

CENTRO UNIVERSITÁRIO SUL DE MINAS  
PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA

TÍTULO: COMPARAÇÃO ENTRE O *Bacillus megaterium* E  
*Pseudomonas fluorescens* NO DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO  
DA CULTURA DO MILHO.

DISCENTE: DIEGO NUNES MARTINS

ORIENTADOR: DR TACIO PERES DA SILVA

VARGINHA- MG  
2020

**DIEGO NUNES MARTINS<sup>2</sup>**

COMPARAÇÃO ENTRE O *Bacillus megaterium* E *Pseudomonas fluorescens* NO  
DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DA CULTURA DO MILHO. <sup>1</sup>

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Superior Sul de Minas, como parte das exigências do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Agrônômica, para a conclusão do Curso “Bacharel em Agronomia”.

**Orientador**

Prof. DSc.Tacio Peres da Silva<sup>3</sup>

VARGINHA – MG

2020

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 OBJETIVOS .....	5
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	6
3.1 Cultura do milho .....	6
3.2 Fenologia do milho .....	6
3.2.1 Fase vegetativa .....	6
3.2.2 Fase Reprodutiva .....	7
3.3 Condições para plantio de Milho .....	7
3.3.1 Condições climáticas .....	7
3.3.2 Temperatura .....	7
3.3.3 Profundidade sementeira .....	8
3.3.4 Exigências nutricionais .....	8
3.3.5 Exigências hídricas .....	9
3.4 Tratamento de semente .....	9
3.5 Uso de biológico .....	10
3.5.1 <i>Azospirillum brasiliense</i> .....	10
3.5.2 <i>Chromobacterium subtsugae</i> .....	10
3.5.3 <i>Saccharopolyspora spinosa</i> .....	10
3.5.4 <i>Bacillus megaterium</i> .....	11
3.5.5 <i>Pseudomonas Fluorescentes</i> .....	11
4 - MATERIAL E MÉTODOS .....	12
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
6 - CONCLUSÃO .....	18
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## Resumo

Sabe-se que as sementes são um importante veículo de disseminação de muitas doenças, por isso é importante que o produtor realize um adequado tratamento de semente. O presente trabalho visa avaliar a eficiência do *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* aplicados no sulco de plantio e como tratamento de semente a fim de avaliar o desenvolvimento de plantas de milho. Foi usado o delineamento DBC divididos em três tratamentos e sete repetições sendo os tratamentos; T1: testemunha, T2: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *B. megaterium*, T3: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *P. fluorescens*, T4: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *B. megaterium*; T5: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *P. fluorescens*, onde foram avaliados as características da altura da planta (cm), largura da folha(cm), comprimento de espigas (cm), o peso da massa verde (g), diâmetro do colmo (cm), peso da espiga (g) e números de grãos na espiga. Sendo assim, através dos resultados obtidos, conclui-se que houve uma resposta positiva ao uso dos extratos biológicos como tratamento de semente, evidenciando que as bactérias têm funções importantes para as plantas. Sendo assim, através dos resultados obtidos por esses tratamentos, conclui se que, houve uma resposta positiva ao uso dos extratos biológicos como tratamento de semente, favorecendo o crescimento da planta, peso da massa fresca, quantidade de grãos e peso da espiga. Mostrando que as bactérias têm funções importantes para as plantas, contribuindo com a fixação de nitrogênio, a solubilização de P, tornando-o aproveitável para o metabolismo das plantas e também compostos químicos benéficos que são realizados devido a sua presença.

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o uso de *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* gerou resultados muito satisfatórios na cultura do milho principalmente quando aplicado diretamente na semente.

**Palavras-chave:** Solubilização de P. Tratamento biológico. Tratamento via micron.

## 1- INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é pertencente à ordem Gramineae e família das Poaceas, originado na América do Norte. É destinado a alimentação humana e animal pelas qualidades nutricionais podendo ser utilizado tanto para silagem quanto grãos (BARROS; CALADO, 2014). É considerado uma planta monóica, possuindo na mesma planta os dois sexos, contudo em diferentes inflorescências, tendo duas fases no seu ciclo de vida, a fase reprodutiva e a vegetativa (MCSTEEN et al, 2000).

Para se conseguir altas produtividade na cultura é importante compreender suas exigências climáticas, pois segundo Bergamaschi (2014) o crescimento e a produção do milho serão limitados caso um dos fatores como a radiação solar, água, luminosidade, ou temperatura estejam em falta.

As sementes são um importante e eficiente veículo de disseminação de muitos patógenos, devido a isso se faz necessário um bom tratamento de semente contra fungos, bactérias e insetos. Sendo assim utiliza-se produtos biológicos ou químicos diretamente nas sementes, tendo o intuito de protegê-las contra pragas e doenças (SOARES, 2016).

O milho é muito exigente em nitrogênio (N), devido a isso, algumas bactérias que possuem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico no solo têm sido utilizadas na inoculação de sementes, deixando-o assim disponível para a planta e promovendo um melhor crescimento das raízes (PEIXOTO, 2014). Também tem se usado bactérias para controlar pragas como a mosca branca, percevejo, ácaros e pulgões (SILVA, 2019). Para trabalhar a reciclagem de nutrientes do solo também tem-se usado bactérias que conseguem realizar este trabalho, tornando-o disponível as plantas (AGRONEGÓCIOS, 2019).

Sabe-se que as sementes são um importante veículo de disseminação de muitas doenças, por isso é importante que o produtor realize um adequado tratamento de semente contra fungos, bactérias e insetos. Assim os extratos biológicos estão sendo muito utilizados na agricultura, pois fornecem proteção a semente lhe dando mais vigor e desenvolvimento.

## 2- OBJETIVOS

Avaliar a eficiência do *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* aplicados no sulco de plantio e como tratamento de semente afim de avaliar o desenvolvimento de plantas de milho.

### 3- REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Cultura do milho

O milho (*Zea mays L.*) é pertencente à ordem Gramineae e família das Poaceas, sendo originado da América do Norte, mas tendo seu centro de genética no México. O milho é extremamente destinado a alimentação humana e animal pelas qualidades nutricionais podendo ser utilizado para silagem ou grãos. (BARROS; CALADO, 2014).

Quando se fala em produtividade no milho o item mais importante é o grão, porém outros itens também são analisados como o fenótipos, morfologia e nutrição, assim sendo o uso de cultivares mais produtivos e melhores adaptados para as regiões de cultivo tem sido o responsável pelos ganhos maiores de produtividade (ALVES, 2015).

Ele é uma planta monoica, ou seja, possui tanto o órgão masculino quanto o feminino na mesma planta, porém em inflorescências diferentes. Os masculinos ficam na extremidade formando ali um tipo de panícula onde que se encontram os estames. Já os femininos se desenvolve nas axilas das folhas e se juntam em espigas. Os órgãos masculinos ficam antes dos femininos e sua polinização ocorre através do vento, fazendo com que os pólenes cheguem até o estigma da própria planta ou das plantas vizinhas (BARROS e CALADO, 2014).

Tem um ciclo de vida basicamente dividido em duas: vegetativa e reprodutiva (MCSTEEN et al, 2000). O estágio vegetativo ele tem o seu início quando a planta emerge indo até o pendoamento. Já a reprodutiva começa com o embonecamento do milho que vai de R1 até R6 ocorrendo a maturação fisiológica (RITCHIE et al, 1993; MAGALHÃES et al., 2002).

#### 3.2 Fenologia do milho

##### 3.2.1 Fase vegetativa

Souto (2018), caracteriza pela letra V, que vai com a numeração de 1 até (n), onde que cada número representa o n° de folhas.

Ainda de acordo com Souto (2018) o processo germinativo se inicia quando a semente de milho está no solo, ela absolve cerca de 30 a 50% do seu peso em água, fazendo com que ocorra a emissão do epicótilo e radícula. O estágio V1 é caracterizado com o surgimento da primeira folha verdadeira. A partir de V3, quando a planta apresenta 3 folhas completamente desenvolvidas ela passa a ser autotrófica.

De V6 até V8 é necessário aplicar adubação de cobertura nitrogenada. É importante salientar que neste estágio se tem uma elevada taxa de crescimento dos órgãos florais Fastagro (2018), já o tamanho da espiga e a quantidade de óvulos serão definidos na fase V12, se iniciando um período que requer muita atenção por ser o mais crítico indo até a polinização (SOUTO, 2018). Também nesta fase se observa as raízes adventícias se desenvolvendo (BERGAMASCHI, 2014).

No estágio V18 deve-se atentar para que a planta não sofra com estresse hídrico, pois pode atrasar o desenvolvimento da espiga, podendo vir a atrasar também a emissão do “cabelo”, o que seria a causa de muitos óvulos não serem fertilizados (SOUTO, 2018).

### **3.2.2 Fase Reprodutiva**

No estágio reprodutivo a planta cessa seu crescimento (FASTAGRO, 2018). Nesta fase temos a classificação R1, sendo bom frisar que esta é uma das etapas que se apresentam como mais crítica para a produtividade do milho Bergamaschi (2014), e segundo Souto (2018) alguns pontos precisam acontecer para que se tenha uma perfeita polinização, sendo eles:

A antese, que é caracterizado pela emissão de grão de pólen através do pendão e a polinização, fazendo com que o pólen que está inicialmente no pendão chegue até o estilo estigma, acontecendo toda a fertilização pelo vento. E por fim, a fertilização onde o pólen germina no estilo estigma fertilizando assim os óvulos femininos.

Na fase R2 o N e P que inicialmente estavam nas partes vegetativas vão imediatamente para a espiga. Aqui os grãos têm alto teor de água e baixo de açúcar. Em R3 se caracteriza pela iniciação da transformação dos açúcares em amido, aqui o grão é conhecido como leitoso. Posteriormente há diminuição de água e aumento no teor de sólidos, classificado como estágio R4 também conhecido como grão pastoso (SOUTO, 2018).

Em R6 a planta chega a maturação fisiológica, aqui o milho alcança 30% de umidade e os grãos na espiga obtêm o máximo de acúmulo tanto de peso como vigor (SOUTO, 2018).

## **3.3 Condições para plantio de Milho**

### **3.3.1 Condições climáticas**

Compreender as exigências climáticas do milho durante seu desenvolvimento é muito importante para se conseguir altas produtividades (REHAGRO, 2018).

Até por isso é necessário saber que seu desenvolvimento será limitado caso um dos fatores como a água, radiação solar, temperatura ou luminosidade se apresentem ausentes, por

isso uma das tarefas dos produtores visando expressar todo material genético da cultura e justamente atingir os níveis tidos como ótimos para esta cultura (BERGAMASCHI, 2014).

### **3.3.2 Temperatura**

Segundo Chinelato (2019) a temperatura é umas das causas mais limitantes para a produtividade do milho, pois ela possui uma ligação direta com o desempenho e crescimento da cultura, sendo que cada etapa requer uma condição ótima de temperatura.

Temperatura média diária muito elevada mais especificamente acima de 26° C torna o processo metabólico mais acelerado, causando assim aceleração no processo de florescimento e também de enchimento dos grãos. Já temperaturas por longos períodos abaixo de 10° C o metabolismo começa a diminuir.

As condições ideais para um bom cultivo do milho seriam:

Germinação: 25 a 30°C;

Emergência até floração: 24 a 30°C;

Temperatura média diária: sabe-se que temperaturas médias de 21°C apresenta um maior rendimento de grãos. (REHAGRO, 2018)

### **3.3.3 Profundidade sementeira**

A profundidade para o plantio das sementes varia conforme for a textura e tipo de solo. Por isso antes de se realizar tal ação é necessário saber as características e a classificação do solo, levando em conta também a temperatura e umidade (NUMMER FILHO, 2017).

Dependendo do tipo de solo a minha sementeira terá uma maior ou menor profundidade. Em solos pesados sendo geralmente os argilosos, onde se apresenta com uma drenagem deficiente, as sementes devem ser colocadas há uma profundidade de 3 a 5 cm, para que a plântula tenha uma melhor emergência (CRUZ, 2014).

Já solos leves ou arenosos, as sementes devem ser colocadas com uma maior profundidade, variando entre 5 e 7 cm, pois assim irão se beneficiar de uma maior quantidade de umidade do solo (CRUZ, 2014).

O Plantio Direto, de acordo com Cruz (2014), tem um acúmulo de matéria na parte superior do solo, onde a cobertura morta se encontra, podendo em alguns casos atrasar a emergência, principalmente em regiões frias, por isso recomenda-se plantas a 2,5 cm de profundidade.

### **3.3.4 Exigências nutricionais**

Na semeadura o milho é muito requerido em N, P e K, porém é de extrema importância fazer uma adubação seguindo as recomendações de uma análise de solo bem-feita naquele ano, devendo se considerar o que foi removido pela cultura que estava antes na área (COELHO, 2014).

Sabe-se que conforme aumenta a produtividade também aumenta a exigência da cultura por nitrogênio e potássio e logo se seguindo por cálcio, magnésio e fósforo (COELHO, 2014).

Segundo Coelho (2014) em relação a micronutrientes, as quantidades que a planta precisa são muito pequenas, dentre os micronutrientes necessários estão o ferro, manganês, zinco, boro, cobre e molibdênio, porém é imprescindível que estejam disponíveis em quantidades necessárias pois a deficiência de algum deles pode vir a causar redução na produtividade final.

### **3.3.5 Exigências hídricas**

O milho manifesta uma alta sensibilidade a falta de água, até por isso é um dos fatores que mais limitam a produção. Quando ocorre em fases importantes da cultura, como florescimento à maturação fisiológica pode acarretar uma grande perda de produção, chegando à uma redução no número de grãos por espiga (BERGAMASCHI, 2014). Quando ocorre deficiência hídrica antes das anteras serem emitidas pode ocorrer uma redução de até 50% no rendimento dos grãos e quando está em pleno florescimento ocasiona uma queda de 20% a 50% (REHAGRO, 2018).

Para se obter um rendimento máximo a cultura precisa aproximadamente 650mm de água, sendo que na fase de florescimento a cultura chega a demandar cerca de 7 mm diários (BERGAMASCHI, 2014).

### **3.4 Tratamento de semente**

É o uso de produtos podendo serem químicos ou biológicos diretamente nas sementes, tendo o intuito de protegê-las contra patógenos do solo como doenças e pragas durante o período entre semeadura e germinação, além de promover um melhor desenvolvimento da plântula (SOARES, 2016).

Segundo Dall'agnol (2019) o TS é preventivo, podendo ser realizado de duas formas:

Tratamento na própria fazenda, onde que o próprio produtor realiza todo procedimento, podendo ser usar de uma betoneira para efetuar de forma mais prática e melhor a mistura da semente com o produto.

Tratamento Industrial, sendo realizado pela própria empresa que comercializa a semente, se tornando mais prático pois a semente já vem pronta para a semeadura.

Tem-se também o tratamento realizado pelo Mícron, onde a semente é tratada no sulco de plantio, no momento em que está se realizando o plantio. Este tipo de tratamento tem a vantagem de ser mais rápido, eficiente e barato para o agricultor, além de que quando se faz o tratamento usando biológico se tem um maior contato das bactérias com o solo aumentando sua população ao redor da semente (AGROLINK, 2015).

### **3.5 Uso de biológico**

#### **3.5.1 *Azospirillum brasiliense***

O milho é uma cultura muito exigente em N e segundo Fancelli e Dourado Neto (2008) sabe-se que sua deficiência pode até mesmo reduzir o rendimento dos grãos podendo chegar a 80%. Até por isso que uma das alternativas que visam reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados é a inoculação com bactérias chamadas diazotróficas, que possuem a capacidade de fixar o N atmosférico no solo, deixando-o assim disponível para a planta e além do fornecimento de N ela também promove um melhor crescimento das raízes (PEIXOTO, 2014).

Esta bactéria torna o N disponível para as plantas através da sua excreção direta ou pela mineralização de bactérias mortas. Ela coloniza a rizosfera e não há penetração nos tecidos radiculares e nem o aparecimento de nódulos Tien et al (1979), ainda de acordo com Peixoto (2014) outra vantagem é que esta bactéria estimula a produção de hormônios, como exemplo a auxina que tem por função estimular o crescimento de raízes, quanto mais raízes maior é a capacidade da planta de usar a água disponível e nutrientes.

#### **3.5.2 *Chromobacterium subtsugae***

Devido ao ataque de pragas se tem muitas percas na produção agrícola podendo chegar a cerca de 40%, por isso cresce o uso de inseticidas naturais, que além de diminuir custos tem se mostrado muito eficiente. Para tal controle a *Chromobacterium subtsugae* é uma bactéria que tem sido muito recomendada para se controlar pragas como a mosca branca, percevejo, ácaros e pulgões (SILVA, 2019).

Sua ação acontece através de substâncias que ela mesmo produz como polihidroxicanoatos, antibióticos, violaceína, cianeto de hidrogênio e quitinase. Ela age no organismo do inseto através da ingestão da mesma, presente sobre as plantas (SILVA, 2019).

### 3.5.3 *Saccharopolyspora spinosa*

A partir de uma bactéria de solo chamada *Saccharopolyspora spinosa* se extraem moléculas chamadas de espinosinas através do processo de fermentação. Dentre as espinosinas amplamente usadas no Brasil temos a espinosade e espinetoram (MARQUES, 2018).

De acordo com Marques (2018) espinetoram tem sido muito usado na cultura de milho e soja combatendo as lagartas do gênero *Helicoverpa*, *Spodoptera*, *Chrysodeixis* e *Heliothis* e o espinosade, usado em uma quantidade maior de culturas, como no controle de diversas lagartas e traças, alguns tripses, larvas-minadoras e algumas brocas.

Seu mecanismo de ação é atuar no sistema nervoso central do inseto-praga, fazendo com que se tenha uma transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos, induzindo o inseto à excitação e tremores contínuos, fazendo com que depois de longos períodos, os insetos fiquem paralisados devido a fadiga muscular e em seguida morrendo (MARQUES, 2018).

### 3.5.4 *Bacillus megaterium*

A agricultura nacional muitas vezes tem sofrido com solos predominantemente ácidos, pobres em nutrientes, com ênfase no fósforo (P), e com baixa capacidade de retenção de água, Novais; Smyth, (1999), neste cenário os microrganismos tem desempenhado um papel importante na ciclagem de fósforo, sendo capazes de transformar o fósforo insolúvel em formas solúveis acessíveis às plantas (Owen et al., 2015).

O *Bacilos megaterium* além de atuar na solubilização do fosfóro, ainda apresentam outros mecanismos que auxiliam o crescimento, como a solubilização de K, produção de fitormônios, enzimas, bioproteção contra patógenos, e por meio de mecanismos secundários, aumentam também a absorção de outros nutrientes e água pelo estímulo ao sistema de raízes (Gupta et al., 2015; Ribeiro et al., 2018).

### 3.5.5 *Pseudomonas fluorescentes*

Dentre os grupos de bactérias mais estudados e de grande potencial para utilização na agricultura se encontram as rizobactérias que são conhecidas por serem promotoras de crescimento de plantas (RPCPs) Schroth & Hancock (1982), representando assim um subgrupo diverso de bactérias que colonizam as raízes.

O termo Rizobactérias Promotoras de Crescimento em Plantas (RPCPs) foi adotado por Schroth & Hancock (1982). Botelho (1996) ainda continua descrevendo que esses tipos de bactérias benéficas são bem adaptadas as raízes das plantas, se diferenciando das bactérias do solo que não as colonizam ou não o fazem tão agressivamente.

Observou-se que esta bactéria estimula o crescimento e produção de várias culturas, produzindo também substâncias tipo AIA (ácido indol acético) tanto “in vitro” quanto na rizosfera Freitas & Germide (1992).

Outro ponto que a faz muito usada na agricultura é a elevação da disponibilidade de fósforo, aumentando com isso o crescimento por estímulo da absorção desses elementos, Rodrigues & Fraga (1999) citam que estirpes do gênero *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Rhizobium* estão entre as bactérias com maior potencial de solubilização de fósforo.

#### 4- Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no sítio Cristina, localizado no município de Três Pontas no estado de Minas Gerais, a 21°19'56.5" de latitude sul 45°28'46.1" de longitude oeste, com altitude de 837 m, com predominância de clima tropical semi-úmido subquente, com característica de estação seca de quatro a cinco meses, temperatura média entre 15°C e 18°C e precipitação de pluviosidade média anual de 1440 mm (IMPrensa, 2018).

Os resultados obtidos na análise química da amostra de solo (0 a 20 cm) coletada na área de instalação do experimento foram: M.O. = 1,9 dag/kg; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; P = 4,0 mg/dm<sup>3</sup>; K = 62 mg/dm<sup>3</sup>; Ca = 2,1cmolc/dm<sup>3</sup> ; Mg = 0,6cmolc/dm<sup>3</sup>; Al = 0,0cmolc/dm<sup>3</sup>; H+Al = 2,1cmolc/dm<sup>3</sup>; CTC = 7,1 cmolc/dm<sup>3</sup> ; V = 58,0%; m = 0,0%; S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 5,0 mg/dm<sup>3</sup>; Fe = 31,50 mg/dm<sup>3</sup>; Mn = 24,75 mg/dm<sup>3</sup>; Cu = 1,0 mg/dm<sup>3</sup>; Zn = 2,3 mg/dm<sup>3</sup> e B = 0,4 mg/dm<sup>3</sup>.

Foi utilizado 50 g de Calcário Dolomítico por metro quadrado em decorrência da saturação de bases (V%) se apresentar elevada para 60% via calagem, sendo feita a adubação corretiva de NPK, utilizando 25 g de 04 14 08 por metro linear incorporado no sulco no dia do plantio.

Cada parcela teve 1,5 m de largura por 2 m de comprimento, onde foram cultivadas três linhas de milho, com espaçamento de 0,5 metros entre linhas e 0,25 m entre plantas. Foi feito sulcos de plantio, sendo que em cada linha foi plantada 4 sementes juntamente com a formulação do adubo 04:14:08, na dosagem x 500 Kg ha<sup>-1</sup>.

O extrato de bactérias foi multiplicado usando um bio reator, onde foi colocado uma base para as bactérias diluindo de forma separada usando a proporção de 200 ml de *B. megaterium* e *P. fluorescens* para 100 litros de água. *Spinosa*, *Azospirillum* e *Cromobacterium* foram diluído 500 ml para 100 ltrs de água, deixando bater por cerca de 24 a 48 horas.

O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados, constituído de dois experimentos sendo que cada um foi composto de sete blocos e três tratamentos, com um total de vinte e uma parcelas cada experimento. Os tratamentos foram constituídos de: T1: Testemunha; T2: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *B. megaterium* utilizou-se 200mL de cada produto para 40 Kg de sementes; T3: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *P. fluorescens* utilizou-se 200mL de cada produto para 40 Kg de sementes. O outro experimento foi T1: Testemunha; T2: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *B. megaterium* utilizou-se 2L de cada produto dissolvido em 30L de água aplicando 3ml por linha via micron; T3: *Cromobacterium* + *Azospirillum* + *Spinosa* + *P. fluorescens* utilizou-se 2L de cada produto dissolvido em 30L de água aplicando 3ml por linha via micron.

Cada parcela continha 24 plantas de milho, sendo avaliadas 5 e 19 ficaram como bordaduras. Após o desenvolvimento das plantas de milho, com aproximadamente 85 dias, foram avaliadas as características da altura da planta (cm), largura da folha (cm), comprimento de espigas (cm), o peso da massa verde (g), diâmetro do colmo (cm), peso (g) e número de grãos da espiga. As plantas da parcela útil foram cortadas na base do caule e com o auxílio de uma trena foi mensuradas a altura da planta, largura da folha e comprimento de espigas; usando-se uma balança de precisão foram avaliados os pesos da massa verde; com o auxílio de um paquímetro foi avaliado o diâmetro do colmo onde deve ser medido na parte mediana da planta e pôr fim a produtividade sendo avaliado 5 plantas por parcela.

Os dados avaliados foram submetidos ao teste de F a 5% de probabilidade, sendo que as médias que foram significativas foram posteriormente testadas pelo Teste de Scott- Knott a 5%, utilizando o programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011).

## 5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste de F a 5% de probabilidade, houve diferença significativa nos tratamentos usando *B. megaterium* diretamente nas sementes antes de se realizar o plantio. Quando o tratamento foi realizado no sulco de plantio houve uma melhora em relação à testemunha.

**Tabela 1:** Análise de variância (ANAVA) usando *B. megaterium* para o caráter de Diâmetro de colmo (cm) largura da folha (cm), altura da planta (mts), massa fresca das plantas (gramas), peso da espiga (gramas), número de grãos na espiga. UNIS, 2020.

FV	GL	Pr > Fc	Pr > Fc	Pr > Fc	Pr > Fc	Pr > Fc	
		(Dia. Colm)	(Lar. Folha)	(Alt. Planta)	(M. Fresca)	(Peso Esp.)	(N° Grãos Esp)
Tratamento	2	0.0127 **	0.0056 *	0.0017 *	0.0000 *	0.0012 *	0.0039 *
Bloco	6	0.5467 ns	0.6502 ns	0.1075 ns	0.3199 ns	0.2212 ns	0.6413 ns
Erro	12						
Total	20						
CV (%)		6.29	9.98	4.86	12.51	4.84	2.85

\*; significativo a 1%; \*\*, significativo a 5% e ns; não significativo  
 Fonte: Do autor (2020)

Para o diâmetro do colmo e altura da planta o tratamento com *B. megaterium* tanto diretamente na semente quanto no sulco de plantio apresentou resultados satisfatórios de acordo com as tabelas 2 e 3, corroborando os resultados obtidos por Oliveira et al. (2020) que utilizaram cepas de *B. subtilis* e *B. megaterium* em áreas experimentais observando assim que esta bactéria pode produzir ácido giberélico e zeatina, que, em concentrações adequadas, podem promover o crescimento de plantas.

**Tabela 2** - Teste de Scott-Knott para diâmetro do colmo. UNIS,2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	7.814 b
<i>B. megaterium</i> (Sulco de plantio)	8.628 a
<i>B. megaterium</i> (Tratamento de semente)	8.742 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 3** - Teste de Scott-Knott para altura da planta em metros. UNIS,2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	179.714 b
<i>B. megaterium</i> (Sulco de plantio)	200.428 a
<i>B. megaterium</i> (Tratamento de semente)	200.571 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para largura da folha e peso da matéria fresca da planta o tratamento de semente se mostrou mais satisfatório em relação ao tratamento via solo (tabela 4 e 5), possivelmente o clima seco tenha dificultado um melhor resultado do tratamento via solo.

Segundo Mahanta et al. (2018); e Sousa et al. (2020) o *B. megaterium* auxilia na solubilização de P localizada na rizosfera proporcionando uma maior eficiência na absorção deste nutriente, proporcionando mais vigor e arranque inicial, resultando em maior exportação do P e maiores produtividades (Corrêa et al., 2004).

**Tabela 4** - Teste de Scott-Knott para largura da folha. UNIS, 2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	7.814 b
<i>B. megaterium</i> (Sulco de plantio)	8.014 b
<i>B. megaterium</i> (Tratamento de semente)	9.214 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 5** - Teste de de Scott-Knott para matéria fresca da planta em gramas. UNIS,2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	501.428 c
<i>B. megaterium</i> (Sulco de plantio)	662.857 b
<i>B. megaterium</i> (Tratamento de semente)	891.857 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Já na parte produtiva o tratamento diretamente na semente também mostrou melhores resultados (tabela 6 e 7), tanto no peso da espiga quanto no número de grãos por espiga como relatou Gaing & Gaur (1991), em que o uso de *B. megaterium* houve um aumento da biomassa da planta e também a produção de grãos, muito devido a solubilização e aproveitamento do P pela planta.

**Tabela 6** - Teste de Scott-Knott para peso da espiga em gramas. UNIS, 2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	176.714 b
<i>B. megaterium</i> (Sulco de plantio)	176.000 b
<i>B. megaterium</i> (Tratamento de semente)	196.714 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 7** - Teste de Scott-Knott para n° de grãos da espiga. UNIS, 2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	364.000 b
<i>B. megaterium</i> (Sulco de plantio)	366.142 b
<i>B. megaterium</i> (Tratamento de semente)	386.000 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

De acordo com o teste de F a 5% de probabilidade, houve diferença significativa em três variáveis nos tratamentos usando *Pseudomonas fluorescens* diretamente nas sementes antes de se realizar o plantio, já o tratamento realizado no sulco de plantio não houve diferença em relação à testemunha.

FV	GL	Pr > Fc (Dia. Colm)	Pr > Fc (Lar. Folha)	Pr > Fc (Alt. Planta)	Pr > Fc (M. Fresca)	Pr > Fc (Peso Esp.)	Pr > Fc (N° Grãos Esp)
Tratamento	2	0.5409 ns	0.5519 ns	0.3587 ns	0.0165 **	0.0094 *	0.0225 **
Bloco	6	0.9602 ns	0.6662 ns	0.7382 ns	0.8089 ns	0.1636 ns	0.1031 ns
Erro	12						
Total	20						
CV (%)		12.23	10.88	7.68	17.25	6.55	11.62

**Tabela 8:** Análise de variância (ANAVA) usando *P. fluorescens* para o caráter de Diâmetro de colmo (cm) largura da folha (cm), altura da planta (mts), massa fresca das plantas (gramas), peso da espiga (gramas), número de grãos na espiga. UNIS, 2020.

\*; significativo a 1%; \*\*; significativo a 5% e ns; não significativo  
Fonte: Do autor (2020)

Como pode ser observado na tabela 9 o tratamento 3 apresentou melhores resultados aos demais, corroborando com os resultados obtidos por Cardoso et al. (2008) que relatam efeito

positivo da inoculação com *Pseudomonas* na cultura do milho para a massa de matéria seca de raiz, mostrando a capacidade destas bactérias em promover o crescimento de planta.

Além disso Rodríguez e Fraga (1999) explicam que a inoculação de rizobactérias do gênero *Pseudomonas* é muito viável por elas produzem hormônios de crescimento como auxinas e giberelinas, além de promoverem o crescimento vegetal, provocam um aumento na disponibilidade de nutrientes para as plantas, pela solubilização de fosfato.

**Tabela 9** - Teste de Scott-Knott para matéria fresca da planta em gramas. UNIS,2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	553.142 b
<i>P. fluorescens</i> (Sulco de plantio)	597.000 b
<i>P. fluorescens</i> (Tratamento de semente)	743.857 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Nas tabelas 10 e 11 pode-se perceber que o tratamento diretamente na semente em ambas as ocasiões se mostraram melhores, confirmando os resultados obtidos por Prasanna et al. (2014) onde eles observaram que o uso da *P. fluorescens* conferiu a planta de milho um aumento na produtividade, o que ocorreu em função do somatório de fatores relacionados com a nutrição, absorção, acúmulo e aproveitamento de água, N e demais nutrientes, índice de clorofila foliar e componentes produtivos, como massa de raízes e parte aérea, índice de área foliar e massa de grãos.

**Tabela 10** - Teste de Scott-Knott para peso da espiga em gramas. UNIS, 2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	168.714 b
<i>P. fluorescens</i> (Sulco de plantio)	177.714 b
<i>P. fluorescens</i> (Tratamento de semente)	192.142 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

**Tabela 11** - Teste de Scott-Knott para nº de grãos da espiga em und. UNIS, 2020

Tratamentos	Médias
Testemunha	305.571 b
<i>P. fluorescens</i> (Sulco de plantio)	310.285 b

*P. fluorescens* (Tratamento de semente)

365.000 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para as variáveis diâmetro de colmo, largura da folha e altura da planta não houve diferença significativa entre os tratamentos. Segundo Osaki (2008) a escassez hídrica pode ter afetado a sobrevivência, a estabilidade, a multiplicação e a associação das rizobactérias com a cultura, dificultando também sua proliferação no solo, além de dificultar a decomposição de resíduos vegetais e conseqüentemente a ciclagem dos nutrientes no solo, Kloepper et al. (1986) ainda afirmam que essas bactérias, para aumentarem seu rendimento necessitam de temperatura do solo.

## 6- CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, conclui-se que o uso de *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* gerou resultados muito satisfatórios na cultura do milho principalmente quando aplicado diretamente na semente, além disso pode-se concluir que a *B. megaterium* possui uma resistência maior aos déficit hídricos.

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHINELATO, G. **Plantação de milho: 5 passos para maior produção e lucro**. 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/plantacao-de-milho/>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

REHAGRO. **Clima e produtividade do milho: efeitos das variações climáticas no rendimento de grãos**. 2018. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/clima-e-produtividade-do-milho/>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

COELHO, A. M. **Exigências Nutricionais da Planta**. 2014. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_46\\_168200511159.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_46_168200511159.html)>. Acesso em: 26 mar. 2020.

SOARES, A. F. **Manejo de milho: tratamento de sementes e plantio**. 2016. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2019/09/10/tratamento-de-sementes/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

DALL'AGNOL, A. **Tudo o que você precisa saber sobre o tratamento de sementes.** 2019. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2019/09/10/tratamento-de-sementes/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

AGROLINK. **Inoculação no sulco: um aliado na produtividade.** 2015. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/inoculacao-no-sulco--um-aliado-na-productividade\\_218708.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/inoculacao-no-sulco--um-aliado-na-productividade_218708.html)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

PEIXOTO, R. **Fixação biológica de nitrogênio é alternativa para a cultura do feijão.** 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2235924/fixacao-biologica-de-nitrogenio-e-alternativa-para-a-cultura-do-feijao>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SOUTO, F. B. **Fenologia do Milho.** 2018. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=oS2ykPj7GPE&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=oS2ykPj7GPE&feature=emb_title)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

FASTAGRO. **Fenologia do Milho.** 2018. Disponível em: <<https://www.fastagro.com.br/fenologia-do-milho/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BERGAMASCHI, H. **O Milho e o clima.** 2014. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O\\_Milho\\_e\\_o\\_Clima.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

CRUZ, J. C. **Espaçamento e densidade.** 2014. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_49\\_168200511159.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_49_168200511159.html)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

NUMMER FILHO, I. **Plantio de Milho: fatores relacionados à desuniformidade de emergência.** 2017. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/blog/159/plantio-de-milho-fatores-relacionados-a-desuniformidade-de-emergencia>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BARROS, J. C. J.; CALADO, J. G. A; ALVES, B. M. **Avaliação fenológica de diferentes cultivares de milho destinados à produção de silagem.** 2019. Disponível em: <<http://repositorio.fucamp.com.br/bitstream/FUCAMP/444/1/Avaliacaofenologicadiferentes.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2020

MAGALHÃES, P.C.; MCSTEEN, P.; RITCHIE, S.W. **Avaliação fenológica de diferentes cultivares de milho destinados à produção de silagem.** 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3935/1/milho-posse.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2020

SILVA, E. M. **Inseticida natural: como ele pode ajudar no manejo da sua lavoura.** 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/inseticida-natural/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

MARQUES, L. **Espinosinas: mecanismo de ação e características**. 2018. Disponível em: <<https://elevagro.com/materiais-didaticos/espinosinas-mecanismo-de-acao-e-caracteristicas/>>. Acesso em: 01 abr. 2020.

AGRONEGÓCIOS, A. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter dependência externa por adubos fosfatados**. 2019. Disponível em: <https://revistadeagronegocios.com.br/produto-com-tecnologia-brasileira-pode-reverter-dependencia-externa-por-adubos-fosfatados/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

IMPrensa, Assessoria de. **CONHEÇA TRÊS PONTAS: TERRA DA MÚSICA E CAPITAL MUNDIAL DO CAFÉ**. 2018. Disponível em: <https://www.trespontas.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/conheca-tres-pontas-terra-da-musica-e-capital--mundial-do-caffe/6497>. Acesso em: 28 abr. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

KARADENIZ, A.; CORRÊA, J. C.; GAING, G. **RIZOBACTÉRIAS PRODUTORAS DE PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE PLANTAS**. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/3947/5899>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SOUSA, S. M.; OLIVEIRA, C. A.; MAHANTA, D. **Viabilidade Técnica e Econômica do Biomaphos® (Bacillus subtilis CNPMS B2084 e Bacillus megaterium CNPMS B119) nas Culturas de Milho e Soja**. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126348/1/Bol-210.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

PRASANNA, R. **Formas e tipos de coinoculação na cultura da soja no Cerrado**. 2019. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2019000400007](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2019000400007). Acesso em: 26 nov. 2020.

OSAKI, F. **EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FONTES DE FÓSFORO ASSOCIADAS À INOCULAÇÃO COM PSEUDOMONAS FLUORESCENS NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO MILHO**. 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48300/1/adilson.eficiencia.PDF>. Acesso em: 26 nov. 2020.

CARDOSO, I.C.M.; RODRÍGUEZ, H. **Componentes de Produção e Produtividade do Milho em Resposta a Doses de Fósforo e Inoculação com Pseudomonas fluorescens**. 2012. Disponível em: [http://www.abms.org.br/eventos\\_anteciores/cnms2012/06493.pdf](http://www.abms.org.br/eventos_anteciores/cnms2012/06493.pdf). Acesso em: 26 nov. 2020.

KLOPPER, J. W.; FREITAS, S. S.; HANCOCK, H.; BOTELHO, G. R.; RODRIGUES, H. **Pseudomonas spp. Fluorescentes - Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas e**

**Biocontroladoras de Fitopatógenos em Sistemas de Produção Agrícola.** 2000. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/doc127ID-7CpmSsWUtP.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; OWEN, D.; GUPTA, G.; RIBEIRO, V. P. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* na cultura do milho.** 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/recomendacao-agronomica-de-cepas-de-bacillus-subtilis-e-bacillus-megaterium-na-cultura-do-milho/>. Acesso em: 26 nov. 2020.