantas utilizadas (COSTA et al, 2013; OLIVEIRA, URQUIAGA, BALDANI, 2003).

Através disto, fica claro que há uma grande variação nas respostas de diferentes culturas à inoculação com microrganismos, o que evidencia que a ação sobre as estas pode ser dependente da espécie da planta ou do isolado utilizado (BROETO, 2013).

4.2 ENSAIOS DE CAMPO

A partir do cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), contatou-se interação entre os fatores tratamentos microbianos x cultivares. Quando analisadas as respostas da cultivar XB 4013 aos tratamentos, constatou-se que o tratamento com *T. harzianum* apresentou menor progresso da doença, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com *Bacillus* spp. e *A. brasiliense*. Nesta mesma

cultivar, a maior área abaixo da curva de progresso da doença foi obtida no tratamento *A. brasiliense* + *B. japonicum*, que não diferiu estatisticamente dos tratamentos *T. asperellum* e sem inoculação. Na cultivar AG 8780, os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa entre si (Tabela 6).

Tabela 6 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.

Tratamentos microbianos	Cultivares	
	XB 4013	AG 8780
<i>T. harzianum</i>	142,44Aa*	143,38Aa
<i>T. asperellum</i>	177,13Bb	136,19Aa
<i>Bacillus</i> spp.	155,00Aa	143,56Aa
<i>A. brasiliense</i>	158,56Aa	143,19Aa
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	179,13Bb	137,94Aa
Sem inoculação	169,13Bb	144,25Aa
C.V. (%)	9,86	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Ao analisar-se os tratamentos isoladamente, observou-se que nos tratamentos *T. asperellum*, *A. brasiliense* + *B. japonicum* e sem inoculação a cultivar AG 8780 apresentou menor progressão da doença quando comparada a outra cultivar. Nos demais tratamentos a diferença não foi considerada significativa estatisticamente (Tabela 6).

As diferenças obtidas podem ser reflexo das características de cada cultivar. Assim, a maior resposta da cultivar XB 4013 aos tratamentos com alguns microrganismos, pode ser resultado de seu baixo nível tecnológico, por apresentar graus baixo e médio de resistência às principais doenças da cultura. Desta forma, os microrganismos inoculados podem ter atuado de forma mais eficiente no controle do progresso destas doenças nessa cultivar, mais suscetível. Por outro lado, a cultivar AG 8780 apresenta elevado nível de resistência a estas mesmas doenças, o que pode ter contribuído para que o efeito dos microrganismos na progressão destas não tenha sido observado com clareza.

A maior resistência da cultivar AG 8780 é evidenciada nos resultados observados no sem inoculação, o qual diferiu significativamente da cultivar XB 4013. Da mesma forma, Sangoi et al (2000) também verificaram diferenças na severidade da ferrugem

comum em quatro cultivares de milho avaliadas em dois estádios (pendoamento e grão leitoso). Barros, Castro e Patrício (2006), em trabalho realizado com trigo, obtiveram, em três safras, variações entre a severidade de helmintosporiose e ferrugem da folha em diferentes cultivares conduzidas com e sem tratamento químico. Tais autores atribuíram estas diferenças a duração do ciclo de cada cultivar, que pode ter influenciado a resposta da cultivar ao tratamento.

Quando avaliada a variável número de fileiras por espiga, os fatores tratamentos microbianos x cultivares não apresentaram interação entre si. Também não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos utilizados (Tabela 7). Da mesma forma, Vorpagel (2010) também não observou diferença, em relação à Sem inoculação, no número de fileiras por espiga de plantas de uma cultivar de milho inoculadas com *Azospirillum* e um estimulante de crescimento, utilizados de forma isolada ou em conjunto, associados a diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Tabela 7 – Número de fileiras por espiga de plantas de milho em relação aos tratamentos microbianos e às cultivares.

Tratamentos microbianos	Cultivares		Médias
	XB 4013	AG 8780	
<i>T. harzianum</i>	13,75 ^{ns}	16,75	15,25 ^{ns}
<i>T. asperellum</i>	13,95	15,20	14,58
<i>Bacillus</i> spp.	13,85	16,45	15,15
<i>A. brasiliense</i>	13,50	16,20	14,85
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	13,70	16,60	15,15
Sem inoculação	13,55	16,35	14,95
Médias	13,72b*	16,26a	-
C. V. (%)	7,00		

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

^{ns}= não significativo

Ao inocular *A. brasiliense* em sementes de milho, Novakowski et al (2011) também não verificaram diferença estatisticamente significativa no número de fileiras por espiga, em comparação ao tratamento controle, sem a inoculação do microrganismo.

Entretanto, quando comparadas as respostas das cultivares, observou-se diferença significativa para este mesmo parâmetro. A cultivar AG 8780 apresentou número de fileiras superior a cultivar XB 4013 (Tabela 7). Resultado semelhante foi constatado por Dourado Neto et al (2003), que observaram diferenças deste parâmetro tanto entre

cultivares de milho, quanto dentro de cada cultivar quando submetida a diferentes espaçamentos e populações, o que mostra, portanto, que este fator é influenciado não apenas pela cultivar, como também pela condução da cultura.

Para a altura das plantas (Tabela 8), os resultados obtidos não foram considerados significativos estatisticamente. Tal resposta corrobora as obtidas por Dartora *et al* (2013), em que a inoculação de *A. brasiliense* não influenciou a altura de plantas avaliadas nas fases vegetativas e reprodutivas. Da mesma forma, Kotowski (2015) também verificou que a inoculação com este mesmo microrganismo não resultou em diferenças significativas na altura das plantas.

Para o índice SPAD, a diferença também não foi estatisticamente significativa (Tabela 8). O que diverge dos resultados obtidos por Jordão *et al* (2010), em que foi constatado que a inoculação de sementes com *A. brasiliense* proporcionou um aumento na média das leituras deste índice em comparação à média das leituras obtidas nos tratamentos em que não houve inoculação, o que serve de indício para aventar a capacidade deste microrganismo de disponibilizar nitrogênio às plantas. Quadros (2009) também constatou aumento no índice SPAD de plantas de milho inoculadas com três espécies de *Azospirillum* em relação ao tratamento controle. Por outro lado, Guimarães, Vila e Santos (2015) não verificaram diferença no índice SPAD de plantas de trigo inoculadas com bactérias diazotróficas dos gêneros *Bacillus*, *Azospirillum* e *Burkholderia*.

Tabela 8 - Altura de plantas, em metros (m) e índice SPAD em duas cultivares de milho submetidas a diferentes tratamentos microbianos.

Tratamentos microbianos	Altura de plantas		Índice SPAD	
	Cultivares		Cultivares	
	XB 4013	AG 8780	XB 4013	AG 8780
<i>T. harzianum</i>	2,72 ^{ns}	2,75	53,35 ^{ns}	52,93
<i>T. asperellum</i>	2,73	2,75	50,34	51,38
<i>Bacillus</i> spp.	2,75	2,79	50,93	51,73
<i>A. brasiliense</i>	2,52	2,72	52,75	51,31
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	2,79	2,79	51,09	51,95
Sem inoculação	2,81	2,77	48,27	51,07
C.V. (%)	6,31		3,84	

^{ns}= não significativo.

Nos parâmetros circunferência do colmo, altura de inserção da primeira espiga e na produtividade, a interação entre os fatores tratamentos microbianos x cultivares tratamentos e cultivares não foi estatisticamente significativa (Tabelas 9 e 10).

Para a circunferência do colmo não foi observada diferença significativa entre os tratamentos microbianos (Tabela 9), ao contrário do observado por Dartora et al (2013), que verificaram aumento do diâmetro basal do colmo de plantas inoculadas com bactérias diazotróficas tanto de forma isolada, como combinadas quando comparadas a Sem inoculação sem inoculação. Por outro lado, Verona et al (2010) também não verificaram diferença entre o diâmetro do colmo de plantas inoculadas com dois estimulantes de crescimento e *Azospirillum* sp., tanto de forma isolada, quanto em associação, comparados à Sem inoculação sem inoculação.

Tabela 9 - Circunferência do colmo (em cm), altura de inserção da primeira espiga (em m) e produtividade, em kg.ha⁻¹, em relação aos tratamentos microbianos.

Tratamentos microbianos	Circunferência do colmo	Altura de inserção	Produtividade
<i>T. harzianum</i>	7,61 ^{ns}	1,50b*	8.142 ^{ns}
<i>T. asperellum</i>	7,61	1,54a	7.850
<i>Bacillus</i> spp.	7,68	1,53a	8.597
<i>A. brasiliense</i>	7,65	1,46b	8.046
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	7,62	1,50b	7.729
Sem inoculação	7,61	1,57a	8.826
C.V. (%)	3,80	3,42	18,05

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

^{ns}= não significativo.

Quando comparadas as cultivares, a cultivar XB 4013 apresentou circunferência do colmo superior a cultivar AG 8780 (Tabela 10). Este parâmetro também é descrito por Dourado Neto (2003) como sendo determinado por características próprias da cultivar e pouco influenciadas por fatores extrínsecos.

Ao comparar a altura de inserção da espiga em relação aos diferentes tratamentos, observou-se que no sem inoculação a altura de inserção da primeira espiga foi superior aos demais tratamentos, não diferindo significativamente dos tratamentos *T. asperellum* e *Bacillus* spp. (Tabela 9). A menor altura de inserção da primeira espiga foi observada no tratamento *A. brasiliense*, que não diferiu significativamente dos tratamentos *T.*

harzianum e *A. brasiliense* + *B. japonicum*. Ao contrário deste resultado, no ensaio realizado por Kotoswski (2015) a altura de inserção da espiga não apresentou diferenças entre os tratamentos com ou sem a inoculação de *A. brasiliense* associada a diferentes doses de nitrogênio,

Ao comparar das duas cultivares (Tabela 10), observou-se que na cultivar XB 4013 a primeira espiga estava inserida a uma altura maior em relação ao nível do colo quando comparada a cultivar AG 8780.

Para a produtividade, a diferença não foi significativa entre os tratamentos (Tabela 9), corroborando os resultados de Dartora et al (2013). Porém, ao analisar, a resposta das cultivares, constatou-se que a cultivar XB 4013 apresentou desempenho superior a cultivar AG 8780, com um incremento de cerca de 1435 kg.ha⁻¹ (Tabela 10), nas condições do experimento, o que representa, aproximadamente, 24 sacas a mais por hectare.

Tabela 10 - Circunferência do colmo (em cm), altura de inserção da primeira espiga (em m) e produtividade, em kg.ha⁻¹, das duas cultivares avaliadas.

Cultivar	Circunferência do colmo	Altura de inserção da primeira espiga	Produtividade
XB 4013	7,84a*	1,64a	8916,53a
AG 8780	7,42b	1,40b	7480,94b
C.V. (%)	3,8	3,42	18,05

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

A elevada produtividade de ambas as cultivares pode ser atribuída as condições climáticas favoráveis ocorridas durante a condução do experimento e as características de solo no local de implantação da cultura, aliadas a adubação de base e de cobertura seguindo as recomendações para a cultura, com base em análise de solo atualizada. A influência das condições ambientais sobre a produtividade de cultivares é descrita por Prabhu & Filippi (2001), que observaram efeitos das condições climáticas de diferentes anos sobre a produtividade de grãos de diferentes cultivares de arroz.

O desempenho inferior da cultivar AG 8780 pode ser atribuído ao fato de que esta cultivar necessita de atenção especial quando cultivada em áreas com forte incidência de *Phaeosphaeria maydis*, sendo recomendada pela empresa detentora da mesma, a realização de, pelo menos, duas aplicações de fungicida, nessa condição. Porém, durante a realização do experimento não foram realizadas aplicações de fungicidas na parte aérea

das plantas. Cabe também ressaltar que, embora as doenças foliares tenham sido quantificadas em conjunto, a mancha de *Phaeosphaeria* teve sua incidência facilmente e majoritariamente identificada durante a condução do experimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação das sementes com *T. harzianum*, *Bacillus* spp. (LABMID UFFS RD34) e *A. brasiliense* reduziu o progresso de doenças foliares na cultivar XB 4013. Na cultivar AG 8780, a inoculação dos microrganismos não apresentou efeitos de redução do progresso das doenças foliares.

O efeito dos diferentes microrganismos utilizados neste trabalho sobre os parâmetros massa seca e comprimento de radícula e parte aérea, são variáveis e parecem estar mais relacionados com características de resistência e adaptabilidade intrínsecas de cada cultivar. Além disto, também não foi observado efeito dos tratamentos microbianos sobre a produtividade.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. v. 1. 704 p. 2011.
- ANDREOTTI, M. et al. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. **Scientia Agricola**, p. 145-150, 2001.
- ARAÚJO, F. F. de. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciênc. agrotec.**, v. 32, n. 2, 2008.
- ARAÚJO, F. F. de. MARCHESI, G. V. P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**. v.39, n. 5, p. 1558-1561, ago, 2009.
- BARROS, B de C.; CASTRO, J. L. de; PATRÍCIO, F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fúngicas da cultura. **Summa Phytopathologica**. v. 32, n. 3, p. 239-246, 2006.
- BASTOS, P. F. B. de. **Efeito de silício e de fungicida sobre as principais doenças foliares e na produtividade do milho**. 2016. 34 f. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Cerro Largo, Cerro Largo, 2016
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente. 341 p. 2009.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília, Mapa/ACS, 2009.
- BROETTO, L. **Antagonismo a *Macrophomina phaseolina* e promoção do crescimento em feijoeiro mediados por *Trichoderma* spp.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). 2013. 61 f. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR, 2013.
- BULEGON, L. G. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de soja inoculadas e co-inoculadas com *Azospirillum brasiliense* e *Bradyrhizobium jamponicum*. **Journal of Agronomic Sciences**. Umuarama, v.3, n.1, p.26-37, 2014.
- CAMERA, J. N.; DEUNER, C. C. Limiares térmicos para a germinação de conídios de *Exserohilum turcicum* 1. **Revista Ceres**, v. 64, n. 2, p. 138, 2017.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. (Ed.). **Introduction to plant disease epidemiology**. New York, NY: Wiley, 1990. 532p
- CAMPOS, C. F. de. et al. Periods of weed interference in maize crops cultivated in the first and second cycles. **Semina: Ciências Agrárias**, 2016.

CARVALHO, D. D. C. et al. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, vol. 36, 1, Jan-Fev, 2011.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de. A. Doenças na cultura do milho. Circular técnica n. 83. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006.

CARVALHO FILHO, M. R. de. **Trichoderma spp. como agentes de biocontrole de *Cylindrocladium scoparium* e como promotores de crescimento em mudas de eucalipto**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade de Brasília, Programa de pós-graduação em fitopatologia, Brasília, 2008.

CERIGIOLI, M. M. **Diversidade de bactérias endofíticas de raízes de milho (*Zea mays* L.) e potencial para promoção de crescimento**. 2005. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, Programa de pós-graduação em genética e evolução, São Carlos, 2005.

CHAGAS, L. F. B. et al. Trichoderma na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.

CIB – Conselho de Informações sobre Biotecnologia, **Guia do milho, tecnologia do campo à mesa**, Jul. 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimentos, **Grãos**, V. 4 - SAFRA 2016/17- N. 3 - Terceiro levantamento, Dez. 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimentos, **Grãos**, V. 5 - SAFRA 2017/18 - N. 3 - Terceiro levantamento, Dez. 2017.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento, **Grãos**, V. 6 – SAFRA 2018/19 – N.2 – Segundo levantamento, Nov. 2018.

COSTA, D. F. et al. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 98-105, 2012.

COSTA, E. M da. et al. Promoção do crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 48, n. 9, p. 1275-1284, set. 2013.

CRUZ, J. C. et al. Cultivo do milho. **Sistemas de produção**, 2, versão eletrônica, 6 ed. Set. 2010.

DARTORA, J. et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasiliense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p. 1023-1029, 2013.

DEPARIS, G. A. et al. **Espaçamento, adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.

- DIDONET, A. D. et al. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 933-938, 2002.
- DOURADO NETO, D. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.
- FERREIRA, A. C. de B. et al. Corn crop characteristics under nitrogen, molybdenum and zinc fertilization. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.
- FILHO, D. F. **Manual da cultura do milho**. Funep, 2007.
- FILHO, R. L.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. Canuto. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, 2010.
- FORSTHOFER, E. L. et al. Desenvolvimento fenológico e agrônômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, 2004.
- GOMES, A. M. A. et al. Isolamento, seleção de bactérias e efeito de *Bacillus* spp. na produção de mudas orgânicas de alface. **Horticultura Brasileira**. v. 21, n. 4, p. 699-703, out-dez. 2003.
- GONÇALVES JUNIOR, A. C. et al. Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em argissolo vermelho-amarelo eutrófico e latossolo vermelho eutrófico. **Ciências e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n.4, 2007
- GUARESCHI, R. F. et al. Emprego de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na promoção de crescimento vegetativo nas culturas de girassol e soja. **Global Science and Technology**. v. 05, n. 2, p. 01-08, mai/ago. 2012.
- HARTHMANN, O. E. L. et al. Rizobactérias no crescimento e na produtividade da cebola. **Ciência Rural**. Online. Disponível em: <<http://submission.scielo.br/index.php/cr/article/viewFile/14259/1966>>. Acesso em: 21 nov 2018.
- JORDÃO, L. T. et al. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum braziliense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais. Viçosa: SBCS, 2010. 4 p. 1 CD-ROM. FERTBIO 2010., 2010.
- JULIATTI, F. C.; SOUZA, R. Mo. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 1, 2005.

KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997.

KOTOWSKI, I. E. **Avaliação da eficiência agronômica do inoculante a base de *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho**. 2015. 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS campus Cerro Largo, Cerro Largo, 2015.

KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. de. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia brasileira**, p. 251-257, 2003.

LIMA, F. F. et al. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, 2011.

MACIEL, C. G. et al. *Trichoderma* spp. no biocontrole de *Cylindrocladium candelabrum* em mudas de *Eucalyptus saligna*. **Revista Árvore**. v. 36, n. 5, p. 825-832, 2012.

MACHADO, D. F. M. et al. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MACHADO, R. G. et al. Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Shreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. **Ciência e Natura**. v. 33, n. 2, p. 111-126, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Circular técnica n. 76. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sete Lagoas, MG. Dez. 2006.

MANFROI, E. et al. Controle químico de doenças foliares e rendimento de grãos na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 2, p. 357-365, 2016.

NASCIMENTO, T. R. do. et al. Avaliação de dois mecanismos de promoção do crescimento vegetal in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas do milho. **X jornada de iniciação científica da Embrapa Semiárido**. Petrolina, PE. 2015.

NOVAKOWISKI, J. H. et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p.1687-1698, 2011.

OLIVEIRA, A. L. M; URQUIAGA, S; BALDANI, J. I. **Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal**. Documentos 161, 21 f., Embrapa Agrobiologia. Seropédica – RJ, 2003.

OTTO, R.; VITTI, G. C.; CERQUEIRA LUZ, P. H. de. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, 2010.

PÁDUA, G. P. de. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e

na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 009-016, 2010

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Circular técnica n 75. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. Dissertação Apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia; Piracicaba SP, 2003.

PAVINATO, P. S. et al. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, 2008.

PEDRO, E. A. de S. et al. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47, n. 11, p. 1589-1595, nov. 2012.

PEREIRA, G. V. N. **Promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro inoculadas com *Trichoderma* spp.** 2012. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Vitória da Conquista - BA, 2012

PIONEER. **Híbrido de milho marca Pioneer® atinge produção recorde de 411,6 sc/ha**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/hibrido-de-milho-marca-pioneer--atinge-producao-recorde-de-411-6-sc-ha_193006.html>. Acesso em: 06 dez. 2018

PITELLI, R. A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 622-623, 2015.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Grau de resistência à brusone e produtividade de cultivares melhoradas de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1453-1459, dez. 2001.

PRADO, P. V. P. do. **Testes de germinação e crescimento inicial de plântulas com coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* em soja**. 2018. 25p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

QUADROS, P. D. de. et al. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, 2014.

REIS JUNIOR, F. B. dos. et al. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, n.3. p 1139-1146, 2008.

RESENDE, M de L. et al. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciênc. agrotec.**, v. 28, n.4, p. 793-798, jul/ago, 2004.

ROHRIG, B. **Bioprospecção de bactérias, isoladas de diferentes sistemas de cultivo, para o controle de patógenos da cultura do feijão**. 2016. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *campus* Cerro Largo, Cerro Largo, 2016

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

ROSSI, R. L.; REIS, E. M.; BRUSTOLIN, R. Morfologia de conídios e patogenicidade de isolados de *Exserohilum turcicum* da Argentina e do Brasil em milho. **Summa Phytopathol**, v. 41, n. 1, p. 58-63, 2015.

SAITO, L. R. et al. Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 2, n. 3, p. 203-216, 2009.

SANGOI, L. et al. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**. v. 30, n. 1, p.17-21, 2000.

SANTOS, E. R. et al. Controle biológico da mancha-aquosa do melão por compostos bioativos produzidos por *Bacillus* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 4, p. 376, 2006.

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 376 p. RS/SC, 2016.

SILVA, C. O. da.; TEBALDI, N. D. Physiological and sanitary quality of maize seeds treated with biological control agents. **Científica**, v. 45, n. 1, p. 25-30, 2017.

SILVA, I. W. da. **Avaliação de microrganismos promotores de crescimento no tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L.)**. 2017. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

SILVA, M. D. G. et al. **Integração de preços no mercado brasileiro de milho sob a presença de custos de transação no período de 2009 a 2016**. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

USDA – United States Department of Agriculture, **World Agricultural Supply and Demand Estimates**, Nov. 2018.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade

fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 29, nº 2, p.90-96, 2007.

VERONA, D. A. et al. Tratamento de sementes de milho com Zeavit®, Stimulate® e inoculação com *Azospirillum* sp. In: **28º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. Anais, Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. 2010. p. 3731-3737.

VILLANI, M. M. **Manejo fitossanitário na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2016. 35 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2016.

VINHAL-FREITAS, I. C.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 143-154, 2010.

VORPAGEL, A. G. **Inoculação de *Azospirillum* isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do RS**. 2010. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

WORDELL FILHO, J. A.; CHIARADIA, L. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Manejo fitossanitário na cultura do milho**. 156 p. Florianópolis: EPAGRI, 2012.

WORDELL FILHO, J. A. et al. **Pragas e doenças do milho: diagnose, danos e estratégias de manejo**. 82 p. Florianópolis: Epagri, 2016. Epagri. Boletim Técnico, 170, 2016.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho?. **Biológica**, v. 25, p. 30, 2000.