



CAIO CÉSAR RODRIGUES CARIDADE

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL TRATADOS COM  
MICRORGANISMOS E REGULADOR DE CRESCIMENTO SOB  
RESTRIÇÃO HÍDRICA**

**URUTAÍ, GOIÁS**

**2026**

CAIO CÉSAR RODRIGUES CARIDADE

**TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL TRATADOS COM  
MICRORGANISMOS E REGULADOR DE CRESCIMENTO SOB  
RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao IF Goiano Campus Urutaí como parte das  
exigências do Curso de Graduação em  
Agronomia para obtenção do título de Bacharel  
em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Polianna Alves Silva  
Dias.

**URUTAÍ, GOIÁS**

**2026**

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

C277      Rodrigues Caridade, Caio César  
TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL TRATADOS  
COM MICRORGANISMOS E REGULADOR DE  
CRESCIMENTO SOB RESTRIÇÃO HÍDRICA / Caio César  
Rodrigues Caridade. Urutaí 2026.

20f. il.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Polianna Alves Silva Dias.  
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0120024 -  
Bacharelado em Agronomia - Urutaí (Campus Urutaí).  
I. Título.



## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |                                                      |                                                         |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Caio César Rodrigues Caridade

Matrícula:

2021101200240093

Título do trabalho:

Tolerância de híbridos de girassol tratados com microrganismos e regulador de crescimento sob restrição hídrica

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:     /     /

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☒ Sim ☐ Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutai, GO

Local

15/3 /26

Data

Caio Cesar R. Caridade

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Polianna Alves Silva Dias

Assinatura do(a) orientador(a)



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Tolerância de híbridos de girassol tratados com microrganismos e regulador de crescimento sob restrição hídrica**, sob orientação de Polianna Alves Silva Dias, apresentado pelo aluno **Caio César Rodrigues Caridade (2021101200240093)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutaí)**. Os trabalhos foram iniciados às 13h30 pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Polianna Alves Silva Dias** (Presidente)
- **Thaís Fernandes de Jesus Conceschi** (Examinadora Interna)
- **Mariela do Amaral Silva** (Examinadora Externa)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota (quando exigido): 9,6

**Observação / Apreciações:**

Proclamados os resultados pela presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Polianna Alves Silva Dias** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Urutaí / GO, 11 de março de 2026.



Documento assinado digitalmente  
**POLIANNA ALVES SILVA DIAS**  
Data: 12/03/2026 21:45:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Polianna Alves Silva Dias**



Documento assinado digitalmente  
**THAIS FERNANDES DE JESUS**  
Data: 13/03/2026 07:35:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Thaís Fernandes de Jesus Conceschi**



Documento assinado digitalmente  
**MARIELA DO AMARAL SILVA**  
Data: 13/03/2026 07:51:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Mariela do Amaral Silva**

Aos meus pais, Cláudio Rodrigues Caridade, e  
Suely Medeiros Caridade, que sempre  
expressaram seu suporte, e ajuda em toda  
etapa acadêmica.

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A nosso senhor Jesus Cristo e Nossa Senhora, por sempre me guiarem e iluminarem meu caminho, me dando forças e permitindo que esta conquista fosse realizada.

Ao meu pai, Cláudio Rodrigues Caridade, que sempre me inspirou e serviu de exemplo, incentivou e apoiou minhas escolhas, nunca medindo esforços para me ajudar.

À minha mãe, Suely Medeiros Caridade, que esteve presente em momentos importantes ao longo da graduação, servindo de base, fornecendo amor e carinho.

As minhas irmãs, Carla Rodrigues Caridade, e, Ana Cláudia Riboli Caridade, pelo apoio constante e incentivo, que mesmo à distância sempre fizeram presente em minha trajetória acadêmica, oferecendo forças e motivação ao longo do caminho.

Ao meu irmão, Cristiano Rodrigues Caridade, pelo companheirismo e esforço, se fazendo de exemplo.

À minha orientadora, Dra. Polianna Alves Silva Dias, pela dedicação, carinho, paciência e valiosa orientação ao longo de todo este trabalho, contribuindo de forma apreciável para minha formação acadêmica e pessoal.

A minha colega Deborah Guimarães Silva, pela amizade e companheirismo desde o início da graduação, pela parceria constante e auxílio indispensável durante a condução deste experimento, tornando a caminhada mais leve e significativa.

A todos meus colegas de classe, que foram fundamentais ao longo da graduação, agradeço a amizade e pelas risadas compartilhadas, que tornaram essa caminhada mais leve e especial.

Aos meus professores, por todos os conhecimentos ensinados, a todas as experiências compartilhadas e a todo respeito sempre mantido.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!

## RESUMO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa de expressiva importância econômica que, no Brasil, é amplamente cultivada na safrinha, expondo a cultura a períodos de restrição hídrica severa. Para mitigar os danos abióticos causados pelo déficit hídrico, a adoção de bioinsumos, como microrganismos promotores de crescimento e reguladores hormonais, tem se firmado como uma estratégia promissora. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de cinco híbridos de girassol sob restrição hídrica, submetidos ao tratamento de sementes (TS) com regulador de crescimento e microrganismos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, sob delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5x4. Os tratamentos avaliaram a interação de cinco híbridos (H250, H251, H260, T204CL e T203CL) com quatro TS: testemunha; tratamento hormonal (citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico); tratamento biológico (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*); e a combinação dos produtos. O déficit hídrico foi imposto aos 21 dias após a semeadura por meio da suspensão da irrigação durante 7 dias. Foram avaliadas a porcentagem de emergência, altura das plantas, número de folhas, diâmetro do caule e comprimento de raiz. Os resultados demonstraram que o tratamento de sementes influenciou positivamente o estabelecimento da cultura, com os tratamentos contendo agentes biológicos (isolados ou combinados). Houve interação significativa entre os genótipos e os tratamentos para as variáveis de altura, diâmetro de caule e comprimento radicular. Conclui-se que o uso de bioestimulantes e agentes biológicos no tratamento de sementes é eficiente para mitigar a restrição hídrica, superando a testemunha sem tratamento. Contudo, a escolha do bioinsumo deve ser personalizada, considerando a especificidade de cada híbrido.

**Palavras-chave:** *Bacillus*; hormônio; *Trichoderma*; tratamento de sementes; *Helianthus annuus* L.

## ABSTRACT

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an oilseed of significant economic importance which, in Brazil, is widely cultivated in the second crop season (safrinha), exposing the crop to periods of severe water restriction. To mitigate the abiotic damages caused by water deficit, the adoption of bioinputs, such as growth-promoting microorganisms and hormonal regulators, has been established as a promising strategy. Therefore, the present study aimed to evaluate the response of five sunflower hybrids under water restriction, subjected to seed treatment (ST) with a growth regulator and microorganisms. The experiment was conducted in a greenhouse at the Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, under a randomized block design in a 5x4 factorial scheme. The treatments evaluated the interaction of five hybrids (H250, H251, H260, T204CL, and T203CL) with four STs: control; hormonal treatment (cytokinin + gibberellin + indolealkanoic acid); biological treatment (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*); and the combination of the products. The water deficit was imposed at 21 days after sowing by suspending irrigation for 7 days. Emergence percentage, plant height, number of leaves, stem diameter, and root length were evaluated. The results demonstrated that seed treatment positively influenced crop establishment, specifically the treatments containing biological agents (isolated or combined). There was a significant interaction between genotypes and treatments for the variables of height, stem diameter, and root length. It is concluded that the use of biostimulants and biological agents in seed treatment is efficient in mitigating water restriction, outperforming the untreated control. However, the choice of bioinput must be personalized, considering the specificity of each hybrid.

**Keywords:** *Bacillus*; hormone; *Trichoderma*; seed treatment; *Helianthus annuus* L.

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Resumo da análise de variância para as análises de emergência (EMERG), altura (ALT), número de pares de folhas (NFOL), diâmetro de caule (DIAM) e comprimento de raiz (CR) dos híbridos de girassol..... | 13 |
| <b>Tabela 2.</b> Médias da porcentagem de emergência (%) aos sete dias após a semeadura de cinco híbridos de girassol (Híb) em função de diferentes tratamentos de sementes (TS).....                                     | 14 |
| <b>Tabela 3.</b> Médias do número de pares de folhas de cinco híbridos de girassol, avaliadas sete dias após a imposição do déficit hídrico e submetidas a diferentes tratamentos de sementes (TS).....                   | 15 |
| <b>Tabela 4.</b> Média da altura de plantas (cm) sete dias após a imposição do déficit hídrico em cinco híbridos de girassol (Híb) em função de diferentes tratamentos de sementes (TS).....                              | 16 |
| <b>Tabela 5.</b> Médias do diâmetro de caule (cm) de cinco híbridos de girassol (Híb) sete dias após a imposição do déficit hídrico e submetidos a diferentes tratamentos de sementes (TS)....                            | 17 |
| <b>Tabela 6.</b> Médias do comprimento de raiz (cm) de cinco híbridos de girassol (Híb) sete dias após a imposição do déficit hídrico e submetidos a diferentes tratamentos de sementes (TS)....                          | 17 |

## Sumário

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                    | 9  |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                                            | 10 |
| 2.1. Híbridos e local onde foi desenvolvimento .....                   | 10 |
| 2.2. Condução dos experimentos, avaliações e análise estatística ..... | 10 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                        | 13 |
| 4. CONCLUSÕES .....                                                    | 18 |
| 5. REFERÊNCIAS .....                                                   | 18 |

## 1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa de expressiva importância econômica e agrícola global, destacando-se pela excelência na qualidade de seu óleo comestível e pela versatilidade na produção de coprodutos destinados à nutrição animal e à geração de bioenergia. No Brasil, a cultura apresenta elevada adaptabilidade, sendo amplamente cultivada na segunda safra (safrinha), o que otimiza o uso do solo e favorece o sistema de rotação de culturas. De acordo com os levantamentos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025) referentes à safra 2024/2025, a produção nacional segue uma curva de expansão contínua, com um aumento de 3,7% referentes a área plantada, e cerca de 41,2% referentes a mil toneladas produzidas. O estado de Goiás consolidado como o maior produtor do país, evidenciando o alto potencial produtivo e a crescente adoção tecnológica nas lavouras da região (GOIÁS, 2025).

Como a maioria dos grãos produzidos na agricultura, são diversas suas aplicações de uso, apesar de sua força agrícola situada em seu alto teor oleico. A cultura desponta com um expressivo potencial de expansão no agronegócio nacional, além de atender a nichos rentáveis de mercado desde a indústria alimentícia e cosmética até a floricultura (LEITE, 2024).

O girassol possui maior resistência a secas e desenvolvimento em solos com fertilidade baixa, porém, isso não indica que não precise de adubação, nem que não sofrerá com déficit hídrico. Estudos recentes demonstram que restrições hídricas afetam negativamente o metabolismo, o crescimento e a produção final de grãos da planta. Nesses cenários, a adubação balanceada deixa de ser apenas um complemento produtivo e atua como uma estratégia fundamental para mitigar os impactos do déficit hídrico e garantir o pleno desenvolvimento da cultura (AMARAL et al., 2024).

Apesar de sua reconhecida rusticidade e de possuir um sistema radicular pivotante profundo, o cultivo do girassol na safrinha frequentemente o expõe a períodos de restrição hídrica severa. O déficit hídrico afeta de maneira crítica os processos fisiológicos e bioquímicos fundamentais das plantas, induzindo o fechamento estomático, reduzindo a eficiência fotossintética, o que culmina na degradação celular e em perdas significativas no estande e no rendimento (QIAO et al., 2024). Para diminuir esses danos abióticos, a adoção de bioinsumos, especialmente os microrganismos promotores de crescimento, tem se firmado como uma estratégia sustentável e altamente promissora (FADIJI et al., 2022).

O governo brasileiro define bioestimulante como “produto que contém substância natural com diferentes composições, concentrações e proporções, com finalidade de

incrementar a produção, com finalidade de melhorar a qualidade de sementes, aumentar o crescimento radicular, favorecer o equilíbrio hormonal, interferir no desenvolvimento vegetal, estimular a divisão, diferenciação e o alongamento celular (BRASIL, 2020)”.

Os hormônios vegetais, ou fitormônios, são mensageiros químicos essenciais que coordenam o crescimento, o desenvolvimento e as respostas adaptativas das plantas às variações ambientais. No contexto do estresse abiótico, como a deficiência hídrica, o equilíbrio entre promotores de crescimento como as auxinas (AIA), giberelinas e citocininas e inibidores, como o ácido abscísico (ABA) e o etileno, determina a capacidade de sobrevivência e recuperação da cultura. A integração dessas vias de sinalização permite que a planta ajuste seu metabolismo de forma dinâmica às restrições do meio (TAIZ et al., 2017).

Dentre os microrganismos benéficos, a rizobactéria *Bacillus amyloliquefaciens* tem sido amplamente reportada na literatura recente por sua notável capacidade de atenuar os efeitos da seca (GOMES et al., 2022). Estudos demonstram que a inoculação com cepas de *Bacillus* altera ativamente a osmorregulação da planta hospedeira por meio do acúmulo de solutos compatíveis (ZHAO et al., 2024).

Adicionalmente, essas bactérias são capazes de produzir exopolissacarídeos (EPS) que favorecem a retenção de umidade no microambiente da rizosfera, conferindo maior estabilidade à planta (GOMES et al., 2022).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta de cinco híbridos de girassol, em condição de restrição hídrica, submetidos ao tratamento de sementes com regulador de crescimento e microrganismos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Híbridos e local de condução**

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, no município de Urutaí - GO, situado a 17°29'7.10"S, 48°12'40.51"O e altitude de 726 m.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com tratamentos em esquema fatorial 5 x 4 (5 híbridos de girassol x 4 tratamentos de sementes). O primeiro fator corresponde aos híbridos de girassol H250, H251 H260, T204CL e T203CL, submetidos ao tratamento de sementes (TS), com hormônio vegetal, citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico (auxina) (Stimulate®), microrganismos, *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum* (Shocker®), e a combinação entre os dois

tratamentos, hormônio vegetal + microrganismos.

Serão considerados: Test (testemunha, sementes sem tratamento); Horm (tratamento hormonal, citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico); Bio (tratamento biológico, *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*); Horm+Bio (tratamento combinado, hormonal + biológico).

Nas recomendações dos produtos, observa-se a quantidade de produto comercial indicada por quilogramas de sementes, com esta informação, é possível realizar a conta por meio do cálculo de regra de três, obtendo assim a proporção de 15mL de hormônio vegetal a cada 1kg de sementes, e 3g a cada 1kg de microrganismo.

O cálculo para determinação de dosagens adequadas para o TS de cada produto, foi realizado com base no peso das sementes a serem usadas em cada tratamento, o peso considerado para 15 sementes, foi de 1,636g, pesado com auxílio de uma balança semi-analítica, sendo a aplicação dos produtos, 0,02454mL de Stimulate, e 0,004908g de Shocker, o produto sólido, foi diluído em água.

As sementes de girassol foram colocadas em sacos plásticos, o produto foi aplicado com o auxílio de um conta gotas e, após a aplicação, as sementes foram agitadas de forma manual, a fim de garantir a homogeneidade de aplicação.

Figura 1 -Frascos contendo produtos comerciais utilizados na instalação do experimento.



Fonte: O autor (2025)

## 2.2. Condução dos experimentos, avaliações e análise estatística

O experimento foi executado usando copos de isopor, com volume de 300mL, com furos centrais na base, preenchidos com areia autoclavada, visando eliminar microrganismos contaminantes. A semeadura foi realizada de forma manual, sendo distribuídas três sementes por recipientes, com cerca de 4,0 centímetros de profundidade.

Figura 2 - Experimento 7 dias após a semeadura



Fonte: O autor (2025).

Após a semeadura, o experimento recebeu irrigação uniforme, em todas as parcelas experimentais. O experimento continuou recebendo irrigação de forma uniforme até 20 DAS. No 21º DAS, foi imposta a restrição hídrica, em que foi suspensa a irrigação por 7 dias.

Aos sete dias após a semeaduras (DAS), foi realizada a primeira avaliação, a porcentagem de emergência (EMERG, em %). Ao fim do período de imposição do estresse, as demais avaliações foram realizadas. Foram avaliadas a altura de plantas (ALT, em cm), número de pares de folhas expandidas (NFOL), diâmetro do caule a altura do solo (DIAM, em cm) e comprimento de raiz (CR, em cm).

A avaliação de EMERG foi mensurada por meio da contagem de plântulas normais emergidas, aos 7 DAS e os resultados foram expressos em porcentagem. O cálculo foi feito da seguinte maneira:

$$EMERG (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ plântulas normais emergidas}}{N^{\circ} \text{ total de sementes semeadas}} * 100$$

Para a avaliação de ALT, a medição foi realizada medindo-se o comprimento da planta da superfície do solo até o ápice da planta, com uma régua graduada em milímetros. O NFOL, foi obtido por meio da contagem das folhas apresentadas por planta. A análise de DIAM, realizada com auxílio de um paquímetro digital, foi obtida na região do colo da planta. E, por fim, a análise do CR, foi mensurada após a lavagem cuidadosa das raízes, medindo com uma régua milimetrada a raiz principal, após a lavagem das raízes.

Figura 3 - Plântulas retiradas dos recipientes, prontas para avaliação de comprimento de raiz.



Fonte: O autor (2025).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve diferenças significativas, as médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se para a EMERG que houve diferença significativa entre os híbridos e entre os TS (Tabela 1). Para NFOI apenas foram observadas diferenças entre os híbridos. Para ALT, foram observadas diferenças para híbridos, TS e a interação entre eles, indicando que o TS que promove maior crescimento depende do híbrido avaliado. Para DIAM e CR foram observadas diferenças entre os TS e a interação HxTS.

Seguindo os termos de definição, os CV do experimento, são considerados aceitáveis e de média precisão experimental, não comprometeram a análise dos dados. “O coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão adimensional que permite comparar a precisão de experimentos mesmo quando as variáveis possuem unidades de medida distintas, superando a limitação do desvio-padrão” (GOMES, 2009).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as análises de emergência (EMERG), altura (ALT), número de pares de folhas (NFOI), diâmetro de caule (DIAM) e comprimento de raiz (CR) dos híbridos de girassol.

| Fontes de variação | GL | Quadrado médio |
|--------------------|----|----------------|
|--------------------|----|----------------|

|                             |    | Emerg    | Alt      | Nfol    | Diam     | CR       |
|-----------------------------|----|----------|----------|---------|----------|----------|
| Híbridos (H)                | 4  | 6240,2** | 5,219**  | 1,269** | 0,2939   | 9,336    |
| Tratamento de sementes (TS) | 5  | 1122,8** | 1,267**  | 0,1500  | 5,0137** | 35,390** |
| H x TS                      | 20 | 384,12   | 0,7354** | 0,0770  | 0,8280** | 14,757** |
| Bloco                       | 3  | 140,02   | 0,1276   | 0,1730  | 0,2325   | 5,480    |
| Resíduo                     | 87 | 233,16   | 0,2855   | 0,1216  | 0,1615   | 5,574    |
| CV (%)                      |    | 19,60    | 10,69    | 28,46   | 25,44    | 16,62    |
| Média geral                 |    | 77,92%   | 5,00 cm  | 1,25    | 1,58 cm  | 14,21 cm |

\*\* significativo a 1%; \* significativo a 5%; ns: não significativo ( $p > 0.05$ ), pelo teste F; CV (%): coeficiente de variação.

A análise de variância demonstrou que houve interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre os fatores Híbrido e Tratamento de Sementes para as variáveis altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e comprimento de raiz (CR). Isso indica que os genótipos de girassol respondem de maneira distinta, dependendo do produto utilizado no TS. Já para a emergência (EMERG) e número de folhas (NFOL), os fatores atuaram de forma independente, sendo observadas diferenças significativas isoladas para híbridos e TS para a variável EMERG, e apenas para híbridos para a variável NFOL. Isso está de acordo com estudos que relatam que a resposta do girassol a bioestimulantes não é uniforme, dependendo da constituição genética de cada cultivar e sua interação com o ambiente (SANTOS, 2013).

Observou-se que o TS influenciou significativamente o estabelecimento inicial da cultura. Os tratamentos Bio e Horm+Bio promoveram as maiores taxas de emergência (81,7% e 86,7%, respectivamente), superando estatisticamente a testemunha e o tratamento exclusivamente hormonal (Tabela 2). “A inoculação com *Bacillus* spp. garante não apenas a proteção da rizosfera contra patógenos do solo, mas também promove um estímulo fisiológico prolongado para a emergência, graças à capacidade dessas bactérias de sintetizar compostos promotores de crescimento de forma contínua durante o desenvolvimento inicial do sistema radicular” (Miljaković *et al.* 2024).

**Tabela 2.** Médias da porcentagem de emergência (%) aos sete dias após a semeadura de cinco híbridos de girassol (Híb) em função de diferentes tratamentos de sementes (TS).

| TS/Híb | H250 | H251 | H260 | T203 | T204 | Média  |
|--------|------|------|------|------|------|--------|
| Test   | 58,4 | 91,7 | 75,0 | 50,0 | 83,4 | 71,7 b |

|          |        |        |        |        |        |        |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Horm     | 58,4   | 91,7   | 83,4   | 50,0   | 75,0   | 71,7 b |
| Bio      | 75,0   | 100,0  | 100,0  | 41,7   | 91,7   | 81,7 a |
| Horm+Bio | 100,0  | 100,0  | 91,7   | 41,7   | 100,0  | 86,7 a |
| Média    | 72,9 B | 95,8 A | 87,5 A | 45,8 C | 87,5 A |        |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ). Test: Testemunha; Horm = citocinina + giberelina + auxina (ácido indolalcanóico); Bio = *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*; Horm+Bio = citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico + *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*.

Entre os híbridos, independentemente do tratamento utilizado, o híbrido H251 se destacou, com aproximadamente 96% de germinação, juntamente com T204 (87,5 %) e H260 (87,5 %), também apresentaram vigor superior, garantindo melhor estande inicial em comparação aos outros dois híbridos (Tabela 2). O híbrido T203 demonstrou o menor vigor neste ensaio, e, até mesmo com o tratamento de sementes, apresentou menor emergência, com base a testemunha, podemos supor que isso, tem haver conforme o lote de sementes do híbrido, tempo de armazenamento, ou algum outro fator externo.

Para o NFOL, a análise sugere que esta é uma característica influenciada predominantemente por fatores genéticos, não sendo influenciada significativamente pelos TS neste estágio fenológico ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3). Os híbridos H250 e H260 apresentaram, em média, emissão foliar mais rápida, 1,50 e 1,56 par de folhas, respectivamente.

Fisiologicamente, a ausência de incremento no número de folhas pelos bioinsumos era esperada, uma vez que, sob condições de restrição hídrica, a emissão acelerada de nova área foliar aumentaria perigosamente a superfície de transpiração da plântula. Nesse cenário de estresse, a sinalização induzida por microrganismos promotores de crescimento (como *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma harzianum*) prioriza a alocação de fotoassimilados para o desenvolvimento do sistema radicular, visando a captação de água, em detrimento da expansão da parte aérea (LUO *et al.*, 2022; GUZMÁN-GUZMÁN *et al.*, 2025).

**Tabela 3.** Médias do número de pares de folhas de cinco híbridos de girassol, avaliadas sete dias após a imposição de restrição hídrica e submetidas a diferentes tratamentos de sementes (TS).

| TS/Híb | H250 | H251 | H260 | T203 | T204 | Média |
|--------|------|------|------|------|------|-------|
| Test   | 1,50 | 1,00 | 1,25 | 1,00 | 1,00 | 1,15  |
| Horm   | 1,50 | 1,00 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | 1,20  |

|          |        |        |        |        |        |      |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| Bio      | 1,75   | 1,00   | 1,75   | 1,00   | 1,25   | 1,35 |
| Horm+Bio | 1,25   | 1,00   | 1,75   | 1,00   | 1,00   | 1,20 |
| Média    | 1,50 A | 1,00 B | 1,56 A | 1,00 B | 1,06 B |      |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ). Test: Testemunha; Horm = citocinina + giberelina + auxina (ácido indolalcanóico); Bio = *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*; Horm+Bio = citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico + *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*.

A Tabela 4 apresenta as médias de altura de plantas. O tratamento hormonal (SHorm) demonstrou ser uma ferramenta eficaz para mitigar o estresse em híbridos específicos, promovendo um incremento de crescimento notável no híbrido T203 (5,50 cm) em comparação à sua testemunha (4,00 cm). Esse efeito pode explicado pela presença de giberelina no composto, hormônio responsável direto pelo alongamento celular e caulinar (TAIZ et al., 2013).

Para os demais híbridos, a resposta aos bioestimulantes foi menos expressa em termos de crescimento vertical, sugerindo que a arquitetura da planta sob estresse é fortemente influenciada pelo genótipo, embora o uso de reguladores de crescimento tenda a manter a planta fisiologicamente mais ativa e tolerante aos danos oxidativos (GUZMÁN-GUZMÁN et al., 2025).

**Tabela 4.** Média da altura de plantas (cm) sete dias após a imposição de restrição hídrica em cinco híbridos de girassol (Híb) em função de diferentes tratamentos de sementes (TS).

| TS/Híb   | H250    | H251    | H260    | T203    | T204    | Média  |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Test     | 6,00 Aa | 3,75 Cb | 4,75 Ba | 4,00 Cb | 4,75 Ba | 4,65 b |
| Horm     | 6,25 Aa | 5,00 Ba | 5,00 Ba | 4,75 Bb | 5,25 Ba | 5,25 a |
| Bio      | 5,50 Aa | 4,00 Bb | 5,00 Aa | 5,50 Aa | 5,25 Aa | 5,05 a |
| Horm+Bio | 5,75 Aa | 4,75 Ba | 5,50 Aa | 4,25 Bb | 5,00 Ba | 5,05 a |
| Média    | 5,88 A  | 4,38 C  | 5,06 B  | 4,63 C  | 5,06 B  |        |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ). Test: Testemunha; Horm = citocinina + giberelina + auxina (ácido indolalcanóico); Bio = *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*; Horm+Bio = citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico + *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*.

O diâmetro do caule, indicador de robustez e capacidade de translocação de reservas (TAIZ et al., 2017), foi positivamente impactado pela interação com os tratamentos (Tabela 5). O uso do tratamento com *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*

(Bio), proporcionou incrementos expressivos, destacando-se no híbrido H260, que aumentou seu diâmetro de 0,43 cm (testemunha) para 2,50 cm. De modo geral, a presença de *Bacillus* e *Trichoderma* favoreceu o desenvolvimento de plantas com caules mais espessos em comparação à testemunha, conferindo maior resistência física e potencial de tolerância a restrição hídrica imposto.

**Tabela 5.** Médias do diâmetro de caule (cm) de cinco híbridos de girassol (Híb) sete dias após a imposição de restrição hídrica a diferentes tratamentos de sementes (TS).

| TS/Híb   | H250    | H251    | H260    | T203    | T204    | Média  |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Test     | 1,15 Ab | 0,88 Bb | 0,43 Bb | 1,50 Aa | 0,68 Bb | 0,93 d |
| Horm     | 1,23 Bb | 2,15 Aa | 2,28 Aa | 1,38 Ba | 1,95 Aa | 1,80 b |
| Bio      | 2,25 Aa | 2,25 Aa | 2,50 Aa | 1,50 Ba | 2,00 Aa | 2,10 a |
| Horm+Bio | 1,75 Aa | 1,00 Bb | 2,00 Aa | 1,50 Aa | 1,25 Bb | 1,50 c |
| Média    | 1,59    | 1,57    | 1,80    | 1,47    | 1,47    |        |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ). Test: Testemunha; Horm = citocinina + giberelina + auxina (ácido indolalcanóico); Bio = *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*; Horm+Bio = citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico + *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*.

O sistema radicular, essencial para a tolerância à seca, respondeu de forma específica à interação H x TS (Tabela 6). Enquanto o híbrido T204 CL obteve seu maior enraizamento com o uso de hormônios (Horm), atingindo 19,48 cm, o híbrido H260 respondeu melhor ao tratamento biológico (Bio), alcançando 18,00 cm. Estes resultados evidenciam que não há um tratamento único universal; a escolha entre bioestimulante hormonal ou biológico para maximizar o enraizamento depende do híbrido utilizado.

**Tabela 6.** Médias do comprimento de raiz (cm) de cinco híbridos de girassol (Híb) sete dias após a imposição de restrição hídrica e submetidos a diferentes tratamentos de sementes (TS)

| TS/Híb   | H250     | H251     | H260     | T203     | T204     | Média   |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| Test     | 13,90 Aa | 12,08 Aa | 11,45 Ab | 13,10 Aa | 12,70 Ab | 12,65 b |
| Horm     | 14,23 Ba | 15,33 Ba | 15,88 Ba | 14,48 Ba | 19,48 Aa | 15,88 a |
| Bio      | 14,25 Ba | 11,75 Ba | 18,00 Aa | 15,25 Aa | 12,50 Bb | 14,35 b |
| Horm+Bio | 13,50 Aa | 14,00 Aa | 16,25 Aa | 13,50 Aa | 12,50 Ab | 13,95 b |
| Média    | 13,97    | 13,29    | 15,39    | 14,08    | 14,29    |         |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $\alpha=5\%$ ). Test: Testemunha; Horm = citocinina + giberelina + auxina (ácido indolalcanóico);

Bio = *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*; Horm+Bio = citocinina + giberelina + ácido indolalcanóico + *B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*.

De forma geral, a resposta fisiológica é dependente da interação genótipo x TS, enquanto o híbrido T203 apresentou maior crescimento em altura com o uso de bioestimulante hormonal, o híbrido H260 obteve maior robustez de caule e enraizamento com o uso de biológicos. Não existe um único tratamento universalmente superior para o desenvolvimento vegetativo sob seca.

O número de folhas mostrou-se uma característica predominantemente genética e estável, pouco influenciada pelos tratamentos exógenos nesta fase.

Os tratamentos contendo agentes biológicos (*B. amyloliquefaciens* + *T. harzianum*), isolado ou em combinação com regulador de crescimento, demonstraram superioridade garantindo um estande de plantas mais uniforme independentemente do híbrido utilizado.

#### 4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que o uso de bioestimulante e agentes biológicos no tratamento de sementes é uma estratégia eficiente para mitigar os efeitos da restrição hídrica na cultura do girassol, sendo superior à ausência de tratamento em praticamente todas as variáveis analisadas.

Portanto, recomenda-se a adoção do tratamento de sementes como prática de manejo para redução de riscos climáticos. Contudo, a escolha entre produtos hormonais ou biológicos deve ser personalizada, considerando a especificidade de cada híbrido para maximizar o enraizamento e a tolerância ao estresse hídrico

#### 5. REFERÊNCIAS

AMARAL, A. M. et al. Influência da adubação nitrogenada no déficit hídrico de girassol. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 12, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i12.47873>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/47873>. Acesso em: 6 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Conceitos**. 2020. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conceitos>.

Acesso em: 15 jan. 2026.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos:** safra 2024/25, 12º levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 12, n. 12, set. 2025. 133 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 13 mar. 2026.

FADIJI, A. E.; SANTOYO, G.; YADAV, A. N.; BABALOLA, O. O. Efforts towards overcoming drought stress in crops: Revisiting the mechanisms employed by plant growth-promoting bacteria. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, 2022.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Destaque do Mês – Agro em Dados / Junho 2025 (Girassol)**. Goiânia, 6 jun. 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/agricultura/destaque-do-mes-agro-em-dados-junho-2025-girassol/>. Acesso em: 14 jan. 2026.

GOMES, E. A. et al. **Mecanismos das bactérias promotoras do crescimento de plantas na mitigação dos efeitos do déficit hídrico**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. 30 p. (Documentos, 267). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1144322>. Acesso em: 6 mar. 2026.

GUZMÁN-GUZMÁN, P.; ETESAMI, H.; SANTOYO, G. Trichoderma: a multifunctional agent in plant health and microbiome interactions. **BMC Microbiology**, v. 25, n. 434, 2025.

LEITE, R. M. V. B. C. Girassol: possibilidade de expansão no Brasil. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, 13 ago. 2024. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/girassol-possibilidade-de-expansao-no-brasil>. Acesso em: 6 mar. 2026.

LUO, L. et al. *Bacillus amyloliquefaciens* as an excellent agent for biofertilizer and biocontrol in agriculture: An overview for its mechanisms. **Microbiological Research**, v. 259, 127016, 2022.

MILJAKOVIĆ, D. et al. Bio-priming with *Bacillus* isolates suppresses seed infection and improves the germination of garden peas in the presence of *Fusarium* strains. **Journal of**

**Fungi**, Basel, v. 10, n. 5, p. 358, 2024.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

QIAO, M. et al. Impacts of Drought on Photosynthesis in Major Food Crops and the Related Mechanisms of Plant Responses to Drought. **Plants**, v. 13, n. 13, p. 1808, 2024.

SANTOS, C. de C. **Bioestimulante e tratamento de sementes no desenvolvimento inicial e produtividade de híbridos de girassol**. 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

SINGH, P. et al. Bacterial ACC deaminase: Insights into enzymology, biochemistry, genetics, and potential role in amelioration of environmental stress in crop plants. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, 1132770, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1132770>.

SOUZA, R. C. principais microrganismos usados como insumos biológicos. **Blog Agroadvance**, 2025. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-principais-microrganismos-bioinsumos/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZHAO, Y. et al. Drought stress tolerance and metabolomics of *Medicago sativa* induced by *Bacillus amyloliquefaciens* DGL1. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, 1378707, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1378707>.