



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS**

BRENO JOSÉ RIBEIRO BARBOZA

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS AGRONÔMICOS DA CULTURA DO
GIRASSOL SOB INFLUÊNCIA DA INOCULAÇÃO COM A
RIZOBACTÉRIA *BACILLUS ARYABHATAI***

Sete Lagoas, MG

2024

BRENO JOSÉ RIBEIRO BARBOZA

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS AGRONÔMICOS DA CULTURA DO
GIRASSOL SOB INFLUÊNCIA DA INOCULAÇÃO COM A
RIZOBACTÉRIA *BACILLUS ARYABHATAI***

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Nádya Nardely Lacerda Durães Parrella

Sete Lagoas, MG

2024

BRENO JOSÉ RIBEIRO BARBOZA

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS AGRONÔMICOS DA CULTURA DO
GIRASSOL SOB INFLUÊNCIA DA INOCULAÇÃO COM A
RIZOBACTÉRIA *BACILLUS ARYABHATAI***

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 19 de janeiro de 2024.

Banca avaliadora:

Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella, Orientador — UFSJ

Afonso Henrique de Oliveira Junior – Engenheiro Agrônomo Syngenta

Júlia Torres Gomes – Mestranda Ciências Agrárias UFSJ

Caminhante, não há caminho, o caminho se faz ao caminhar.

Antonio Machado (Poeta espanhol)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder a oportunidade de realizar o sonho de trabalhar com o campo, por ter me concedido uma família que sempre me apoiou, especialmente meus pais, e por me sustentar durante esse percurso com saúde e força de vontade para chegar até o atual momento.

Agradeço também à professora Nádia. À toda a comunidade acadêmica, especialmente aos professores por me fornecerem o conhecimento necessário para atuar no mercado de trabalho.

Aos meus amigos de faculdade e meus melhores amigos de infância que sempre acompanharam meu desempenho, me dando forças e estímulo para continuar buscando os meus sonhos.

A minha namorada que sempre me estimulou a querer vencer e entregar o meu melhor. Enfim, meus sinceros sentimentos de gratidão a todas essas pessoas mencionadas acima. Que Deus continue abençoando a vida de cada um de vocês.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 A cultura do girassol	12
2.2 Bacillus Aryabhatai	13
3 OBJETIVO	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Determinação do Teor de Umidade	17
4.2 Determinação do peso de 1000 grãos	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6 CONCLUSÕES	23
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

RESUMO

A cultura do girassol é uma das mais importantes na produção nacional de grãos e a inoculação com bioinsumos, como o *Bacillus aryabhattai*, pode reduzir o tempo de colheita devido à dinâmica de absorção de água e nutrientes. Neste cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a inoculação de sementes de girassol com *Bacillus aryabhattai* reduz o tempo de colheita. Para isso, foi realizado plantio de 3 cultivares de girassol, sendo elas BRS 323, BRS 321 e BRS 417, em duas condições de inoculação, com e sem inoculação de *B. aryabhattai*, em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2. As variáveis resposta avaliadas foram teor de umidade dos grãos e peso de 1000 grãos. Foi realizada a Análise de Variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não foram encontradas diferenças estatísticas nas variáveis estudadas, demonstrando que para as condições do experimento, inocular ou não as sementes de girassol com a bactéria não trouxeram redução no tempo de colheita dos grãos. Além disso, se evidenciou um aumento na umidade e diminuição do peso em duas cultivares das três que foram testadas. A cultivar de girassol BRS323 inoculada apresentou os melhores resultados de média para teor de umidade e peso de 1000 grãos quando comparada aos resultados obtidos sem a inoculação. Com o conhecimento de que essa bactéria auxilia na manutenção da umidade na planta em si, novos estudos devem ser realizados a fim de comprovar os benefícios dessa inoculação considerando outras variáveis resposta.

Palavras-chave: Girassol, *Bacillus aryabhattai*, inoculação, bioinsumos

ABSTRACT

The sunflower crop is one of the most important in national grain production and inoculation with bioinputs, such as *Bacillus aryabhatai*, can reduce harvest time due to the dynamics of water and nutrient absorption. In this scenario, the objective of this work was to evaluate whether inoculating sunflower seeds with *Bacillus aryabhatai* reduces harvest time. To this end, 3 sunflower cultivars were planted, namely BRS 323, BRS 321 and BRS 417, under two inoculation conditions, with and without *B. aryabhatai* inoculation, in a randomized block design in a 3 x 2 factorial scheme. The response variables evaluated were grain moisture content and weight of 1000 grains. Analysis of Variance was performed using the F test and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. No statistical differences were found in the studied variables, demonstrating that for the experiment conditions, inoculating the sunflower seeds with the bacteria or not did not bring about a reduction in the grain harvest time. Furthermore, an increase in humidity and a decrease in weight were evident in two cultivars of the three that were tested. The inoculated sunflower cultivar BRS323 presented the best average results for moisture content and weight of 1000 grains when compared to the results obtained without inoculation. With the knowledge that this bacteria helps maintain humidity in the plant itself, new studies must be carried out in order to prove the benefits of this inoculation considering other response variables.

Key words: Sunflower, *Bacillus aryabhatai*, inoculation, bioinputs.

1 INTRODUÇÃO

O girassol, *Helianthus annuus* L, é uma espécie anual e sub-lenhosa que pertence à família Asteraceae, sendo originada da América do Norte e é cultivada atualmente em todos os continentes, numa área que atinge aproximadamente 18 milhões de hectares. A cultura do girassol está em destaque na produção de grãos, sendo a quarta oleaginosa mais cultivada e a quinta com maior área cultivada de grãos no mundo. O cultivo de girassol é direcionado para o mercado de grãos, mas também está sendo cultivado com objetivo ornamental, para produção de flores de corte e de vaso (Fagundes et al, 2006).

No Brasil, o cultivo de girassol possui variadas finalidades, podendo ser cultivado para a produção de óleo (óleo comestível e biodiesel) (Amorim et al., 2017), para consumo humano e animal, principalmente para a criação de pássaros e na forma de silagem e farelo para animais de maior porte. O óleo de girassol é o quarto mais consumido no Brasil, com uma produção aproximada de 74 mil toneladas, ficando atrás apenas dos óleos de soja, palma e milho. Nos últimos 10 anos a área cultivada no país cresceu de mil para cem mil hectares, e a exportação do óleo cresceu de seis mil para sessenta mil toneladas neste mesmo período (Embrapa, 2002).

Sabe-se que os microrganismos do solo proporcionam benefícios para a agricultura de forma geral e nos últimos anos tem aumentado os estudos sobre a microbiota do solo e suas funções. Dentre os microrganismos promissores, temos o *Bacillus aryabhatai*, bactéria promotora de crescimento das plantas e a inoculação vem sendo associada à incrementos na produção de várias culturas importantes para o agronegócio brasileiro.

Descoberta por S. Shibavi, tendo sido isolada e identificada em 2009, o *B. aryabhatai* é uma bactéria gram positiva em forma de bastão. No Brasil, essa bactéria foi encontrada no bioma Caatinga, na rizosfera de uma espécie nativa, o Mandacaru (*Cereus jamacaru*) (Kavamura et al., 2017).

Os benefícios promovidos pela inoculação de plantas com o *B. aryabhatai* são diversos, indo desde o aumento da resistência aos estresses abióticos, como déficit hídrico, até a disponibilização de nutrientes (Shivaji et al., 2009).

A utilização de bioinsumos que aumentam a eficiência dos nutrientes presentes no solo e adicionado a eles é extremamente importante para a agricultura, principalmente para a realidade do Brasil, que é um país dependente da importação de seus principais fertilizantes e essa situação é um gargalo para a produção, pois além de terem um preço elevado, a oferta e demanda fica à mercê das condições da economia global.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do girassol

O girassol, *Helianthus annuus* L, é uma espécie anual e sub-lenhosa que pertence à família Asteraceae, sendo originada da América do Norte e é cultivada atualmente em todos os continentes, numa área que atinge aproximadamente 18 milhões de hectares. A cultura do girassol está em destaque na produção de grãos, sendo a quarta oleaginosa mais cultivada e a quinta com maior área cultivada de grãos no mundo. O cultivo de girassol é direcionado para o mercado de grãos, mas também está sendo cultivado com objetivo ornamental, para produção de flores de corte e de vaso (Fagundes et al, 2007).

No Brasil, o cultivo de girassol possui variadas finalidades, podendo ser cultivado para a produção de óleo (óleo comestível e biodiesel) (Amorim et al., 2017), para consumo humano e animal, principalmente para a criação de pássaros e na forma de silagem e farelo para animais de maior porte. O óleo de girassol é o quarto mais consumido no Brasil, com uma produção aproximada de 74 mil toneladas, ficando atrás apenas dos óleos de soja, palma e milho. Nos últimos 10 anos a área cultivada no país cresceu de mil para cem mil hectares, e a exportação do óleo cresceu de seis mil para sessenta mil toneladas neste mesmo período (Embrapa, 2002).

Além de ter uma boa adaptabilidade a baixas temperaturas, essa oleaginosa também tem capacidade de tolerar estresses hídricos, apresentando uma tolerância maior que culturas como a do sorgo e do milho, sofre também com uma baixa incidência de pragas e doenças. O cultivo do girassol também proporciona benefícios às culturas subsequentes, onde produções de soja e milho tiveram um acréscimo de produtividade de 10% e 20% respectivamente (Leite et al., 2005; Embrapa, 2006)

Devido à sua capacidade de tolerância à seca e pela qualidade do seu óleo, a cultura do girassol possui perspectivas de crescimento e expansão no Brasil. A expansão da cultura, porém está diretamente relacionada aos programas de melhoramento que selecionam genótipos com as características desejadas para satisfazer as necessidades dos diferentes tipos de sistema de produção, uma vez que as condições de produção são diferentes nas diversas regiões do país e também os produtores possuem níveis tecnológicos distintos (Smiderle, 2002).

A cultura do girassol possui caracteres agronômicos desejáveis, como a duração do seu ciclo e a qualidade do seu óleo (Ferrari & Souza, 2009); pode ser cultivada tanto na safra quanto na safrinha, devendo ser observadas as condições climáticas e geográficas da região. Para a necessidade de água da cultura, há uma relação entre evapotranspiração real e

evapotranspiração da cultura, onde valores superiores a 0,60 são considerados favoráveis à cultura. As regiões onde o cultivo é recomendado são aquelas onde há menor risco de déficit hídrico durante as fases com maior demanda de água, regiões com ocorrência recorrente de veranicos são desfavoráveis para o desenvolvimento da cultura, sendo o período de semeadura indiferente quando atendidas as necessidades hídricas da planta (Embrapa, 2006).

A propagação seminífera é a mais empregada nos plantios de girassol, e a germinação está diretamente ligada com ausência de dormência na semente e temperaturas adequadas. Temperaturas baixas ou extremamente baixas causam atraso na emergência das plântulas e redução do seu tamanho, além de causar deformação nas folhas e danos no ápice da planta, como ramificações no caule. Por outro lado, temperaturas elevadas também prejudicam o desenvolvimento da cultura, principalmente quando há uma redução na disponibilidade hídrica. Ademais, o aumento exagerado de temperaturas pode afetar processos fisiológicos importantes, como respiração celular e fotossíntese (Castro, 2005).

2.2 *Bacillus aryabhatai*

Em 1835, Ehrenberg realizou uma das primeiras descrições de bactérias na literatura, sendo denominada *Vibrio subtilis*, porém em 1872 houve uma renomeação da bactéria para *Bacillus subtilis*, sendo então essa a espécie tipo do gênero *Bacillus* que é um gênero amplamente diverso (Gordon, 1981). O gênero *Bacillus* tem por principal característica a produção de endósporos cilíndricos, ovais e circulares, que são extremamente resistentes ao calor, essas estruturas são formadas no interior das células bacterianas (Keynan & Sandler, 1983).

As bactérias do gênero *Bacillus* são encontradas em diferentes habitats, como água, solo, alimentos, sedimentos marinhos, podem ser encontradas também em animais e insetos (Slepecky & Hemphill, 2006). Neste trabalho, o foco será os microrganismos do gênero *Bacillus* habitantes do solo.

Os microrganismos do solo proporcionam benefícios para a agricultura de forma geral e nos últimos anos tem aumentado os estudos sobre a microbiota do solo e suas funções. Dentre os microrganismos promissores, temos o *Bacillus aryabhatai*.

Descoberta por S. Shibavi e colaboradores, tendo sido isolada e identificada em 2009, o *B. aryabhatai* é uma bactéria gram-positiva em forma de bastão (Shivaji et al., 2009). No Brasil, essa bactéria foi encontrada no bioma Caatinga, na rizosfera de uma espécie nativa, o Mandacaru (*Cereus jamacaru*) (Kavamura et al., 2017).

Os benefícios promovidos pela inoculação de plantas com o *B. aryabhatai* são diversos, indo desde o aumento da resistência aos estresses abióticos, como déficit hídrico, até a disponibilização de nutrientes (Shivaji et al., 2009).

Quando nos atentamos ao local onde essa bactéria foi encontrada no Brasil, já podemos inferir o seu potencial de uso na agricultura. Geralmente, microrganismos isolados de áreas sob efeito de estresses, como é o caso da Caatinga (Kavamura et al., 2017) que sofre com escassez hídrica, podem apresentar características de resistência à comunidade microbiana que as fazem suportar e sobreviver em ambientes com condições adversas (May et al., 2019).

Segundo Ahmad et al., 2019, bactérias resistentes à seca atuam produzindo substâncias que atuam “hidratando” as raízes, essas substâncias são chamadas de exopolissacarídeos. Ao serem envolvidas com essa substância, as raízes permanecem hidratadas por mais tempo e com isso o conteúdo de água das plantas aumenta, fazendo com as plantas lidem melhor com condições de déficit hídrico.

Além do benefício trazido em relação à seca e estresse hídrico, o *B. aryabhatai* também auxilia na resistência contra pragas e doenças. Diversos estudos demonstram que várias cepas dessa bactéria podem atuar controlando nematoides de galha, como *Meloidogyne javanica* (Antil et al., 2021). Antil et al., (2021) explicaram que o *Bacillus aryabhatai* produz diversas enzimas capazes de degradar a parede celular dos ovos de nematoides além de também competir pelos recursos disponíveis na área.

As bactérias do gênero *Bacillus* também são conhecidas por serem promotoras de crescimento das plantas, e o *B. aryabhatai* apresenta essa característica. Estudos demonstram que essa bactéria auxilia na regulação da produção de hormônios e reguladores do crescimento vegetal, como por exemplo o ácido jasmônico e o ácido abscísico (ABA), fitormônios imprescindíveis no desenvolvimento vegetal (Park et al., 2017).

Os mecanismos que o *Bacillus aryabhatai* utiliza para promover o crescimento vegetal são: antagonismo sobre os patógenos, regulação dos fitormônios e a melhoria na disponibilidade de nutrientes (Park et al., 2017).

Como é de amplo conhecimento, os nutrientes do solo são imprescindíveis para um bom desenvolvimento vegetal, e o *B. aryabhatai* pode contribuir na disponibilidade de nutrientes, tanto os macro quanto os micronutrientes. São diversos os mecanismos utilizados pelo *Bacillus aryabhatai* para disponibilizar os nutrientes, sendo eles, produção de ácidos orgânicos como por exemplo os ácidos malônico, láctico, cítrico e glicólico que diminuem o pH do solo, além de produzirem também enzimas fosfatases que atuam na solubilização e mineralização do fósforo

no solo. Além do incremento na disponibilidade do fósforo, verificou-se também aumento significativo na disponibilidade de nitrogênio e potássio (Ahmad et al., 2019).

Os micronutrientes também têm sua disponibilidade elevada quando há presença de *Bacillus aryabhatai* no solo. As substâncias produzidas pela bactéria auxiliam na disponibilidade de zinco, por exemplo (Ramesh et al., 2014).

3 OBJETIVO

Avaliar se a inoculação de sementes de girassol com a bactéria *Bacillus aryabhatai* reduz o tempo de colheita, considerando a umidade de colheita ideal sendo de 15%.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido durante a época das águas, durante os meses de novembro e janeiro, na Universidade Federal de São João del-Rei, *campus* Sete Lagoas (MG), que possui as seguintes coordenadas geográficas: 19° 27' 57" S e 44° 14' 49" O e 766,73 m de altitude. O clima da região é classificado como tipo Aw, segundo classificação de Köppen, tropical com temperatura média de 21,5 °C e pluviosidade média anual de 1279 mm. O solo do local é Latossolo Vermelho (Embrapa, 2013).

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com 3 blocos (repetições) no esquema fatorial 3 x 2, com três cultivares de girassol e duas condições de inoculação.

Foi avaliado a interação entre cultivares de girassol, sendo elas, BRS 323, BRS 321 e BRS 417 em tratamentos com e sem a inoculação da bactéria *Bacillus aryabhatai*.

O inoculante utilizado para realizar o experimento foi o inoculante comercial Auras, que contém *Bacillus aryabhatai* com cepa CMAA 1363, validada pela EMBRAPA. O processo de inoculação bem como as doses utilizadas foram as mesmas recomendadas pelo fabricante.

O plantio foi realizado no mês de novembro de 2020 em canteiros previamente preparados e adubados conforme recomendação para a cultura com o adubo RizoStar. O manejo realizado para controle de plantas daninhas foi a capina manual.

Durante o ciclo da cultura, foi diagnosticada a doença Mosaico do Girassol, porém não foram feitas aplicações com a finalidade de controlar essa doença pois não foi julgado necessário devido ao baixo grau de infestação.

As variáveis resposta obtidas foram: Teor de umidade e peso de 1000 grãos, sendo que a metodologia utilizada para obter essas variáveis foi descrita abaixo.

4.1 Determinação do Teor de Umidade

O teor de umidade foi realizado conforme as regras de Análise de Sementes (RAS, Brasil, 2009).

A coleta foi realizada pela manhã nas plantas protegidas pelo sombrite na linha central de cada unidade experimental.

O teor de umidade foi determinado pelo Método da Estufa, onde foram pesadas 4 repetições com 10 g de grãos por parcela com auxílio de balança analítica com precisão de 0,001g (Unibloc AUX 220).

Após pesagem, os grãos foram colocados em forminhas de alumínio e permaneceram em estufa de circulação forçada a 105 °C por 24 horas. Finalizadas as 24 horas, o material foi pesado novamente.

Para determinação da umidade foi utilizada a seguinte expressão:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(\text{Peso úmido} - \text{Peso seco})}{\text{Peso úmido}} \times 100$$

4.2 Determinação do peso de 1000 grãos

A determinação do peso de 1000 grãos foi realizada conforme prescrição das regras para análise de sementes (Brasil, 1992).

Foram utilizadas 8 subamostras de 100 sementes em cada parcela, pesados individualmente em uma balança com precisão de 0,001g.

Para o cálculo dos resultados, foi determinada a média dos 8 valores previamente pesados, que será multiplicado por 10.

Após obtidos, os dados foram tabulados, e submetidos a Análise de Variância pelo teste F e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para peso de 1000 grãos e teor de umidade não tiveram diferença estatística. Os valores e as tabelas ANOVAs serão apresentados a seguir. A Soma de Quadrado do Resíduo nas tabelas 1 e 3 evidencia que o erro associado ao experimento foi muito alto, e isso é em decorrência de um ataque de maritacas que o experimento sofreu na fase final do ciclo da cultura. Ao final do ciclo também foram colocados sombrites para proteção dos grãos, mas a produção de grãos foi comprometida. O experimento havia sido planejado com 4 blocos, porém o ataque de maritacas foi tão severo que esse bloco inteiro foi prejudicado, inclusive não sendo utilizado para fazer os cálculos estatísticos pois não sobraram no campo quantidade de sementes suficientes para proceder as análises, tanto de peso de 1000 grãos quanto do teor de umidade no momento da colheita.

Observando-se a Análise de Variância (Tabela 1) verificamos que não existe diferença estatística entre si. Ou seja, a combinação dos fatores genótipo de girassol e a inoculação com a bactéria *Bacillus aryabhatai* não se mostrou eficiente para atuar como um facilitador na antecipação da colheita do girassol.

Tabela 1. Análise de Variância para a característica Peso 1000 grãos em gramas de três cultivares de girassol com e sem inoculação, Sete Lagoas, 2022.

FV	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Tratamento	5	4925,103	985,0206	0,855861	3,33
Bloco	2	2100,934	1050,467		
Resíduo	10	11509,11	1150,911		
Total	17	18535,15			

Porém, os resultados das médias do Peso de 1000 grãos (Tabela 2) mostram que o peso médio das sementes diminui quando inoculadas com *B. aryabhatai*. O resultado foi oposto apenas na cultivar BRS 323 inoculada. As cultivares BRS 321 e BRS417 tiveram diminuição

no peso médio das sementes quando inoculadas, ou seja, para essas cultivares a inoculação não trouxe benefícios, apesar dos benefícios citados na revisão literária do presente trabalho.

Tabela 2. Média do Peso de 1000 grãos em gramas de três cultivares de girassol com e sem inoculação, Sete Lagoas, 2022.

Tratamento	Média (g)
BRS323	117,81 a
BRS323 + <i>B. aryabathai</i>	149,33 a
BRS321	149,96 a
BRS321 + <i>B. aryabathai</i>	107,27 a
BRS417	124,82 a
BRS417 + <i>B. aryabathai</i>	115,22 a

Na publicação de lançamento do híbrido BRS 323, Carvalho et al. (2013) trazem que a média do peso de 1000 grãos para esse híbrido está entre 60 a 75g, e nas condições do experimento, tivemos que o valor da média praticamente dobrou, sendo que o tratamento inoculado com o *B. aryabhatai* teve um valor maior.

Corroborando com os resultados obtidos nesse experimento, Silva et al. (2019) também observaram que o híbrido BRS 323 também apresentou melhores resultados quando inoculado com *Bacillus sp.*

Para o híbrido BRS 321, Carvalho et al. (2010) apresenta que a média de peso de 1000 grãos para o híbrido é de 55g, e os tratamentos utilizados neste experimento, tanto com quanto sem a inoculação com o *B. aryabhatai* também teve resultados superiores a essa média, porém diferente do ocorrido com o BRS 323, o tratamento sem a inoculação apresentou média maior. No trabalho de Silva et al. (2019) o desenvolvimento do híbrido BRS 321 não se alterou na presença do *Bacillus sp.* Não foi encontrada na literatura artigos ou trabalhos científicos com dados sobre a cultivar BRS 417.

Assim como ocorreu na Análise de Variância para o Peso de 1000 grãos, o resultado da Análise de Variância para % de Umidade (Tabela 3) também não teve diferença estatística entre os tratamentos. Manteve-se a ideia de que a combinação dos fatores genótipos de girassol e

inoculação com *B. aryabhatai* não proporcionou diminuição no teor de umidade nos grãos no momento da colheita, trazendo uma possível antecipação na colheita.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da característica Teor de umidade de três cultivares de girassol com e sem inoculação, Sete Lagoas, 2022.

FV	GL	SQ	QM	F calculado	F tabelado
Tratamento	5	1134,181	226,8362	2,394909	3,33
Bloco	2	478,7252	239,3626		
Resíduo	10	947,15	94,71598		
Total	17	2560,066			

As médias para o Teor de Umidade nos grãos demonstram que a inoculação com a bactéria *B. aryabhatai* trouxe um incremento na média do teor de umidade dos grãos no momento da colheita em duas cultivares, a BRS 321 e BRS 417. Na cultivar BRS 321 o aumento foi bem pequeno, não chegando a 3 % (2,86 %), a cultivar BRS 417 já obteve um aumento mais significativo de quase 12 % (11,99 %). Comportamento oposto aos mencionados aconteceu com a cultivar BRS 323 que teve uma diminuição na média do teor de umidade dos grãos quando inoculada. A diminuição foi de quase 20 % (19,6 %).

Com esse comportamento da cultivar BRS 323 podemos inferir que, ao aumentar a média do peso (Peso de 1000 Grãos) e diminuir a média do teor de umidade (Teor de Umidade) dos grãos no momento da colheita, ele trouxe benefícios. Esse resultado mostra a importância de testar novas tecnologias, como a inoculação de bactérias com potencial de promover o crescimento e desenvolvimento das plantas, como diferentes genótipos de uma mesma espécie de planta, para tentar entender o comportamento da espécie e encontrar a sua melhor combinação, caso haja uma.

Diferente do comportamento de sinergismo aparente que ocorreu entre a cultivar BRS 323, houve uma perda de ganhos com a inoculação de *B. aryabhatai* com as cultivares BRS 321 e BRS 417, uma vez que ambas tiveram incremento da média de umidade no momento da colheita, assim como diminuição no peso médio dos seus grãos.

Tabela 4. Média Umidade de três cultivares de girassol com e sem inoculação, Sete Lagoas, 2022.

Tratamento	Média (%)
BRS323	73,86 a
BRS323 + <i>B. aryabathai</i>	54,26 a
BRS321	53,83 a
BRS321 + <i>B. aryabathai</i>	56,12 a
BRS417	58,19 a
BRS417 + <i>B. aryabathai</i>	70,18 a

Na literatura ainda não são encontrados trabalhos onde se inocula *Bacillus aryabhattai* em sementes de girassol, porém Ahmad et al. (2019) observaram, após uma sequência de testes, que houve um incremento de 32 % no conteúdo relativo de água da cultura do milho (*Zea mays* L.) quando co-inoculada com *B. aryabhattai* e outra espécie do gênero. Em culturas como a soja (*Glycine max* L. Merrill) e *Brassica napus* L., o *Bacillus aryabhattai* demonstrou ser efetivo na tolerância a déficit hídrico (Siddiquee, 2010; Park et al., 2017).

Em trabalho com a cultura do girassol inoculadas com diferentes tipos de bactérias, sendo um genótipo *Bacillus* sp., Silva et al. (2019) demonstraram que isolados de bactérias podem alterar de formas distintas a germinação e o desenvolvimento dos genótipos de girassol. Estudos com sementes de feijão (Oliveira et al., 2016), soja e algodão (de Araujo, 2008) inoculadas com bactérias do gênero *Bacillus* também mostraram comportamento positivo dessas culturas associadas à bactéria.

O comportamento benéfico da inoculação é atribuído à melhor absorção de nutrientes, produção de fitormônios que beneficiam a germinação, emergência e o peso das sementes (Diaz, 2018). Santos et al. (2014) observaram que a cultura do Girassol apresenta um melhor crescimento quando inoculada com isolados de *Bacillus*.

6 CONCLUSÕES

No que se refere aos grãos de girassol nota-se que a inoculação com *Bacillus aryabhatai* não reduz o tempo de colheita pois os tratamentos que não foram inoculados apresentaram valores estatisticamente iguais aos tratamentos inoculados.

Além disso, se evidenciou um aumento na umidade e diminuição do peso em duas cultivares das três que foram testadas.

A cultivar de girassol BRS 323 inoculada apresentou os melhores resultados de média para teor de umidade e peso de 1000 grãos quando comparada aos resultados obtidos sem a inoculação.

Com o conhecimento de que essa bactéria auxilia na manutenção da umidade na planta em si, novos estudos devem ser realizados a fim de comprovar os benefícios dessa inoculação considerando outras variáveis resposta.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M.; Adil, Z.; Hussain, A.; Mumtaz, M.Z.; Nafees, M.; Ahmad, I.; Jamil, M. Potential of phosphate solubilizing *Bacillus* strains for improving growth and nutrient uptake in mungbean and maize crops. *Pak. J. Agric. Sci.* 2019,56, 283–289.
- Amorim, M. Q.; Nascimento, E. M. S.; Oliveira, J. L. P.; Lopes, J. E. L.; Chioderoli, C. A. Qualidade fisiológica de sementes de girassol em função do teor de água e do sistema de trilha. *Gl. SciTechnol, Rio Verde*, v.10, n.03, p.95-105, set/dez. 2017.
- CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; OLIVEIRA, M. F. de; CARVALHO, H. W. L. de; GODINHO, V. de P. C.; AMABILE, R. F.; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, N. P.; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; CASTRO, C. de; RIBEIRO, J. L.; PIRES, J. L. F.; BRIGHENTI, A. M.; ALVES, R. M. Cultivar de girassol BRS 323: híbrido com produtividade e precocidade. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 1 folder.
- CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, M. F. de; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; OLIVEIRA, A. C. B. de; AMABILE, R. F.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, I. R. de; GODINHO, V. de P. C.; RAMOS, N. P.; BRIGHENTI, A. M. Girassol BRS 321 BRS 324. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 1 folder
- DIAZ, P. A. E. *Bacillus* spp. como promotores de crescimento na cultura do algodão. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2018. 61 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, 2013. 353 p.
Embrapa 2002
(<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/463713/1/ResultadosdepesquisadaEmbrapaSoja2001girassolet trigo.pdf>)
- EMBRAPA. Tecnologias de produção - Girassol. Exigências climáticas. Embrapa Soja - Sistema de Produção, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/exigencias.htm>> Acesso em: 15 out. 2006.
- Fagundes, J. D., Santiago, G., Mello, A. M., Bellé, R. A., & Streck, N. A. (2007). Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. *Ciência Rural*, Santa Maria, 37(4), 987-993.
- FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. *Química Nova*, v. 32, n. 1. 106-111, 2009.
- Gordon, R. E. (1981). One hundred and seven years of the genus *Bacillus*. *The Aerobic Endospore Forming Bacteria*, 9-45.
- Kavamura, N. V.; Santos, N. S.; Taketani, G. R.; Vasconcellos, F. L. R.; Melo, S. I. Draft Genome Sequence of Plant Growth-Promoting Drought-Tolerant *Bacillus* sp. Strain CMAA 1363 Isolated from the Brazilian Caatinga Biome. *PROKARYOTES*. February 2017 Volume 5 Issue 5 e01534-16. doi.org/10.1128/genomeA.01534-16

- Keynan, A. and Sandler, N. (1983) Spore research in historical perspective. In *The Bacterial Spore*, vol. II. ed. A Hurst and G.W. Gould pp. 1– 48. London: Academic Press.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2005.
- MAY, A.; MOREIRA, B. R. de A.; MASCARIN, G. M.; VIANA, R. da S.; SANTOS, M. S. dos; SILVA, E. H. F. M.; RAMOS, N. P.; MELO, I. S. de. Induction of drought tolerance by inoculation of *Bacillus aryabhatai* on sugarcane seedlings. *Científica*, v. 47, n. 4, p. 400-410, 2019.
- OLIVEIRA, G. R. F. et al. Seeds and inoculation with *Bacillus subtilis*. *Brazilian journal of biosystems engineering*, Ilha Solteira, v. 10, n. 4, p. 439–448, 2016
- SMIDERLE, O.J. Potencial de girassol em duas épocas de semeadura em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002. 38p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa, 3) ISSN 0101-9805
- Park Y-G, Mun B-G, Kang S-M, Hussain A, Shahzad R, Seo C-W, et al. (2017) *Bacillus aryabhatai* SRB02 tolerates oxidative and nitrosative stress and promotes the growth of soybean by modulating the production of phytohormones. *PLoS ONE* 12(3): e0173203. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173203>
- Ramesh, A.; Sharma, K. S.; Sharma, P. M.; Yadav, N.; Joshi, P. O. Inoculation of zinc solubilizing *Bacillus aryabhatai* strains for improved growth, mobilization and biofortification of zinc in soybean and wheat cultivated in Vertisols of central India. *Applied Soil Ecology*. Volume 73, January 2014, Pages 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.08.009>
- SANTOS, J. F. dos. et al. Crescimento de girassol em função da inoculação de sementes com bactérias endofíticas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 142-150, 2014.
- Shivaji S, Chaturvedi P, Begum Z, Pindi PK, Manorama R, Padmanaban DA, Shouche YS, Pawar S, Vaishampayan P, Dutt CB, Datta GN, Manchanda RK, Rao UR, Bhargava PM, Narlikar JV. 2009. *Janibacter hoylei* sp. nov., *Bacillus isronensis* sp. nov., and *Bacillus aryabhatai* sp. nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. *Int J Syst Evol Microbiol* 59:2977–2986. doi:10.1099/ijms.0.002527-0.
- Silva, M. E. C.; Melo, I. S.; Nascimento, R. S.; Rossi, P.; Ramos, N. P. Germinação e vigor de Girassol com uso de bactérias promotoras de crescimento. 13 Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2019. São Paulo. ISBN: 978-85-7029-149-3
- Siddikee MA, Chauhan PS, Anandham R, Han GH, Sa T (2010) Isolation, characterization, and use for plant growth promotion under salt stress, of ACC deaminase-producing halotolerant bacteria derived from coastal soil. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20: 1577 – 1584.
- Slepecky, R. A., & Hemphill, H. E. (2006). The genus *Bacillus* – nonmedical. In: Dworkin, M., Falkov, S., Rosenberg, E., Schileifer, K-H., Stackebrandt, E. (Ed.). *The prokaryotes. A handbook on the biology of bacteria. Bacteria: Firmicutes, Cyanobacteria*. 3rd. Ed. v.4. Minneapolis: Springer