

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA
FAESI – FACULDADE DE ENSINO SUPERIOR DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU
ENGENHARIA AGRÔNOMICA
Trabalho de Conclusão de Curso II

PRISCILA GARLINI

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO COM
*AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

2021

PRISCILA GARLINI

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE MILHO COM
*AZOSPIRILLUM BRASILENSE***

Projeto de pesquisa apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu.

Orientadora: Leila Alves Netto

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Divindade Superior que nos rege, tenha o nome e a forma que for, por me guiar para o caminho certo, me dar força e coragem quando mais precisei e não soube onde buscar.

Ao meu filho Erick e ao meu marido Felipe, que sempre estão ao meu lado, me apoiando, incentivando em todos os momentos e compreendendo minha ausência nestes anos de estudos.

A minha família, obrigada por serem quem são, me amarem incondicionalmente e não medirem esforços para ajudar a concluir mais essa etapa da minha vida.

Agradeço aos grandes mestres que ensinaram muito e que fizeram este curso valer a pena, em especial agradeço a professora e orientadora msc. Leila Alves Netto e a professora dra. Graciela Maiara Dalastra por todo apoio.

Aos amigos, que de alguma forma estiveram presentes na concretização deste objetivo.

Enfim, a todos que participaram em alguma etapa desse trabalho. Muito obrigada.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
4 REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1 CULTURA DO MILHO	14
4.2 FASES FENOLOGICAS.....	14
4.3 GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA	15
4.4 TRATAMENTO DE SEMENTES	16
4.5 ELEMENTO NITROGENIO.....	16
4.6 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO (FBN) E O GÊNERO <i>AZOSPIRILUM</i>	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	19
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
7 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inoculação dos tratamentos	19
Figura 2 - Tratamentos inoculados para o experimento.....	20
Figura 3 - Papel “Germitest” umedecidos.....	20
Figura 4 - Sementes dispostas para germinação.....	20
Figura 5 - Amostras prontas para a germinação.....	21
Figura 6 - Final do teste de germinação.....	21
Figura 7 - Amostras para dessecação.....	22
Figura 8 - Amostras dispostas no dessecador.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho.....	15
Tabela 2- Valores médios de germinação (G), comprimento da raiz (CR), e massa seca raiz (MSR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca parte aérea (MSPA) de plântulas de milho com e sem tratamento de sementes inoculadas com diferentes doses da bactéria <i>Azospirillum brasilense</i>	23

RESUMO

Devido a sua grande adaptabilidade, o milho (*Zea mays* L.) é produzido em quase todas as partes do mundo e em razão dessa versatilidade, tem grande valor econômico, uma vez que pode ser utilizado na alimentação humana e animal, quanto para produzir diversos produtos comerciais. Objetivou-se com trabalho avaliar a influência entre o tratamento de sementes com inseticidas e a inoculação com *Azospirillum brasilense* e seus efeitos na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho. O experimento foi realizado no laboratório de biologia da Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu (FAESI), no estado do Paraná. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram: T1 - Semente de milho sem tratamento e 4 ml de inoculante; T2 - Sementes de milho com tratamento e 3 ml de inoculante; T3 - Sementes de milho com tratamento e 4 ml de inoculante e T4 - Sementes de milho com tratamento e 5 ml de inoculante. As sementes foram submetidas aos testes de germinação, comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massa seca raiz e massa seca parte aérea. Não houve diferença estatística entre as estirpes e tratamento de sementes para o teste de germinação, já para o comprimento da raiz o T3 diferiu do T1, em relação a massa seca da raiz o T2 diferiu do T4 e para os testes de comprimento da parte aérea e massa seca da parte aérea o tratamento 4 teve os maiores resultados. Pode-se concluir que o tratamento de sementes não prejudica o desenvolvimento inicial da plântula de milho e é compatível com a inoculação de *A. brasilense*.

Palavras-chave: Germinação. Inseticida. Inoculante.

ABSTRACT

Due to its great adaptability, corn (*Zea mays L.*) is produced in almost all parts of the world and because of this versatility, it has great economic value, since it can be used in human and animal food, as well as to produce various commercial products. The objective of this work was to evaluate the influence between seed treatment with insecticides and inoculation with *Azospirillum brasilense* and their effects on germination and initial development of maize seedlings. The experiment was carried out in the biology laboratory of the Faculty of Higher Education of São Miguel do Iguaçu (FAESI), in the state of Paraná. The design adopted was a randomized block design, with four treatments and five replications. The treatments used were: T1 - Corn seed without treatment and 4 ml of inoculant; T2 - Corn seeds with treatment and 3 ml of inoculant; T3 - Corn seeds with treatment and 4 ml of inoculant and T4 - Corn seeds with treatment and 5 ml of inoculant. The seeds were submitted to germination, root length, shoot length, root dry mass and shoot dry mass tests. There was no statistical difference between strains and seed treatment for the germination test, whereas for root length T3 differed from T1, in relation to root dry mass T2 differed from T4 and for shoot length tests and shoot dry mass, treatment 4 had the highest results. It can be concluded that the seed treatment does not affect the initial development of the maize seedling and is compatible with the inoculation of *A. brasilense*.

Key word: Germination. Insecticide. Inoculant.

1 INTRODUÇÃO

Devido a sua grande adaptabilidade, o milho (*Zea mays* L.) é produzido em quase todas as partes do mundo e em razão dessa versatilidade, tem grande valor econômico, uma vez que pode ser utilizado na alimentação humana e animal, quanto para produzir diversos produtos como embalagens, bebidas, biocombustível, entre outros (PAES, 2006).

No Brasil, é um dos cereais mais cultivados e de acordo com 9º Levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), para a safra 2019/2020 a produção foi de 101 milhões de t com uma área de 18,5 milhões hectares (CONAB, 2020). Mesmo com resultados crescentes, o nível de produtividade por hectare ainda é muito baixo, por diversos motivos, como ataque de pragas e doenças, disponibilidade de água e nutrientes, densidade de semeadura, tipo de manejo, entre outros, e para alcançar rendimentos maiores a cultura precisa ser mais aprimorada (CRUZ et al., 2021).

Por este fato, o milho ao longo dos anos, passou a ser uma das espécies mais estudada, com mudanças que vão desde o sistema de produção ao melhoramento genético (MIRANDA, 2018). Neste contexto, alguns elementos se destacam, como o tratamento de semente que preserva o grão contra insetos ou fungos que podem vir a prejudica-lo, assegurando assim que as plântulas de milho tenham o máximo potencial de germinação, cresçam ao mesmo tempo e que disponham de vigor (CECCON et al., 2017).

Assim, para explorar mais essa área e aperfeiçoar o sistema de germinação, novos métodos estão sendo implantados, como a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Azospirillum* (COTRIM, 2016). Esses organismos não causam prejuízos as plantas e promovem a fixação biológica de nitrogênio (FBN), onde convertem o nitrogênio gasoso em amônia e alguns deles ainda tem a capacidade de fornecer substancias promotoras de crescimento (BERGAMASCHI et al., 2007).

Diversas pesquisas evidenciam positivamente o efeito da inoculação no crescimento inicial do milho, isso faz com que a plântula consiga aproveitar melhor a água e os nutrientes existentes no solo, obtendo como resultado, maior produtividade no final do ciclo de desenvolvimento (MARTINS et al., 2014; COTRIM, 2016). Isso traz vantagens ao produtor, pois os custos com adubação química são reduzidos,

principalmente os fertilizantes nitrogenados, diminuindo também os danos ao meio ambiente (MARTINS et al., 2016).

Dessa maneira, o presente trabalho será conduzido pela seguinte pergunta: Existe alguma interferência na associação entre o tratamento de sementes e a inoculação com *Azospirillum brasilense* na germinação e no desenvolvimento inicial da plântula de milho?

Primeiramente, a hipótese analisada seria a possibilidade de não haver interferência na altura da parte aérea, comprimento da raiz, germinação e peso da massa seca e massa verde, visto que ambos estão sendo adotados para melhorar as propriedades da plântula. Outra hipótese seria haver diferenças significativas nos resultados.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência entre o tratamento de sementes com inseticidas e inoculação com *Azospirillum brasilense* e seus efeitos na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

2 JUSTIFICATIVA

Devido a sua alta versatilidade, o milho é o segundo cereal mais produzido no Brasil, porém, o rendimento por hectare ainda é muito baixo, isso ocorre por diversos motivos como a disponibilidade hídrica, acometimento de insetos pragas, de doenças, plantas invasoras, densidade de plantio, entre outros.

Além disso, o milho é uma planta que requer muitos nutrientes, principalmente o nitrogênio sendo disponibilizado para o vegetal através da matéria orgânica no solo e adições de fertilizantes químicos nitrogenados, onde estes possuem custos elevados.

Assim, surge a necessidade de novas tecnologias e métodos de manejo. Diante disso, os inoculantes contendo bactérias principalmente do gênero *Azospirillum brasilense*, que são capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio nas raízes das plantas facilitando o aumento da absorção de água e nutrientes, além de produzir fitohormônios como a auxina que promove a alongação da planta e o crescimento radicular sendo benéfico para épocas de veranico, pois prolongam a área do solo explorado conseguindo absorver maior quantidade de nutrientes, entre outros benefícios, tornam-se uma alternativa viável para os produtores por trazer resultados promissores, ser economicamente viável e não agredir ao meio ambiente.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência entre o tratamento de sementes com inseticidas e a inoculação com *Azospirillum brasilense* e seus efeitos na germinação e no desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a dose de inoculação que proporciona o maior desenvolvimento da plântula;
- Comparar se há diferença ou não no desenvolvimento inicial da plântula de milho com a interação do tratamento de semente e a inoculação com *Azospirillum brasilense*
- Evidenciar que o tratamento de sementes e a inoculação com *Azospirillum brasilense* podem ser usados em conjunto.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CULTURA DO MILHO

Pesquisas genéticas apontam que o milho (*Zea mays L.*) tem sua origem no México, cerca de 9 mil anos atrás, tornou-se domesticado a partir da evolução da gramínea chamada teosinto, através da intervenção humana pelo processo de seleção de plantas (KISTLER et al., 2018). Com as grandes navegações, os espanhóis levaram o milho para a Europa e pela sua capacidade de adaptação a diferentes climas, pode ser difundido para outras regiões e hoje é cultivado e produzido em todos os continentes (MIRANDA, 2018).

O milho domesticado é uma gramínea anual, pertencente à família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays L.*, possui sistema radicular fasciculado, com caule de porte ereto, ramificado e sua altura varia de acordo com a variedade, podendo atingir em torno de 2 metros, apresenta folhas estreitas e é uma planta monoica, que possui os órgãos masculinos e femininos na mesma planta (BARROS; CALADO, 2014).

Em relação a cor do grão, é mais comum encontrar grãos amarelados, mas existem outras cores como o branco e variações de preto até vermelho. São formados por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta. Baseado na classificação quanto ao tipo de grão, podem ser de 5 tipos: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce (PAES, 2006).

4.2 FASES FENOLOGICAS

Para que a planta de milho cresça de maneira adequada e possa atingir seu máximo potencial produtivo é necessário conhecer detalhadamente cada fase do seu desenvolvimento, para assim garantir que cada período tenha as devidas práticas de manejo, pois a indicação de estratégias erradas compromete a eficiência da lavoura (VARGAS et al., 2006).

Deste modo, o desenvolvimento da planta de milho é dividido em duas etapas, sendo a primeira o estágio vegetativo (V) com subdivisões começando com VE, V1, V2, seguindo até VN, que retrata a última folha emitida antes do pendoamento e a segunda etapa é o reprodutivo (R) do desenvolvimento do grão, com subdivisões numéricas começando com R1 e terminando na R6 sendo a fase de maturação fisiológica, conforme a tabela 1 (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Tabela 1 - Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho

Vegetativo	Reprodutivo
VE, emergência	R1, Embonecamento
V1, 1ª folha desenvolvida	R2, Bolha d'água
V2, 2ª folha desenvolvida	R3, Leitoso
V3, 3ª folha desenvolvida	R4, Pastoso
V4, 4ª folha desenvolvida	R5, Formação de dente
V (n), nª folha desenvolvida	R6, Maturidade Fisiológica
Vt, pendoamento	

Fonte: MAGALHÃES; DURÃES, 2006

4.3 GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA

Em circunstâncias comuns de campo, os grãos de milho quando plantados captam a água disponível do solo iniciando seu desenvolvimento, primeiramente a radícula se alonga seguida do coleoptilo incluindo-se a plúmula, isso faz com que o mesocótilo force o coleoptilo para a superfície da terra para sua emergência, dentro de 4 a 5 dias. Nesta fase também tem a expansão do sistema radicular, com raízes que saem diretamente da semente. (MAGALHAES; SOUZA, 2015).

A temperatura considerada ideal para o crescimento e desenvolvimento é entre 25 e 30°C, condições climáticas abaixo de 10°C e acima de 42°C faz com que a semente para de se desenvolver (CRUZ et al. 2011). Situações adversas ao clima, fazem com que o intervalo de tempo para a germinação seja maior, tornando a semente e a plântula menos resistentes e suscetíveis ao ataque de pragas e doenças (MAGALHÃES; DURÃES, 2002).

4.4 TRATAMENTO DE SEMENTES

As plantas de milho podem ser alvo de ataques de insetos pragas em todo seu ciclo de desenvolvimento. Os danos podem ser iniciados na germinação da semente e formação das raízes, sendo facilmente confundidos com outros fatores como adversidades climáticas, deficiências nutricionais, doenças, entre outros (WORDELL FILHO et al., 2016).

Os principais insetos subterrâneos que geram os maiores prejuízos em uma lavoura são os cupins, larva-aramé, coró, larva-alfinete, eles tanto podem reduzir a emergência de plântulas ideal por unidade de área como enfraquece-las prejudicando seu desenvolvimento, diminuindo o potencial produtivo (CRUZ et al., 1999)

O sucesso de uma plantação está diretamente relacionado com a incidência de pragas no ciclo produtivo, deste modo, é de grande importância selecionar estratégias de controle, prevenção e monitoramento destes insetos (VALICENTE, 2015).

O tratamento de sementes é um método que pode ser empregado para reduzir a ocorrência dos insetos na lavoura, agindo como recurso preventivo, controlando o ataque e assim protegendo a plântula na hora da emergência e desenvolvimento, além de ter baixo custo em relação aos outros inseticidas (CRUZ et al., 1999).

De acordo com Cruz et al. (1999), os inseticidas usados para o tratamento das sementes normalmente não interferem na germinação das sementes, desde que utilizado dentro das recomendações do produto, porém, se tratando de sementes com baixa qualidade e vigor, podem vir a afetá-las, diminuindo a quantidade de emergência das plantas.

4.5 ELEMENTO NITROGENIO

O Nitrogênio (N) é considerado um nutriente essencial, sendo um dos mais requeridos pelas plantas para seu crescimento e desenvolvimento, por ser constituído de proteínas, ácidos nucleicos e de outros constituintes celulares, por isso é considerado um fator limitante para a produção de milho, pois a falta deste elemento para a cultura impede que ela atinja seu potencial máximo (VIEIRA, 2017).

A quantidade de N requerida pela planta de milho altera no decorrer do ciclo de produção, de acordo com a fase fenológica em que se encontra, pelo número de

raízes e sua taxa de absorção por unidade de massa e dos condicionantes do ambiente, sendo mais exigido na fase vegetativa e início da reprodutiva, diminuindo no enchimento de grãos (MARTIN et al., 2013).

Doses corretas do elemento na fase inicial, permite que a planta aumente a área foliar e obtenha maior número de grãos por espiga (CRUZ et al., 2011). Além disso, estimula o crescimento das raízes, colaborando com a absorção de outros nutrientes, por outro lado, a carência nutricional prejudica o processo de fotossíntese da planta (MARTIN et al., 2013).

Nem todo nitrogênio existente no solo pode ser absorvido pelas plantas ou é suficiente para suprir as necessidades nutricionais, para garantir que toda a planta receba a quantidade adequada para atingir a máxima produção são ofertadas doses de nitrogênio mineral através de fertilizantes como ureia (N 45%), o sulfato de amônio (N 20%, S 24%) e o nitrato de amônio (N 32%), ou através da fixação biológica do nitrogênio (FBN) (CRUZ et al., 2011).

Os fertilizantes nitrogenados além de acarretar um custo alto para o produtor, quando não aplicado corretamente ao solo tem altas taxas de perdas por lixiviação e volatilização, acarretando baixa absorção pelas plantas, além de problemas ambientais como contaminação da água subterrânea (VIEIRA, 2017).

4.6 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO (FBN) E O GÊNERO *AZOSPIRILUM*

Devido a ligação tripla existente nos dois átomos do nitrogênio gasoso (N_2) nenhuma planta ou animal consegue quebrar esta reação e absorve-lo como nutriente, somente alguns microrganismos presentes no solo consegue rompe-la através de processos enzimáticos e reduzi-lo a amônia (NH_3) que pode ser absorvida pelas plantas, sendo conhecido como fixação biológica do nitrogênio (FBN) (HUNGRIA, 2011).

Esses organismos são conhecidos como bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), que são benéficas aos vegetais, pois colonizam o sistema radicular e os tecidos internos e além de realizar a FBN, facilitam o aumento da absorção de água e nutrientes, entre outros (HUNGRIA, 2016). O *Azospirillum* é um gênero deste grupo, sendo um microrganismo diazotrofos associativos, que coloniza tanto a superfície quanto o interior das raízes em condições microaeróbias,

contribuindo para o crescimento da planta, até o momento, já foram identificadas em torno de quatorze espécies, dentre elas está o *Azospirillum brasilense* usado para inoculação do milho (VIEIRA, 2017).

Assim, através de diversas pesquisas realizadas, em 2009 foi introduzido ao mercado comercial o primeiro inoculante com duas estirpes de *A. brasilense*, para a cultura do milho a Ab-V5 e AbV6 e atualmente já existem mais estirpes sendo desenvolvidas (HUNGRIA, 2016).

Como a inoculação acrescenta bactérias as sementes de milho para realizarem a FBN naturalmente, é possível obter ganhos econômicos e ambientais, pois o uso de adubos minerais é reduzido (CRUZ et al., 2011).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de biologia da Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguçu (FAESI), no estado do Paraná, em 2021. As sementes de milho com e sem tratamento e as estirpes de *Azospirillum brasilense* foram fornecidas por produtores rurais da região. O inoculante comercial utilizado foi o Bioma Mais®, na forma líquida, formulado a partir das Cepas Ab-V5 e Ab-V6 da bactéria.

A inoculação se deu a partir da mistura das sementes ao inoculante, com a proporção recomendada na bula de 100 ml por hectare de milho. A variedade de milho empregado foi da marca Pionner, cultivar P328VYH, safra 20/21. Os produtos comerciais utilizados no tratamento das sementes foram os inseticidas sistêmicos Dermacor® com princípio ativo Clorantraniliprole e Poncho® com princípio ativo Clotianidina, sendo este realizado diretamente na indústria.

Figura 1 - Inoculação dos tratamentos



Fonte: Autor, 2021

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 4 (quatro) tratamentos e 5 (cinco) repetições, à medida que os tratamentos se dispuseram na seguinte ordem: T1 - Semente de milho sem tratamento e 4 ml de inoculante; T2 -Sementes de milho com tratamento e 3 ml de inoculante; T3- Sementes de milho com tratamento e 4 ml de inoculante e T4- Sementes de milho com tratamento e 5 ml de inoculante.

Figura 2 – Tratamentos inoculados para o experimento



Fonte: Autor, 2021

A análise de germinação realizou-se no período de 19 a 26 de março, empregando-se 50 sementes por repetição, distribuídas espaçadamente em duas folhas de papel “Germitest” previamente umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa e uma folha do mesmo papel usada para cobri-las e em seguida enroladas e identificadas.

Figura 3 - Papel “Germitest” umedecidos



Fonte: Autor, 2021

Figura 4 – Sementes dispostas para germinação



Fonte: Autor, 2021

Com os rolos de todas as amostras prontos, estes foram acondicionados em sacolas plásticas e mantidos em uma câmara de germinação do tipo B.O.D regulada a temperatura constante de 25°C e ausência de luz por 7 (sete) dias.

Os resultados foram obtidos ao fim do período estipulado, referindo-se somente as plântulas normais que germinaram, desconsiderando as sementes que não germinaram.

Figura 5 – Amostras prontas para a germinação



Fonte: Autor, 2021

A avaliação do comprimento da maior raiz e da parte aérea foi realizado no final do teste de germinação. Para a aferição, as plântulas de milho foram retiradas do papel, e em cada tratamento selecionava-se visualmente a maior raiz da plântula germinada e utilizando uma trena métrica realizava-se a medição, em seguida, media-se a parte aérea.

Figura 6 – Final do teste de germinação



Fonte: Autor, 2021

Com estas mesmas plantas, todas as raízes e a parte aérea foram separadas por tratamento e suas respectivas repetições e acondicionadas em sacos de papel Kraft branco, lacradas, identificadas e levadas para a estufa de circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas, ao final deste período, as amostras foram retiradas e acondicionadas no dessecador para impedir a entrada de umidade. Para uma pesagem mais precisa, foi utilizado a balança analítica, onde nesta foi colocado um recipiente para a pesagem, fechado a porta de vidro e quando estabilizado o peso

pressionado a tecla 'tara', em seguida, cada amostra foi pesada sempre com os devidos cuidados requeridos para utilizar a balança.

Figura 7 – Amostras para dessecação



Fonte: Autor, 2021

Figura 8 – Amostras dispostas no dessecador



Fonte: Autor, 2021

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância seguida pela comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pôde-se constatar diferenças significativas a 5% de probabilidade em quase todas as variáveis analisadas, demonstrando influência das diferentes doses de inoculante utilizadas para o desenvolvimento inicial da plântula de milho, conforme observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios de germinação (G), comprimento da raiz (CR), e massa seca raiz (MSR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca parte aérea (MSPA) de plântulas de milho com e sem tratamento de sementes inoculadas com diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense*.

Tratamentos	Variáveis				
	G %	CR cm	MSR mg	CPA cm	MSPA mg
T1	95,6 a	17,03 b	0,032 ab	8,94 b	0,036 ab
T2	98,8 a	18,99 ab	0,035 a	8,88 b	0,034 ab
T3	98 a	19,67 a	0,033 ab	8,75 b	0,03 b
T4	97.6 a	18,97 ab	0,03 b	11,32 a	0,039 a
CV %	2,16	6,07	5,13	6,5	11,71

* Valores seguidos da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Nota-se que não houve diferença estatística entre as estirpes e tratamento de sementes para porcentagem de germinação. Cotrim (2016) também não observou diferença significativas para esta variável em sementes de trigo inoculadas com *A. brasilense* e aplicação de ácido húmico.

Para a comercialização de sementes de milho, a porcentagem mínima de germinação exigida segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2013) é de 85%. Entretanto, prezando pela máxima produção, os agricultores buscam sementes com qualidade acima dos padrões estabelecidos, fazendo com que as empresas disponibilizem milhos híbridos com taxas de germinação maiores que 90% (EMBRAPA, 2021).

Deste modo, embora não haver diferenças significativas no experimento realizado, a germinação foi maior que 95%, sendo um índice aceitável para comercialização e produção visando bons rendimentos, além do mais, os resultados revelaram que o inoculante em associação com os inseticidas são compatíveis, sendo um dado relevante pois ambos são usados para o plantio de milho.

Em relação ao comprimento da raiz (CR) evidenciados na Tabela 2, observou-se que o tratamento 3 diferiu do tratamento 1. Isso demonstra que o uso do tratamento de sementes mais as estirpes de *Azospirillum brasilense* foram eficazes para o auxílio do crescimento da raiz. Segundo Vieira (2017), as BPCP podem contribuir para o desenvolvimento do vegetal tanto pela fixação de N₂, quanto pela produção do aumento da solubilização de fosfato, controle de fitopatógenos e produção de fitohormônios que promovem o desenvolvimento e crescimento da raiz, principalmente a auxina, aumentando a absorção de água e de nutrientes, conseqüentemente a planta passa a ter maior resistência em situações de estresse como deficiência hídrica.

Para Martin et al. (2013), raízes maiores colaboram com a absorção de nutrientes, melhorando o desenvolvimento inicial da plântula e conseqüentemente obtendo maior produtividade.

Para a massa seca da raiz, destacam-se as provindas do tratamento 2, diferindo do T4. Segundo Cassán et al. (2008), o *A. brasilense* tem capacidade de produzir e metabolizar compostos reguladores de crescimento, dentre eles a auxina que auxilia no crescimento da raiz, quando uma planta é inoculada, a concentração utilizada de bactérias pode tanto ser benéfico como causar prejuízos a planta, doses excessivas fazem com que o vegetal ative o mecanismo de controle da homeostase para diminuir a concentração deste hormônio e assim voltar ao equilíbrio.

Dartora et al. (2013) em suas pesquisas sobre o uso de diferentes estirpes de *A. brasilense* em sementes tratadas ou não com fungicidas e inseticidas, observaram influencias significativas entre os organismos vivos e os agrotóxicos, relatam ainda que sementes inoculadas com as estirpes Ab-V5 e IC26 e tratadas com os produtos químicos resultaram em maior acúmulo de matéria seca de raízes.

O tratamento 4, foi significativo tanto para o comprimento da parte aérea (CPA), como para a massa seca da parte aérea (MSPA). É possível que a colonização das bactérias presentes neste tratamento se destacou nos dois fatores devido a produção de substancias promotoras de crescimento como auxinas, giberilinas e citocininas liberadas pelos *A. brasilense* (HUNGRIA, 2011). Esses fitohormônios são relacionados ao alongamento celular e juvenildade da planta, podendo ocasionar incrementos no porte e maior duração do ciclo do vegetal (GUIMARÃES et al., 2017).

Franceloso et al. (2012), analisando diferentes volumes de inoculante, também notaram que o uso da maior dose contendo *A. brasilense* apresentou o melhor

desempenho nas variáveis altura de plantas e massa seca da parte aérea. Já Battistus (2015), observou que as menores doses do inseticida tiametoxam inoculados com *A. brasiliense* proporcionaram resultados melhores na matéria seca da parte aérea em relação a sementes de milho não inoculadas.

Conforme os resultados, os inseticidas e os organismos vivos não prejudicaram o acúmulo da massa seca tanto da parte aérea quanto da raiz e nem o desenvolvimento inicial do vegetal.

7 CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se concluir que as maiores médias foram obtidas para os tratamentos que foram inoculados com as estirpes e que receberam tratamento das sementes com inseticidas, constatando que o tratamento de sementes não prejudica o desenvolvimento inicial da plântula de milho e é compatível com a inoculação de *A. brasilense*.

REFERÊNCIAS

BARROS, J.F.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora. 2014. Disponível em: < https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Seben_tamilho.pdf>. Acesso em 08 de abril de 2021.

BATTISTUS, A. G. **Inoculação via semente e foliar de *Azospirillum brasilense* associado ao tratamento de sementes com bioativador na cultura do milho**. Marechal Cândido Rondon, 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado Agronomia), Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015.

BERGAMASCHI, C.; ROESCH, L.F.W.; QUADROS, P.D.de.; CAMARGO, F.A.O. Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas a cultivares de sorgo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.727-733, 2007. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/cr/v37n3/a19v37n3.pdf> >. Acesso em: 08 de abril de 2021.

CASSÁN, F.; SGROY, V.; PERRIG, D.; MASCIARELLI, O.; LUNA, V. **Producción de fitohormonas por azospirillum sp. aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal**. In: *Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina*. 1 ed. Buenos Aires : Asoc. Argentina de Microbiología, 2008.

CECCON, F.; FLORES, A. L.; BARBOSA, I. R.; DALAROSA, L. E.; LIMA, L.A.A.; AMORIM, G. A. A.; SILVA, G. B. D. da. **Efeito de inoculante e inseticidas no tratamento de sementes sobre a emergência do milho**. Anais do XIV Seminário Nacional De Milho Safrinha, Cuiabá – MT, Brasil, 2017. Disponível em <<https://maissoja.com.br/efeito-de-inoculante-e-inseticidas-no-tratamento-de-sementes-sobre-a-emergencia-do-milho/>>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 - Safra 2019/20 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-66, junho 2020. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>>. Acesso em: 09 de abril de 2021.

COTRIM, M. F.; ALVAREZ R. C. F.; SERON A. C. C. **Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta a aplicação de *Azospirillum Brasilense* e ácido húmico**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 10(4): 349-357, 2016. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/311945206_QUALIDADE_FISIOLOGICA_DE_SEMENTES_DE_TRIGO_EM_RESPOSTA_A_APLICACAO_DE_AZOSPIRILLUM_BRASILENSE_E_ACIDO_HUMICO_PHYSIOLOGICAL_QUALITY_OF_WHEAT_SEEDS_IN_RESPONSE_TO_APPLICATION_OF_AZOSPIRILLUM_BRASILENSE_>. Acesso em: 09 de abril de 2021.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. **Árvore do conhecimento Milho: Espaçamento e Densidade**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2021. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTA_G01_49_168200511159.html#>. Acesso em 09 de abril de 2021.

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. **Manejo das pragas iniciais de milho através de tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos**. , Circular Técnica, 31. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; PINTO JÚNIOR, A. S.; CRUZ, L. M.; MENSCH, R. **Influência do tratamento de sementes no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e trigo inoculados com *Azospirillum brasilense***. Scientia Agraria Paranaensis - SAP Mal. Cdo. Rondon, v. 12, n. 3, jul./set., p.175-181, 2013.

EMBRAPA. **Controle de qualidade: Correlação entre germinação e emergência de campo em milho híbrido br 201**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/49009/1/Simplificacao-equacao.pdf>. Acesso em 30 de maio de 2021.

FRANDOLOSO, J.; DRANSKI, J.A.L.; GUIMARÃES, V.F.; PINTO JUNIOR, A.S. BANDEIRA, K. B. OFFEMANN, L. C.; RODRIGUES, L. F. O. S.; SILVA, M. B.; INAGAKI, A.M.; POZZEBOM, W. **Germinação e Desenvolvimento inicial de plântulas de milho em função da inoculação das sementes com diferentes volumes de inoculante**. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012. Disponível em <http://www.abms.org.br/eventos_anteciores/cnms2012/02646.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2021.

GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; SOUZA, A.K. P.; BULEGON, L. G.; OFFEMANN, L. C.; INAGAKI, A. M. **Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal: da FBN à regulação hormonal, possibilitando novas aplicações**. In: Zambom MA, Kuhn OJ, Silva NLS da, Stangarlin JR, Nunes RV, Fulber VM, Eyng C, editors. Ciências Agrárias: Ética do cuidado legislação e tecnologia na agropecuária. 1st ed. Marechal Candido Rondon: Centro de Ciências Agrárias/ Unioeste, 2017.

HUNGRIA, M. **Azospirillum: Um velho novo aliado**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150694/1/Mariangela-Hungria-Azospirillum-Fertbio.pdf> >. Acesso em 04 de maio de 2021.

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

KISTLER, L.; MAEZUMI, S. Y.; SOUZA, J. G. de; PRZELOMSKA N. A.; COSTA, F.M.; SMITH, O.; LOISELLE, H.; RAMOS-MADRIGAL, J.; WALES, N.; RIBEIRO, E. R.; MORRISON, R. R.; GRIMALDO, C.; PROUS, A. P.; ARRIAZA, B.; GILBERT, M. T. P.; OLIVEIRA FREITAS, F. O.; ALLABY, R.G. **Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America**. Science, vol. 362, Edição 6420, pp. 1309-1313, 2018. Disponível em: < <https://science.sciencemag.org/content/362/6420/1309/tab-figures-data> >. Acesso em 10 de abril de 2021.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M. **Cultivo do milho, Germinação e Emergência**. Comunicado técnico 39. Sete Lagoas, MG: Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento, 2002.

MAGALHAES, P.C.; SOUZA, T. C de. **Cultivo do milho: Ecofisiologia**. Embrapa Milho e Sorgo, 9ª edição, nov/2015. Disponível em: < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=7905&p_r_p_-996514994_topicold=8662#topodapagina >. Acesso em 11 de abril de 2021.

MAPA. **Instrução Normativa Nº 45, De 17 de Setembro de 2013**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf. Acesso em 30/05/2021.

MARTIN, T. N.; CUNHA, V. S.; BULCÃO, F.P. **Manejo da adubação nitrogenada no milho**. Revista Cultivar Grandes Culturas. Ano XV, n.173, outubro 2013. Disponível em: < https://issuu.com/grupocultivar/docs/cultivar_173 >. Acesso em 27 de abril de 2021.

MARTINS, D. C.; BORGES, I. D.; CRUZ, J. C.; NETTO, D. A. M. **Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e Azospirillum sp**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.2, p. 217-228, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053705/1/Produtivadedu.as.pdf> >. Acesso em: 07 de abril de 2021.

MARTINS, D. C.; NETTO, D. A. M.; CRUZ, J. C.; BORGES, I. D. **Tratamento de sementes de milho com bioestimulantes, fertilizantes líquidos e Azospirillum sp.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPDÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: resumos expandidos. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/992273>>. Acesso em 08 de abril de 2021.

MIRANDA, R. A. de. **Uma História de Sucesso da Civilização.** A granja. Porto Alegre, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho.** Circular técnica n. 75. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

VALICENTE, F. H. **Manejo Integrado de Pragas na Cultura do Milho.** Circular técnica n. 208. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho.** Embrapa Trigo. Documentos online, 2006. Disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2021.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175460/1/2017LV04.pdf>>. Acesso em: 27 de abril de 2021.

WORDELL FILHO, J. A.; RIBEIRO, L. P.; CHIARADIA, L. A.; MADALÓZ, J. C.; NESI, C. N. **Pragas e doenças do milho Diagnose, danos e estratégias de manejo.** Boletim Técnico n.170. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina Florianópolis, 2016.