

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE GRÃO-DE-BICO MEDIADA POR *Bacillus amyloliquefaciens* E *Bacillus subtilis* À *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

JAIARA ALMEIDA DE OLIVEIRA

MESTRADO

IPAMERI – GO
2025

JAIARA ALMEIDA DE OLIVEIRA

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE GRÃO-DE-
BICO MEDIADA POR *Bacillus amyloliquefaciens* E *Bacillus subtilis*
À *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária Ipameri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

IPAMERI - GO
2025

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AA447

ii

Almeida de Oliveira, Jaiara

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE GRÃO-DE-BICO
MEDIADA POR *Bacillus amyloliquefaciens* E *Bacillus subtilis*
À *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) / Jaiara
Almeida de Oliveira; orientador Flávio Gonçalves de Jesus;
co-orientador Paulo da Silva. -- Ipameri, 2025.
23 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de Ipameri,
Universidade Estadual de Goiás, 2025.

1. *Cicer arietinum* L.. 2. Microrganismos. 3. Alimentação.
4. Índices nutricionais. I. Gonçalves de Jesus, Flávio ,
orient. II. da Silva, Paulo ,

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE GRÃO- DE-BICO MEDIADA POR *Bacillus amyloliquefaciens* E *Bacillus subtilis* À *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)”

AUTOR(A): Jaiara Almeida de Oliveira

ORIENTADOR(A): Flávio Gonçalves de Jesus

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:



Documento assinado digitalmente

FLAVIO GONCALVES DE JESUS

Data: 03/06/2025 14:31:01-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus (Orientador)
Instituto Federal Goiano Urutaí – GO



Documento assinado digitalmente

ANDRE CIRILO DE SOUSA ALMEIDA

Data: 28/04/2025 13:09:15-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Cirilo de Sousa Almeida

Instituto Federal Goiano



Documento assinado digitalmente

MARCIO DA SILVA ARAUJO

Data: 27/04/2025 17:43:21-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri – GO

Registro de Declaração

Número: 275

Livro: R-01 Folhas: 05

Data: 04/04/2025

Assinatura:

Data da realização: 04 de abril de 2025

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Zuila e João Quintino, que me deram uma vida digna cheia de amor, cuidado e proteção, nunca me deixando faltar nada;

À minha mãe, Ceíça Almeida, por ser meu alicerce!

Às minhas irmãs Janáira e Jaianna, por sempre estarem comigo fazendo eu acreditar que tudo é possível;

Aos meus sobrinhos Danilo e Murilo, que são os amores da minha vida;

Às minhas tias (os) e primas (os) que sempre se fizeram presente em todas fases da minha vida;

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo e a todos que fizeram parte desta etapa.

AGRADECIMENTOS

Graças e louvores a Deus, porque sem Ele não somos nada.

Aos meus avós, Zuila e João Quintino, minha mãe Ceiça, minhas irmãs Janáira e Jaianna, minhas tias Marcela, Iracy e Lenice, ao meu tio Helder. A vocês, toda minha gratidão.

Às minhas amigas (os) Cíntia, Neta, Valeska, Ângelo Eliabe e Keone pelas contribuições, disponibilidades e afeto.

Ao meu orientador Flávio Gonçalves e ao Paulo da Silva, pela postura ética, profissional e, acima de tudo, pela compreensão e respeito.

À Universidade Estadual de Goiás e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade e aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro da bolsa de estudos.

Gratidão a todos que ajudaram, direta ou indiretamente, no meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA.....	3
2.2 ORIGEM DAS CEPAS BACTERIANAS E DAS LAGARTAS	3
2.3 MATERIAL VEGETAL E INOCULAÇÃO DAS BACTÉRIAS.....	3
2.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE <i>S. frugiperda</i>	3
2.5 AVALIAÇÃO DE NÃO PREFERÊNCIA PARA ALIMENTAÇÃO	3
2.6 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES NUTRICIONAIS DE <i>S. frugiperda</i>	4
2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	4
3. RESULTADOS	5
4. DISCUSSÃO.....	8
5. CONCLUSÕES.....	11
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

RESUMO

O grão-de-bico é uma leguminosa consumida mundialmente, cultivada em climas tropicais e subtropicais, herbácea de ciclo anual com baixo número de produção no Brasil, que ainda depende da importação para atender à demanda interna, o que representa uma oportunidade para os produtores nacionais, mas, sua produção tende a enfrentar desafios relacionados a fatores bióticos, como o ataque de pragas, destacando a *Spodoptera frugiperda*, um lepidóptero que, em estágio larval, se alimenta de folhas e brotos. O uso de bactérias como *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens*, podem promover controle sustentável para o ataque de pragas. Além de estimular o crescimento vegetal, também induzem defesas nas plantas contra herbívoros. O estudo avaliou a eficiência de *Bacillus subtilis* (Bs) e *amyloliquefaciens* (Ba) no manejo de *S. frugiperda* na cultura do grão-de-bico. O experimento foi conduzido no LabMIP, localizado no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí – GO. Foram avaliados os parâmetros biológicos de *S. frugiperda*; Antixenose; e Índices nutricionais em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados mostraram que folhas, cuja sementes foram submetidas à inoculação com Bs, foram menos atrativas às lagartas ($<0,001$). O peso e o comprimento das lagartas apresentaram menores valores nos tratamentos com Ba (0,27 g; 2,29 cm) e Bs (0,24 g; 2,17 cm). O ciclo total apresentou maior prolongamento em lagartas alimentadas com grão-de-bico tratados com Bs (33,9 dias). Nos índices nutricionais, a alimentação com folhas de grão-de-bico, tratadas com e sem bactérias, teve influência apenas no parâmetro de alimento ingerido, variando de 0,32 a 0,42 g. A inoculação de sementes com Bs e Ba induziu resistência às plantas de forma negativa na biologia de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: *Cicer arietinum* L.; Microrganismos; Alimentação; Índices nutricionais.

ABSTRACT

Chickpea is a globally consumed legume, cultivated in tropical and subtropical climates. It's an annual herbaceous plant with low production numbers in Brazil, which still relies on imports to meet internal demand. This represents an opportunity for national producers, but chickpea production tends to face challenges related to biotic factors, such as pest attacks, particularly from *Spodoptera frugiperda*. This lepidopteran, in its larval stage, feeds on leaves and shoots. The use of bacteria like *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* can promote sustainable control against pest attacks. In addition to stimulating plant growth, they also induce plant defenses against herbivores. The study evaluated the efficiency of *Bacillus subtilis* (Bs) and *Bacillus amyloliquefaciens* (Ba) in managing *S. frugiperda* in chickpea cultivation. The experiment was conducted at LabMIP, located at the Federal Goiano Institute, Urutaí Campus – GO. The biological parameters of *S. frugiperda*, antixenosis, and nutritional indices were evaluated in a completely randomized design (CRD). The results showed that leaves from seeds inoculated with Bs were less attractive to caterpillars ($p < 0.001$). Caterpillar weight and length showed lower values in treatments with Ba (0.27 g; 2.29 cm) and Bs (0.24 g; 2.17 cm). The total life cycle was more prolonged in caterpillars fed chickpeas treated with Bs (33.9 days). Regarding nutritional indices, feeding with chickpea leaves, treated with and without bacteria, only influenced the ingested food parameter, ranging from 0.32 to 0.42 g. The inoculation of seeds with Bs and Ba negatively induced plant resistance in the biology of *S. frugiperda*.

Key-words: *Cicer arietinum* L.; Microorganisms; Feeding; Nutritional indices.

1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das leguminosas mais antigas e amplamente consumida no mundo, seu cultivo é predominante em climas tropicais e subtropicais, especificamente nas regiões do Mediterrâneo, Ásia e América (BOHRA et al., 2022; MOHAMMED et al., 2017). A maior parte da produção e consumo de grão-de-bico ocorre na Índia, Oeste da Ásia, Norte e Leste da África, Sudoeste Europeu e a América Central (NASCIMENTO et al., 2016).

Cicer arietinum L. é classificado na família Fabaceae, subfamília Faboideae e contém um total de 49 táxons com 9 anuais e 40 perenes (VAN DER MAESEN et al., 2007; DÖNMEZ, 2011; OZTURK, 2011; TOKER et al., 2014). É uma planta herbácea de ciclo anual que pode ser cultivada em diferentes climas, indo do subtropical até os ambientes áridos e semiáridos (NASCIMENTO et al., 2016). Em 2023, a produção mundial foi de aproximadamente 16,5 milhões de toneladas (t) e como maior produtor, a Índia, correspondendo a cerca de 12,2 milhões de toneladas (t) (FAOSTAT, 2024).

A produção interna do Brasil é insuficiente para atender a demanda de consumo, se tratando de um cultivo relativamente pequeno em regiões do centro-oeste e sul e, embora apresente crescimento em áreas cultivadas e de produção, se faz necessário a importação de países vizinhos como o México e a Argentina (NASCIMENTO et al., 2016).

Os grãos são ricos em fibras, proteínas, vitaminas, carboidratos, sais minerais e elementos nutracêuticos, são usados tanto na alimentação humana quanto animal. É uma leguminosa que possui elevado valor nutricional que pode ser ainda muito explorado decorrente de suas altas concentrações em P, Mg, Fe, K, Co e Mn (GHRIBI et al., 2015; AVANCINI et al., 1992). A produção de grãos tende a enfrentar desafios significativos relacionados a fatores bióticos, onde o ataque de pragas se torna um dos principais contribuintes para a redução da produtividade (NWILENE et al., 2017).

Entre as pragas de importância econômica para a cultura, destaca-se a *Spodoptera frugiperda*, um lepidóptero da família Noctuidae que no seu estágio larval, se alimenta principalmente de folhas e brotos tenros. É uma praga polífaga, migratória e destrutiva com grande capacidade de dispersão e adaptação. Além do grão-de-bico, a *S. frugiperda* também é uma praga de importância agrícola para culturas como o milho, soja, trigo dentre outras e, com isso, para um manejo eficiente, é necessário a implementação de estratégias em todo o sistema de produção, além da integração de diferentes métodos de controle (HE et al., 2021; MONTEZANO et al., 2018).

De acordo com Lucini e Panizzi (2020), para se obter eficiência nas estratégias de controle de pragas, é necessário a retomada do Manejo Integrado de Pragas (MIP), que tem como uma das bases o conhecimento sobre a biologia do inseto. Essa pressão pela aplicação do MIP tem sido cada vez mais necessária diante dos problemas gerados pelo uso excessivo e inadequado de inseticidas sintéticos no controle de pragas e a pressão mundial por uma agricultura mais sustentável. Com isso, nos últimos anos, têm-se observado a retomada da aplicação de diferentes métodos de controle, especialmente o controle biológico (ARAKERE et al., 2022; PAIVA et al., 2024).

Para o manejo de pragas, de modo geral, nos últimos anos no Brasil, devido aos efeitos adversos dos agroquímicos na saúde humana e no meio ambiente, tem crescido o uso de bioinsumos como principal alternativa para a agricultura sustentável, são produtos biológicos que tem como objetivo promover controle biológico, nutrição e diminuição de estresses bióticos e abióticos das plantas (JACQUET et al., 2022). Os bioinsumos para o manejo de pragas agrícolas podem ser classificados como microrganismos, composto por bactérias, fungos e vírus e como macrorganismos, constituídos por predadores e parasitoides (KAUSHIK et al., 2019). Nesse contexto, as rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPR) tem despertado interesse crescente devido a capacidade de atuar também como agentes de controle biológico (NELSON, 2004; D'ALESSANDRO et al., 2014).

Esses organismos que vivem associadas às raízes de plantas trazendo diversos benefícios como facilitar a absorção de nutrientes como fósforo, fixar nitrogênio aumentar a resistência a fatores abióticos, além de induzir resistência sistêmica ao desencadear respostas moleculares e fisiológicas que aumentam a defesa das plantas contra patógenos e pragas (PINEDA et al., 2010; RASHID et al., 2017a; LING et al., 2022).

As bactérias do gênero *Bacillus* são as mais utilizadas em controle biológico. Elas têm ocorrência cosmopolita e são encontradas em todas as partes do mundo, em vários substratos como solo, superfície de plantas, rizosfera, grãos armazenados, insetos mortos, dentre outros. São bactérias Gram-positivas e aeróbicas, podendo facultativamente crescer em anaerobiose (PAIVA et al., 2024; KAUSHIK et al., 2019). Estudos demonstram que PGPR como *Bacillus spp.* induzem resistência, ativando vias hormonais e respostas de defesa como acúmulo de H_2O_2 , expressão de genes, contribuindo para o controle de pragas (ZEBELO et al., 2016; RASHID et al., 2017; RUMYANTSEV et al., 2023). Nesse contexto, a Política Estadual de Bioinsumos de Goiás (Lei nº 21.005/2021) reforça o incentivo ao uso de produtos biológicos, promovendo práticas agrícolas sustentáveis e destacando a importância da pesquisa em bioinsumos. Diante disso o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito da inoculação de *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens* em grão-de-bico sobre *S. frugiperda*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP), localizado no Instituto Federal Goiano (IFG), Campus Urutaí – Goiás em ambiente controlado com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

2.2 ORIGEM DAS CEPAS BACTERIANAS E DAS LAGARTAS

As bactérias *B.subtilis* e *B.amyloliquefaciens* foram provenientes do Laboratório da Unidade de Referência em Bioinsumos (URB) e as lagartas *Spodoptera frugiperda* foram oriundas da criação do LabMIP, ambos locais situados no IFG – Campus Urutaí.

2.3 MATERIAL VEGETAL E INOCULAÇÃO DAS BACTÉRIAS

Sementes grão-de-bico, da cultivar BRS Cristalino, provenientes da Embrapa Hortaliças foram submetidas à inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens*. Essas espécies de bactérias foram cultivadas em placas de Petri com meio BDA e após 24 horas de crescimento, bactérias das placas foram raspadas e preparadas em suspensão em água destilada, na concentração $1,10^8$ UFC/mL. As sementes foram mergulhadas na suspensão das diferentes bactérias por um período de 20 horas, de acordo com estudos anteriores. No tratamento controle as sementes mergulhadas em água destilada. Após o período de inoculação, foi realizado o plantio das sementes em vasos de 5 L contendo solo + areia na proporção 3:1, e mantidos em casa de vegetação com irrigação diária. A adubação do solo no plantio e ao longo do desenvolvimento das plantas foi realizada conforme as recomendações da cultura.

2.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DE *S. frugiperda*

Aos 30 dias após o plantio do grão-de-bico, lagartas recém eclodidas (± 48 horas), foram individualizadas em placas de Petri de 8 cm de diâmetro, contendo algodão umedecido e alimentadas com folhas de grão-de-bico submetidas aos tratamentos citados acima, o alimento foi trocado a cada dois dias.

Os insetos foram monitorados diariamente a fim de avaliar os seguintes parâmetros biológicos: duração da fase larval e pupal; peso larval e pupal (± 24 horas); mortalidade larval e pupal e, duração do período de desenvolvimento - lagarta-adulto. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com vinte repetições.

2.5 AVALIAÇÃO DE NÃO PREFERÊNCIA PARA ALIMENTAÇÃO

Folhas de grão-de-bico dos respectivos tratamentos tiveram a base enrolada com algodão umedecido, a fim de manter a turgescência foliar, e colocadas de maneira circular e equidistante em placas de Petri de 9 cm de diâmetro. Em seguida, no centro da placa foi

colocado uma placa de Petri menor contendo 10 lagartas de terceiro instar, alimentadas anteriormente em dieta artificial, porém submetidas há três horas de jejum. O número de lagartas presentes nas folhas de grão-de-bico às 2,0, 6,0, 24,0 e 48,0h após a liberação, foi registrado. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições.

2.6 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES NUTRICIONAIS DE *S. frugiperda*

Lagartas de quarto instar, provenientes da criação em dieta artificial, foram pesadas e individualizadas em placas de Petri (9,0 cm de diâmetro). Em seguida folhas de grão-de-bico dos tratamentos avaliados foram pesadas e colocadas nas placas para alimentação das lagartas.

Diariamente os restos do alimento e fezes eram removidos e guardados em recipientes separados e deixados em temperatura ambiente e novas folhas de grão-de-bico eram pesadas e feita a reposição do alimento. Depois de 5 dias de alimentação, as lagartas foram pesadas e eutanasiadas por congelamento e secas em forno com os restos de comida (70 °C por 48 h) até atingir peso constante.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso inicial e final das lagartas, peso do alimento fornecido, peso do resto da alimentação, peso das fezes e tempo de alimentação (dias). Uma alíquota de cinco lagartas foi pesada (peso fresco e seco) a fim de obter o fator de correção para o peso seco inicial, que foi calculado usando o peso seco médio dividido pela média peso fresco. O resultado foi multiplicado pelo valor inicial do peso fresco das lagartas (PARRA, 1991). O mesmo procedimento foi utilizado para obter o fator de correção de peso seco para o alimento fornecido em função da perda de água. Para a realização das análises os valores de peso foram transformados em pesos secos. O delineamento experimental utilizado foi DBC, com dez repetições.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resíduos da análise de variância (ANOVA) foram submetidos aos testes de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Os dados que não atenderam os pressupostos da ANOVA foram avaliados usando Modelo Linear Generalizado (GLM) com os dados ajustados as distribuições binomiais negativa e quasi-Poisson. As análises foram realizadas usando o software R 4.3.1 (R Development Core Team 2023).

3. RESULTADOS

Folhas de grão de bico cujas sementes foram submetidas a inoculação com *B.subtilis* (Bs) foram menos atrativas à *Spodoptera frugiperda* em todos os tempos avaliados diferindo dos demais tratamentos ($p < 0,001$) (Tabela 1). Não foi observado diferença significativa no número de lagartas nos tratamentos com *B.amyloliquefaciens* (Ba) e no controle em todos os tempos.

Tabela 1. Número médio ($\pm$ erro padrão) de lagartas *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) encontrados nas folhas de grão de bico submetido a diferentes tratamentos ao longo do tempo.

Tratamento	2 h	6 h	24 h	48 h
<i>B.amyloliquefaciens</i>	2,25 $\pm$ 0,5a	2,55 $\pm$ 0,22a	2,85 $\pm$ 0,22a	2,45 $\pm$ 0,11a
<i>B.subtilis</i>	1,25 $\pm$ 0,5b	1,35 $\pm$ 0,19b	1,65 $\pm$ 0,20b	1,65 $\pm$ 0,13b
Controle	1,65 $\pm$ 0,63a	2,60 $\pm$ 0,19a	3,05 $\pm$ 0,28a	3,75 $\pm$ 0,21a
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente (GLM com distribuição de binomial negativa ($p \geq 0,05$), seguido por comparações múltiplas)

O peso das lagartas variou significativamente entre os tratamentos ($p < 0,001$), com os menores valores observados nos tratamentos com *B.amyloliquefaciens* (Ba) 0,27 ($\pm$ 0,01 g) e *B.subtilis* (Bs) 0,24 ($\pm$ 0,02 g) (Tabela 2). O controle apresentou lagartas significativamente mais pesadas (0,41 $\pm$ 0,02 g). O comprimento das lagartas seguiu a mesma tendência, sendo maior no controle 2,65 ($\pm$ 0,07 cm) e significativamente menor nos tratamentos com Ba 2,29 ($\pm$ 0,05 cm) e Bs 2,17 ($\pm$ 0,08 cm). A inoculação de grão-de-bico com ambas as bactérias, provocou efeito negativo causando lagartas menos pesadas quando comparado tratamento com o controle. Não se observou, porém, diferença no peso quando se compara as duas bactérias. Já o peso da pupa não foi alterado de maneira significativa.

Tabela 2. Peso e comprimento de lagarta e pupa ($\pm$ erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de grão de bico submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamento	Lagarta		Pupa	
	Peso	Comprimento	Peso	Comprimento
<i>B.amyloliquefaciens</i>	0,27 $\pm$ 0,01b	2,29 $\pm$ 0,05b	0,28 $\pm$ 0,01a	1,54 $\pm$ 0,04a
<i>B.subtilis</i>	0,24 $\pm$ 0,02b	2,17 $\pm$ 0,08b	0,27 $\pm$ 0,01a	1,59 $\pm$ 0,03a
Controle	0,41 $\pm$ 0,02a	2,65 $\pm$ 0,07a	0,26 $\pm$ 0,02a	1,62 $\pm$ 0,03a
F	16,6	13,77	0,79	1,49
p	<0,001	<0,001	0,459	0,235

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O peso e o comprimento das pupas não diferiram significativamente entre os tratamentos ($p = 0,459$ e $p = 0,235$), respectivamente. Os valores médios de peso variaram de 0,26 a 0,28 g, enquanto o comprimento das pupas ficou entre 1,54 e 1,62 cm.

A viabilidade larval não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,218$) (Figura 1). Os valores variaram entre 94,73% no controle, 83,33% no tratamento com Ba e 73,68% no tratamento com Bs. A viabilidade pupal também não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,07$), embora Bs tenha mostrado um valor consideravelmente menor (49,72%) em comparação com o controle (94,73%) e Ba (84,61%).

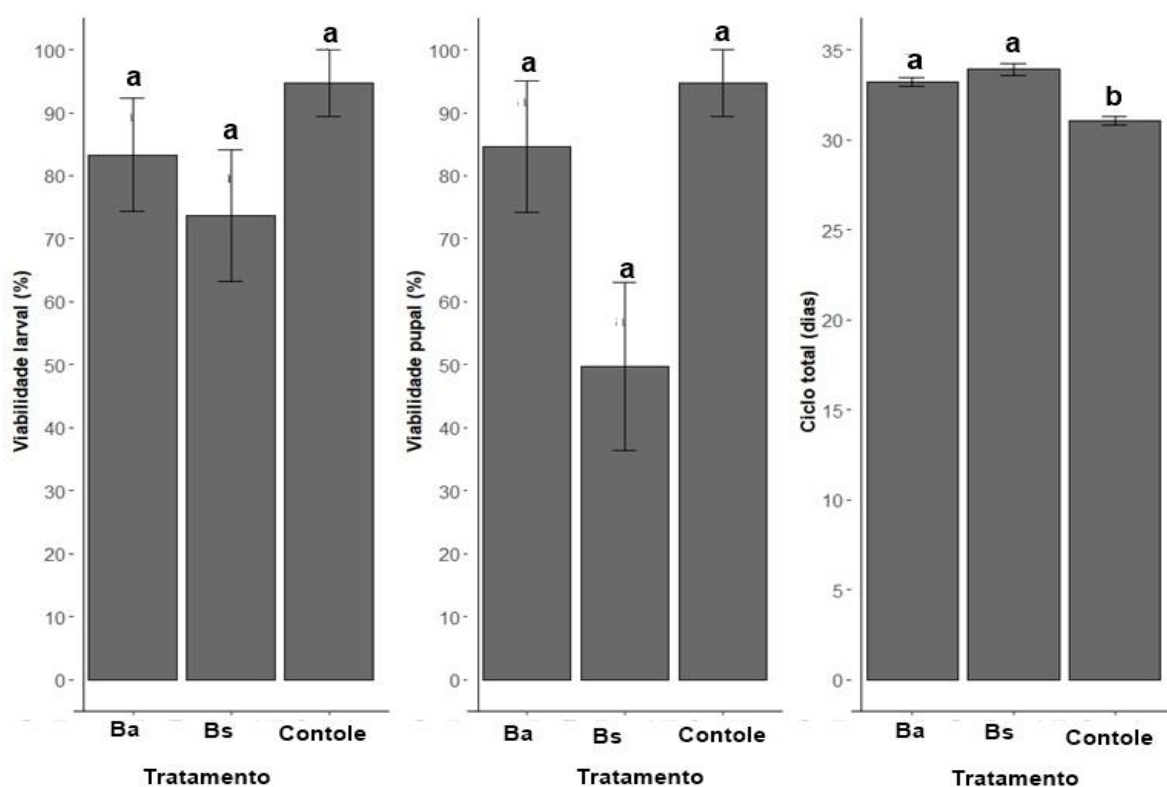


Figura 1. Viabilidade larval e pupal e ciclo total ($\pm$ erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* alimentada com folhas de grão de bico submetidos a diferentes tratamentos. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O tempo médio de desenvolvimento da fase larval até a fase adulta foi significativamente diferente entre os tratamentos ($p < 0,001$). O maior prolongamento no ciclo de desenvolvimento foi observado nas lagartas alimentadas com grão de bico tratados com Bs causou um aumento para 33,9 dias, seguida de 33,20 dias para as lagartas alimentadas com Ba (Figura 1).

A alimentação com folhas de grão-de-bico, tratadas com e sem bactérias, teve influência apenas no parâmetro de alimento ingerido (Tabela 3). Os três tratamentos apresentaram ganhos de peso semelhantes, com valores médios variando de 0,32 a 0,42 g, indicando que não houve diferença estatística entre os tratamentos nesse parâmetro. Para a taxa de consumo, os valores

médios variaram entre 1,95 e 2,58, sendo a maior taxa observada em *Ba* ($2,58 \pm 0,30$), sem diferença estatística significativa entre os tratamentos avaliados ($p = 0,2159$).

Tabela 3. Médias (g) do alimento ingerido, ganho de peso e taxa de consumo ($\pm$ erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de grão de bico submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamento	Índices Nutricionais		
	Alimento Ingerido	Ganho de Peso	Taxa de Consumo
<i>B.amyloliquefaciens</i>	$4,90 \pm 0,17$ b	$0,32 \pm 0,04$ a	$2,58 \pm 0,30$ a
<i>B.subtilis</i>	$3,70 \pm 0,50$ a	$0,32 \pm 0,60$ a	$1,96 \pm 0,34$ a
Controle	$4,61 \pm 0,15$ ab	$0,42 \pm 0,35$ a	$1,95 \pm 0,19$ a
p	0,02854	0,2898	0,2159

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os valores de Disponibilidade Aproximada (D.A.) variaram de 95,80 a 97,05% para Bs e Ba, respectivamente, isso indica que não houve diferença significativa ($p = 0,126$) entre os tratamentos (Tabela 4). Para a Eficiência de Conversão Ingerido (E.C.I.) os valores variaram de 6,83% para o tratamento com *B.amyloliquefaciens* e 9,84% para o tratamento com *B.subtilis*, não havendo, porém, diferença estatística entre os tratamentos, indicando que a eficiência do alimento ingerido, convertido em ganho de peso, não foi afetada pelos tratamentos.

Tabela 4. Índices nutricionais ($\pm$ SE) de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de grão de bico submetidos a diferentes tratamentos.

Tratamento	Índices Nutricionais (%)			
	D.A.	E.C.I.	E.C.D.	C.M.
<i>B.amyloliquefaciens</i>	$97,05 \pm 0,30$ a	$6,83 \pm 0,90$ a	$7,03 \pm 0,92$ a	$92,97 \pm 0,92$ a
<i>B.subtilis</i>	$95,80 \pm 0,70$ a	$9,84 \pm 1,75$ a	$10,32 \pm 1,90$ a	$89,7 \pm 1,90$ a
Controle	$95,96 \pm 0,34$ a	$9,25 \pm 0,85$ a	$9,65 \pm 0,89$ a	$90,35 \pm 0,89$ a
p	0,126	0,2	0,183	0,183

D.A.: Disponibilidade Aproximada; E.C.I.: Eficiência de Conversão Ingerido; E.C.D.: Eficiência de Conversão Digerido; C.M.: Custo Metabólico. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As lagartas alimentadas com plantas inoculação com ambos os *Bacillus* não tiveram alterações nos índices nutricionais, Disponibilidade Aproximada ($p = 0,126$), Eficiência de Conversão Ingerido ($p = 0,2$) Eficiência de Conversão Digerido ($p = 0,183$) e Custo Metabólico ($p = 0,183$) (Tabela 4), indicando que a quantidade relativa de matéria consumida não foi influenciada pelos tratamentos avaliados.

4. DISCUSSÃO

A inoculação das sementes de grão-de-bico com *B.subtilis* influenciou negativamente a preferência para alimentação de *S. frugiperda* em todos os tempos avaliados. Esse fato, possivelmente está relacionado a resistência induzida que levou a síntese de compostos voláteis repelentes ou inibidores de alimentação. Aleloquímicos como isoterpenos, esteroides e compostos fenólicos, causam repelência ao inseto durante a escolha do hospedeiro para alimentação e/ou oviposição (BALDIN et al., 2019). As plantas utilizam diversas estratégias de defesa para se protegerem contra o ataque de insetos herbívoros, como estruturas morfológicas e compostos químicos que podem ser de natureza constitutivos ou induzida (ARIMURA, 2009; HARE, 2011). O ácido salicílico (SA), etileno (ET), ácido jasmônico (JA) e ácido n-hidroxi-pipecólico (NHP) são fundamentais na mediação da resistência induzida (RI) aumentando a defesa das plantas contra insetos e patógenos (VLOT et al., 2008).

Diferentes espécies de bactérias dentre elas *Pseudomonas* sp e *Bacillus* sp, presentes nas raízes das plantas, além de promover o crescimento vegetal, induzem RI contra diversos patógenos e insetos herbívoros (PIETERSE et al., 2014). *Pseudomonas fluorescens* SS101 induziu resistência contra *Spodoptera exigua* (VAN DE MORTEL et al., 2012). As cepas de *P. fluorescens* Pfl1, TDK1 e PY15 induziram resistência de plantas de arroz a lagarta *Cnaphalocrocis medinalis* pela ativação de diversas enzimas como Polifenoloxidase (PPO), Lipoxigenase (LOX), quitinases e inibidores de tripsina (SARAVANAKUMAR et al., 2007, 2008). *Bacillus subtilis* induziu resistência contra a mosca-branca, *Bemisia tabaci*, em tomate (*Solanum lycopersicum*), promovendo o aumento da expressão de diversos genes dentre eles os ligados a fotossíntese, os das vias biossintéticas de fenilpropanoides e terpenoides, e os que atuam na síntese de proteases e inibidores de proteinase (VALENZUELA-SOTO et al., 2010). *B.amyloliquefaciens* S499 induziu a produção de lipopeptídeos em plantas de tomate resultando no aumento da expressão de genes relacionados a síntese de lipoxigenases (CAWOY et al., 2014). Outro endófito produtor de lipopeptídeos, a cepa Blu-v2 de *B.amyloliquefaciens*, também induziu a resistência em plantas contra a lagarta-do-cartucho (LI et al., 2015). A exposição das raízes de *Arabidopsis* à *Bacillus velezensis* YC7010 induziu resistência a pulgões, mediante ao aumento do acúmulo de H₂O₂, morte celular e deposição de calose nas folhas (RASHID et al., 2017).

O tratamento com *B. amyloliquefacies* e *B. subtilis* reduziram significativamente o peso e o comprimento das lagartas de *S. frugiperda*, além de provocar aumento no período de desenvolvimento na fase larval. Isso sugere que, embora os tratamentos tenham impactado o crescimento larval, o efeito não afetou os insetos na fase de pupa. Resultados semelhantes foram

registrados por Li et al. (2015) que observaram menor peso larval de *S. frugiperda* que se alimentaram de plantas tratadas com *B.amyloliquefaciens*. Zebelo et al. (2016) também registraram que a inoculação de algodão com *Bacillus* spp. induziu a biossíntese de gossipol, um composto antinutricional, causando menor peso larval de *S. exíqua*. Larvas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de manjeriço-doce inoculadas com *B.amyloliquefaciens* também apresentaram redução nos pesos larval e pupal (PALERMO et al., 2022)

De acordo com Smith (2005), Vendramim e Guzzo (2009) e Baldin et al. (2019), dentre as características constitutivas ou induzidas nas plantas relacionadas a resistência aos insetos estão: prolongamento e mortalidade nas fases imaturas, redução de peso das fases imaturas e adulta, dentre outras. Esses efeitos são causados pela ação de metabólitos como alcaloides, terpenos, quinonas, inibidores enzimáticos.

A viabilidade larval e pupal não apresentaram diferenças estatísticas, mas houve uma tendência de menor sobrevivência das lagartas em pupas que foram alimentadas com plantas tratadas com *B. subtilis*. Essa redução na viabilidade pupal para Bs indica que o tratamento com a respectiva bactéria afetou a pupa, porém devido à grande variabilidade dessa variável dentro do tratamento, resultou não detecção de diferença significativa comparado com os demais tratamentos. Em uma triagem de bioensaio com 33 isolados de *Bacillus* contra *S. frugiperda* mostrou que *Bacillus subtilis* Esh73 provocou a mortalidade larval de 80% em dois dias após o início do tratamento, indicando uma potente atividade inseticida contra *S. frugiperda*. (FATHY et al., 2024).

A alta letalidade é atribuída aos metabólitos secundários bioativos produzidos pelos isolados de *Bacillus* (IQBAL et al., 2023). Em estudos anteriores foi mostrado que *B.subtilis* produziu metabólitos lipopeptídeos bioativos que foram usados para controlar *Spodoptera littoralis* (ABD EL-SALAM et al., 2011). *B.subtilis* EB01 (OQ071610) também foi considerada mais patogênica, causando 74% de mortalidade na lagarta *C. medinalis* em estudos in vitro (JANAKI et al., 2024). Da mesma forma, Abd El-Salam et al. (2011) demonstraram que o efeito inseticida do isolado de solo *B.subtilis* NRC313 induziu a mortalidade em larvas de *S. littoralis*. Estudos feitos por Sarkhandia et al. (2023) relataram que a mortalidade em *S. litura* foi devido ao crescimento bacteriano de *Pseudomonas* sp. no hemocele.

O uso de *B.amyloliquefaciens* aumentou significativamente o consumo de alimento, mas não influenciou de forma estatisticamente significativa o ganho de peso ou a taxa de consumo. Já *B.subtilis* apresentou o menor consumo de alimento, sem comprometer os demais parâmetros. Isso sugere que, apesar da variação no consumo alimentar, o ganho de peso não foi afetado de forma relevante. A ausência de significância estatística nos outros índices sugere que

os tratamentos não afetaram o desempenho nutricional, apesar das variações nos valores médios.

Os resultados diferem dos encontrados por Karshanal et al. (2023) que registraram redução no consumo alimentar e no ganho de peso de *S. frugiperda* que foram alimentadas com plantas inoculadas com diferentes isolados bacterianos. Em outro estudo, o tratamento com bactérias reduziu o consumo alimentar da mesma lagarta, possivelmente devido à modulação da microbiota intestinal das larvas, indicando um efeito indireto (WINSSY et al., 2024). De forma semelhante, a inoculação com *B.subtilis* também levou à diminuição do consumo alimentar da lagarta *Cnaphalocrocis medinalis* em plantas de arroz tratadas (JANAKI et al., 2024). Todavia, Li et al. (2015), que demonstrou que *B.amyloliquefaciens* impediu a alimentação de larvas de *S. frugiperda* e reduziu significativamente o peso das larvas.

Não houve alterações nos índices nutricionais nas lagartas alimentadas com plantas inoculadas com *B.subtilis* e *B.amyloliquefaciens*. Esses resultados diferem dos encontrados por Sellappan e Thangavel (2024) e Palermo et al. (2022) que observaram que larvas de *S. frugiperda* alimentadas com milho e manjerição-doce inoculados com *B.amyloliquefaciens* apresentaram menores taxas de consumo e eficiência na conversão do alimento ingerido. Essa diferença nos resultados dos índices nutricionais, quando comparado ao presente estudo, pode estar relacionada a diversos fatores como a diferença entre as cepas e a utilização de lagartas em estádios mais avançados. Acharya et al. (2020) registrou que instares iniciais de *S. frugiperda* apresentam maior susceptibilidade a bactérias do que instares mais avançados, pois segundo Beckage e Gelman (2004) conforme os estádios larvais progridem há o aumento da resistência contra patógenos devido ao desenvolvimento do sistema imunológico dos insetos.

5. CONCLUSÕES

A inoculação de sementes de grão-de-bico com *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* induziu resistência as plantas interferindo negativamente na biologia de *Spodoptera frugiperda*, demonstrando um impacto significativo sobre o comportamento e desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*, sugerindo o potencial dessas bactérias na indução de resistência nas plantas e no controle de pragas.

A maior diferença foi na atratividade. A resistência induzida foi observada de forma mais pronunciada no tratamento com *B. subtilis*, que resultou em uma menor atratividade das plantas para as lagartas, além de reduzir o peso e o comprimento das mesmas. Este efeito pode ser atribuído à síntese de compostos voláteis repelentes ou inibidores de alimentação.

Os achados deste estudo reforçam o potencial de *Bacillus* como agente de resistência induzida em plantas de grão-de-bico contra *S. frugiperda*. Esses microrganismos podem representar uma estratégia sustentável para o manejo integrado de pragas, reduzindo a dependência de inseticidas químicos e contribuindo para uma agricultura mais sustentável e produtiva. No entanto, estudos adicionais são necessários para compreender melhor os mecanismos envolvidos na indução de resistência e avaliar a eficácia dessas bactérias em condições de campo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD, EL-SALAM; et al. Potência de *Bacillus thuringiensis* e *Bacillus subtilis* contra larvas de lagarta-do-algodoeiro, *Spodoptera littoralis* (Bosid.). **Arquivos de Fitopatologia e Proteção de Plantas**, v. 44, n. 3, p. 204-215, 2011.
- ACHARYA, R.; et al. Suscetibilidade de vários estágios de desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, a nematoides entomopatogênicos. **Insetos**, v. 11, n. 12, p. 868, 2020.
- ARAKERE, UC; et al. Biopesticida microbiano como solução sustentável para o manejo de pragas: conquistas e perspectivas. **Biopesticidas**, v. 2, p. 183-200, 2022.
- ARIMURA, G.I.; MATSUI, K.; TAKABAYASHI, J. Ecologia química e molecular de voláteis de plantas induzidos por herbívoros: fatores imediatos e suas funções finais. **Plant Cell Physiology**, v. 50, p. 911-23, 2009.
- AVANCINI, S.R.P.; et al. Composição química e valor nutricional de cultivares de grão-de-bico produzidos no Estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, p. 145-53, 1992.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de Plantas a Insetos: Fundamentos e aplicações**. Piracicaba: FEALQ, p.149-170, 2019.
- BECKAGE, NANCY E.; GELMAN, DALE B. Interrupção do desenvolvimento do hospedeiro por parasitoides de vespas: implicações para novas estratégias de base biológica para o controle de insetos. **Annual Reviews in Entomology**, v. 49, n. 1, p. 299-330, 2004.
- BOHRA, A.; et al. A chave para o futuro está no passado: insights da domesticação e melhoria de leguminosas de grãos devem informar futuras estratégias de melhoramento. **Plant and Cell Physiology**, v. 63, n. 11, p. 1554-1572, 2022.
- CAWOY, H.; et al. A estimulação da defesa vegetal por isolados naturais de *Bacillus* depende da produção eficiente de surfactina. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 27, n. 2, p. 87-100, 2014.
- D'ALESSANDRO, M.; et al. Voláteis produzidos por bactérias endofíticas do solo aumentam a resistência de plantas a patógenos e afetam as interações tritróficas. **Plant, cell & environment**, v. 37, n. 4, p. 813-826, 2014.
- DÖNMEZ, ALİ ASLAN. *Cicer uludereensis* Dönmez: uma nova espécie de *Cicer* (grão-de-bico) (Fabaceae) do Crescente Fértil, sudeste da Turquia. **Turkish Journal of Botany**, v. 35, n. 1, p. 71-76, 2011.
- FATHY, H.M.; et al. Isolamento e caracterização de cepas de *Bacillus* de manguezais egípcios: explorando seu potencial endolítico em milho para controle biológico de *Spodoptera frugiperda*. **Biology**, v. 13, n. 12, p. 1057, 2024.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Food and agriculture data. In: **FAOSTAT**. Brasil, Goiás, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 26 de nov. 2024.

GHRIBI, A.M.; et al. Estudo nutricional e composicional de farinhas de grão-de-bico Desi e Kabuli (*Cicer arietinum* L.) de cultivares tunisianas. **Advances in Food Technology and Nutrition Sciences Open Journal**, v. 1, n. 2, p. 38-47, 2015.

HARE, J.D. Papel ecológico dos voláteis produzidos por plantas em resposta a danos causados por insetos herbívoros. **Annual review of entomology**, v. 56, n. 1, p. 161-180, 2011.

HE, L.M.; et al. Dieta lagartal afeta o desenvolvimento e a reprodução da cepa do leste asiático da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 3, p. 736-744, 2021.

IQBAL, S.; et al. Classificação e potencial multifacetado de metabólitos secundários produzidos pelo grupo *Bacillus subtilis*: Uma revisão abrangente. **Molecules**, v. 28, n. 3, p. 927, 2023.

JACQUET, F.; et al. Agricultura sem pesticidas como um novo paradigma para pesquisa. **Agronomia para o Desenvolvimento Sustentável**, v. 42, n. 1, p. 8, 2022.

JANAKI, M.; et al. Efeito de biocontrole de bacillus subtilis contra *Cnaphalocrocis medinalis* (guenée) (Lepidoptera: Pyralidae): Uma abordagem sustentável para o manejo de pragas do arroz. **Agronomy**, v. 14, n. 2, p. 310, 2024.

KARSHANAL, J.; KALIA, VINAY K. Eficácia de isolados nativos de *Bacillus* contra diferentes ínstares larvais da lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda*, isoladamente e em combinação. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 33, n. 1, p. 102, 2023.

KAUSHIK, BD.; KUMAR, DEEPAK.; SHAMIM, MD. (Ed.). **Biofertilizantes e biopesticidas na agricultura sustentável**. CRC Press, 2019.

LI, H.; et al. Bactéria endofítica, *Bacillus amyloliquefaciens*, aumenta a resistência de hostas ornamentais a doenças e pragas de insetos. **Journal of Plant Interactions**, v. 10, n. 1, p. 224-229, 2015.

LING, S.; et al. Aumento da defesa anti-herbívora de plantas de tomateiro contra *Spodoptera litura* por suas bactérias da rizosfera. **BMC Plant Biology**, v. 22, n. 1, p. 254, 2022.

LUCINI, T.; PANIZZI, AR.; DIOS, RVP. Parasitismo de mosca taquinídea e fenologia do percevejo neotropical de ombros vermelhos, *Thyanta perditor* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae), na planta hospedeira selvagem, *Bidens pilosa* L. (Asteraceae). **Entomologia Neotropical**, v. 49, p. 98-107, 2020.

MOHAMMED, A.; et al. Opções de manejo para grão de bico de sequeiro (*Cicer arietinum* L.) no nordeste da Etiópia sob condições de mudança climática. **Gestão de Riscos Climáticos**, v. 16, p. 222-233, 2017.

MONTEZANO, DG.; et al. Plantas hospedeiras de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) nas Américas. **Entomologia Africana**, v. 26, n. 2, pág. páginas 286-300, 2018.

NASCIMENTO, W.M.; et al. Grão-de-bico. In: Hortaliças leguminosas. **Embrapa Hortaliças**, Brasília. p.89-118, 2016.

NELSON, LOUISE M. Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPR): perspectivas para novos inoculantes. **Crop management**, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2004.

- NWILENE, F.; et al. **Pragas de insetos do arroz e seu manejo**. Burleigh Dodds Science Publishing, 2017.
- OZTURK, M. Revisão do gênero *Cicer* L. Turk. Morfologia. Palinol. Métodos filogenéticos de citotaxonomia. Análise de proteína de semente. Conteúdo Tese de doutorado. Gra. Sch. Nat. **Appl. Sci. Selçuk Univ.** Konya Turk. 2011.
- PAIVA, R.I.F.D. **Avaliação da taxa de sobrevivência da praga emergente *Trachymela sloanei* em diferentes híbridos de eucalipto**. Tese de Doutorado, 2024.
- PALERMO, T.B.; et al. A inoculação de rizobactérias benéficas em *Ocimum basilicum* reduz o desempenho de crescimento e o valor nutricional de *Spodoptera frugiperda*. **Pest Management Science**, v. 78, n. 2, p. 778-784, 2022.
- PIETERSE, Corné MJ et al. Resistência sistêmica induzida por micróbios benéficos. **Annual review of phytopathology**, v. 52, n. 1, p. 347-375, 2014.
- PINEDA, A.; et al. Ajudando as plantas a lidar com insetos: o papel dos micróbios benéficos transmitidos pelo solo. **Tendências em ciência vegeta**, v. 15, n. 9, p. 507-514, 2010.
- RASHID, MD HARUN-OR.; CHUNG, YOUNG R. Indução de resistência sistêmica contra insetos herbívoros em plantas por micróbios benéficos do solo. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1816, 2017.
- RASHID, MD HARUN-OR.; et al. Indução de resistência sistêmica contra pulgões pelo *Bacillus velezensis* YC7010 endofítico via expressão de PHYTOALEXIN DEFICIENT4 em Arabidopsis. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 211, 2017a.
- RUMYANTSEV, SD.; et al. *Bacillus subtilis* 26D desencadeia resistência sistêmica induzida contra *Rhopalosiphum padi* L. regulando a expressão dos genes AGO, DCL e microRNA em trigo de primavera. **Microorganisms**, v. 11, n. 12, p. 2983, 2023.
- SARAVANAKUMAR, D.; et al. Moléculas de defesa induzidas por *Pseudomonas* em plantas de arroz contra a praga da dobradeira-de-folhas (*Cnaphalocrocis medinalis*). **Pest Management Science: anteriormente Pesticide Science**, v. 63, n. 7, p. 714-721, 2007.
- SARAVANAKUMAR, D.; et al. *Pseudomonas fluorescens* aumenta a resistência e a população de inimigos naturais em plantas de arroz contra a praga dobradeira de folhas. **Journal of Applied Entomology**, v. 132, n. 6, p. 469-479, 2008.
- SARKHANDIA, S.; et al. Efeitos larvicidas, inibitórios do crescimento e bioquímicos da bactéria do solo, *Pseudomonas* sp. EN4 contra *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). **BMC microbiology**, v. 23, n. 1, p. 95, 2023.
- SELLAPPAN, R.; THANGAVEL, K. *Bacillus amyloliquefaciens* MZ895491: uma bactéria endofítica como potencial agente de biocontrole no manejo integrado de pragas da lagarta-do-cartucho-do-milho em milho. **Biocontrol Science and Technology**, v. 34, n. 12, p. 1150-1164, 2024.
- SMITH CM. Resistência de plantas a artrópodes: abordagens moleculares e convencionais. Dordrecht: **Springer**, p. 421, 2005.
- TOKER, C.; et al. Grão-de-bico. **Transferência de genes alienígenas em plantas de cultivadas**, v. 2, p. 121-151, 2014.

VALENZUELA-SOTO, JH.; et al. A inoculação de tomateiros (*Solanum lycopersicum*) com *Bacillus subtilis*, promotor de crescimento, retarda o desenvolvimento da mosca-branca *Bemisia tabaci*. **Planta**, v. 231, n. 2, p. 397-410, 2010.

VAN DE MORTEL, JE.; et al. Alterações metabólicas e transcriptômicas induzidas em *Arabidopsis* pela rizobactéria *Pseudomonas fluorescens* SS101. **Plant Physiology**, v. 160, n. 4, p. 2173-2188, 2012.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição de insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: bases para o manejo integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 1055-105, 2009.

VLOT AC.; KLESSIG DF.; PARK SW. Resistência sistêmica adquirida: o(s) sinal(is) elusivo(s). **Current Opinion in Plant Biology**, v. 11, n. 4, p. 436-442, 2008.

WINSSY, T. D.; et al. Bactérias associadas ao intestino produtoras de quitinase afetaram a capacidade de sobrevivência do inseto *Spodoptera frugiperda*. **Frontiers in Bioscience-Elite**, v. 16, n. 2, p. 15, 2024.

ZEBELO, S.; et al. Rizobactérias ativam genes da (+)- δ -cadineno sintase e induzem resistência sistêmica em algodão contra a lagarta-do-cartucho-da-beterraba (*Spodoptera exigua*). **Plant, Cell & Environment**, v. 39, n. 4, p. 935-943, 2016.