



Safra 2023/2024

Boletim Técnico de Resultados

Dezembro de 2024

BOLETIM TÉCNICO DE RESULTADOS - BTR

SAFRA 2023/2024

Chegamos ao Boletim Técnico de Resultados (BTR) da safra 2023/2024, um documento crucial para o agronegócio e para o produtor rural que, mais do que nunca, busca soluções práticas e inovadoras para os desafios diários no campo. Este boletim é a continuidade de um trabalho que, desde sua criação, tem como objetivo transformar a pesquisa científica em respostas concretas para a agricultura.

No IGA, sabemos que a chave para o avanço da produtividade e a sustentabilidade está na pesquisa, na inovação e na adaptação às novas demandas do campo. Em 2023/2024, reforçamos nosso compromisso com a evolução das práticas agrícolas, explorando novas tecnologias, melhorando processos produtivos e, especialmente, garantindo que o produtor rural tenha acesso a soluções que façam a diferença em suas lavouras.

Entre os destaques desta safra, as pesquisas relacionadas ao comportamento de cultivares de soja, milho e algodão, ao manejo de pragas e doenças e à utilização de bioinsumos, ganharam ainda mais relevância. Estamos intensificando os estudos para encontrar soluções que não apenas aumentem a produtividade, mas também contribuam para a preservação dos recursos naturais, visando um uso mais eficiente e sustentável do solo e da água.

A pesquisa sobre os bioinsumos, em particular, mostrou avanços significativos. Testes com novos ativos e abordagens biológicas para o manejo integrado de pragas têm apresentado resultados promissores, criando alternativas mais eficientes e sustentáveis no controle de doenças e pragas. Nossa equipe de pesquisadores e especialistas segue incansavelmente em busca de soluções que atendam à crescente demanda por práticas agrícolas mais responsáveis e economicamente viáveis.

Além disso, o estudo sobre a performance de cultivares continua sendo fundamental. Conhecer as características de cada variedade, especialmente no que diz respeito à sua resistência ao estresse hídrico, seu comportamento em relação a pragas e doenças, é essencial para o planejamento das lavouras. Em um

cenário de mudanças climáticas e variabilidade de condições, essas informações ajudam o produtor a tomar decisões mais assertivas, garantindo maior segurança e rentabilidade.

Este Boletim é o fruto do trabalho árduo e dedicado de nossa equipe multidisciplinar, composta por pesquisadores, analistas, supervisores e profissionais de campo. A todas essas pessoas, a minha gratidão. Também não posso deixar de agradecer à Diretoria do IGA pela confiança e pela parceria na construção de um instituto que, com seus primeiros anos de trabalho, já se destaca como referência no apoio ao agronegócio de Goiás e do Brasil.

O IGA continua firme em sua missão de conectar ciência e campo, sempre ao lado do produtor, buscando soluções para os desafios do presente e do futuro. A todos que contribuíram para a realização deste Boletim, muito obrigado. Que este conteúdo seja uma fonte de conhecimento e inspiração para continuar avançando junto.

Boa leitura.



Haroldo Cunha - Presidente do IGA

DIRETORIA

GESTÃO 2023/2024

Presidente: Haroldo Rodrigues da Cunha
1º Vice-Presidente: Carlos Alberto Moresco
2º Vice-Presidente: Marcelo Jony Swart
1º Secretário: Marcelo Peglow
2º Secretário: Gabriel Bindewald Schlatter
1º Tesoureiro: Paulo Kenji Shimohira
2º Tesoureiro: Cássio Sitta
1º Titular: Morelos Thiago Verlage Mesquita
2º Titular: Sandra Marina Paschoaletti
3º Titular: Roland van de Groes
1º Suplente: Luiz Renato Zapparoli

COLABORADORES DO IGA PROJETO SAFRA 2023/2024

DEPARTAMENTO TÉCNICO DE PESQUISA:

*Pesquisador em Entomologia,
Plantas Daninhas e de Produtos Biológicos:*
Robério Carlos dos Santos Neves
Pesquisadora em Nematologia e Fitopatologia:
Lais Fernanda Fontana
Pesquisador em Solos e Fitotecnia:
Antônio Jussie da Silva Solino

EQUIPE TÉCNICA:

Supervisora de Projetos de Pesquisa:
Laís Tereza Rêgo Torquato Reginaldo
Supervisor Agrícola:
Carlos Eduardo Amaral e Helder Oliveira
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Jhonatan Rafael Wendling
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Carlos Eduardo Xavier S. Joaquim
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Enderson Nogueira Gama
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Weder Nunes Ferreira Junior
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Adeliane Ferreira Braga
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Danieli Alixame
Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Elias Mendes Costa

Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Vitória Caroline S. Rosa

Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Rogério Lira

Analista de Pesq.e Desenv. Agrícola:
Bruno Emanuel

Assistente de Pesquisa:
Raiane Borges

Assistente de Pesquisa:
Usiel Dias de Oliveira

Assistente de Pesquisa:
Joaquim Moura

Assistente de Pesquisa:
Carlos Eduardo Melo

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO E MARKETING

Assessora de Comunicação:
Raissa Lima Dias Albinati

COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO (CTC), BIÊNIO 2023/2024

*Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Arroz e Feijão:*
Ana Luiza Dias Coelho Borin

Consultor Agrônomo Grupo Schlatter:
André Luis da Silva

Vice-presidente e Produtor Rural:
Carlos Alberto Moresco

Gerente Grupo FMA:
Carlos Eduardo Elias Teixeira

Diretor Aprosoja GO e Produtor Rural:
Charles Louis Peeters

Diretor Elisa Agro Sustentável e Grupo Velho Tata:
Edson Rodrigo Vendruscolo

Presidente do IGA e Produtor Rural:
Haroldo Rodrigues da Cunha

Diretor Executivo IGA:
Antônio Jussie da Silva Solino

Pesquisadora em Fitopatologia e Nematologia:
Lais Fernanda Fontana

Gerente Faz. Pamplona / SLC Agrícola:
Marcelo Peglow

Pesquisador em Entomologia:
Robério Carlos dos S. Neves

Consultor Agrônomo:
Wanderley Katsumi Oishi

NOTA INSTITUCIONAL

A cooperação entre a Fundação Goiás e o Instituto Goiano de Agricultura (IGA) tem como propósito impulsionar o desenvolvimento agrícola no estado de Goiás, por meio da geração de conhecimento técnico e da validação de tecnologias adaptadas às condições locais. Essa parceria é conduzida por meio de diversas linhas de pesquisa voltadas à identificação de soluções com alto potencial produtivo e alinhadas à realidade socioeconômica dos produtores goianos.

Os resultados obtidos a partir dessas pesquisas proporcionarão aos agricultores acesso a informações confiáveis, permitindo decisões mais seguras sobre a adoção de novas tecnologias, com maior probabilidade de retorno econômico e sustentabilidade no campo. A Fundação Goiás exerce um papel estratégico nessa iniciativa. Com uma trajetória consolidada e reconhecida como pioneira na pesquisa agrícola em Goiás, a instituição reúne décadas de experiência em projetos desenvolvidos em parceria com centros de pesquisa de excelência.

Além de sua expertise técnica, a Fundação Goiás também contribui de forma decisiva com a infraestrutura necessária para o andamento das atividades. Está disponibilizando máquinas, implementos agrícolas, veículos e equipamentos laboratoriais, ampliando a capacidade operacional das ações conduzidas em conjunto com o IGA. Essa aliança entre tradição, estrutura e inovação reafirma o compromisso das duas instituições com o fortalecimento da agricultura goiana, promovendo soluções concretas, seguras e sustentáveis para os desafios do campo.

ÍNDICE



09

Área de Conhecimento 1
Entomologia e Plantas Daninhas



24

Área de Conhecimento 2
Fitopatologia e Nematologia



45

Área de Conhecimento 3
Solos e Fitotecnia

SUMÁRIO

Área de Conhecimento 1 **Entomologia e Plantas Daninhas**

09	EFICÁCIA DE INSETICIDAS QUÍMICOS, ISOLADOS OU EM MISTURAS COM BIOINSETICIDAS, NO CONTROLE DE TRIPES NO ALGODOEIRO
09	Quais práticas devem ser consideradas para manejar tripes na cultura do algodão?
10	Como identificar corretamente a presença de tripes na minha plantação?
11	Já sei identificar a presença de tripes, mas como saber se devo entrar ou não com alguma medida de controle?
13	Posso utilizar algum produto a base de fipronil para controle do tripes no algodoeiro?
13	Como as estratégias químicas e biológicas podem melhorar o controle de tripes na cultura do algodão?
14	DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DE SOQUEIRA DO ALGODÃO
15	Existe diferença entre cultivares de algodão em relação a capacidade de rebrote? Como isso pode afetar a seleção do ciclo produtivo do algodão e o manejo a ser adotado?
16	Quais manejos posso utilizar para ter um controle eficiente da soqueira?
19	Qual manejo mais eficiente para controle da soqueira da cultura do algodão em sistema de produção algodão/soja?
21	Há exigências legais para destruição das soqueiras?

Área de Conhecimento 2 **Fitopatologia e Nematologia**

24	MELHORES PRÁTICAS NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS NA SOJA
24	O que são DFCs na cultura da soja?
24	Quais são os principais métodos de controle doenças na cultura da soja?
25	Como evitar a resistência de fungicidas?
25	Fungicidas químicos podem ser associados a biológicos no manejo de doenças?
25	Como funciona a aplicação preventiva no manejo de doenças?
25	A época de semeadura irá indicar a necessidade de aplicação preventiva no manejo de doenças?

SUMÁRIO

Área de Conhecimento 2 **Fitopatologia e Nematologia**

24	MELHORES PRÁTICAS NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS NA SOJA
26	Estudos realizados no Instituto Goiano de Agricultura sobre manejo preventivo de doenças
26	Quais melhores fungicidas para serem posicionados na aplicação preventiva, no vegetativo?
27	A aplicação preventiva, no vegetativo, contribui no manejo de outras doenças da soja?
28	O uso da aplicação preventiva, no vegetativo, no manejo de doenças da soja reflete na produtividade?
29	Reconhecendo a importância da aplicação no vegetativo, quantas aplicações de fungicidas deve-se realizar em todo ciclo da soja?
29	Qual (is) melhor (es) momento (s) para realizar aplicações de fungicidas na soja?
30	Antecipar aplicações pode ser viável no manejo de doenças na cultura da soja?
31	O posicionamento de fungicidas pode impactar na produtividade?
31	Quais são as considerações finais a se pensar no posicionamento de fungicidas?
33	EFICÁCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO MANEJO DE NEMATOIDES DA SOJA
33	Por que controlar nematoides?
33	Quais são as principais espécies de nematoides que ocorrem na cultura da soja?
33	Quais as estratégias de manejo de nematoides?
34	O que se sabe sobre o uso de produtos químicos e biológicos no manejo de nematoides?
34	O uso de biológicos no manejo de nematoides é vantajoso?
34	Como os produtos biológicos ajudam no controle de nematoides?
35	Existem limitações dos produtos biológicos em alta pressão de nematoides?
35	A eficácia de controle de produtos biológicos e químicos vai além da mortalidade de nematoides?

SUMÁRIO

Área de Conhecimento 2 **Fitopatologia e Nematologia**

33	EFICÁCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO MANEJO DE NEMATOIDES DA SOJA
35	Produtos biológicos possuem eficácia de controle para <i>P. brachyurus</i> na cultura da soja?
36	Qual o atual panorama de eficácia de produtos químicos contra <i>P. brachyurus</i> na cultura da soja?
37	Como se comportam nematicidas fitoquímicos no manejo de <i>P. brachyurus</i> na cultura da soja?
38	Como se comportam os produtos biológicos no controle <i>Heterodera glycines</i> na cultura da soja?
39	Produtos químicos e fitoquímicos performam positivamente no controle de <i>H. glycines</i> na soja?
40	O uso de nematicidas podem promover incremento produtivo na cultura da soja?
42	Considerais finais sobre o manejo de nematoides na cultura da soja

Área de Conhecimento 3 **Solos e Fitotecnia**

45	ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA POTENCIALIZAR A PRODUTIVIDADE DA SOJA
45	Benefícios do uso de microrganismos nas culturas agrícolas
46	Como a inoculação de promotores de crescimento pode contribuir com o aumento de produtividade na cultura da soja?
50	Quando e como adotar uso de <i>Azospirillum brasilense</i> , <i>Bacillus aryabhattai</i> e <i>Pseudomonas fluorescens</i> para melhorar a fisiologia de plantas da cultura da soja?
51	Garantindo o sucesso dos microrganismos na soja: cuidados e manejos importantes



AC1

Área de Conhecimento 1

Entomologia e Plantas Daninhas

BTR - Safra 2023/2024

fundação goiás
Fundação de Apoio à
Pesquisa e Desenvolvimento
Agropecuário de Goiás

IGA Instituto Goiano
de Agricultura

EFICÁCIA DE INSETICIDAS QUÍMICOS, ISOLADOS OU EM MISTURAS COM BIOINSETICIDAS, NO CONTROLE DE TRIPES NO ALGODOEIRO

Robério Carlos dos Santos Neves
Pesquisador/ Entomologia e Plantas Daninhas

Rogério Lira
Dr. Entomologia / Eng. Agrônomo / Analista de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola

Enderson Nogueira Gama
Eng. Agrônomo/ Analista de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola

Carlos Eduardo Leite Mello
Dr. Ciências Agrárias/ Eng. Agrônomo / Assistente de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola

Luciene Silva Marinho
Técnica em Biotecnologia/ Assistente de Pesquisa

No manejo da cultura do algodão, o controle de pragas desempenha um papel decisivo na garantia de produtividade e qualidade da fibra do algodão. Dentre as pragas mais frequente, os tripes destacam-se como uma ameaça significativa, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento da planta pela

severidade de seu ataque e dificuldade em seu controle. Para enfrentar esse desafio, o produtor precisa tomar decisões bem fundamentadas, com base em informações técnicas. Assim, o objetivo deste trabalho é orientar sobre como enfrentar a presença do tripes no algodoeiro.

Quais práticas devem ser consideradas para manejar tripes na cultura do algodão?

As principais práticas de controle de tripes no algodão, considerando também o manejo nas culturas próximas e antecessoras como a soja, incluem:

- › **Controle do tripes nas culturas antecessoras e cultivadas em áreas próximas:** Efetuar o controle de tripes em culturas com a soja, envolvidas no sistema de sucessão e rotação é fundamental, a fim de reduzir a população da praga que pode afetar a cultura subsequente.
- › **Eliminação de plantas hospedeiras:** Remover plantas tiguerras de algodão durante a entressafra e controlar as plantas daninhas dentro e ao redor da lavoura, pois estas podem servir de abrigo e desenvolvimento para os tripes.
- › **Semeadura no período recomendado:** Realizar o plantio do algodão entre 20 de novembro e 20 de janeiro, na região Centro-sul e leste de Goiás, para evitar períodos de maior pressão da praga.
- › **Monitoramento constante da lavoura:** o monitoramento da praga é a prática mais importante para garantir o controle eficaz.
- › **Identificação correta da espécie de tripes:** Saber identificar a espécie de tripes de ocorrência na área é crucial, pois auxiliar na seleção do produto adequado para realizar o seu controle.
- › **Tratamento de sementes:** O controle químico por meio do tratamento de sementes é uma estratégia importante para proteger as plantas nos estágios iniciais de desenvolvimento, que são críticos tanto para o tripes quanto para outras pragas.
- › **Controle químico:** Selecionar produtos de ação específica (seletivo) e com maior eficiência de controle e realizar rotação de princípios ativos com diferentes modos de ações.
- › **Controle biológico e inseticidas a base de produtos naturais:** Incluir o uso de biológicos associados aos inseticidas convencionais, aumentando a eficácia do controle da praga.

Como identificar corretamente a presença de tripses na minha plantação?

Os tripses, como *Frankliniella* sp. e *Caliothrips* sp., são conhecidos por causar danos significativos à produtividade e qualidade das plúmulas de algodão. Caracterizam-se por serem pequenos, com asas franjadas e aparelho bucal sugador labial triquetra, atacando folhas, flores e frutos, o que pode resultar em paralisação do crescimento e morte das gemas apicais atrasando o desenvolvimento das plantas (Freire, 2011; Cook et al., 2011). *Frankliniella* e *Caliothrips*, da Ordem Thysanoptera, têm comportamentos distintos, com *F. schultzei* preferindo flores e tecidos meristemáticos, enquanto *C. phaseoli* ataca a face abaxial das folhas. Os gêneros podem ser diferenciados pela morfologia das asas (Mound & Kibby, 1998; Moritz et al., 2001) (Figura 01).



Figura 01 - Diferença morfológica das asas entre os gêneros de tripses *Frankliniella* e *Caliothrips*. (Fotos: Lira, R.- IGA)

O período crítico para o ataque de tripses na cultura do algodão ocorre a partir da emergência das plântulas até os 40 dias após a germinação. Nas plantas, podemos observar folhas com encarquilhamento e pontuações prateadas (Figura 02). Condições de altas temperaturas e estiagem, e baixa fertilidade de solos favorecem as infestações do inseto.

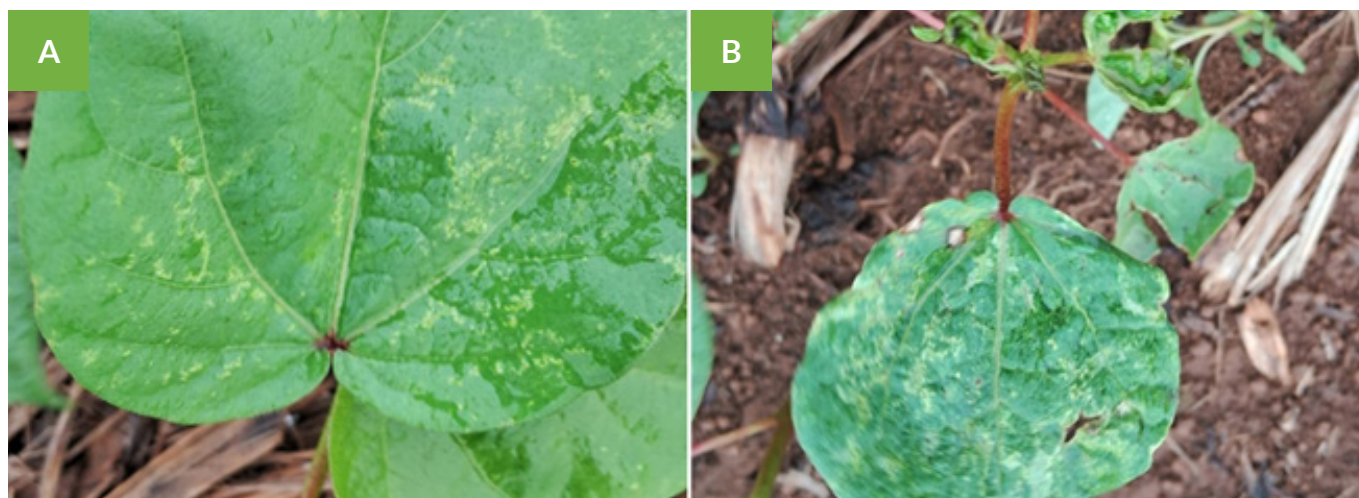


Figura 02 - Pontuações (A) e encarquilhamento (B) de folha de algodoeiro na fase inicial de desenvolvimento da cultura do algodão. (Fotos: Lira, R. - IGA)

A identificação correta da espécie de tripses é crucial para selecionar o produto adequado para realizar o seu controle. Para o controle de *C. brasilienses*, os produtos recomendados são Acefato e Metomil. Já para *F. schultzei*, há uma maior variedade de opções, como organofosforados (Acefato, Fenitrotiona, Profenofós),

Neonicotinoides (Tiametoxam, Imidacloprido, Acetamiprido, Clotianidina), Piretroides (Fenpropatrina, Cipermetrina, Bifentrina), Carbamatos (Benfuracarbe, Metomil), Espinosinas (Espinosade) e Pirazois (Fipronil + Olfenpirade).

Já sei identificar a presença de tripes, mas como saber se devo entrar ou não com alguma medida de controle?

Para tomar uma decisão de controle com base técnica, é preciso realizar o monitoramento da área e identificar plantas com sinais de ataque do tripes. Além disso, é preciso examinar de 5 a 10 plantas por ponto de amostragem. A quantidade dos pontos de amostragem varia de acordo com o tamanho da área, que deve ser feito por meio do caminhamento em zigue-zague, e que se observem plantas que sejam representativas da área a ser amostrada. O mais comum é realizar a contagem dos tripes através da batida em bandeja branca ou de maneira visual nas folhas novas da região apical da planta, mas existem armadilhas adesivas que podem ser distribuídas pela área para monitorar a entrada dessa praga. O nível de controle para tripes no algodoeiro é de 70% das plantas infestadas ou 6 tripes por folha (Silva et al. 2013).

Ingrediente ativo	Concentração (g/L ou g/Kg)	Doses (L ou Kg/ ha)
Testemunha	-	-
Metomil	215	0,8
Clorfenapir	240	1,2
Acefato	970	0,8
Tiametoxam	250	0,4
Clorpirifos	480	1,5
Fipronil + C. subtsugae	600	0,2
Profenofós + Cipermetrina	400 + 40	1,0
Metomil + Extrato de neem laranja e citronela	215 + 86	0,8 + 0,4
Clorfenapir + Metarhizium anisopliae	240 + 400	1,2 + 0,1
Clorpirifos + (M. anisopliae + B. bassiana)	480 + (3,5 + 3,5)	1,5 + 1,0
Acefato + (P. fluorescens + P. chlororaphis)	970 + (6 + 12)	0,8 + 1,2

TABELA 1 - Descrição dos manejos utilizados na cultura do algodão para controle de tripes Frankliniella schultzei em duas aplicações na cultivar FM 911 GLTP RM. Safra 2022/2023. Montividiu - GO.

Ingrediente ativo	Concentração (g/L ou g/Kg)	Doses (L ou Kg/ ha)
Testemunha	-	-
Metomil	215	1,20
Isoclosoeram + Lambda-cialotrina	100	0,25
Plinazolin	400	0,06
Clorfenapir	240	1,40
Espinetoram	120	0,12
Acefato	970	1,00
Metomil + Extrato de neem laranja e citronela	215 + 86	1,2 + 0,3
(Isoclosoeram + Lambda-cialotrina) + Steinernema carpocapsae	100 + 8401	0,25 + 0,2
Plinazolin + Beauveria bassiana IBCB66	400 + 802	0,06 + 0,2
Clorfenapir + Cordyceps fumosorosea ESALQ-1296	240 + 853	1,4 + 0,5
Espinetoram + Chromobacterium subtsugae ⁴	120	0,12 + 3,0
Acefato + (P. fluorescens + P. chlororaphis)	970 + (6 + 12)	1,0 + 0,8

TABELA 2 - Descrição dos manejos utilizados na cultura do algodão para controle de tripes F. schultzei em duas aplicações na cultivar FM 985 GLTP RM. Safra 2023/2024. Montividiu - GO. ¹2,2x10⁶ nematoides; ²8x10⁹ UFC/g; ³2,5 x 10⁹ UFC/g; ⁴1,5 x 10⁷

A aplicação em mistura, de forma geral proporcionou o maior controle de *F. schultzei* após duas aplicações sequenciais, destacando-se a associação de Fipronil + *Chromobacterium subtsugae* e Acefato + *Pseudomonas fluorescens* e *Pseudomonas chlororaphis*, ambos com 64% de eficiência, seguidos da aplicação de Profenofós + Cipermetrina e Metomil + Extrato de neem, laranja e Citronela, com eficiência de 60% e 54%, respectivamente, na safra 2022/23 (Figura 03 A).

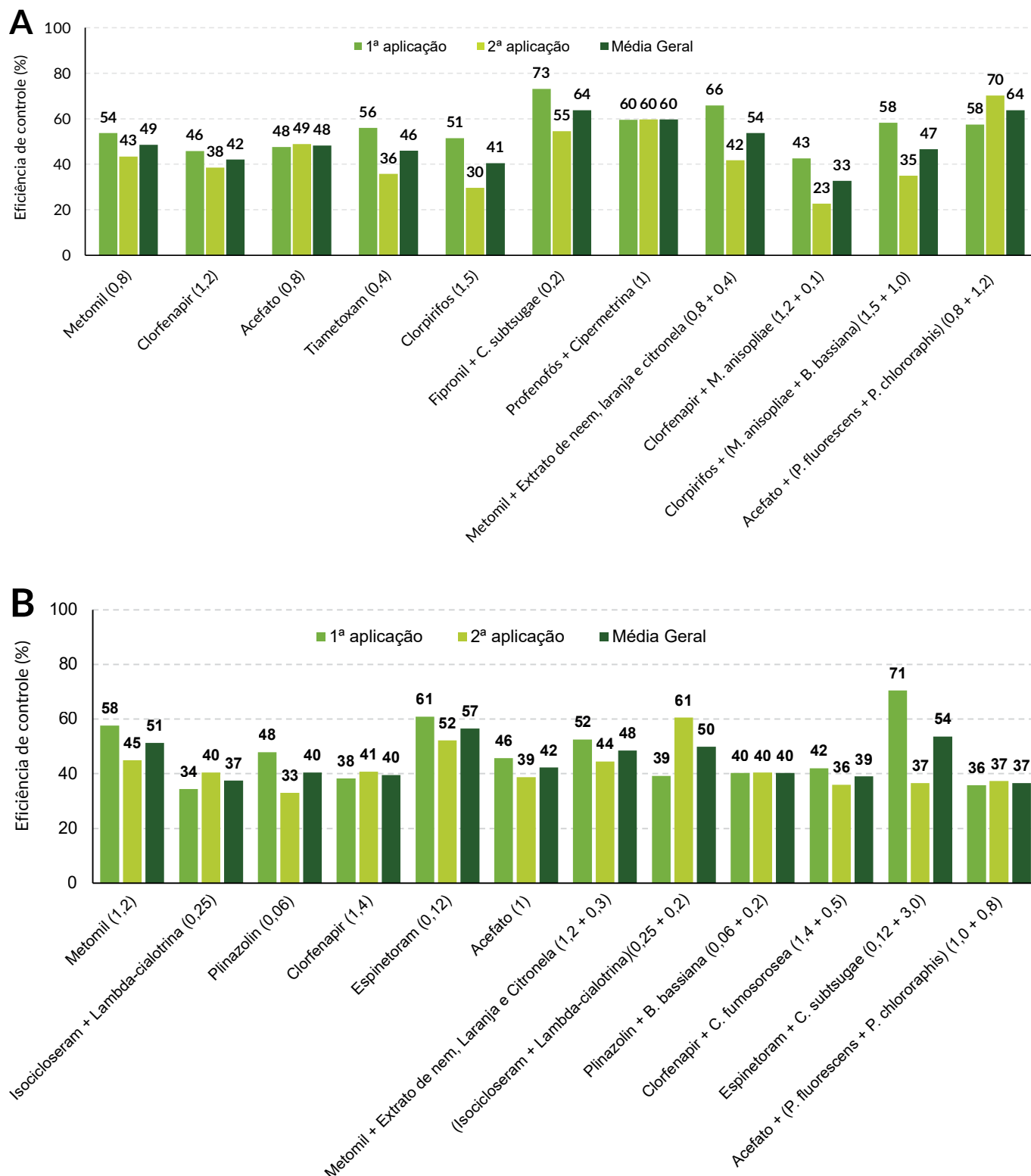


Figura 03 - Eficiência de controle do trips, *Frankliniella schultzei* (ninfas e adultos), após duas aplicações dos tratamentos na cultura do algodão na safra 2022/2023 (A) e safra 2023/2024 (B), Montividiu, GO.

Na safra 2023/2024, o maior controle foi observado após a 2ª aplicação de Espineteram de forma isolada ou Espineteram + *C. subtsugae* com 57 e 54% de eficiência, seguidos da aplicação de Metolil e Isocloseram + Lambda-Cialotrina, com 51 e 50% de eficiência (Figura 03 B).

Para o controle de tripses na cultura do algodão, a aplicação dos ingredientes ativos Espineteram (0,12 L/ha), Metomil (0,8-0,12 L/ha), Acefato (0,8-1,0 L/ha) de forma isolada, se destacaram quanto no controle de *F. schultzei*. Entretanto, recomenda-se a adoção de um Manejo de Resistência a Inseticidas (MRI), que inclui práticas como a rotação de modos de ação ou o uso de misturas com diferentes modos de ação dos princípios ativos disponíveis no mercado, visando evitar o desenvolvimento da resistência aos inseticidas.

Posso utilizar algum produto a base de fipronil para controle do tripses no algodoeiro?

O controle de tripses no algodão com Fipronil deve ser realizado com atenção às restrições estabelecidas pela normativa vigente (Portaria nº 13577989/IBAMA, 09 de abril de 2022). O Fipronil só pode ser aplicado no solo ou de forma dirigida nas plantas, sendo proibida sua aplicação aérea foliar total. Além disso, é essencial evitar a aplicação durante a floração ou antes do florescimento, bem como quando houver presença de abelhas na cultura, garantindo a segurança desses polinizadores.

Como as estratégias químicas e biológicas podem melhorar o controle de tripses na cultura do algodão?

Diante do aumento crescente de populações resistentes aos princípios ativos, dos danos às plantas e das perdas de produtividade, é fundamental adotar estratégias de controle eficazes, como a combinação de diferentes modos de ação e doses. A mistura de princípios ativos é uma prática importante para ampliar o espectro de controle, reduzir o número de aplicações, minimizar os riscos de fitotoxicidade e resistência, além de diminuir os custos de produção.

Uma boa estratégia envolve a combinação de

inseticidas sintéticos, inseticidas naturais e produtos biológicos. Essa abordagem ajuda a prolongar o efeito do controle e a preservar os inimigos naturais na cultura. Portanto, baseado em estudos realizados no IGA, recomenda-se a aplicação de Fipronil + *Chromobacterium subtsugae* (0,2 + 3,0 L/ha) com aplicação direcionada, Metomil + Extrato de nem, Laranja e Citronela (0,8+0,4 L/ha), Espineteram + *C. subtsugae* (0,12+3,0 L/ha). Esses tratamentos apresentaram eficiência superior a 48%.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. 2024. Relatório de produtos formulados. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

COOK, D.; HERBERT, A.; AKIN, D. S.; REED, J. Biology, crop injury, and management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) infesting cotton seedlings in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 2: B1-B9. 2011.

FREIRE, E. C. Algodão no cerrado do Brasil. Brasília; Aparecida De Goiania: Abrapa, 2011.

MORITZ, G.; MORRIS, D. C.; MOUND, L. A. *ThripsID: Pest thrips of the world*. CSIRO Publishing. 2001.

MOUND, L. A.; KIBBY, G. *Thysanoptera: An Identification Guide*. CABI Publishing. 70p, 1998.

SILVA, C. A. D.; RAMALHO, F. D. S.; MIRANDA, J. E.; ALMEIDA, R. P.; RODRIGUES, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. A. Sugestões Técnicas para o Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Brasil. EMBRAPA. Campina Grande, PB. 2013.

DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DE SOQUEIRA DO ALGODÃO

Robério Carlos dos Santos Neves
Pesquisador/ Entomologia e Plantas Daninhas

Rogério Lira
Dr Entomologia / Eng. Agrônomo / Analista de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola

Carlos Eduardo Leite Mello
Dr Ciências Agrárias/ Eng. Agrônomo / Assistente de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola

A destruição das soqueiras de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), é uma prática fundamental para o controle de pragas e doenças. Ao se realizar essa, há a redução da população de insetos, como *Anthonomus grandis*, principal alvo de controle em função da realização do vazio sanitário, mas também os secundários, tais como *Bemisia tabaci*, *Aphis gossypii*, *Frankliniella schultzei* e complexo de lagartas. Além, disso, a medida também auxilia na redução de inóculo de patógenos, como Podridão das maçãs, Mancha-alvo, Ramulária, Fusarium, Mancha foliar e nematoides, e hospedeiro para pragas, como, complexo de lagartas. (Silva et al., 2006; Bianchini & Borges, 2013; Da Silva, 2018).

O método mais eficaz para a destruição das soqueiras de algodão combina técnicas mecânicas e químicas, pois oferece benefícios como a manutenção do sistema de plantio direto e a redução do uso de herbicidas, promovendo maior sustentabilidade do solo. Nesse processo, primeiramente realiza-se a roçagem das plantas, seguida da aplicação de herbicidas nos vasos condutores expostos. Isso ocorre porque a desfolhação é necessária para a colheita, e não há tecidos foliares para absorver os herbicidas nesse estágio. No entanto, o rebrote pode acontecer, o que exige a realização de mais duas aplicações de herbicidas, após o surgimento de novas folhas que possam absorver o produto adequadamente (Bianchini & Borges, 2013; Silva, 2018; Braz et al., 2019).

A condições de climáticas, de forma que a temperatura mais altas aceleram a regeneração das gemas dormentes, períodos chuvosos, com boa disponibilidade de água no solo, estimula o crescimento de novas brotações e fotoperíodo, em dias mais longos induz o desenvolvimento vegetativo e estimular a rebrota (Naveed et al. 2024).

Para evitar o rebrote das plantas e garantir um controle eficaz após a terceira aplicação de herbicidas, é importante conhecer os produtos que serão

aplicados. A seleção deve considerar a eficiência do herbicida contra as soqueiras e também sua compatibilidade com as culturas que virão na sequência, principalmente em sistemas de rotação de culturas, como o algodão e a soja. Esse método traz alguns desafios, tais como:

- › Condições climáticas do cerrado: Um dos maiores desafios enfrentados pelos produtores é a destruição da soqueira no cerrado, especialmente após a colheita, pois esse período coincide ausência ou baixa precipitação e altas temperaturas, o que dificulta a absorção dos herbicidas e a translocação até as raízes, devido à diminuição da atividade metabólica da planta.
- › Seleção de herbicidas e resistência: O uso contínuo de herbicidas com os princípios ativos com ação no mesmo sítio pode levar à seleção de plantas daninhas resistentes, o que reduz a eficácia do controle químico ao longo do tempo, a rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação não é utilizada.
- › Fitointoxicação de soja por herbicidas causada pelo carryover: Alguns herbicidas, embora muito eficazes no controle das plantas, têm um efeito residual mais longo, ou seja, permanecem ativos por mais tempo no solo. Isso pode afetar as culturas que são plantadas em seguida, como a soja, causando atraso no seu desenvolvimento ou até mesmo a morte das plantas, o que leva à perda de produtividade.

Existe diferença entre cultivares de algodão em relação a capacidade de rebrote? Como isso pode afetar a seleção do ciclo produtivo do algodão e o manejo a ser adotado?

Existem variação na capacidade de rebrote das cultivares após a colheita seja em função do vigor e/ou da genética destas. A utilização de algodoeiros resistentes a herbicidas é comum, e isso pode dificultar o controle de soqueiras de algodão (Ferreira et al., 2018). A capacidade de rebrotar em cultivares de algodão altera conforme a variedade e as práticas de manejo adotadas.

Um acompanhamento realizado pela nossa equipe IGA buscou avaliar 30 cultivares e quais apresentavam maior rebrote em função das aplicações realizadas no manejo da soqueira. Na primeira aplicação, o manejo foi realizado logo após a roçagem com 2,4-D (1,5) + Assist óleo (0,5) (27/07/2025); na segunda aplicação, o manejo foi realizado com 2,4-D (1,5) +

Carfentrazone (0,07) (05/09/2025); e para a terceira aplicação 2,4D (2,0) + Carfentrazone (0,07) + Assist óleo (0,5) (26/09/2025).

Ao observar a menor porcentagem de plantas rebrotadas, aos 27 DAA1, as melhores cultivares foram para BS 2350 GLITP, BS 2326 e FM 942 TLP com 60, 56,7 e 56,7%, respectivamente; aos 14 DAA2, as melhores cultivares foram FM 974 GLT, BS 2350 GLITP e FM 985 GLTP com 3, 3 e 30% de plantas rebrotadas, respectivamente. A terceira avaliação não foi possível realizar devido a destruição mecanizada realizada no campo. Informações sobre porcentagem de plantas rebrotadas das 30 cultivares podem ser observadas nas figuras 04 e 05 abaixo.

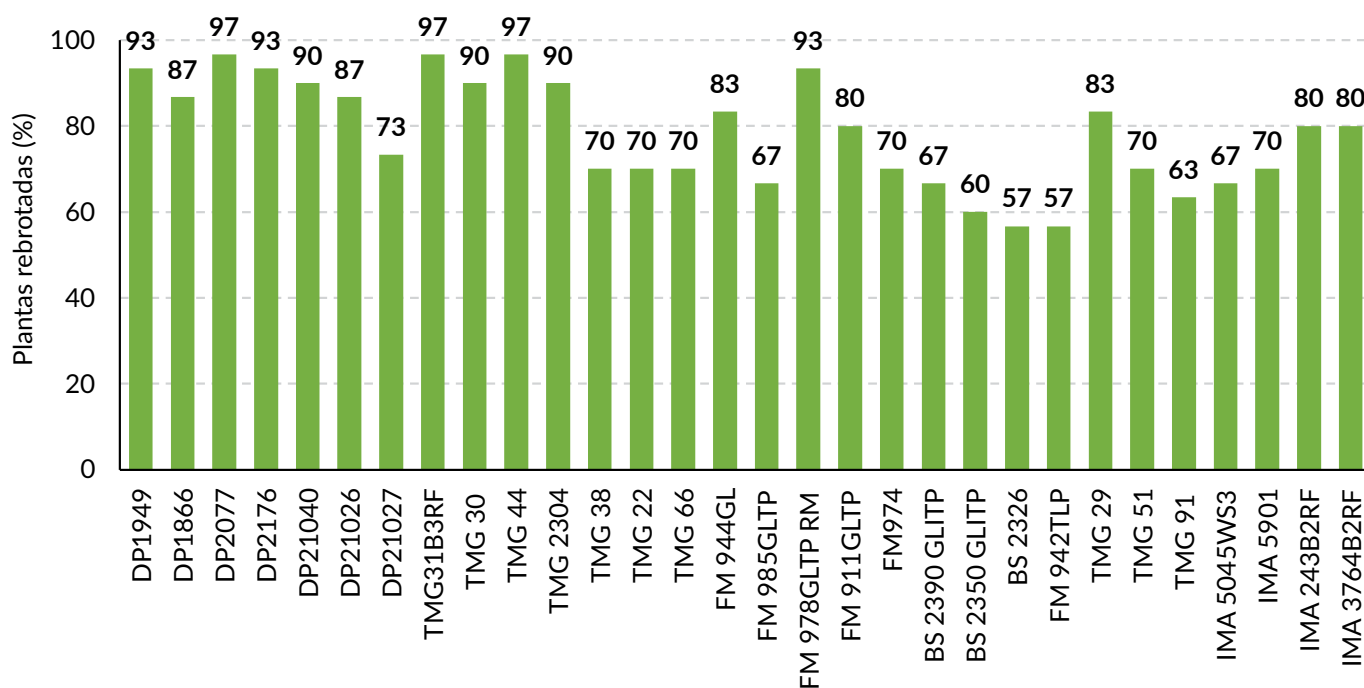


Figura 04 - Porcentagem de plantas rebrotadas em soqueiras de algodão em função da cultivares aos 27 dias após a primeira aplicação. B3RF- Bollgard III Roundup Ready Flex; GL- Glytoi Liberty Link; GLTP- Glytoi Liberty Link TwinLink Plus; GLITP- Glytoi Liberty Link TwinLink Isoxaflutole; RM - Resistência Múltipla; TLP - TwinLink Plus; WS3 - WideStrike 3.

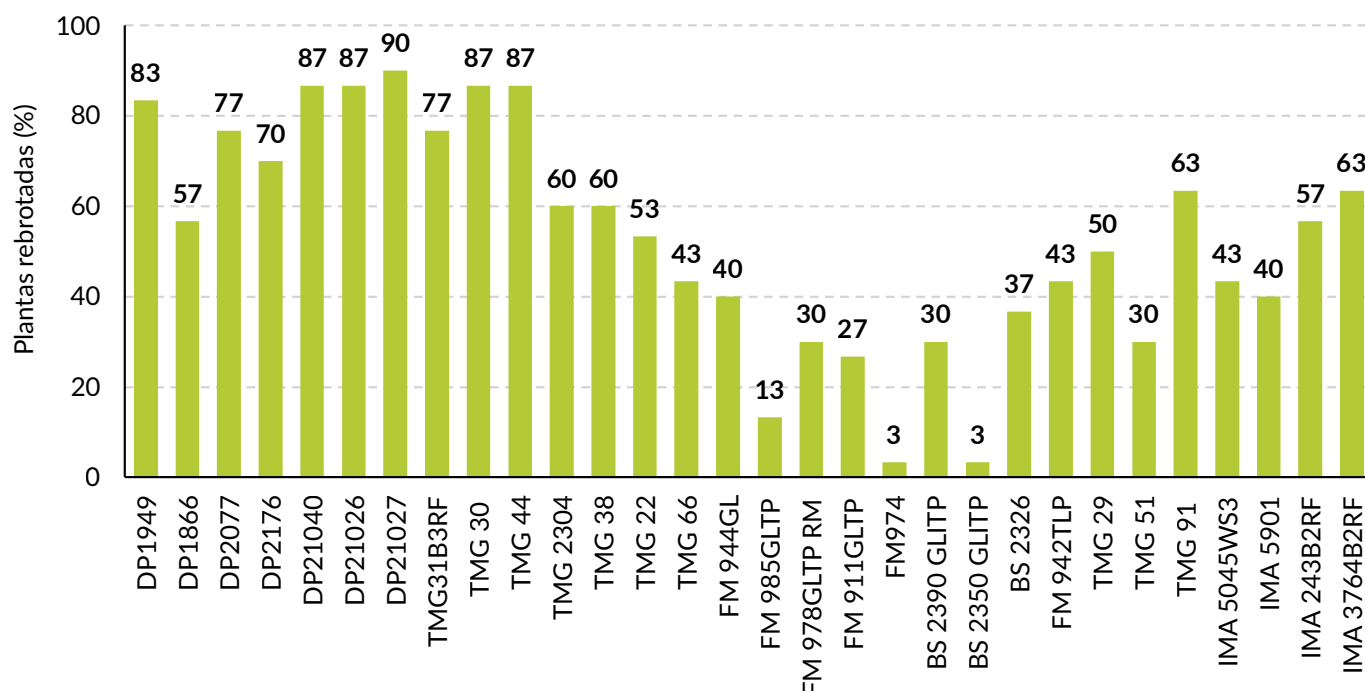


Figura 05 - Porcentagem de plantas rebrotadas em soqueiras de algodão em função das cultivares aos 14 dias após a segunda aplicação. B3RF- Bollgard III Roundup Ready Flex; GL- Glytoi Liberty Link; GLTP- Glytoi Liberty Link TwinLink Plus; GLITP- Glytoi Liberty Link TwinLink Isoxaflutole; RM - Resistência Múltipla; TLP - TwinLink Plus; WS3 - WideStrike 3.

Quais manejos posso utilizar para ter um controle eficiente da soqueira?

O método mais eficaz para a destruição das soqueiras de algodão combina técnicas mecânicas e químicas, pois oferece benefícios como a manutenção do sistema de plantio direto e a redução do uso de herbicidas, promovendo maior sustentabilidade do solo. Todavia, visto a complexidade da associação entre os métodos mecânicos e químicos de controle da soqueira do algodão, em razão da escala operacional do maquinário agrícola, onde nem sempre é possível realizar os métodos em conjunto. A equipe de especialistas do IGA sugere duas alternativas para realização da destruição da soqueira quando apropriado:

ALTERNATIVA 01

1º - Roçagem das plantas: Entre as práticas recomendadas para o manejo da soqueira do algodão, uma das mais importantes é a regulação adequada da altura de roçagem. Evitar uma roçagem muito alta é essencial, pois essa prática contribui para a preservação de mais gemas, aumentando, assim, a chance de rebrota. A altura ideal de roçagem deve ficar entre 20 e 30 cm do solo, uma vez que, nessa faixa, a quantidade de gemas vegetativas preservadas é maior, favorecendo a rebrota (Grigolli et al., 2015). Por outro lado, é importante evitar a roçagem muito baixa, especialmente abaixo de 10 cm, já que os caules cortados próximos ao solo podem causar danos aos pneus de tratores e implementos agrícolas.

2º - Aplicação de herbicidas: Após a roçagem e com rebrota de pelo menos 70% das plantas, deve ser realizadas aplicações sequenciais de herbicidas.

Na primeira aplicação deve ser utilizado herbicidas auxínicos como 2,4-D, Tryclopí e Fluroxipir, ou inibidores de protóx como, Carfentrazone, Tiafenacil, Flumioxazina, Diquat e Saflufenacil.

3º - Reaplicações de herbicidas: Após a primeira aplicação, reaplicar com intervalo de 10 a 12 dias, utilizando herbicidas inibidores de protóx como Carfentrazone, Tiafenacil, Flumioxazina, Diquat e Saflufenacil, associados ou não com auxínicos, dependendo do grau de fitotoxidez da primeira aplicação. Dependendo do índice de rebrota, pode ser necessário outra aplicação, utilizando inibidores de protóx. Para uma melhor eficiência, a aplicação deve ser realizada com gotas finas e nos horários com condições climáticas estáveis, temperatura amena, e ventos fracos para evitar perdas e associar óleo mineral para melhorar a eficácia dos herbicidas.

ALTERNATIVA 02

A diferença nessa alternativa é a realização da primeira aplicação após a roçada, antes do índice de rebrota de 70%. A ideia aqui é que a planta esteja mais exposta a absorção dos herbicidas aplicados. Estudos realizados no IGA demonstram bons resultados para esse método. Por exemplo, em um ensaio conduzido na safra 2023/2024, foram testados diferentes manejos para controlar as soqueiras do algodão, cujos resultados podem ser acompanhados a seguir.

O primeiro fator, constituiu pela roçagem mecânica utilizando triton, com cortes a 30 cm e 40 cm de altura do solo e segundo utilizando a roçadeira, com cortes entre 10 e 15 cm. O segundo fator, constituiu pela avaliação da aplicação de diferentes doses de herbicida na 1ª aplicação, associação dos ingredientes ativos (I.A.) 2,4-D e Carfentrazona-etílica na 2ª aplicação e 3ª aplicação com ou sem a aplicação de herbicida (Diquate), conforme detalhado na Tabela 03.

Descrição Tratamento		1ª Aplicação		2ª Aplicação		3ª Aplicação	
	Manejo Roçada	Herbicida	Momento de aplicação	Herbicidas	Momento de aplicação	Herbicida	Momento de aplicação
Controle 1 (Roçada com Triton em altura de 30 a 40 cm)							
Tratamento 2	Triton	2,4-D (1,0)	30 min após	2,4-D (2,0) + Carfentrazona (0,07)	70% rebrota	Diquate (2,0)	20 DAA2
Tratamento 3		2,4-D (2,0)	09 DAA1	2,4-D (1,5) + Carfentrazona (0,07)	70% rebrota	Diquate (2,0)	20 DAA2
Tratamento 4		2,4-D (1,0)	30 min após	2,4-D (2,0)	70% rebrota	Sem Aplicação	-
Tratamento 5		2,4-D (2,0)	09 DAA1	2,4-D (1,5)	70% rebrota	Sem Aplicação	-
Tratamento 6		2,4-D (2,0)	-	Sem Aplicação	-	Carfentrazona (0,07)	33 DAA2
Controle 2 (Roçada com altura de 10 a 15cm)							
Tratamento 8	Roçadeira	2,4-D (1,0*)	30 min após	2,4-D (2,0) + Carfentrazona (0,07)	70% rebrota	Diquate (2,0)	20 DAA2
Tratamento 9		2,4-D (2,0)	09 DAA1	2,4-D (1,5) + Carfentrazona (0,07)	70% rebrota	Diquate (2,0)	20 DAA2
Tratamento 10		2,4-D (1,0)	30 min após	2,4-D (2,0)	70% rebrota	Sem Aplicação	-
Tratamento 11		2,4-D (2,0)	09 DAA1	2,4-D (1,5)	70% rebrota	Sem Aplicação	-
Tratamento 12		2,4-D (2,0)	-	Sem Aplicação	-	Carfentrazona (0,07)	33 DAA2

Tabela 03 - Manejo da soqueira da cultura do algodão, safra 2023/24, Montividiu, GO.

Notou-se que entre os métodos mecânico de roçagem, na ausência da aplicação de herbicidas, o uso da roçadeira, com altura de corte entre 10 e 15 cm, se destacaram com 54% de eficiência superior ao uso do Triton, com altura de corte entre 30 e 40 cm. Entretanto, ao adicionar manejo químico, não há diferença entre os métodos mecânicos (Figura 06 e 07).

Na combinação dos métodos mecânicos e químicos, a aplicação dos tratamentos 02 e 03 a menor porcentagem de rebrota aos 31 dias após a 2ª aplicação dos herbicidas, independentemente dos métodos de roçagem. Portanto pode-se realizar a 1ª aplicação com 2,4-D (1,0 + 0,5 L/ha de Rumba ou 2,0 L/ha), a 2ª aplicação com 2,4-D (1,5 ou 2,0 L/ha) + Carfentrazona (0,07 L/ha) e a 3ª aplicação Diquate (2,0 L/ha) (Figura 06).

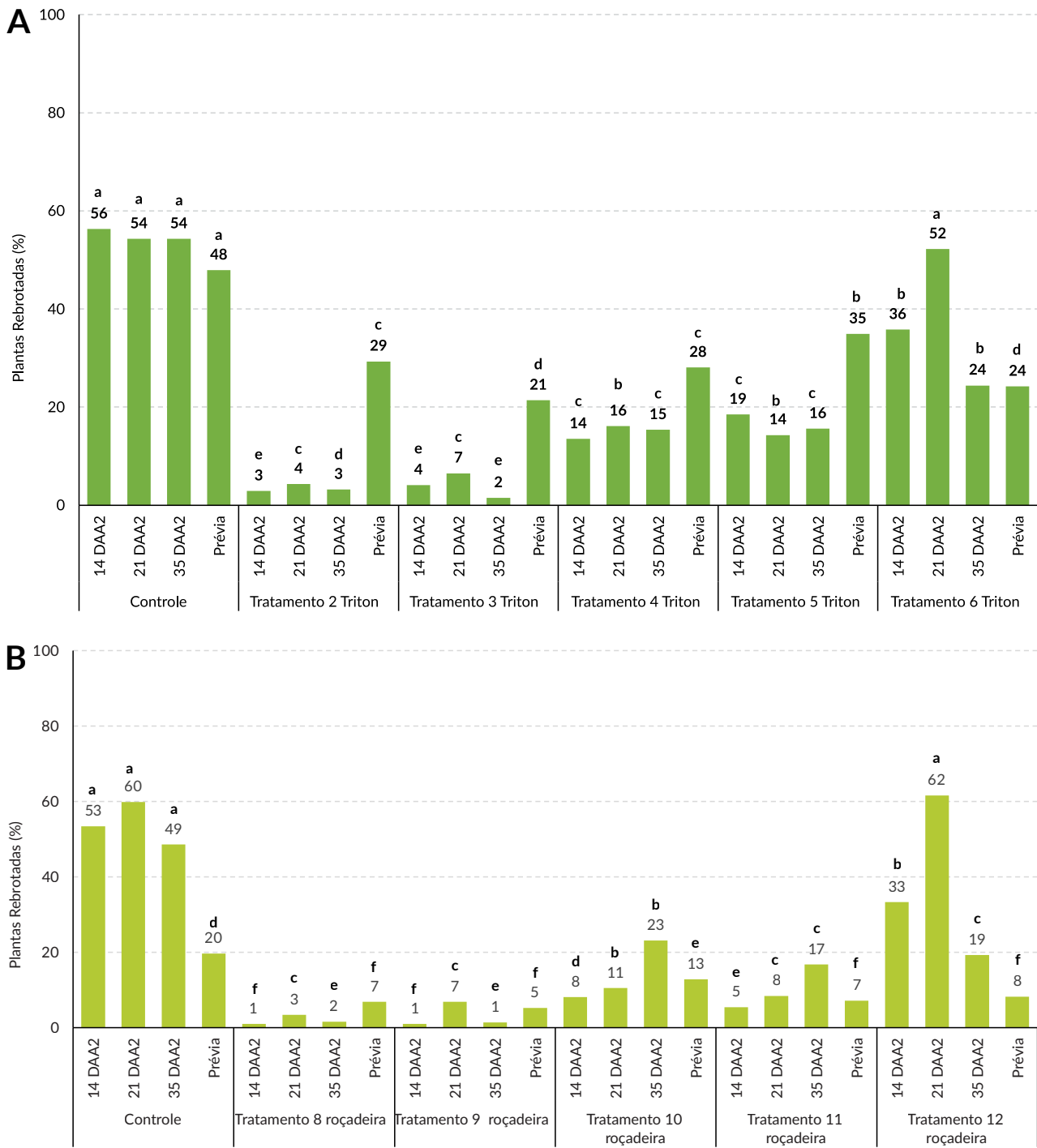


Figura 06 - Porcentagem de rebrota em soqueiras de algodão em função da associação da aplicação de diferentes manejos de herbicidas em diferentes roçagens, realizadas utilizando o Triton (A) e roçadeira (B). Médias comparadas entre tratamentos e não entre os dias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Quanto a porcentagem de plantas mortas observou-se que os tratamentos 08 e 09 foram os mais eficientes, com os tratamentos constituídos pelos manejos de método mecânico utilizando a Roçadeira + 1ª aplicação (1,5 L/ha de 2,4-D + 0,5 de Rumba ou 2,0 L/ha de 2,4-D) + 2ª aplicação (1,5 L/ha de 2,4-D + 0,5 de Rumba + 0,07 L/ha de Carfentrazona ou 2,0 L/ha de 2,4-D + 0,07 L/ha de Carfentrazona) + 3ª aplicação (2,0 L/ha de Diquate), com 89,7 e 82,1% e de plantas mortas, respectivamente (Figura 07).

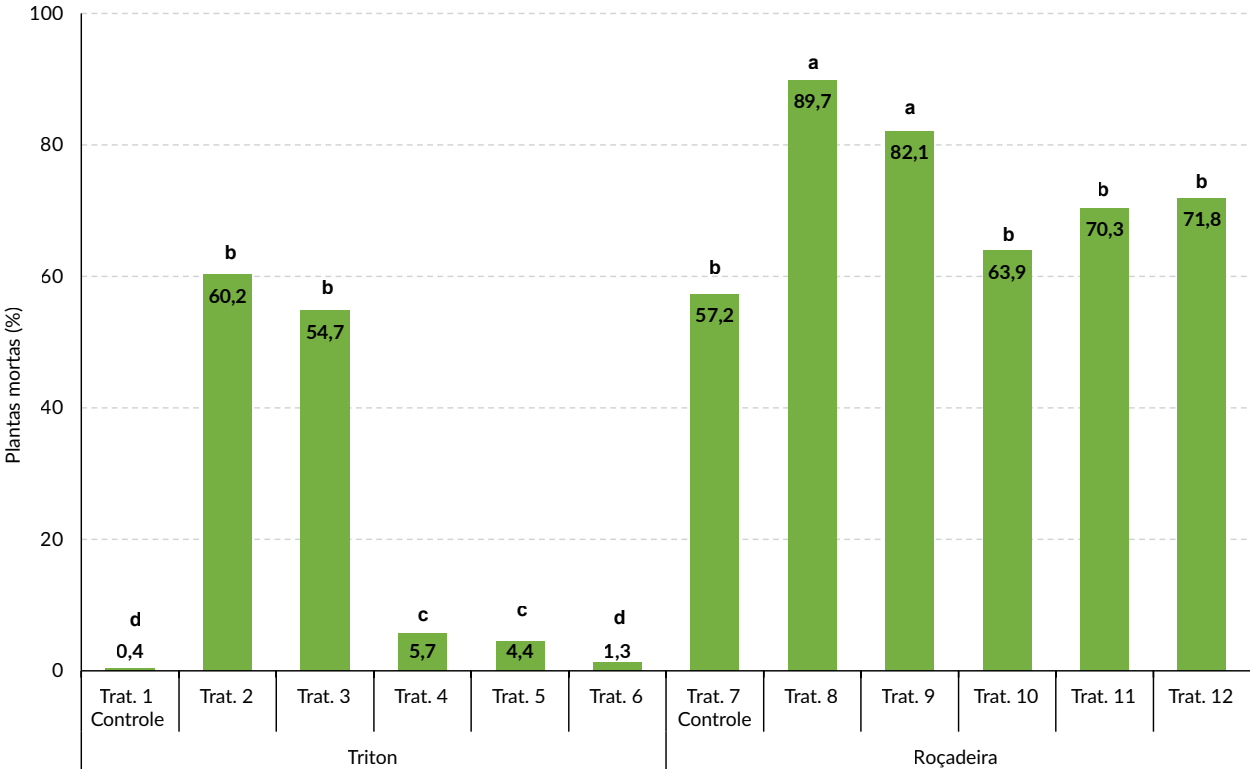


Figura 07 - Porcentagem de plantas mortas de soqueira de algodão em função da associação da aplicação de diferentes manejos de herbicidas em diferentes roçagens, realizadas utilizando o Triton e roçadeira.

Qual manejo mais eficiente para controle da soqueira da cultura do algodão em sistema de produção algodão/soja?

O momento de controlar a soqueira do algodão também é uma oportunidade para eliminar as plantas daninhas remanescente, e assim, é de grande valia adotar produtos que tenham foco não somente no manejo da soqueira, mas também na mitigação das plantas daninhas. Portanto, um cuidado na escolha dos herbicidas utilizados no manejo da soqueira e das plantas daninhas deve ser feito pensando na minha próxima cultura, por exemplo a soja, para que não existam efeitos negativos na cultura. Pensando nisso, um estudo foi realizado no IGA com o objetivo de responder essas questões.

Em um estudo visando o controle da soqueira e plantas daninhas, também foi observado o efeito de fitotoxicidade na soja. O estudo avaliou três manejos descritos na tabela 04.

Nº	1ª aplicação	2ª aplicação	3ª aplicação
1	Testemunha		
2	2,4-D (2,0)	2,4-D (2,0)	2,4-D (1,0)
3	2,4-D (2,0)	2,4-D (2,0)	Triclopir (1,0)
4	2,4-D (2,0)	2,4-D (2,0)	Cletodim + Fluroxipir (1,0)

Tabela 04 - Tratamentos utilizados para o controle da soqueira e manejo de plantas daninhas em algodão cultivar TMG 44B2RF, anterior a semeadura da soja cultivar ST 700 i2x. Montividiu, GO - Safra 2023/24. * Adição de Óleo mineral Rumba (0,5 L/ha). ** 1ª Aplicação: 10 dias após a roçada (22/08/2024); 2ª Aplicação: 70% de rebrote (11/10/2024); 3ª Aplicação: 21/11/2024.

Como resultado, verificou-se que as duas aplicações de 2,4-D proporcionaram redução significativa na porcentagem de rebrota da soqueira. Aos 5 e 10 dias após a aplicação dos herbicidas 2,4-D, Triclopir e Cletodim + Fluroxipir (3ª aplicação), observou-se ausência de rebrota da soqueira em todos os tratamentos, demonstrando a eficiência dos herbicidas (Tabela 5).

Tratamentos	Prévia 1ª Aplicação	Prévia 2ª Aplicação	5 DAA	10 DAA
Testemunha	37 a	23,5 b	37,5 b	50 b
2,4-D (1,0)	39 a	7,0 a	0 a	0 a
Triclopir (1,0)	31 a	6,7 a	0 a	0 a
Cletodim + Fluroxipir (1,5)	33 a	5,7 a	0 a	0 a
CV (%)	20,29	15,92	37,33	16,37

Tabela 05 - Porcentagem de rebrota (%) da soqueira do algodoeiro, nas respectivas avaliações, em função dos herbicidas testados. Montividiu, GO - Safra 2023/24. * Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Em relação ao controle de plantas daninhas, observou-se que as espécies Caruru e Trapoeraba foram controladas aos 10 dias após a 3ª aplicação. Além disso, somente a mistura dos herbicidas Cletodim + Fluroxipir, promoveram controle de 100% para a Erva de Santa Luzia (Figura 8). A aplicação dos herbicidas 2,4-D e Tri-clopir, proporcionaram controle de 75 e 85%, respectivamente, para a Erva de Santa Luzia. A mistura Cletodim + Fluroxipir, proporcionou controle de 100% das espécies de folha estreita presentes na área, sendo elas o Capim-colchão e Capim pé de galinha, resultado da presença do ingrediente ativo Cletodim (Figura 9).

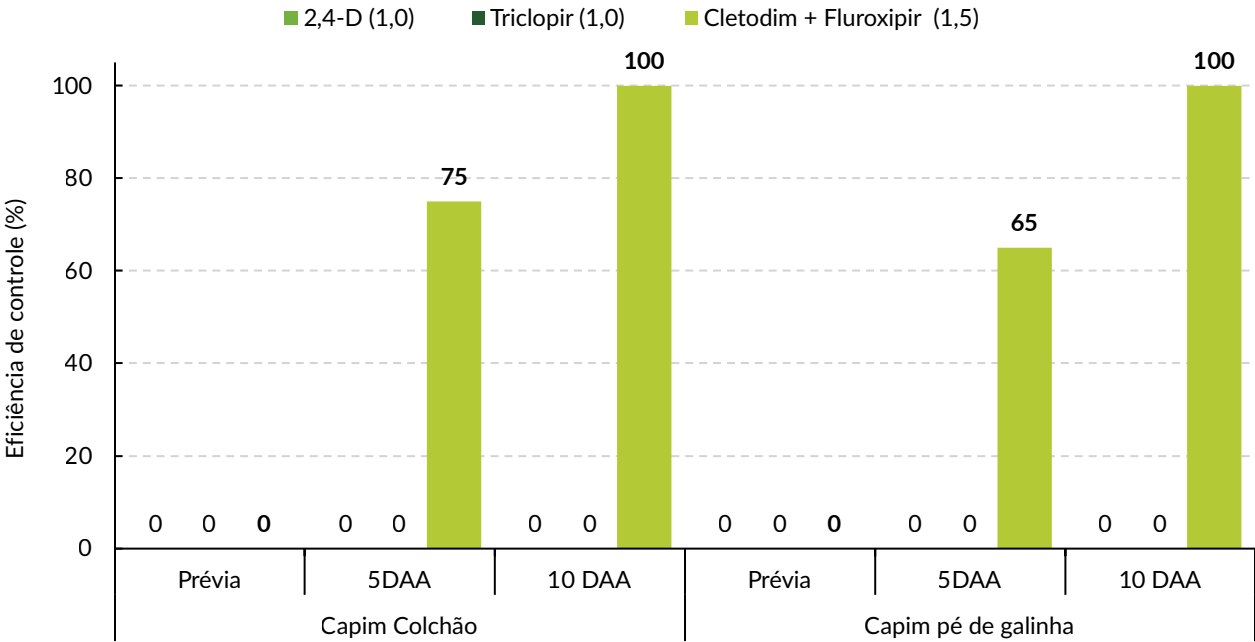


Figura 08 - Controle (%) de Caruru (*Amaranthus spp.*), Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e Erva de Santa Luzia (*Commelina erecta L.*) em função dos herbicidas aplicados anterior a semeadura da soja, no processo de destruição da soqueira do algodoeiro. Montividiu, GO - Safra 2023/24.

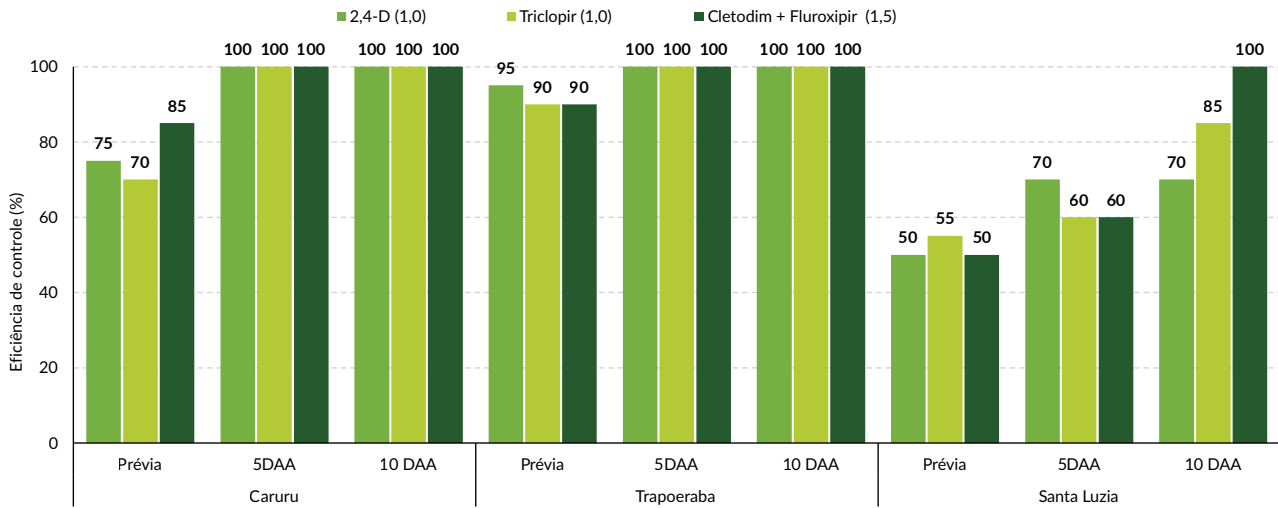


Figura 09 - Controle (%) de Capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) e capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), em função dos herbicidas aplicados anteriormente a semeadura da soja, no processo de destruição da soqueira do algodoeiro. Montividiu, GO - Safra 2023/24.

Alguns herbicidas auxínicos utilizados no manejo da soqueira do algodoeiro podem promover injúrias na cultura da soja semeada na safra seguinte. Contudo, na avaliação de população da cultura da soja aos 5, 10 e 15 dias após a emergência (DAE) somente a aplicação do Cletodim + Fluroxipir (1,5) não promoveu redução na população da soja, diferente do 2,4-D e Triclopir.

Como conclusão, a mistura herbicida Cletodim + Fluroxipir promoveu o controle da soqueira do algodão, podendo ser aplicado próximo a semeadura da cultura da soja, diferentemente do 2,4-D e do Triclopir. Ainda, o herbicida Cletodim + Fluroxipir, foi eficiente no manejo de Caruru, Trapoeraba e Erva de Santa Luzia, além de ter sido eficiente no manejo de espécies folhas estreitas presentes na área.

Há exigências legais para destruição das soqueiras?

A destruição dos restos culturais do algodoeiro é uma prática cultural não apenas recomendada, mas também aparada pela Lei Federal 8.589, sendo obrigação dos produtores eliminar os restos culturais das plantas logo após a colheita, sendo que nos estados de Mato Grosso, Bahia, Mato Grosso do Sul e Goiás, a data limite de erradicação é 31 de agosto de cada ano (Bianchini & Borges, 2013; Francischini et al; 2019).

REFERÊNCIAS

BIANCHINI, A.; BORGES, P. H. D. M. *Evaluation of cotton stalks destroyers. Engenharia Agrícola*, 33: 965-975. 2013.

BRAZ, G. B. P.; ANDRADE, E. R.; NICOLAI, M.; LOPEZ OVEJERO, R. F.; CAVENAGHI, A. L.; OLIVEIRA, R. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; PEREIRA, A. T. A.; CONSTANTIN, J.; GUIMARÃES, S. C. *Mowing associated to chemical control for glyphosate-resistant cotton stalk destruction. Planta Daninha*, 37, 1-13. 2019.

FERREIRA, A. C. B.; BOGIANI, J. C.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J. L. *Chemical control of stalk regrowth in glyphosate-resistant transgenic cotton. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. 22: 530-4. 2018.

FRANCISCHINI, A. C.; CONSTANTIN, J.; MATTE, W. D.; OLIVEIRA, R. S.; RIOS, F. A.; MACHADO, F. G. *Association of mechanical and chemical methods for cotton stalk destruction. Planta Daninha*, 37, 1-9. 2019.

GRIGOLLI, J. F. J.; CROSARIOL NETTO, J.; IZEPI, T. S.; SOUZA, L. A. D.; FRAGA, D. F.; BUSOLI, A. C. *Infestação de Anthonomus grandis (Coleoptera: Curculionidae) em rebrota de algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45, 200-208. 2015.

MINOZZI, G.B., CHRISTOFFOLETI, P.J., MONQUERO, P.A., ZOBIOLE, L.H.S., PEREIRA, G.R. & Duck, L. *Controle em pré semeadura da cultura de soja de algodão voluntário tolerante ao glyphosate e amônio glufosinate e de Eleusine indica. Revista Brasileira de Herbicidas*. 16: 183-91. 2017.

NAVEED S.; JONES M.; CAMPBELL B. T.; RUSTGI S. *Insights into cotton regrowth and management. Clemson (SC): Clemson University Cooperative Extension, Land-Grant Press by Clemson Extension; LGP 1195. 2024. <http://lgpress.clemson.edu/publication/insights-into-cotton-regrowth-and-management>. Acesso em 30/01/2025.*

SILVA, R. A., DEGRANDE, P. E., GOMES, C. E. C., DE SOUZA, E. P. & LEAL, M. F. *Insetos fitófagos em restos culturais de algodoeiro durante vazio sanitário em Mato Grosso do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53: 875-884. 2018. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000800001>.

ACESSE MAIS RESULTADOS TÉCNICOS

> PUBLICADOS PELO IGA UTILIZANDO OS QR CODES ABAIXO REFERENTES ÀS PESQUISAS:

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: ENTOMOLOGIA – SOJA**Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-entomologiasoja-safra2324>*Trabalhos da Publicação:*

Opções de manejo biológico, misto e químico para o controle de pragas na cultura da soja.
Eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle de populações de lagartas na cultura da soja.
Eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle de percevejo-marrom e lagartas na cultura da soja-milho.
Eficácia de inseticidas, isolados ou em misturas, no controle de tripes na soja.

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: ENTOMOLOGIA – MILHO**Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/entomologia-milho-safra2324-2>*Trabalhos da Publicação:*

Eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis*.
Opções de manejo biológico, misto e químico para o controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho.
Bioensaio para eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle da cigarrinha do milho.

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: ENTOMOLOGIA – ALGODÃO**Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/entomologia-algodao-safra2324>*Trabalhos da Publicação:*

Ensaio para avaliação de eficácia de inseticidas para o controle de mosca-branca na cultura do algodão.
Eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle de pulgão no algodão – Substituído por “Laudo de eficiência e praticabilidade agrônômica do inseticida Vinquo (afidopiropeno, 100 g/l) para o controle do pulgão-do-algodoeiro (*Aphis gossypii*) na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*).
Eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle de pragas iniciais (Tripes).
Eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle do bicudo-do-algodoeiro.
Opções de manejo biológico, misto e químico para o controle do ácaro-rajado no algodão.
Bioensaio para eficiência de inseticidas biológicos e químicos no controle do bicudo-do-algodoeiro.
Bioensaio para eficiência de produtos biológicos e químicos no controle do ácaro-rajado no algodão.



AC2

Área de Conhecimento 2

Fitopatologia e Nematologia

BTR - Safra 2023/2024

fundação goiás
Fundação de Apoio à
Pesquisa e Desenvolvimento
Agropecuário de Goiás

IGA Instituto Goiano
de Agricultura

MELHORES PRÁTICAS NA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS QUÍMICOS NA SOJA

Lais Fernanda Fontana
Pesquisadora em Fitopatologia e Nematologia, IGA

Weder Nunes Ferreira Junior
Wendson Soares Cavalcante
Analistas de Pesquisa e Desenv. Agrícola, IGA

Yury Lopes Afonso
Raiane Borges dos Santos
Assistentes de Pesquisa, IGA

Guilherme Alves, Ismael Alberti, Jeferson Goldman, Luiz Junior,
Lyvia Arantes, Rithielly Machado, Tales Cristian, Tiago Cayres
Estagiários, IGA



Figura 1 – Severidade de Mancha Alvo (*Corynespora cassicola*) em folha de soja, Montividiu – GO, 2024. (Fonte: Ferreira Junior, W. – IGA)

Quais são as principais doenças na cultura da soja?

A soja é suscetível a diversas doenças que podem comprometer severamente a produtividade, destacando-se pela severidade e abrangência da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), a antracnose (*Colletotrichum truncatum*), a mancha-alvo (*Corynespora cassicola*), o oídio (*Microsphaera diffusa*), o crestamento foliar de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*), a mancha parda ou septoriose (*Septoria glycines*) além destas, o completo de Phomosis/Diapothe vem causando prejuízos nas últimas safras, causados por patógenos que estão a tempos nos sistemas agrícolas.

O que são DFCs na cultura da soja?

DFCs são doenças de final de ciclo, ou seja, são aquelas doenças que irão se iniciar/agravar no final do ciclo da cultura. No entanto, é importante ressaltar que algumas DFCs se iniciam no estágio vegetativo da soja, porém em menor severidade. As doenças de final de ciclo incluem a mancha parda, cercosporiose e mancha alvo. Neste trabalho, ao apresentar dados de DFCs estão incluídas apenas a septoriose e cercosporiose.

Quais são os principais métodos de controle doenças na cultura da soja?

São vários os métodos de controle para doenças de plantas tendo o manejo químico, biológico, genético e cultural dentre dos mais utilizados. O manejo químico consiste da utilização de programas de fungicidas com produtos sistêmicos, os produtos são compostos por um ingrediente ativo específico ou misturas à base de triazóis, estrobilurinas, carboxamidas dentre outros (Acatrolli, 2024). O manejo biológico consiste na utilização de produtos formulados com microrganismos, em que as cepas possuem capacidade de controle, geralmente os biofungicidas

com potencial redução de doenças foliares são formulados com bactérias do gênero *Bacillus*.

O método genético consiste na utilização de cultivares com resistência ou tolerância as doenças da cultura. E por fim, o manejo cultural é composto por tomadas de decisão que impactaram a sanidade da cultura, dentre essas pode-se citar a escolha da época de semeadura, espaçamento, população, rotação de culturas, dentre outras técnicas.

Como evitar a resistência de fungicidas?

O manejo de doenças na cultura da soja demanda a aplicação estratégica de fungicidas químicos e biológicos, visando o controle eficaz dos patógenos e a sustentabilidade do sistema produtivo. O uso de produtos com diversidade de ingredientes ativos na forma de misturas aumenta o espectro de ação e ajudam a prevenir a resistência dos patógenos, principalmente em doenças como a ferrugem asiática e a antracnose (Costa, 2024).

Além dos fungicidas químicos sistêmicos, o emprego de fungicidas multissítios, como o mancozebe e o clorotalonil, tem ganhado destaque como estratégia complementar no manejo de resistência. Esses produtos atuam em múltiplos pontos metabólicos do patógeno, reduzindo significativamente o risco de seleção de cepas resistentes. Estudos recentes demonstram que a inclusão de multissítios nos programas de pulverização pode aumentar a eficácia do controle de doenças e prolongar a vida útil de fungicidas específicos, especialmente em sistemas de produção de alta intensidade (Godoy et al., 2020).

A alternância de princípios ativos é um dos critérios mais importantes para evitar a resistência dos patógenos aos fungicidas. Produtos de diferentes modos de ação, como triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, devem ser utilizados em rotação ou misturas (Acatrolli, 2024). Adicionalmente, o uso de fungicidas multissítios, como mancozebe ou clorotalonil, complementa o manejo, reduzindo o risco de seleção de cepas resistentes (Godoy et al., 2020).

Fungicidas químicos podem ser associados a biológicos no manejo de doenças?

O uso de produtos biológicos, especialmente aqueles baseados em microrganismos como *Bacillus* para manchas, tem se mostrado uma alternativa promissora no manejo integrado de doenças da soja. Esses microrganismos agem por diversos mecanismos, incluindo a produção de metabólitos antibióticos, indução de resistência sistêmica nas plantas e competição por nutrientes com os patógenos. Além disso, os biológicos têm a vantagem de menor impacto ambiental e podem ser aplicados em associação com fungicidas químicos, aumentando a resiliência do sistema produtivo (Abrantes, 2023).

Com funciona a aplicação preventiva no manejo de doenças?

O manejo químico eficaz na cultura da soja depende de critérios bem definidos, baseados em monitoramento contínuo da lavoura, condições climáticas e o ciclo da planta. Estratégias preventivas e aplicações realizadas em estádios específicos do desenvolvimento da soja têm demonstrado ser cruciais para maximizar a eficácia dos fungicidas e reduzir as perdas por doenças. Estudos recentes indicam que a aplicação de fungicidas na fase vegetativa da soja, especialmente no estádio V4 (quatro trifólios completamente desenvolvidos), pode ser altamente benéfica em cultivares mais suscetíveis a doenças foliares como a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) e a antracnose (*Colletotrichum truncatum*).

Essa aplicação precoce tem o objetivo de proteger a área foliar inicial, crucial para o crescimento vegetativo e o estabelecimento da planta. Além disso, ao reduzir a pressão inicial de inóculo, a aplicação em V4 ajuda a retardar a necessidade de aplicações em estádios posteriores, promovendo maior eficácia no manejo integrado de doenças (Costa, 2024).

A época de semeadura irá indicar a necessidade de aplicação preventiva no manejo de doenças?

Os sistemas de plantio tardio também intensificam a exposição das plantas a condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças, uma vez que as fases críticas de desenvolvimento coincidem com períodos mais chuvosos e de maior umidade relativa. Nesses cenários, o intervalo entre o término do efeito do tratamento de sementes e a primeira aplicação em R1 pode ser longo, deixando a planta vulnerável a infecções que comprometem sua saúde inicial e impactam o potencial produtivo.

Estudos mostram que aplicações no V4 oferecem proteção estratégica, mantendo a área foliar e assegurando o desenvolvimento vegetativo saudável, fundamental para suportar o enchimento de grãos na fase

reprodutiva (Acatrolli, 2024). Assim, integrar aplicações no V4 em programas de manejo pode ser especialmente vantajoso em regiões ou safras em que o plantio ocorre fora da janela ideal, contribuindo para a sustentabilidade da produção e o retorno econômico.

Estudos realizados no Instituto Goiano de Agricultura sobre manejo preventivo de doenças

A equipe de pesquisa em fitopatologia realiza estudos anuais a campo para responder às principais dúvidas relacionadas ao manejo de doenças foliares na cultura da soja, abordando questões como o melhor momento de aplicação de fungicidas, a escolha das moléculas mais eficazes e o número ideal de aplicações. Esses estudos incluem experimentos detalhados que avaliam a aplicação de produtos no estágio vegetativo (V4), investigando se essa prática proporciona retorno econômico significativo.

Além disso, são conduzidos trabalhos para determinar o momento ideal de aplicação em diferentes estádios fenológicos (V4 e R1), com comparações entre programas de manejo que variam de 2 a 6 aplicações ao longo do ciclo da cultura. Para garantir a robustez dos resultados, os ensaios são realizados em múltiplas safras, permitindo avaliar a influência das condições climáticas sobre a eficácia dos fungicidas e a resposta das plantas ao manejo químico. Esses estudos buscam oferecer recomendações baseadas em evidências para maximizar a produtividade da soja, equilibrando eficácia, sustentabilidade e retorno econômico.

Quais melhores fungicidas para serem posicionados na aplicação preventiva, no vegetativo?

Neste contexto, podemos observar em ensaio conduzido no IGA na safra 2022/2023 com a cultivar Foco, que a análise de severidade de doenças de final de ciclo (DFC) aos 14 dias após a quarta aplicação de fungicida (DAA4ª) mostram uma redução significativa nas doenças quando fungicidas são aplicados no estágio vegetativo (V4). A testemunha, sem qualquer aplicação, apresentou a maior severidade, com 16,9%, enquanto os tratamentos sem aplicação no vegetativo (V4), mas iniciados no R1, reduziram a severidade para 11,6%, alcançando uma eficácia de controle de 31%.

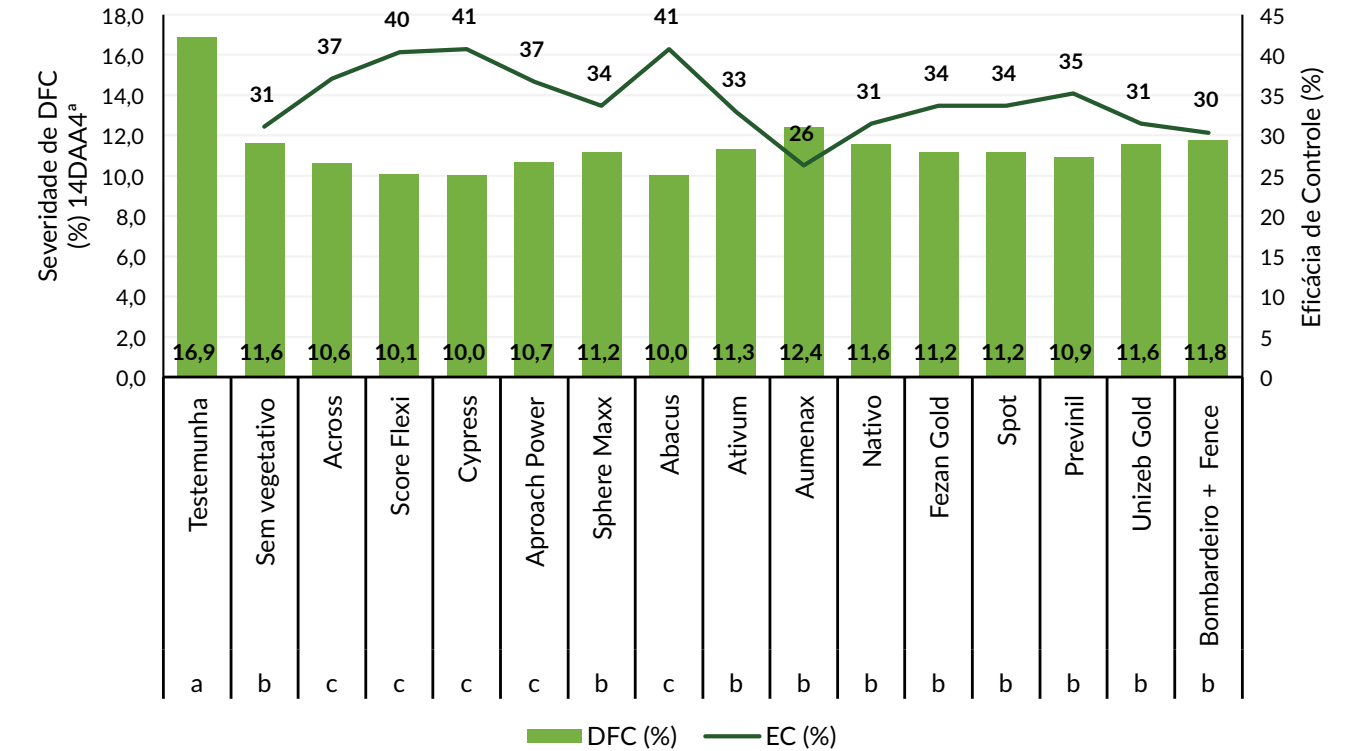


Figura 2 - Severidade de doenças de final de ciclo (DFC, %) aos 14 dias após a 4ª aplicação (14DAA4), e eficácia de controle (%) em função da aplicação dos tratamentos no estágio vegetativo da soja, Montividiu - GO, 2023. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) 5,95. Doses: Across (2,25 L.ha-1), Score Flexi (0,15 L.ha-1), Cypress (0,3 L.ha-1), Aproach Power (0,6 L.ha-1), Sphere Max (0,2 L.ha-1), Abacus (0,3 L.ha-1), Ativum (0,8 L.ha-1), Aumenax (1,0 L.ha-1), Nativo (0,5 L.ha-1), Fezan Gold (2,0 L.ha-1), Spot (0,8 L.ha-1), Previnil (1,5 L.ha-1), Unizeb Gold (1,5 Kg.ha-1), Bombardeiro (0,3 L.ha-1) + Fence (0,5L.ha-1), adjuvantes foram aplicados de acordo com a recomendação dos fabricantes.

Nos tratamentos que incluíram a aplicação no vegetativo (V4), os melhores desempenhos foram observados com Cypress e Abacus, ambos reduzindo a severidade para 10,0%, com uma eficácia de 41%. Produtos como Score Flexi (severidade de 10,1%, eficácia de controle de 40%) e Aproach Power (10,7%, 37%) também se destacaram. Fungicidas multissítios, como Previnil (10,9%, 35%) e Unizeb Gold (11,6%, 31%), reforçaram seu papel no manejo integrado ao complementarem a proteção sistêmica, mas não diferiram da testemunha sem aplicação no V4.

Esses resultados evidenciam que a aplicação no V4 é essencial para reduzir a pressão inicial de inóculo e prolongar a proteção até os estádios reprodutivos. Além disso, eles corroboram com estudos de Costa (2024), que destacam que aplicações preventivas no vegetativo, especialmente com misturas de diferentes modos de ação, são fundamentais para proteger a área foliar e garantir o potencial produtivo da soja (Figura 2).

A aplicação preventiva, no vegetativo, contribui no manejo de outras doenças da soja?

obre outro importante patógeno para a soja, a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) os resultados indicaram uma clara superioridade nos tratamentos que incluíram aplicações no estágio vegetativo (V4), com destaque para o fungicida Nativo (0,3%), que apresentou a maior eficácia de controle, alcançando 96% de redução na severidade em comparação à testemunha (7,6%). Este desempenho evidencia a robustez do produto na proteção contra infecções precoces e no manejo integrado de doenças (Figura 3).

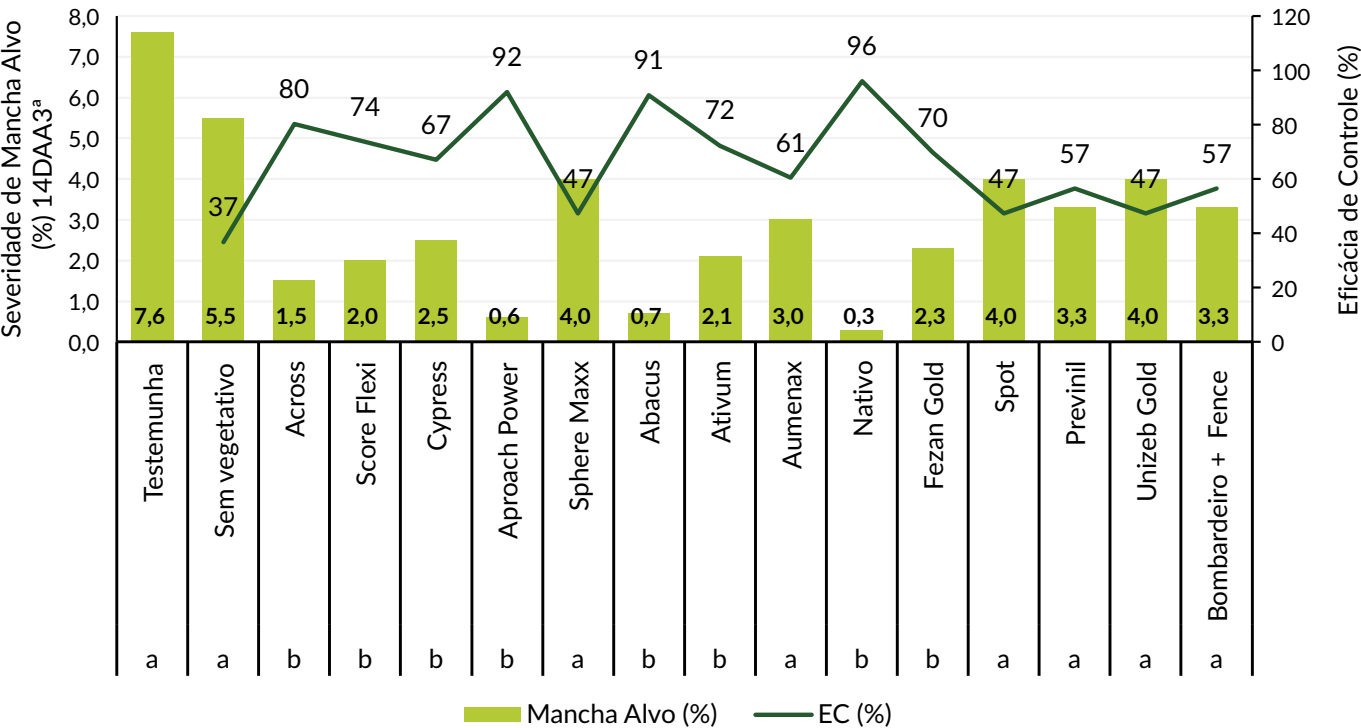


Figura 3 – Severidade de Mancha Alvo (%) aos 14 dias após a 3ª aplicação (14DAA3), e eficácia de controle (%) em função da aplicação dos tratamentos no estágio vegetativo da soja, Montividiu – GO, 2023. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) 12,71.
Doses: Across (2,25 L.ha-1), Score Flexi (0,15 L.ha-1), Cypress (0,3 L.ha-1), Aproach Power (0,6 L.ha-1), Sphere Max (0,2 L.ha-1), Abacus (0,3 L.ha-1), Ativum (0,8 L.ha-1), Aumenax (1,0 L.ha-1), Nativo (0,5 L.ha-1), Fezan Gold (2,0 L.ha-1), Spot (0,8 L.ha-1), Previnil (1,5 L.ha-1), Unizeb Gold (1,5 Kg.ha-1), Bombardeiro (0,3 L.ha-1) + Fence (0,5L.ha-1), adjuvantes foram aplicados de acordo com a recomendação dos fabricantes.

Em seguida, destacam-se os tratamentos com Aproach Power (0,6%) e Sphere Maxx (0,7%), que alcançaram eficácias de controle de 91% e 90%, respectivamente. Ambos os produtos combinam ação sistêmica e residual, o que contribui para uma proteção duradoura durante os estádios críticos do ciclo da soja. Os fungicidas multissítios Previnil (2,0%) e Unizeb Gold (2,1%) também apresentaram resultados expressivos, reduzindo a severidade em 72% e 71%, reforçando seu papel como complementares na estratégia de manejo, conforme descrito na literatura por Costa (2024) e Godoy et al. (2020).

Por outro lado, os tratamentos sem aplicação no V4 mostraram uma severidade consideravelmente maior de mancha alvo, como observado no tratamento sem vegetativo, com severidade de 5,5%, representando uma eficácia de controle de apenas 37% em relação à testemunha. Estes resultados destacam o impacto negativo de omitir a proteção inicial e reforçam a necessidade de aplicações precoces. A testemunha, sem qualquer aplicação, atingiu a maior severidade (7,6%), evidenciando a suscetibilidade do hospedeiro quando não há manejo inicial (Figura 3).

O uso da aplicação preventiva, no vegetativo, no manejo de doenças da soja reflete na produtividade?

Sim, a aplicação preventiva influencia na produtividade positivamente. Os dados de produtividade mostram que o tratamento com Cypress apresentou o melhor desempenho, alcançando 94 sacas.ha-1, enquanto a testemunha, sem qualquer manejo, registrou a menor produtividade (85 sacas.ha-1). Outros tratamentos, como Aproach Power (93 sacas.ha-1), Score Flexi (92 sacas.ha-1), e Bombardeiro + Fence (92 sacas.ha-1), também tiveram desempenhos elevados. Esses resultados refletem diretamente a eficácia dos tratamentos na redução da severidade de doenças foliares, como doenças de final de ciclo (DFC) e mancha-alvo, conforme relatado anteriormente.

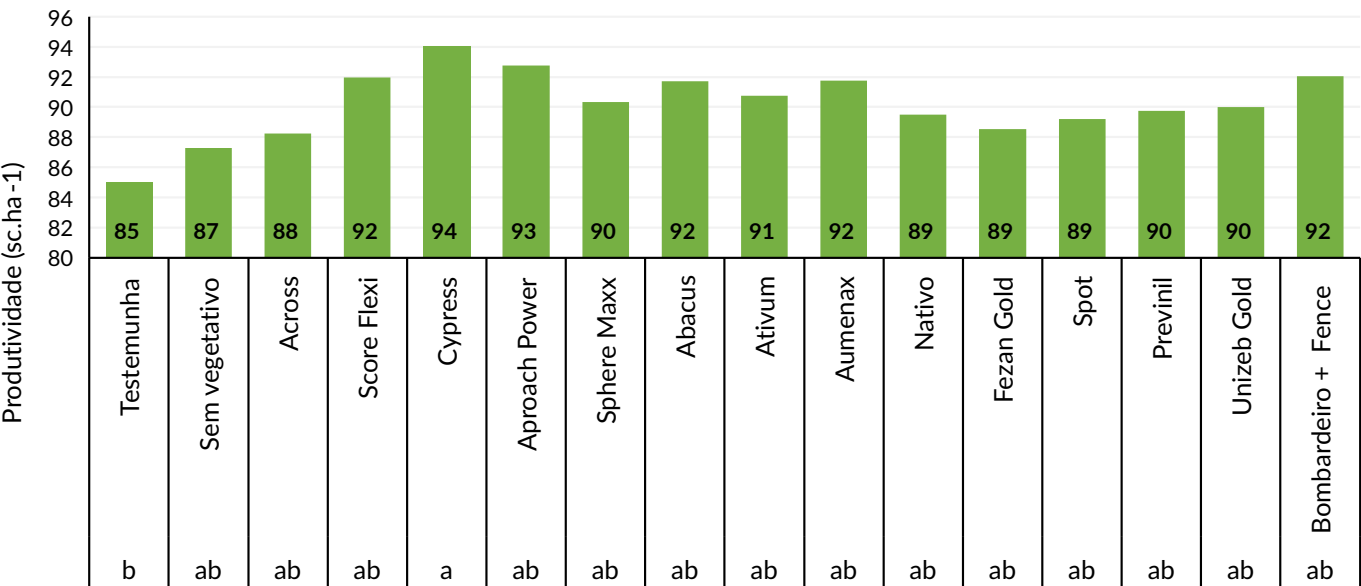


Figura 4 – Produtividade (sc.ha-1) em função da aplicação dos tratamentos no estágio vegetativo da soja, Montividiu – GO, 2023. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) 3,67. Doses: Across (2,25 L.ha-1), Score Flexi (0,15 L.ha-1), Cypress (0,3 L.ha-1), Aproach Power (0,6 L.ha-1), Sphere Max (0,2 L.ha-1), Abacus (0,3 L.ha-1), Ativum (0,8 L.ha-1), Aumenax (1,0 L.ha-1), Nativo (0,5 L.ha-1), Fezan Gold (2,0 L.ha-1), Spot (0,8 L.ha-1), Previnil (1,5 L.ha-1), Unizeb Gold (1,5 Kg.ha-1), Bombardeiro (0,3 L.ha-1) + Fence (0,5L.ha-1), adjuvantes foram aplicados de acordo com a recomendação dos fabricantes.

Os tratamentos que apresentaram menor severidade de DFC e mancha-alvo, como Nativo, Sphere Maxx, Aproach Power e Previnil, também registraram produtividades elevadas, em torno de 89 a 93 sacas.ha⁻¹. Estudos de Arbo et al. (2024) enfatizam que o manejo químico integrado, com aplicação precoce de fungicidas no estágio vegetativo, contribui para o aumento da produtividade ao reduzir as perdas foliares causadas por patógenos como *Corynespora cassiicola* e *Phakopsora pachyrhizi*.

Por outro lado, a produtividade na testemunha (85 sacas.ha⁻¹) e nos tratamentos sem aplicação no V4 (87 sacas.ha⁻¹) foi significativamente inferior, refletindo os efeitos negativos da alta severidade de doenças e maior desfolha. Esses dados reforçam que o manejo integrado, iniciado no V4, é uma estratégia fundamental para mitigar os impactos das doenças foliares e garantir altos rendimentos na cultura da soja.

Reconhecendo a importância da aplicação no vegetativo, quantas aplicações de fungicidas deve-se realizar em todo ciclo da soja?

Após a aplicação em V4, as aplicações que se sucedem no reprodutivo, são muitas vezes calendarizadas, e com intervalos definidos. Mas uma dúvida surge, são necessários mais 3 ou 4 aplicações? Além disso, a redução de intervalo pode ser importante para controle de DFCs, já que ao final da cultura ainda observamos doença? Como já respondido anteriormente, o manejo integrado de doenças tende ser a melhor alternativa para manter o sistema produtivo. Então, para responder esse questionamento é importante termos noções que a quantidade de aplicações será variada e dependerá da escolha da cultivar, ciclo, localidade, regime pluviométrico, época de semeadura, espaçamento, população, histórico da área etc. (KAJIHARA et al., 2021).

Essas dúvidas serão respondidas pelo ensaio conduzido pela equipe de fitopatologia, esse ensaio foi chamado de “Momento de Aplicação”. O estudo foi conduzido na safra 2023/2024, na cultivar DM 73I75, com apenas 875 mm no ciclo todo da soja, ou seja, baixa precipitação.

Qual (is) melhor (es) momento (s) para realizar aplicações de fungicidas na soja?

Os dados apresentados indicam a severidade de doenças de final de ciclo (DFC) em diferentes tratamentos aos 14 dias após a quarta aplicação de fungicidas (14DAA4). O tratamento controle (sem aplicação de fungicidas) apresentou a maior severidade de DFC, com 8,3%, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Esse resultado evidencia a importância do manejo químico no controle das DFCs, uma vez que a ausência de aplicações resultou em maior incidência da doença.

Os tratamentos que receberam aplicações de fungicidas mostraram redução na severidade de DFC, variando entre 4,9% e 5,3%, mas não diferiram estatisticamente entre si. Especificamente, os tratamentos com aplicações iniciadas no estágio vegetativo V4 (3 Aplicações (V4), 4 Aplicações (V4) e 5 Aplicações (V4)) apresentaram severidades de 5,0%, 4,9% e 4,9%, respectivamente, com eficácias de controle (EC) de 40% a 41% em relação ao controle.

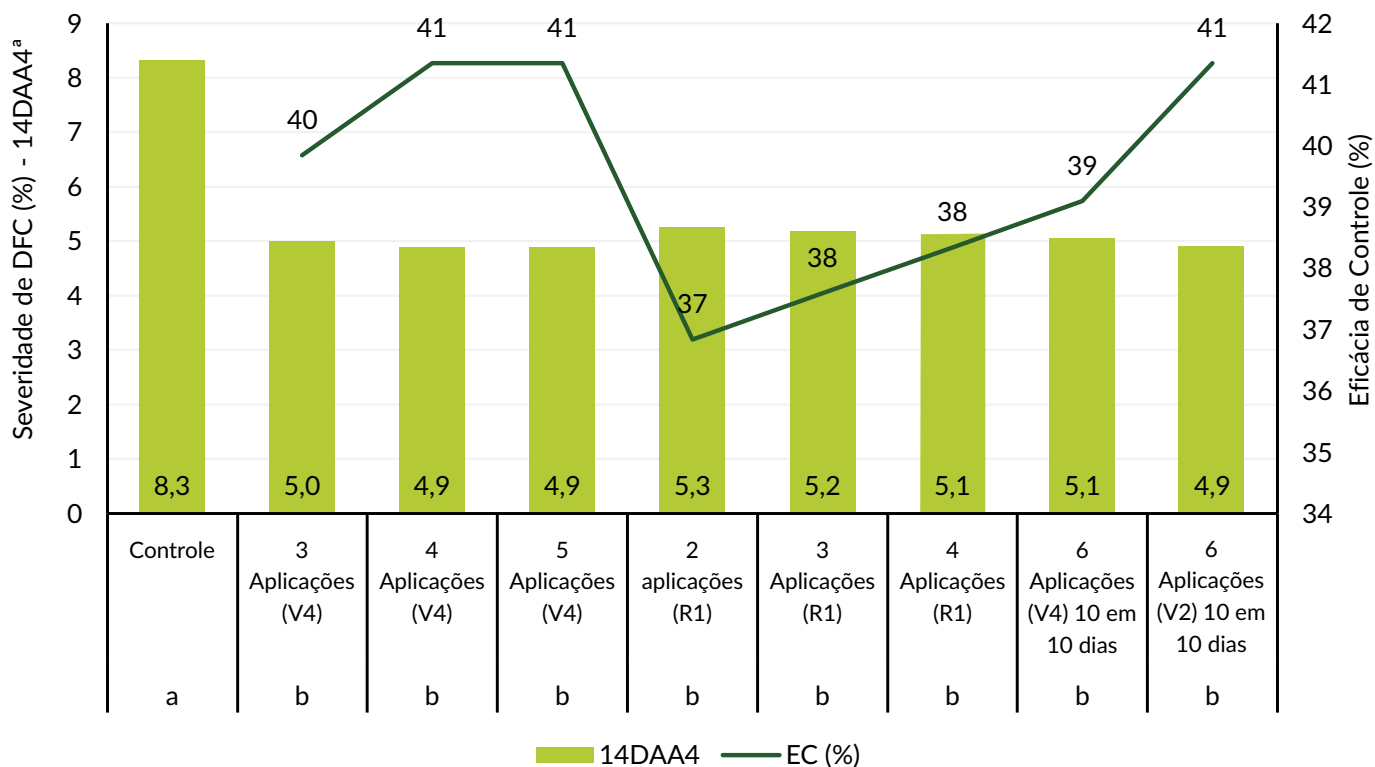


Figura 5 – Severidade de doenças de final de ciclo (DFC, %) aos 14 dias após a 4ª aplicação (14DAA4), e eficácia de controle (%) em função da aplicação dos tratamentos no estágio vegetativo da soja, Montividiu – GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) 9,53.
Ordem do posicionamento: Score Flexi (0,15 L.ha-1); Score Flexi (0,15 L.ha-1); Mitrion (0,45 L.ha-1) + Unizeb Gold (1,5 Kg.ha-1); Evolution (2,0 Kg.ha-1); Cypress (0,3 L.ha-1) + Previnil (1,5 L.ha-1); Approach Power (0,6 L.ha-1) + Previnil (1,5 L.ha-1); Bravengis (0,15 L.ha-1). A quantidade de aplicações e momento de início de cada programa variou por tratamento.

Os tratamentos iniciados no estágio R1 (2 Aplicações (R1), 3 Aplicações (R1) e 4 Aplicações (R1)) mostraram severidades levemente superior, entre 5,1% e 5,3%, e eficácias de controle de 37% a 38%. Embora a diferença não seja estatisticamente significativa, os dados sugerem que a antecipação da primeira aplicação para o estágio V4 pode contribuir para uma redução adicional na severidade das DFCs. Isso está em concordância com estudos que ressaltam a importância das aplicações preventivas no vegetativo para controlar infecções iniciais e reduzir a pressão de inóculo (Godoy et al., 2020).

A média geral de severidade nos tratamentos com fungicidas foi de 5,4%, com eficácia média de controle de 39,5% em relação ao controle. Isso reforça a eficácia do uso de fungicidas no manejo das DFCs, independentemente do número de aplicações após a terceira entrada. Contudo, é importante considerar o custo-benefício das aplicações adicionais, visto que aumentos no número de aplicações não resultaram em reduções significativas na severidade da doença.

Antecipar aplicações pode ser viável no manejo de doenças na cultura da soja?

Os tratamentos com redução do intervalo de aplicação para 10 dias e iniciados em V4 (6 Aplicações (V4) 10 em 10 dias) e em V2 (6 Aplicações (V2) 10 em 10 dias) apresentaram severidades de 5,1% e 4,9%, respectivamente, com eficácias de controle de 39% e 41% (Figura 4). Esses resultados indicam que o aumento do número de aplicações e a redução dos intervalos não proporcionaram benefícios significativos adicionais no controle das DFCs, nas condições deste ensaio. Segundo Tinoco & Gheller (2024), a eficácia do controle químico depende não apenas do número de aplicações, mas também do momento correto e das condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença.

O posicionamento de fungicidas pode impactar na produtividade?

Sim, o posicionamento assim como a quantidade de aplicações interfere na produtividade da cultura da soja. Os tratamentos com maior número de aplicações e intervalos reduzidos mostraram superioridade em relação ao controle. O tratamento com redução de intervalo de aplicações (10 dias) alcançou a maior produtividade (93 sacas.ha-1), demonstrando a eficácia de um manejo mais intensivo na proteção da área foliar e enchimento dos grãos. No entanto, foi discutido anteriormente que a redução de intervalo não demonstrou ser tão benéfico, e que ao analisar a produtividade deve-se ponderar o custo benefício.

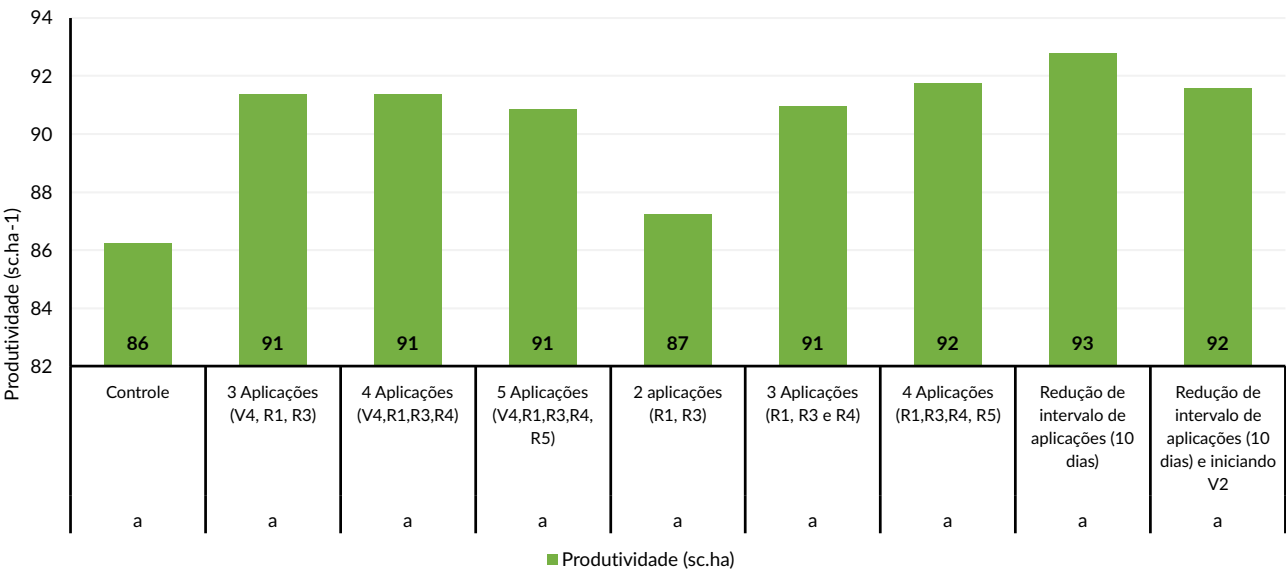


Figura 6 - Produtividade da soja, cultivar DM73i75, em função da aplicação de fungicidas na soja, Montividiu - GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) 6,50. Ordem do posicionamento: Score Flexi (0,15 L.ha-1); Score Flexi (0,15 L.ha-1); Mitrion (0,45 L.ha-1) + Unizeb Gold (1,5 Kg.ha-1); Evolution (2,0 Kg.ha-1); Cypress (0,3 L.ha-1) + Previnil (1,5 L.ha-1); Aproach Power (0,6 L.ha-1) + Previnil (1,5 L.ha-1); Bravengis (0,15 L.ha-1). A quantidade de aplicações e momento de início de cada programa variou por tratamento.

Os tratamentos com 3 aplicações (V4, R1, R3) e 4 aplicações (V4, R1, R3, R4) também apresentaram resultados consistentes, com produtividade de 91 sacas.ha-1. Os tratamentos com 2 aplicações (R1, R3) e 3 aplicações (R1, R3, R4) apresentaram produtividade de 87 sacas.ha-1 e 91 sacas.ha-1, respectivamente.

Esses resultados sugerem que o manejo limitado à fase reprodutiva pode ser insuficiente para proteger a planta contra doenças que se instalam precocemente no ciclo. Isso é corroborado por Tinoco & Gheller (2024), que apontam que a ausência de proteção no vegetativo compromete o desenvolvimento inicial e aumenta a severidade das doenças foliares.

Quais são as considerações finais a se pensar no posicionamento de fungicidas?

Os dados demonstram que o manejo integrado, com 4 aplicações oferece os melhores resultados em termos de controle, entretanto a produtividade é determinada pela severidade de doença. No cenário da safra em questão e levando em consideração estiagens e veranicos que ocasionaram baixa severidade de doença, três aplicações iniciando em V4 foram suficientes. A entrada precoce, especialmente em V4, mostrou-se vantajosa para reduzir o impacto das doenças, proteger a área foliar e garantir maior eficácia no enchimento de grãos. Por outro lado, esquemas de manejo limitados à fase reprodutiva, como 2 aplicações em R1 e R3, apresentaram resultados inferiores, reforçando a importância de estratégias preventivas bem planejadas.

REFERÊNCIAS

ACATROLI, B. Diferentes manejos de fungicidas para a cultura da soja nas safras agrícolas 2022/23 e 2023/24. IFRS: Ibirubá, 2024.

ARBO, M, MÜHL, FRM, FELDMANN, NA, RHODEN, AC. Ferrugem asiática no brasil: impacto, avanços científicos e manejo. Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio, v. 3, p. 27-56, 2024.

COSTA, VF. Análise da eficácia e retorno econômico de diferentes programas de fungicidas na cultura da soja (*Glycine max* L.). UFRS: Porto Alegre, 2024.

GODOY, CV, UTIAMADA, CM, MEYER, MC, CAMPOS, HD et al. Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2019/2020: resultados sumarizados dos experimentos cooperativos. Embrapa: Circular Técnica 161, 2020.

KAJIHARA, LH, BERIAM, LOS, FURLAN, SH. Avaliação de programas da aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja, visando a rentabilidade da cultural. *Biológico*, v. 83, 1-17, 2021.

TINOCO, E, GHELLER, JA. Estratégias de manejo de doenças na soja: análise da aplicação de fungicidas nos estádios vegetativos iniciais. *Revista Cultivando o Saber*, 78-99, 2024.

ACESSE MAIS RESULTADOS TÉCNICOS

› PUBLICADOS PELO IGA UTILIZANDO OS QR CODES ABAIXO REFERENTES ÀS PESQUISAS:



EFICÁCIA DE FUNGICIDAS APLICADOS NO ESTÁDIO VEGETATIVO DA SOJA

Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-tecnico-final-safra-2022-2023-fitopatologia-fungicidas-quimicos>



MOMENTO DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NA SOJA

Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-fitopatologia-safra2324>

EFICÁCIA DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO MANEJO DE NEMATOIDES DA SOJA

Lais Fernanda Fontana
Pesquisadora em Fitopatologia e Nematologia, IGA

Weder Nunes Ferreira Junior
Wendson Soares Cavalcante

Danieli Alixame Pupim
Analistas de Pesquisa e Desenv. Agrícola, IGA

Yury Lopes Afonso
Raiane Borges dos Santos
Assistentes de Pesquisa, IGA

Guilherme Alves, Ismael Alberti, Jeferson Goldman, Luiz Junior, Lyvia Arantes, Rithielly Machado, Tales Cristian, Tiago Cayres
Estagiários, IGA

Por que controlar nematoides?

A soja é uma das culturas mais impactadas pelos nematoides, que causam perdas significativas na produtividade devido aos danos às raízes e à capacidade de absorção de nutrientes e água. Estudos estimam que as perdas econômicas globais causadas por nematoides em culturas agrícolas ultrapassem US\$ 100 bilhões por ano, sendo que, no Brasil, a soja é uma das culturas mais afetadas, com prejuízos variando entre 10% a 30% em áreas infestadas (Bellé et al., 2017).

Quais são as principais espécies de nematoides que ocorrem na cultura da soja?

Diversas espécies de nematoides são associadas à redução da produtividade da soja, sendo as mais importantes *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*. Os nematoides das galhas (*Meloidogyne spp.*) causam deformações severas nas raízes, limitando o desenvolvimento das plantas, enquanto o nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) se destaca pela capacidade de sobreviver no solo por longos períodos em estruturas de resistência chamadas cistos, dificultando o manejo (Bellé et al., 2017; Hamawaki et al., 2019).

Outra espécie importante é o *Pratylenchus brachyurus* (nematoide das lesões radiculares), também são preocupantes, especialmente em solos arenosos, onde sua ação reduz a eficácia da absorção de nutrientes (Bellé et al., 2017). A interação dessas espécies com patógenos secundários pode agravar os danos, resultando em quedas expressivas na produtividade.

Quais as estratégias de manejo de nematoides?

O manejo de nematoides na cultura da soja requer estratégias integradas para minimizar os impactos. O manejo cultural, incluindo a rotação de culturas com plantas não hospedeiras, como milho e algodão, têm sido amplamente recomendado para reduzir as

populações de nematoides no solo (Pinheiro et al., 2019). O uso de cultivares resistentes ou tolerantes, associado a práticas de manejo do solo, como a adubação verde e a cobertura com plantas como braquiária, é outra estratégia eficaz para reduzir a



Figura 1 - Cistos de *Heterodera glycines* em raízes de soja, Montividiu - GO, 2024 (Ferreira Junior, W. - IGA).

densidade populacional dos nematoides (Perina et al., 2015). Além disso, a manutenção da saúde do solo, por meio de práticas de manejo conservacionistas, melhora a capacidade do sistema agrícola de lidar com os patógenos de maneira sustentável.

Os controles químico e biológico entram como métodos de controle eficazes que são aplicados no momento do estabelecimento da cultura seja via tratamento de sementes, aplicação no sulco ou via barra no sistema plante-aplique.

O que se sabe sobre o uso de produtos químicos e biológicos no manejo de nematoides?

O controle químico é amplamente utilizado no manejo de nematoides, com nematicidas como Fluopirram e abamectina sendo comumente aplicados para reduzir a densidade populacional desses patógenos. Embora eficazes, os nematicidas apresentam limitações, como custo elevado e impacto ambiental, exigindo o uso racional e integrado a outras estratégias de manejo.

Em contrapartida, os produtos biológicos vêm ganhando destaque como alternativas sustentáveis. Microrganismos como *Bacillus* spp., *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* e *Trichoderma harzianum* têm mostrado eficácia no controle de nematoides, agindo por meio de antagonismo direto e promoção de

resistência sistêmica nas plantas (Santos et al., 2019). Além disso, a aplicação de bioestimulantes associados a produtos biológicos pode melhorar a saúde das raízes, tornando-as mais tolerantes aos danos causados pelos nematoides.

O uso integrado de produtos químicos e biológicos, aliado ao manejo cultural e genético, é essencial para a redução das populações de nematoides no solo e a preservação da produtividade da soja. Estudos recentes apontam que a combinação de diferentes estratégias promove maior eficácia no manejo e reduz o impacto ambiental da agricultura (Carneiro, 2022).

O uso de biológicos no manejo de nematoides é vantajoso?

Os produtos biológicos têm emergido como uma alternativa sustentável e promissora no manejo de nematoides, reduzindo os impactos negativos associados ao uso intensivo de nematicidas químicos. Esses produtos são baseados em organismos vivos, como bactérias, fungos e outros microrganismos, que atuam diretamente sobre os nematoides ou indiretamente, promovendo a saúde das plantas e aumentando sua resistência aos danos.

Como os produtos biológicos ajudam no controle de nematoides?

Os produtos biológicos contribuem para o controle de nematoides de diferentes formas, dependendo do organismo utilizado. Bactérias como *Bacillus* spp. produzem metabólitos tóxicos que reduzem a viabilidade dos ovos e juvenis de nematoides (Araujo & Amaral, 2021). Fungos como *Purpureocillium lilacinum* e *Trichoderma* spp. atuam na colonização de ovos e juvenis, destruindo suas estruturas por meio de enzimas proteolíticas e quitinolíticas (Silva et al., 2021). Esses agentes também têm o potencial de induzir resistência sistêmica nas plantas hospedeiras, fortalecendo suas defesas contra infecções (Teles et al., 2013).

Além do controle direto, os produtos biológicos contribuem para a saúde geral do solo, promovendo o equilíbrio da microbiota e a estabilidade estrutural, o que pode reduzir a severidade dos danos causados por nematoides.



Figura 2. Ovo de nematoide (*Heterodera glycines*) colonizado por *Thichoderma endophyticum*, Laboratório de Nematologia do IGA, Montividiu - GO, 2024. (Pupim, D. - IGA)

Existem limitações dos produtos biológicos em alta pressão de nematoides?

Apesar das vantagens, os produtos biológicos apresentam limitações que podem afetar sua eficácia em condições de campo. Um dos principais desafios é a dependência de condições ambientais favoráveis, como temperatura, umidade e pH do solo. Muitos microrganismos biológicos têm sua atividade reduzida em solos com temperaturas extremas ou baixa umidade, o que pode limitar sua ação em regiões tropicais ou durante períodos de seca prolongada (Cardoso & Andreote, 2016).

Outro ponto crítico é a variabilidade de desempenho em diferentes sistemas de cultivo. A eficácia dos biológicos pode variar significativamente dependendo da densidade inicial dos nematoides no solo, do tipo de solo e da interação com outros organismos. Em áreas com infestações muito elevadas, os biológicos isoladamente podem não ser suficientes para reduzir as populações de nematoides, assim recomenda-se o posicionamento misto que inclua um químico a esse biológico.

A eficácia de controle de produtos biológicos e químicos vai além da mortalidade de nematoides?

Sim, quando se fala de controle é normal a expectativa da erradicação do alvo, no entanto, quando se fala de nematoides o controle vai além da mortalidade. Os métodos de controle podem proporcionar uma condição de vantagem contra nematoides, por exemplo a melhoria no enraizamento e aumento na matéria seca das raízes. No entanto, nematicidas podem agir como película repelindo ou “disfarçando” a presença da planta hospedeira.

Os resultados a seguir demonstrará dados de controle de nematoides na cultura da soja, especificamente *Pratylenchus brachyurus* e *Heterodera glycines*, com produtos biológicos e químicos.

Produtos biológicos possuem eficácia de controle para *P. brachyurus* na cultura da soja?

Os nematoides fitoparasitas representam uma das maiores limitações à produtividade da soja, sendo o gênero *Pratylenchus*, especialmente *P. brachyurus*, responsável por danos significativos devido à sua ampla distribuição e capacidade de redução do crescimento radicular. O presente estudo avaliou a eficácia de diferentes produtos nematicidas no manejo de *P. brachyurus* em condições de campo na safra 2023/2024 na cultivar Olimpo, mensurando o número de indivíduos por amostra e a eficácia percentual de controle aos 50 dias após a emergência (DAE).

Os dados mostraram que os tratamentos resultaram em uma ampla variação na população de *P. brachyurus*, com números que variaram entre 25 e 67 indivíduos por amostra. O tratamento controle (testemunha) apresentou uma média de 43 indivíduos, sendo este o parâmetro de referência para avaliar a eficácia dos nematicidas (Figura 3).

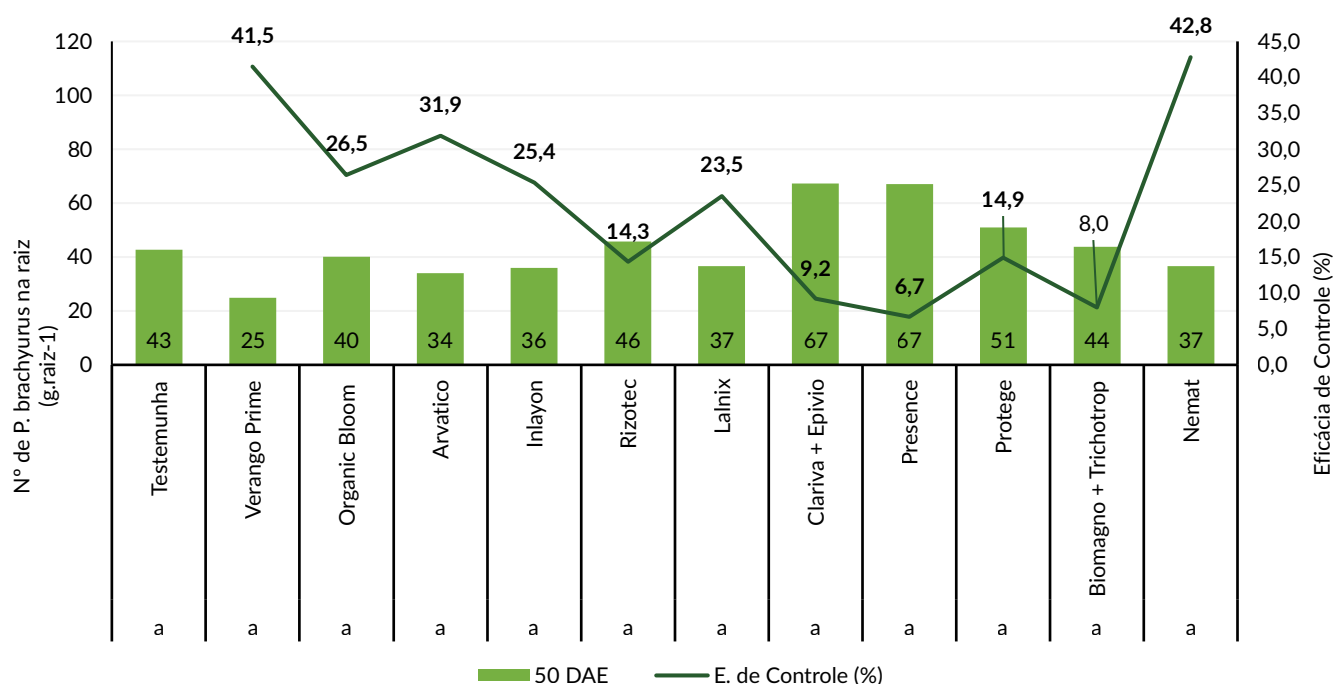


Figura 3 - Número de *P. brachyurus* e eficácia de controle (%) em função da aplicação de nematocidas biológicos na soja cultivar Olimpo, Montividiu - GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) 26,92.

Doses: Verango Prime (0,4 L.ha⁻¹), Organic Bloom (0,5 L.ha⁻¹), Arvatico (0,15 L.ha⁻¹), Inlayon (0,2 L.ha⁻¹), Rizotec (0,25 Kg.ha⁻¹), Lalnix Resist (2 g.Kg sem⁻¹), Clariva (0,15 L.100 kg sem⁻¹) + Epvio (0,2 L.100 kg sem⁻¹), Presence (0,2 L.ha⁻¹), Protege (0,3 L.ha⁻¹), Biomagno (0,2 L.ha⁻¹) + Trichotrop (0,02 Kg.ha⁻¹), Nemat (0,1 Kg.ha⁻¹).

O tratamento com Verango Prime apresentou o menor número de nematoides (25 indivíduos raiz⁻¹), correspondendo a uma eficácia de controle de 42%. Este resultado destaca a eficácia deste nematocida químico, possivelmente devido à sua composição à base de Fluopiram, que possui ação sistêmica e residual prolongado, conforme já descrito por Ferreira et al. (2020). O uso do Nemat também se destacou, com 37 indivíduos por grama de raiz e uma eficácia de controle de 43%.

O tratamento com o uso do Arvatico apresentou 34 indivíduos por amostra (g.raiz⁻¹), com uma eficácia de 32%. Embora inferior aos dois tratamentos anteriores, seu desempenho é relevante, destacando-se como uma opção viável em sistemas integrados de manejo. Tratamentos com o Organic Bloom (40 indivíduos, 26% de eficácia), Inlayon (36 indivíduos, 25%) e Lalnix (37 indivíduos, 24%) apresentaram resultados intermediários. Esses produtos, em sua maioria de base biológica ou com modos de ação alternativos, mostraram limitações no controle de nematoides quando comparados ao nematocida químico (Figura 3).

Qual o atual panorama de eficácia de produtos químicos contra *P. brachyurus* na cultura da soja?

Este estudo avaliou a eficácia de diferentes produtos nematocidas químicos, no controle desse nematoide aos 55 dias após a emergência (DAE). A eficácia de controle foi calculada com base na redução da população de nematoides em relação ao tratamento testemunha. Os dados obtidos revelaram uma ampla variação no número de nematoides e na eficácia de controle entre os tratamentos avaliados, destacando diferenças importantes entre os produtos utilizados (Figura 4).

A testemunha, sem aplicação de qualquer produto, apresentou o maior número de nematoides, com 194 indivíduos por grama de raiz. Este resultado serviu como referência para a avaliação da eficácia dos tratamentos (Figura 4).

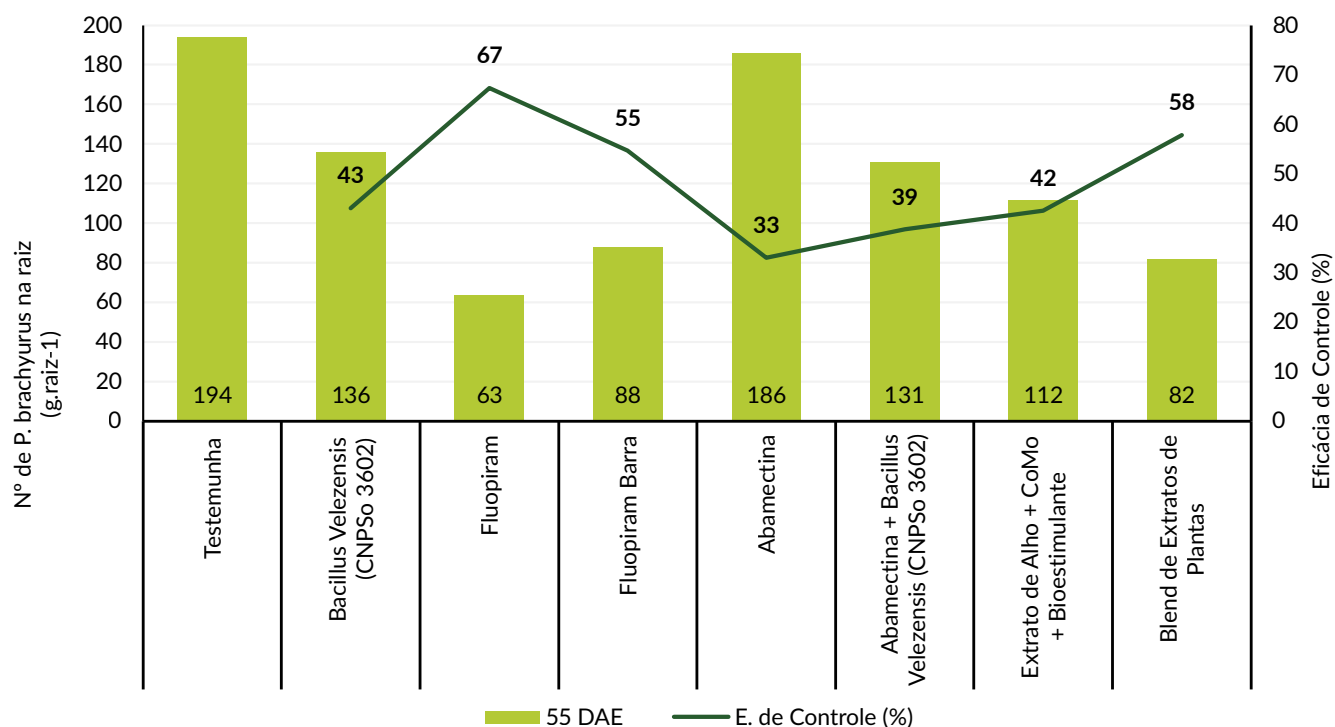


Figura 4 - Eficácia de controle (%) de produtos químicos e fitoquímicos para *P. brachyurus* cultivar Olimpo, Montividiu - GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) 25,44.

Doses: *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) (0,15 L.ha-1); Fluopiram sulco (0,4 L.ha-1); Fluopiram via Barra (0,4 L.ha-1); Abamectina (0,1 L.100 kg sem-1); Abamectina (0,1 L.100 kg sem-1) + *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) (0,15 L.ha-1); Extrato de Alho (0,4 L.ha-1) + CoMo (0,1 L.ha-1) + Bioestimulante (0,2 L.ha-1) + Blend de Extrato de Plantas (0,15 + 2,0 L.ha-1).

O tratamento mais eficaz foi utilizando o Fluopiram via sulco de plantio, que apresentou apenas 63 nematoides por amostra e uma eficácia de controle de 67%. Este resultado confirma o potencial do Fluopiram como um dos principais nematicidas químicos disponíveis. Entre os tratamentos intermediários, o uso de Fluopiram via barra (plante-aplique) apresentou uma eficácia de 55%, desempenho próximo ao do Fluopiram no sulco, mas ligeiramente inferior. Já o uso de um bionematicida a base de *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) apresentou 43% de eficácia para o *P. brachyurus*.

Em contrapartida, o tratamento com Abamectina, outro composto químico, apresentou eficácia de controle de 33%. A combinação de Abamectina + *Bacillus velezensis* resultou em eficácia de 39%, sugerindo que não houve sinergia, neste caso, entre os compostos. Sobre a sinergia estudos devem ser realizados *in vitro*, casa de vegetação e campo para certificação do comportamento.

Como se comportam nematicidas fitoquímicos no manejo de *P. brachyurus* na cultura da soja?

Nematicidas fitoquímicos são aqueles a base de extratos vegetais, sendo conhecido extrato de alho, de raízes e folhas no manejo de patógenos. O uso de blend de extratos de plantas destacou-se entre os tratamentos fitoquímicos, com 82 nematoides por grama de raiz e uma eficácia de 58%. Este resultado reforça o uso de compostos naturais como uma alternativa sustentável ao controle de nematoides, especialmente em programas de manejo integrado.

O uso do tratamento composto por de extrato de alho + CoMo + Bioestimulante, apresentou uma eficácia de 42%, um desempenho considerado intermediário, dentre os tratamentos testados. O uso de extratos vegetais e bioestimulantes tem sido explorado como estratégia sustentável, com estudos relatando sua ação como indutores de resistência em plantas. Esses resultados indicam potencial, embora sejam necessários ajustes para maximizar a eficácia.

Como se comportam os produtos biológicos no controle *Heterodera glycines* na cultura da soja?

O nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines*, é um dos principais desafios na cultura da soja devido aos severos danos causados às raízes, afetando diretamente a produtividade. Este estudo objetivou avaliar a eficácia de diferentes bionematicidas no controle de *H. glycines* em soja cultivar Olimpo, aos 50 dias após a emergência (DAE). Os tratamentos incluíram um produto químico e nematicidas biológicos, sendo comparados ao tratamento testemunha.

Os resultados indicaram ampla variação no número de cistos de *H. glycines* entre os tratamentos, com valores que oscilaram entre 344 e 695 indivíduos por grama de raiz. A população mais alta foi registrada no tratamento o bionematicida Inlayon (695 nematoides por g raiz-1, 3% de eficácia de controle), enquanto o menor número foi observado com o bionematicida Clariva + Epvio (344 nematoides por g raiz-1, 42% de eficácia de controle), indicando o melhor desempenho no manejo. Este resultado demonstra o potencial do Clariva + Epvio como uma ferramenta eficaz no manejo de *H. glycines*, corroborando estudos de Silva et al. (2018), que destacam sua ação biológica. Vale destacar que o microrganismo (*Pasteuria nishizawae* pn1) base do Clariva possui especificidade para controle de *Heterodera glycines*.

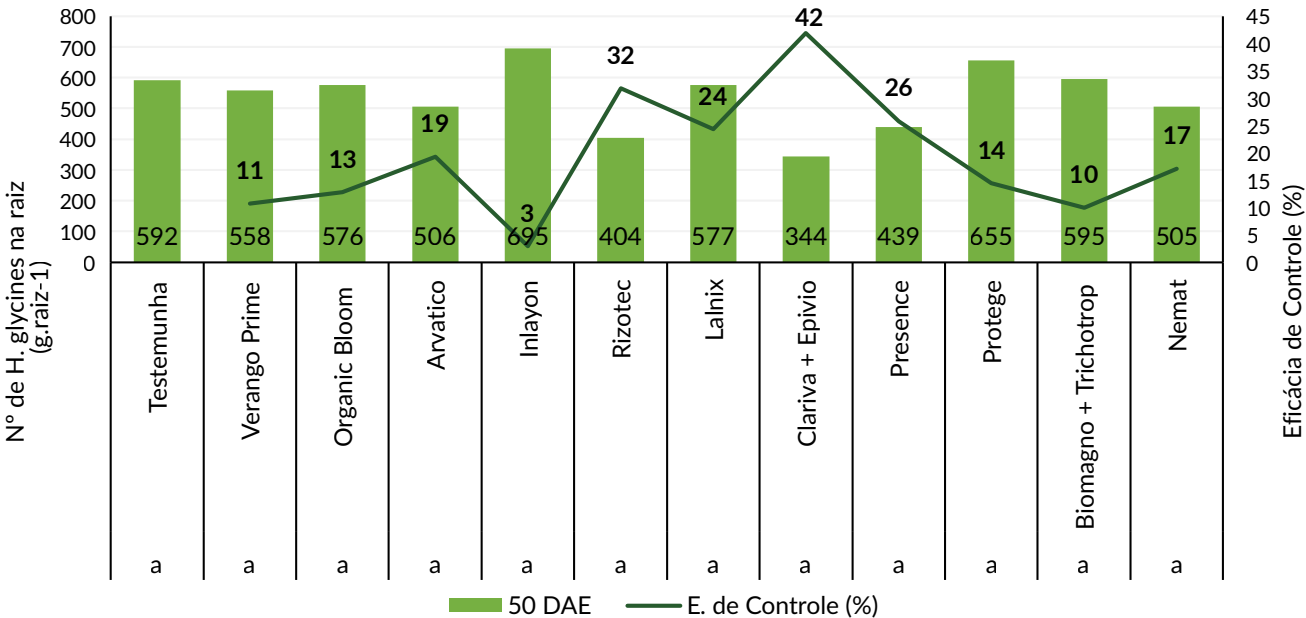


Figura 5 - Eficácia de controle (%) de produtos biológicos para *H. glycines* cultivar Olimpo, Montividiu - GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) 19,10.Doses: Verango Prime (0,4 L.ha-1), Organic Bloom (0,5 L.ha-1), Arvatico (0,15 L.ha-1), Inlayon (0,2 L.ha-1), Rizotec (0,25 Kg.ha-1), Lalnix Resist (2 g.Kg sem-1), Clariva (0,15 L.100 kg sem-1) + Epvio (0,2 L.100 kg sem-1), Presence (0,2 L.ha-1), Protege (0,3 L.ha-1), Biomagno (0,2 L.ha-1) + Trichotrop (0,02 Kg.ha-1), Nemat (0,1 Kg.ha-1).

O uso do Rizotec também demonstrou desempenho relevante, reduzindo a população desse nematoide e apresentando eficácia de controle de 32%. Produtos baseados em biotecnologias têm demonstrado resultados promissores em estudos de campo, especialmente em solos bem manejados (Santos et al., 2019; Santos et al., 2023) (Figura 3). Outros bionematicidas se destacaram no controle de *Heterodera glycines* que é o caso do Presence com eficácia de 26%, seguido de do Lalnix Resist com 24% de controle, Arvatico (19% de eficácia) e Nemat (17% de eficácia).

Produtos químicos e fitoquímicos performam positivamente no controle de *H. glycines* na soja?

Sim, assim como para outros nematoides o controle químico demonstra ser eficaz no controle do nematoide do cisto (*Heterodera glycines*). Este estudo avaliou a eficácia de diferentes tratamentos químicos em soja cultivar Olimpo, safra 2023/2024, incluindo produtos químicos, e um padrão biológico no controle de *H. glycines* aos 55 dias após a emergência (DAE).

Os tratamentos resultaram em uma ampla variação no número de nematoides presentes na raiz da soja, com valores que oscilaram entre 267 e 1191 indivíduos por amostra. O maior número de nematoides foi observado na testemunha (1191), enquanto o menor foi registrado com o uso de *Bacillus velezensis* (267), que também apresentou a maior eficácia de controle (78%) (Figura 6).

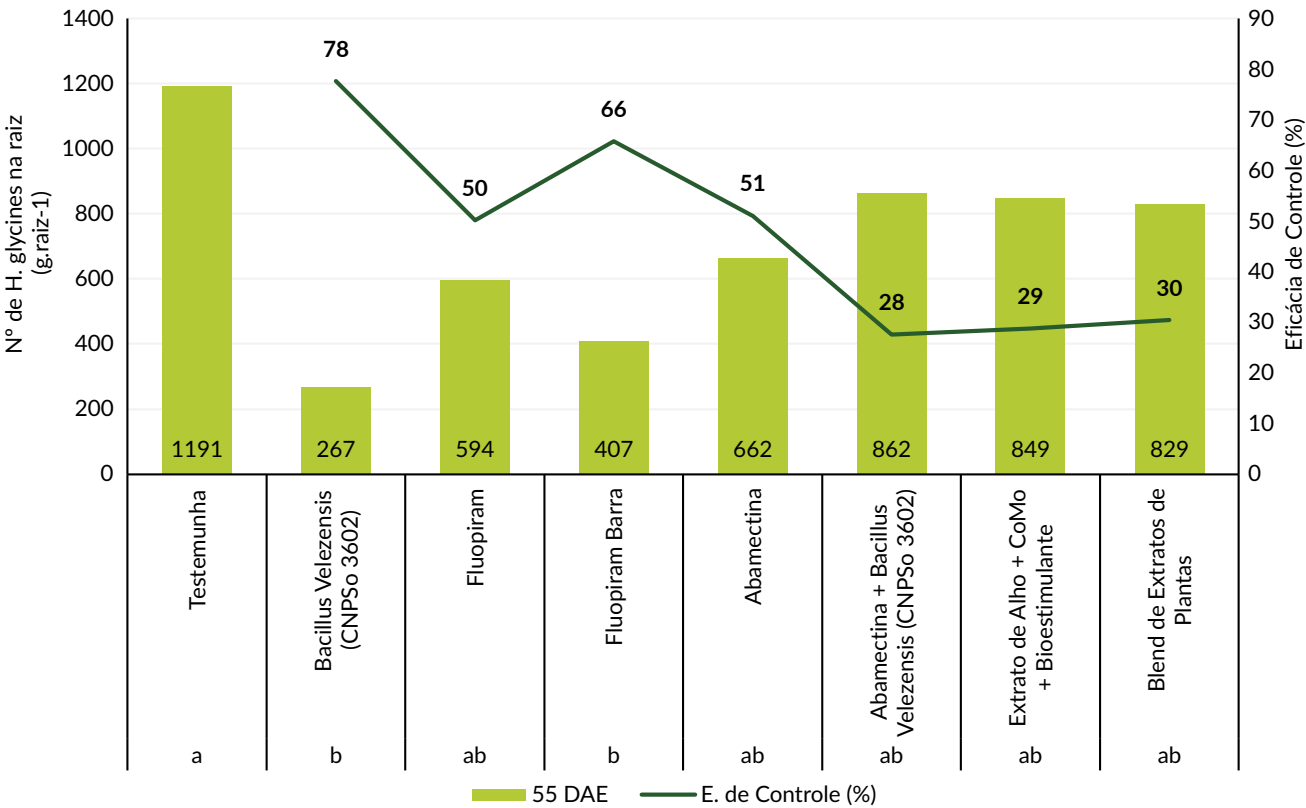


Figura 6 - Eficácia de controle (%) de produtos químicos e fitoquímicos para *H. glycines* cultivar Olimpo, Montividiu - Go, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) 35,21.Doses: *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) (0,15 L.ha-1); Fluopiram sulco (0,4 L.ha-1); Fluopiram via Barra (0,4 L.ha-1); Abamectina (0,1 L.100 kg sem-1); Abamectina (0,1 L.100 kg sem-1) + *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) (0,15 L.ha-1); Extrato de Alho (0,4 L.ha-1) + CoMo (0,1 L.ha-1) + Bioestimulante (0,2 L.ha-1) + Blend de Extrato de Plantas (0,15 + 2,0 L.ha-1).

O *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) foi o tratamento mais eficiente, com 78% de redução no número de nematoides em relação à testemunha. Este resultado destaca o potencial de agentes biológicos no manejo de *H. glycines*, corroborando estudos de Silva et al. (2018), que apontam a ação de *Bacillus velezensis* na promoção de resistência sistêmica em plantas e na supressão de nematoides no solo.

Quanto aos tratamentos químicos, o uso do Fluopiram via barra (planque-aplique) também apresentou alto desempenho, reduzindo a população de *H. glycines* e apresentando 66% de eficácia de controle. Sua formulação diferenciada, aliada à ação sistêmica do Fluopiram, foi capaz de alcançar resultados superiores, conforme já relatado por Ferreira et al. (2020).

O uso de Fluopiram via sulco apresentou eficácia de controle de 50%, e o uso de Abamectina no tratamento de sementes apresentou 51% de eficácia de controle do nematoide do cisto. Esses produtos são amplamente utilizados no manejo químico de nematoides e apresentaram eficácia considerável. A eficácia

moderada desses tratamentos é consistente com de Santos et al. (2019), que destacam a importância de ajustes na dose e na aplicação em condições de alta pressão de infestação (Figura 6).

As combinações Abamectina + *Bacillus velezensis* (28% de eficácia), Extrato de Alho + CoMo + Bioestimulante (29%) e Blend de Extratos de Plantas (30%) apresentaram desempenho inferior aos demais tratamentos, com populações de nematoides acima de 829 indivíduos por amostra. Esses resultados indicam uma limitação na eficácia dessas formulações para o manejo de *H. glycines*, possivelmente devido a interações desfavoráveis entre os compostos ou à baixa persistência dos ativos no solo, como observado por Oliveira et al. (2021).

O uso de nematicidas podem promover incremento produtivo na cultura da soja?

O nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines*, tem impactos severos na produtividade da cultura devido à redução do sistema radicular e consequente diminuição da absorção de água e nutrientes. Portanto o uso de tecnologias biológicas e/ou químicas favorecem o desenvolvimento e consequentemente a produtividade da cultura. Nestes estudos, os tratamentos avaliados demonstraram diferentes impactos na produtividade da soja (sc.ha-1), e esses resultados foram relacionados à eficácia de controle apresentada anteriormente.

A produtividade no ensaio de bionematicidas variou de 89 a 97 sc.ha-1 entre os tratamentos. O tratamento controle (testemunha) apresentou uma produtividade de 90 sc.ha-1, indicando as perdas significativas causadas pela infestação de nematoides na ausência de manejo. O maior rendimento foi observado no tratamento com Inlayon (97 sc.ha-1), seguido de Biomagnon + Trichotrop (96 sc. sc.ha-1) e Rizotec (95 sc.ha-1). Esses resultados indicam que o manejo, mesmo com eficácia de controle variável, contribuiu para a mitigação parcial dos danos causados pelo nematoide.

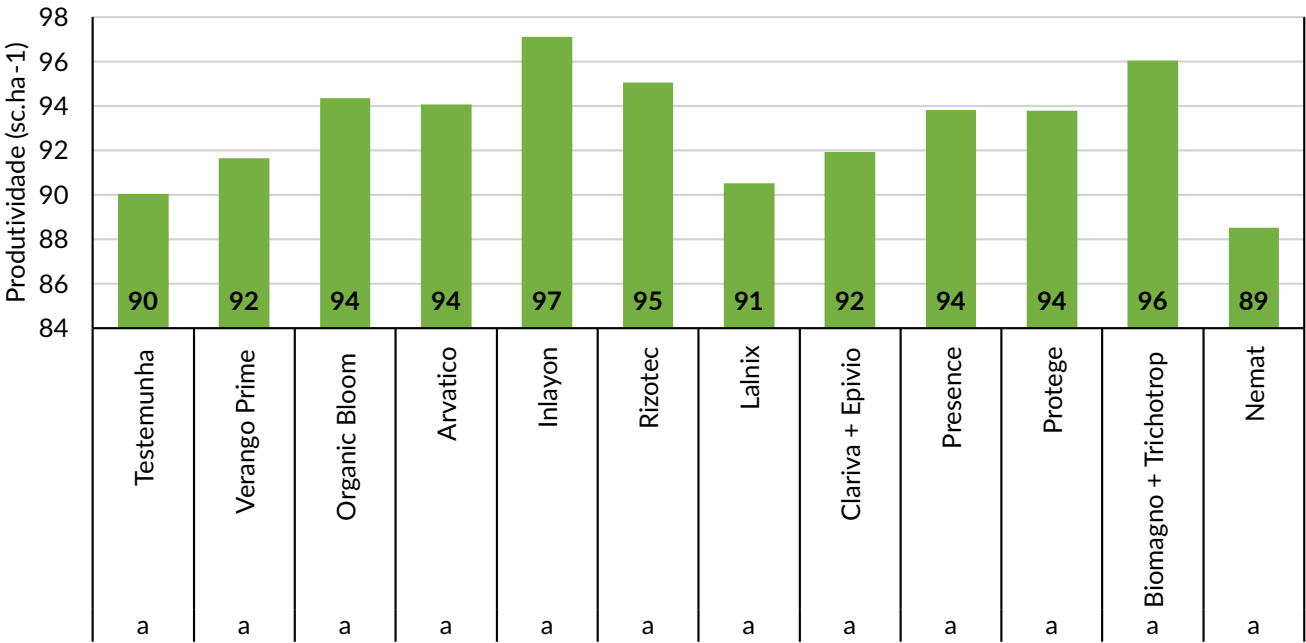


Figura 7 - Produtividade cultivar Olimpo em função da aplicação de produtos biológicos, Montividiu - GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) 35,89. Doses: Verango Prime (0,4 L.ha-1), Organic Bloom (0,5 L.ha-1), Arvatico (0,15 L.ha-1), Inlayon (0,2 L.ha-1), Rizotec (0,25 Kg.ha-1), Lalnix Resist (2 g.Kg sem-1), Clariva (0,15 L.100 kg sem-1) + Epvio (0,2 L.100 kg sem-1), Presence (0,2 L.ha-1), Protege (0,3 L.ha-1), Biomagnon (0,2 L.ha-1) + Trichotrop (0,02 Kg.ha-1), Nemat (0,1 Kg.ha-1).

Os tratamentos com Clariva + Epivio (94 sc.ha-1), Organic Bloom (94 sc.ha-1), Arvatico (94 sc.ha-1) e Presence (94 sc.ha-1), demonstraram produtividades superiores à testemunha, embora seus desempenhos estejam correlacionados com níveis de controle modestos. A análise dos resultados demonstra que a eficácia de controle contra *H. glycines* não é o único fator que influencia a produtividade final, indicando que outros aspectos, como promoção de crescimento, tolerância ao estresse e manejo cultural, também desempenham papéis significativos (Figura 7).

Com relação ao ensaio de produtos químicos e fitoquímicos, os valores de produtividade variaram significativamente entre os tratamentos, destacando os efeitos positivos do manejo químico,

fitoquímico e biológico no controle de nematoides e na promoção do rendimento da soja. A produtividade na testemunha foi de apenas 68 sc.ha-1, indicando as perdas significativas associadas à ausência de controle dos nematoides (Figura 8).

O uso de abamectina + *B. velezensis* apresentou alta produtividade, com 103 sc.ha-1, demais tratamentos também apresentaram incremento em produtividade, que é o caso do Fluopiram aplicado via barra (103 sc.ha-1) e o Blend de Extrato de Plantas (101 sc.ha-1) apresentaram produtividades elevadas e próximas entre si. Estes resultados sugerem que, embora seus mecanismos de ação sejam distintos, todos contribuíram para a mitigação dos danos causados pelos nematoides (Figura 8).

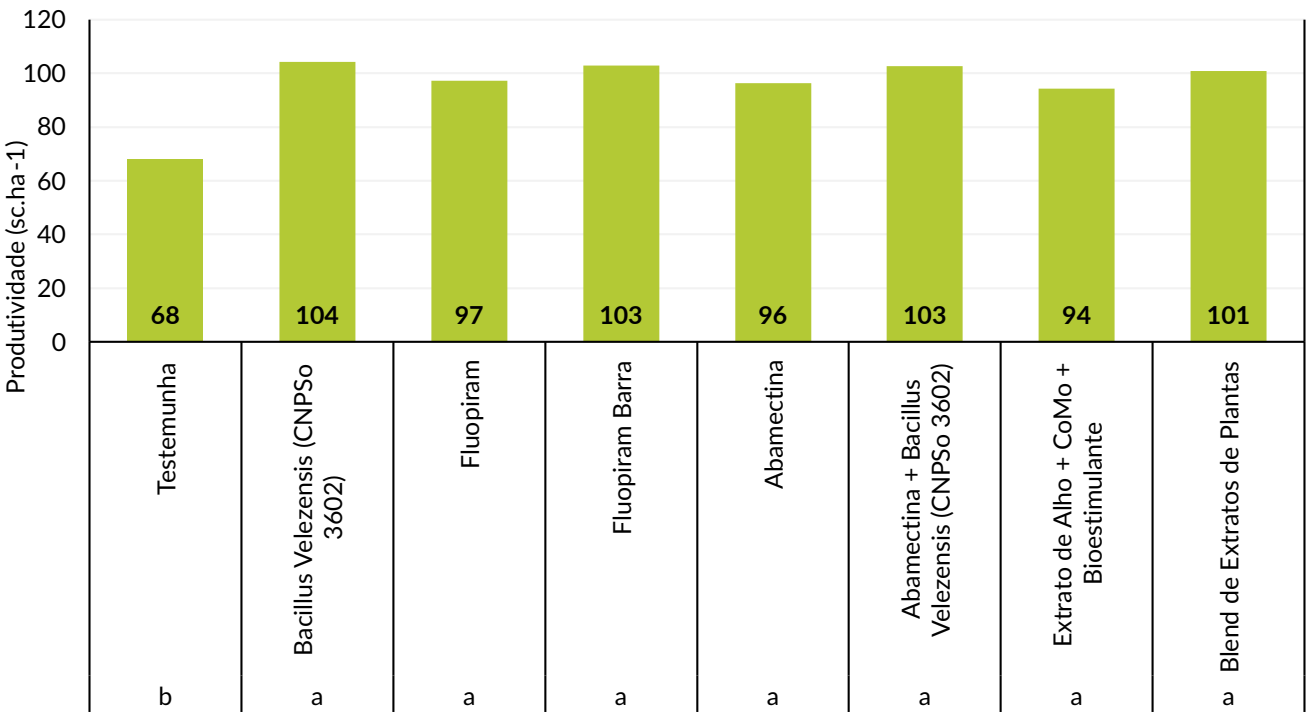


Figura 8 - Produtividade cultivar Olimpo em função da aplicação de produtos químicos e fitoquímicos, Montividiu - GO, 2024. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV (%) 7,16. Doses: *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) (0,15 L.ha-1); Fluopiram sulco (0,4 L.ha-1); Fluopiram via Barra (0,4 L.ha-1); Abamectina (0,1 L.100 kg sem-1); Abamectina (0,1 L.100 kg sem-1) + *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) (0,15 L.ha-1); Extrato de Alho (0,4 L.ha-1) + CoMo (0,1 L.ha-1) + Bioestimulante (0,2 L.ha-1) + Blend de Extrato de Plantas (0,15 + 2,0 L.ha-1).

O Fluopiram quando aplicado via sulco proporcionou produtividade de 97 sc.ha-1, enquanto a abamectina via tratamento de sementes quando utilizada na soja a produtividade foi de 96 sc.ha-1. O tratamento com Extrato de Alho + CoMo + Bioestimulantes apresentou produtividade de 94 sc. ha-1.

O uso do *Bacillus velezensis* (CNPSO 3602) apresentou a maior produtividade entre os tratamentos, com 104 sc. ha-1 (Figura 8). Este resultado evidencia a eficácia desse agente biológico na promoção do crescimento das plantas e na redução do impacto dos nematoides.

Considerais finais sobre o manejo de nematoides na cultura da soja

Os resultados apresentados destacam a importância do manejo integrado no controle de fitonematoides, como *Pratylenchus brachyurus* e *Heterodera glycines*, para a maximização da produtividade da soja. A eficácia dos tratamentos testados variou amplamente, com destaque para os nematicidas químicos, como Fluopiram via sulco ou via barra (plante-aplique), que demonstraram eficácia consistente tanto no controle de nematoides quanto na promoção de maior rendimento. Por outro lado, agentes biológicos, como *Bacillus velezensis* (Arvatico), mostraram grande potencial, especialmente devido à sua ação multifuncional, contribuindo para a promoção do crescimento radicular e resistência sistêmica, além do controle direto de nematoides.

No geral, os resultados reforçam que o manejo eficaz de fitonematoides deve combinar estratégias químicas, biológicas e culturais para equilibrar sustentabilidade e produtividade. Produtos como *B. velezensis*, combinados com nematicidas químicos ou fitoquímicos, mostraram-se promissores dentro de um contexto de manejo integrado, representando uma abordagem viável para o controle sustentável de nematoides na soja. Estratégias integradas e pesquisas contínuas são essenciais para superar os desafios impostos por esses patógenos e atender às demandas crescentes por sustentabilidade agrícola.

REFERÊNCIAS

BELLÉ, C, KUHN, PR, KASPARY, TE, SCHMITT, J. 2017. *Reação de cultivares de soja a Pratylenchus brachyurus*. Agrarian, v.10, p.136-140, 2017.

CARDOSO, EJBN, ANDREITE, FD. *Microbiologia do solo*. ESALQ: Piracicaba, 2. Ed., 224 p., 2016.

CARNEIRO, KM. *Controle integrado de nematoides na cultura da soja*. Universidade Federal de Mato Grosso: Barra do Garças, 2022.

HAMAWAKI, OT, HAMAWAKI, RL, NOGUEIRA, APO, GLASENAPP, JS, HAMAWAKI, CDL, SILVA, COD. *Evaluation of soybean breeding lineages to new sources of root-knot nematode resistance*. Ciência e Agrotecnologia, 43, e009519, 2019.

PERINA, FJ, COUTINHO, WM, SUASSUNA, ND, CHITARRA, LG, BOGIANJ, JC, LAMAS, FM, CARNEIRO, RMDG. *Manejo de fitonematoides na cultura do algodoeiro*. Comunicado Técnico, 376. Embrapa: Campina Grande, 2015.

PINHEIRO, JB, MELO, RAC, RAGASSI, CF. *Manejo de nematoides em hortaliças sob plantio direto*. Circular Técnica, 171. Embrapa: Brasília, 2019.

SANTOS, ARB, ALMEIDA, FAD, LEITE, MLT, FONSECA, WL, ALCÂNTARA NETO, FD, PEREIRA, F. F.; SANTOS, TSD. *Biocontrole no manejo de Pratylenchus brachyurus na soja*. Revista de Ciências Agrárias, v.42, p.201-210, 2019.

SANTOS, CHB, ANDRADE, LA, FREZARIN, ET, SALES, LR, RIGOBELLO, ECC. *Purpureocillium lilacinum for Biocontrol, Bioremediation and Biofertilization*. Preprints, v.1, p.e2023051926., 2023.

ACESSE MAIS RESULTADOS TÉCNICOS

➤ PUBLICADOS PELO IGA UTILIZANDO OS QR CODES ABAIXO REFERENTES ÀS PESQUISAS:

**USO DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS NO MANEJO DE NEMATÓIDES
USO DE NEMATICIDAS QUÍMICOS E FITOQUÍMICOS NO MANEJO DE NEMATÓIDES**Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-nematologia-safra2324>**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2022/2023: FITOPATOLOGIA – SOJA**Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-tecnico-final-safra-2022-2023-fitopatologia-fungicidas-quimicos>*Trabalhos da Publicação:*

Eficiência de fungicidas isolados no manejo de manchas foliares na cultura da soja.

Eficiência de fungicidas aplicados no estágio vegetativo da soja.

Eficiência de programas de fungicidas no controle de doenças na cultura da soja.

Momento de aplicação de fungicidas na cultura da soja.

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2022/2023: FITOPATOLOGIA: FERRUGEM ASIÁTICA**Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-tecnico-final-safra-2022-23-ferrugem-asiatica>*Trabalhos da Publicação:*

Eficiência de fungicidas aplicados isolados no manejo de ferrugem asiática na cultura da soja

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: FITOPATOLOGIA – SOJA**Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-fitopatologia-safra2324>*Trabalhos da Publicação:*

Eficácia de diferentes fungicidas isolados no controle de manchas foliares na soja.

Momento de aplicação de fungicidas na cultura da soja para manejo de doenças.

Eficácia de diferentes programas de fungicidas no controle de doenças foliares na soja.

Aplicação de fungicidas no estágio vegetativo da soja para manejo de doenças na soja.

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2022/2023: RESULTADOS DE SAFRA - NEMATOLOGIA**Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/relatorio-tecnico-final-safra-2022-2023-resultados-de-safra-nematologia>*Trabalhos da Publicação:*

Eficiência de nematicidas biológicos e químicos no manejo de fitonematoides na cultura da soja.

Manejo do nematoide do cisto da soja em sistema soja-milho.

**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: NEMATOLOGIA**Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-nematologia-safra2324>*Trabalhos da Publicação:*

Manejo do nematoide do cisto da soja em sistema soja-milho.

Uso de nematicidas biológicos no manejo de nematoides.

Manejo de nematoide via aplicação em barra de pulverização.

Uso de nematicidas químicos e fitoquímicos no manejo de nematoides.



AC3

Área de Conhecimento 3

Solos e Fitotecnia

BTR - Safra 2023/2024



fundação goiás
Fundação de Apoio à
Pesquisa e Desenvolvimento
Agropecuário de Goiás

IGA Instituto Goiano
de Agricultura

ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA POTENCIALIZAR A PRODUTIVIDADE DA SOJA

Antônio Jussiê da Silva Solino
Diretor Executivo, IGA

Leandro Alves Freitas
Pesquisador em Solos e Fitotecnia, IGA

Bruno Emanuel Teixeira
Elias Mendes Costa
Victória Carolina Sousa Rosa
Analistas em Solos e Fitotecnia, IGA

Cícero Francisco da Silva Filho
Carlos Eduardo Melo
Maxwell Marciano
Joaquim Moura
Assistentes em Solos e Fitotecnia, IGA

Thiago Biazon
Maria Vitória Pinangé Silva
Richard Ricardo Sales
Marina Nogueira
Estagiários em Solos e Fitotecnia, IGA

O Instituto Goiano de Agricultura (IGA) está na vanguarda da pesquisa com bioinsumos, buscando impulsionar um modelo de agricultura sustentável que atenda às questões ambientais, sociais e econômicas. O objetivo é garantir a sustentabilidade da produção a longo prazo, alcançada pela otimização da qualidade do solo e reduzindo o uso de insumos químicos, priorizando alternativas biológicas, como os inoculantes.

Formulados com microrganismos benéficos, como bactérias e fungos, os inoculantes são produtos biológicos cujas aplicações via semente, solo ou foliar visam beneficiar as culturas agrícolas (Díaz-Rodríguez et al., 2025, Preininger et al., 2018). Esses microrganismos atuam de diversas maneiras, melhorando o desenvolvimento das plantas, a fixação e solubilização de nutrientes e a proteção contra pragas e doenças. Em cultivos de algodão, soja, feijão, milho, entre outras, o uso de inoculantes se alinha aos princípios de sustentabilidade, o que resulta em um equilíbrio nutricional da planta e maior atividade biológica do solo.

Benefícios do uso de microrganismos nas culturas agrícolas

O uso de inoculantes traz diversos benefícios para as culturas agrícolas, tais como:

- › **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN):** Microrganismos como as bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, em simbiose com leguminosas como a soja e o feijão, convertem o Nitrogênio atmosférico (N₂) em formas assimiláveis pelas plantas. Isso reduz a necessidade de fertilizantes nitrogenados, o que, por sua vez, diminui as emissões de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo para a sustentabilidade agrícola.
- › **Promoção do Crescimento das Plantas:** Microrganismos benéficos solubilizam nutrientes essenciais, como Fósforo (P) e Potássio (K), tornando-os mais disponíveis para as plantas. Além disso, esses microrganismos podem estimular a produção de hormônios vegetais, como auxinas, giberelinas e citocininas, que favorecem o desenvolvimento das raízes e o crescimento geral da planta.

- › **Melhoria da Qualidade do Solo:** A utilização de inoculantes aumenta a diversidade de microrganismos presentes no solo, o que resulta em melhorias nas suas propriedades físico-químicas. Isso contribui para uma melhor estruturação do solo, que favorece a absorção de água e nutrientes pelas plantas.
- › **Controle Biológico de Pragas e Doenças:** Alguns microrganismos benéficos atuam como bioprotetores, auxiliando no controle natural de pragas e doenças, que pode minimizar a necessidade de defensivos químicos.

Como a inoculação de promotores de crescimento pode contribuir com o aumento de produtividade na cultura da soja?

Na busca de uma agricultura convergente com as dimensões ambiental, social e econômica, que assegure a produção a longo prazo através da manutenção da qualidade do solo, da redução do uso de insumos químicos e do aumento do uso de bioinsumos.

A coinoculação de microrganismos promotores de crescimento (*A. brasilense*, *B. subtilis* + *P. megaterium* e *P. fluorescens*) com *B. japonicum* pode, em alguns casos, comprometer a eficiência da ação individual de cada microrganismo, resultando em anulação de seus efeitos benéficos ou até mesmo na redução da produtividade da soja na safra 2022/23.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose (l ou kg ha-1)
T1	<i>B. japonicum</i> 1	0,3
T2	<i>B. japonicum</i> 2 + <i>A. Brasilense</i> 3	0,3 e 0,1
T3	<i>B. japonicum</i> 1 + <i>P. fluorescens</i> 4	0,3 e 0,2
T4	<i>B. japonicum</i> 5 + (<i>A. Brasilense</i> 6 + <i>P. fluorescens</i> 7)	0,3 e 0,3
T5	<i>B. japonicum</i> 1+ (<i>B. megaterium</i> e <i>B. subtilis</i> 8)	0,3 e 0,2

¹Atmo: *Bradyrhizobium japonicum* (Cepas SEMIA 5079 e 5080); ²Starfix Soja: *Bradyrhizobium japonicum* (Cepas SEMIA 5079 e 5080); ³Azos: *Azospirillum brasilense* (Cepa AZ39); ⁴Rizofos: *Pseudomona fluorescens*; ⁵Rhizotrop: *Bradyrhizobium japonicum* (Cepas SEMIA 5079 e 5080); ⁶Azos: *Azospirillum brasilense* (Cepa AZ39); ⁷Biofree: *Pseudomona fluorescens*; ⁸Biomaphos: *Bacillus subtilis* (Cepa BMF 2484) + *Bacillus megaterium* (BRM 119).

A co-inoculação, que é a aplicação ao mesmo tempo de diferentes microrganismos promotores de crescimento, impulsionou um aumento na produtividade da soja. A combinação de *B. japonicum* com *A. brasilense*, *P. fluorescens*, *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* resultou em um incremento na produtividade, sendo mais significativo com o uso de *A. brasilense* e *P. fluorescens*, que proporcionaram um aumento de 3 sc ha-1, em comparação à aplicação isolada de *B. japonicum*.

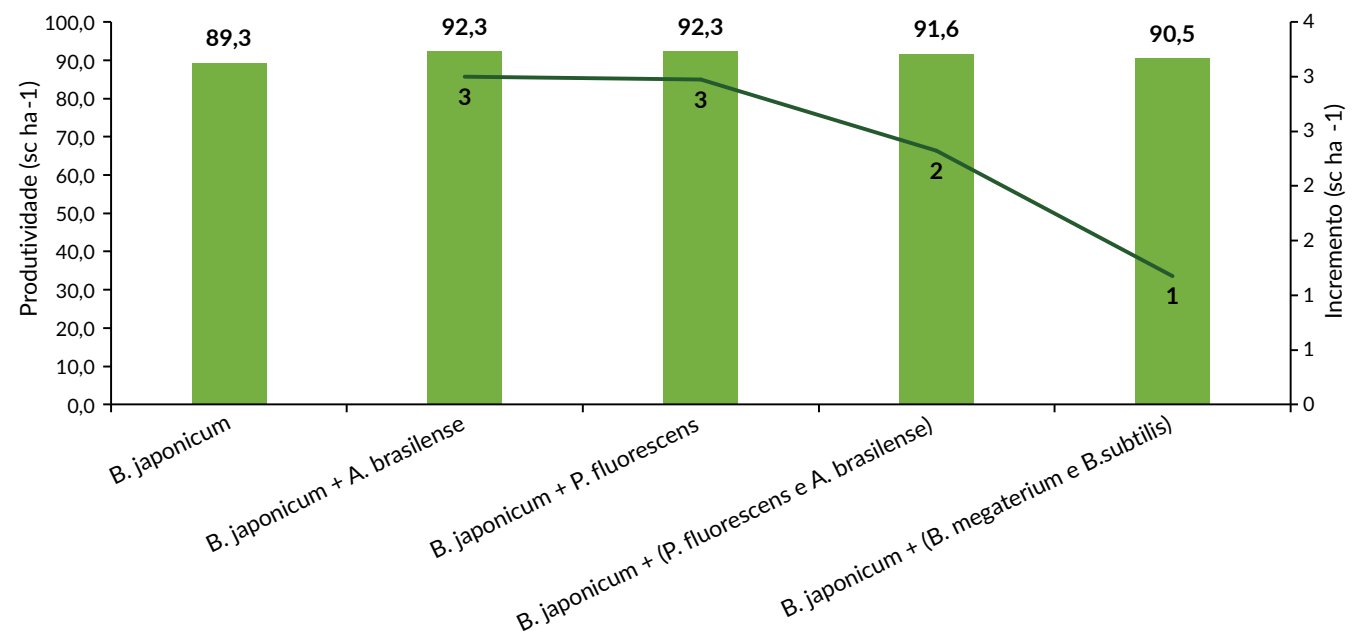


Figura 01. Efeito da inoculação de promotores de crescimento, isolados e/ou associados, sobre a produtividade de soja na cultura da soja. Montividiu-GO, 2024.

A aplicação dos microrganismos promotores de crescimento em co-inoculação com *B. japonicum* aumentou o índice de vegetação VARI (*Visible Atmospherically Resistant Index*) na soja, indicando que as plantas estavam fotossinteticamente mais ativas (Figura 02). O VARI é um indicador que utiliza a refletância de luz visível para avaliar a saúde e a quantidade de vegetação em uma área. Esse índice é projetado para ser resistente a interferências atmosféricas, permitindo uma análise mais precisa da atividade fotossintética das plantas. Valores mais altos de VARI refletem uma vegetação mais densa e saudável, o que pode ser um indicativo de melhores condições de crescimento.

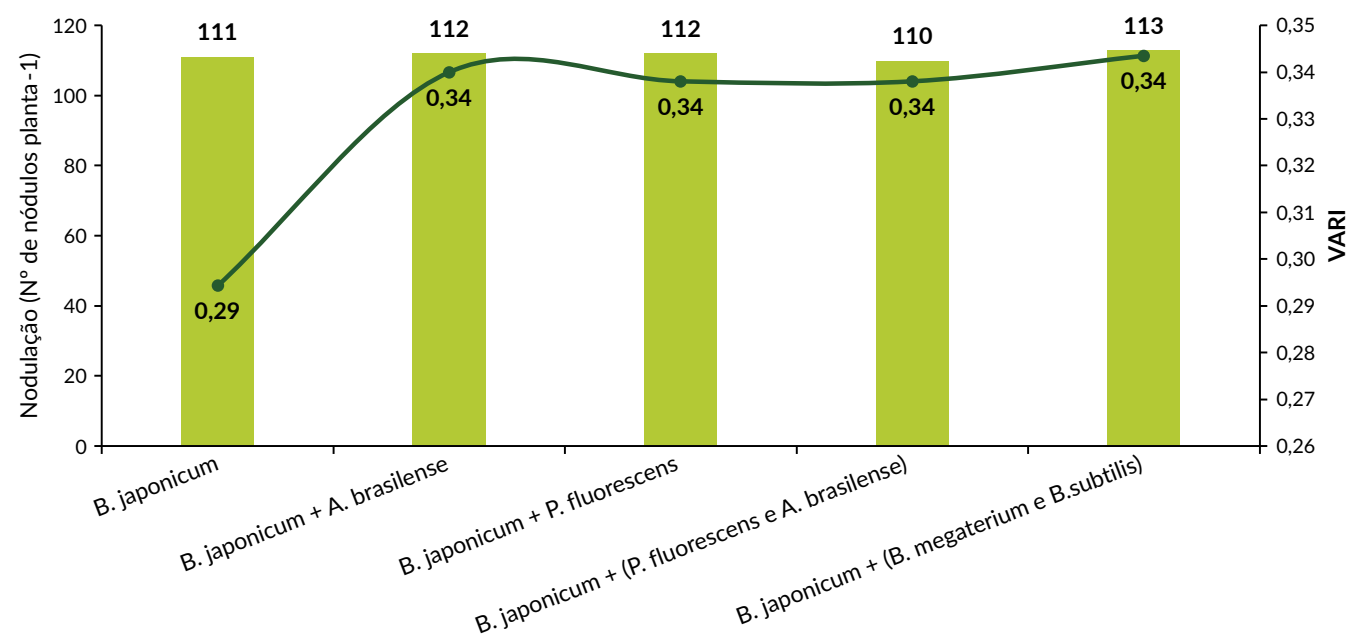
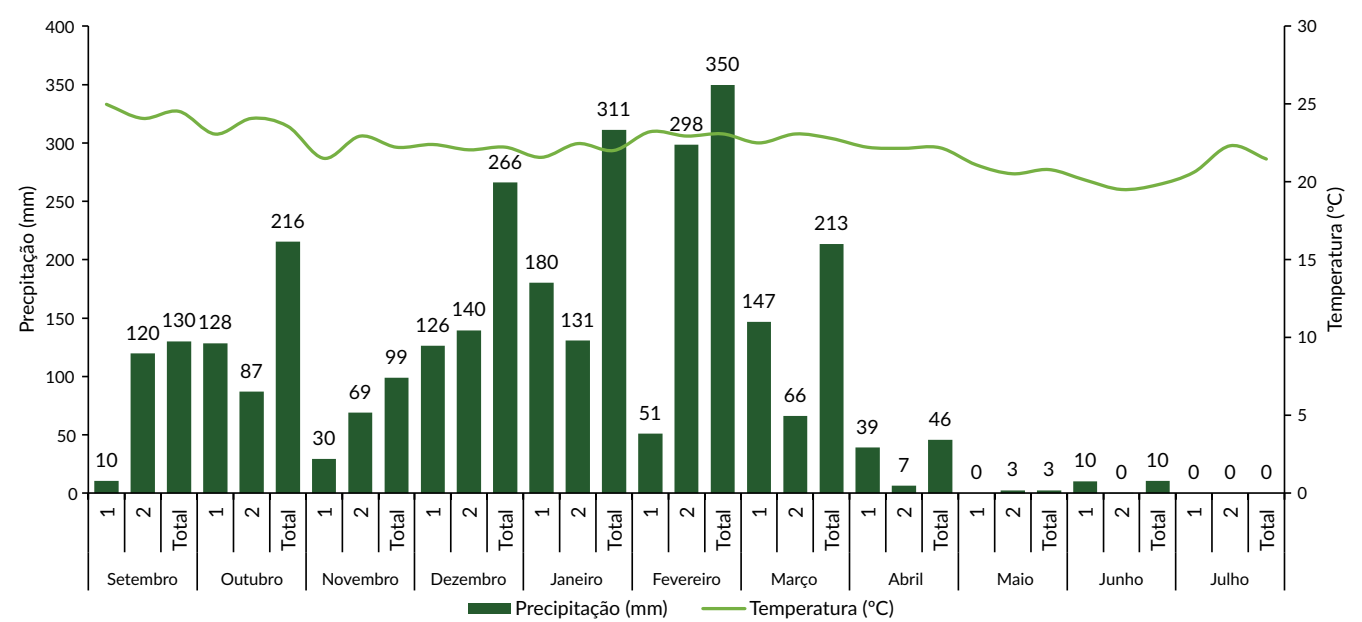


Figura 02. Efeito da inoculação de promotores de crescimento, isolados e/ou associados, sobre a Nodulação na cultura da soja. Montividiu-GO, 2024.

Na safra 2023/24 foram avaliados seis microrganismos promotores crescimento (*A. brasilense*, *B. aryabhat-tai*, *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *P. megaterium* e *P. fluorescens*). Além disso, foram testadas associações entre *B. japonicum* e esses microrganismos, com o objetivo de verificar a resposta da soja em safras com ocorrência de veranicos longos e de altas temperaturas durante o período de cultivo, com médias acima de 26 C° (Figura 03). Os tratamentos estão descritos na tabela 02.



Condições climáticas (Precipitação, mm e Temperatura, C°) durante a safra 2022/23 na cultura da soja. Montividiu-GO, 2024.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Dose (l ou kg ha-1)
T1	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> ¹	0,9
T2	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>Azospirillum brasilense</i> ²)	0,9 + 0,2
T3	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>Bacillus subtilis</i> ³)	0,9 + 0,15
T4	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ⁴)	0,9 + 0,2
T5	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>Pseudomona fluorescens</i> ⁵)	0,9 + 0,15
T6	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>Priestia megaterium</i> ⁶)	0,9 + 0,3
T7	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>B. aryabhattai</i> ⁷)	0,9 + 0,2
T8	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>A. Brasilense</i> ² + <i>B. subtilis</i> ³)	0,9 + 0,2 + 0,15
T9	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>A. Brasilense</i> ² + <i>B. amyloliquefaciens</i> ⁴)	0,9 + 0,2 + 0,1
T10	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>A. Brasilense</i> ² + <i>P. fluorescens</i> ⁵)	0,9 + 0,2 + 0,15
T11	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>A. Brasilense</i> ² + <i>P. megaterium</i> ⁶)	0,9 + 0,2 + 0,3
T12	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>A. Brasilense</i> ² + <i>B. aryabhattai</i> ⁷)	0,9 + 0,2 + 0,1
T13	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>B. subtilis</i> ³ + <i>P. fluorescens</i> ⁴)	0,9 + 0,2 + 0,1
T14	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>B. subtilis</i> ³ + <i>P. megaterium</i> ⁶)	0,9 + 0,2 + 0,3
T15	<i>B. japonicum</i> ¹ + (<i>B. subtilis</i> ³ + <i>B. aryabhattai</i> ⁷)	0,9 + 0,2 + 0,1

¹Atmo: *Bradyrhizobium japonicum* (Cepas SEMIA 5079 e 5080); ²AzzoFix®: *Azospirillum brasilense* (Cepas AbV5 e AbV6; ³Solubioraiz Performance: *Bacillus subtilis* (Cepa CCT 7993); ⁴Biobalance: *Bacillus amyloliquefaciens* (CCT 7995). Rizofos: *Pseudomona fluorescens*; ⁶Biosolubilize: *Priestia megaterium* (CCT 7987); ⁷Auras: *Bacillus aryabhattai* (Cepa CMAA 1363).

Ao realizar a aplicação de *B. japonicum* associado a diferentes bactérias promotoras de crescimento, observou-se um aumento no desenvolvimento das plantas, além de um incremento na produtividade da soja, sobretudo sob a ocorrência de déficit hídrico no período de cultivo. As associações que mais contribuíram para o aumento da produtividade, com incrementos entre 4 e 5 sc ha⁻¹, vieram das co-inoculações entre o *B. japonicum* e *A. brasiliense* (0,9 + 0,2 L ha⁻¹), *B. aryabhattai* (0,9 + 0,2 L ha⁻¹) e *P. fluorescens* (0,9 + 0,15 L ha⁻¹), aplicados em sulco de plantio (Figura 03). Essas combinações favorecem a adaptação da soja a condições adversas, aumentando a absorção de nutrientes e a resistência ao estresse hídrico, como ocorreu na safra 2023/24 (Figura 04). Cada uma das associações tem funções específicas, tais como:

- O *A. brasiliense* é uma bactéria promotora de crescimento que fixa o nitrogênio atmosférico, transformando-o em uma forma que pode ser utilizada pelas plantas, complementando o N fixado pelo *B. japonicum*. Esta bactéria produz diversos hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas, que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Esses hormônios estimulam a ramificação das raízes, promovendo um sistema radicular mais vigoroso e profundo. Além disso, possui características de se associar a diversas espécies de plantas em diferentes graus de especificidade, levando à classificação como bactérias

associativas, endofíticas ou simbióticas (Hungria et al., 2007). As auxinas produzidas por *A. brasiliense* estimulam o crescimento das raízes, melhorando a capacidade da planta em absorver água e nutrientes, principalmente em períodos de estresse hídrico ou veranicos, contribuindo para uma melhor adaptação da soja a condições adversas. De acordo com Barassi et al. (2008), A inclusão de *A. brasiliense* melhora parâmetros fotossintéticos, como teor de clorofila e a condutância estomática, possibilitando uma maior produção de biomassa.

- O *B. aryabhattai* se destaca por sua habilidade em melhorar a disponibilidade de nutrientes chave no solo, como o fósforo, ferro e potássio, especialmente em solos deficientes. Sua ação se estende à melhoria da disponibilidade de nitrogênio no solo, favorecendo a ação de outras bactérias fixadoras de N, como *B. japonicum*. Esta bactéria é promotora hormonal de auxinas, giberelinas e citocininas, hormônios vegetais que desempenham papéis essenciais no crescimento das plantas. Esses hormônios estimulam a elongação das células, o aumento do desenvolvimento radicular e a promoção do crescimento geral da planta. Outra característica importante são suas propriedades antimicrobianas, podendo competir com patógenos radiculares por recursos e espaço, limitando a sua proliferação e proteção das plantas contra

infecções. Além disso, a bactéria também desempenha um papel importante na promoção da resistência das plantas a estresses abióticos, como a seca e a salinidade (May et al., 2019). Ela pode ajudar a soja a tolerar condições de estresse hídrico, promovendo a retenção de água nas células e aumentando a eficiência do uso da água.

- › A *P. fluorescens* se diferencia por suas fortes propriedades antagonistas contra uma ampla gama de patógenos do solo, incluindo fungos como *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* e outras bactérias fitopatogênicas. Ao colonizar as raízes, compete por recursos e espaço, além de produzir compostos antimicrobianos, reduzindo significativamente a incidência de

doenças. Embora não fixe nitrogênio diretamente, *P. fluorescens* otimiza o uso deste nutriente pela planta, tanto o de origem biológica quanto o presente no solo, e também contribui para a disponibilidade de outros nutrientes. Semelhante a outras bactérias já mencionadas, produz fitormônios (auxinas, giberelinas e citocininas) que promovem o desenvolvimento radicular. Além disso, essa bactéria é notável por induzir tolerância a estresses abióticos como seca, salinidade e temperaturas extremas, frequentemente através da formação de biofilmes nas raízes e da produção de enzimas e compostos protetores, facilitando a adaptação da soja a condições adversas (Castaldi et al., 2020).

Outro ponto importante é a compatibilidade entre os diferentes microrganismos. Na Figura 05, observou-se que ao aplicar os promotores de crescimento junto com *B. japonicum*, há um incremento na produtividade da soja. No entanto, quando dois promotores de crescimento são associados à bactéria fixadora de N, sem uma formulação adequada, pode reduzir ou até anular o aumento na produtividade da soja, em função da incompatibilidade entre os microrganismos de formulações isoladas.

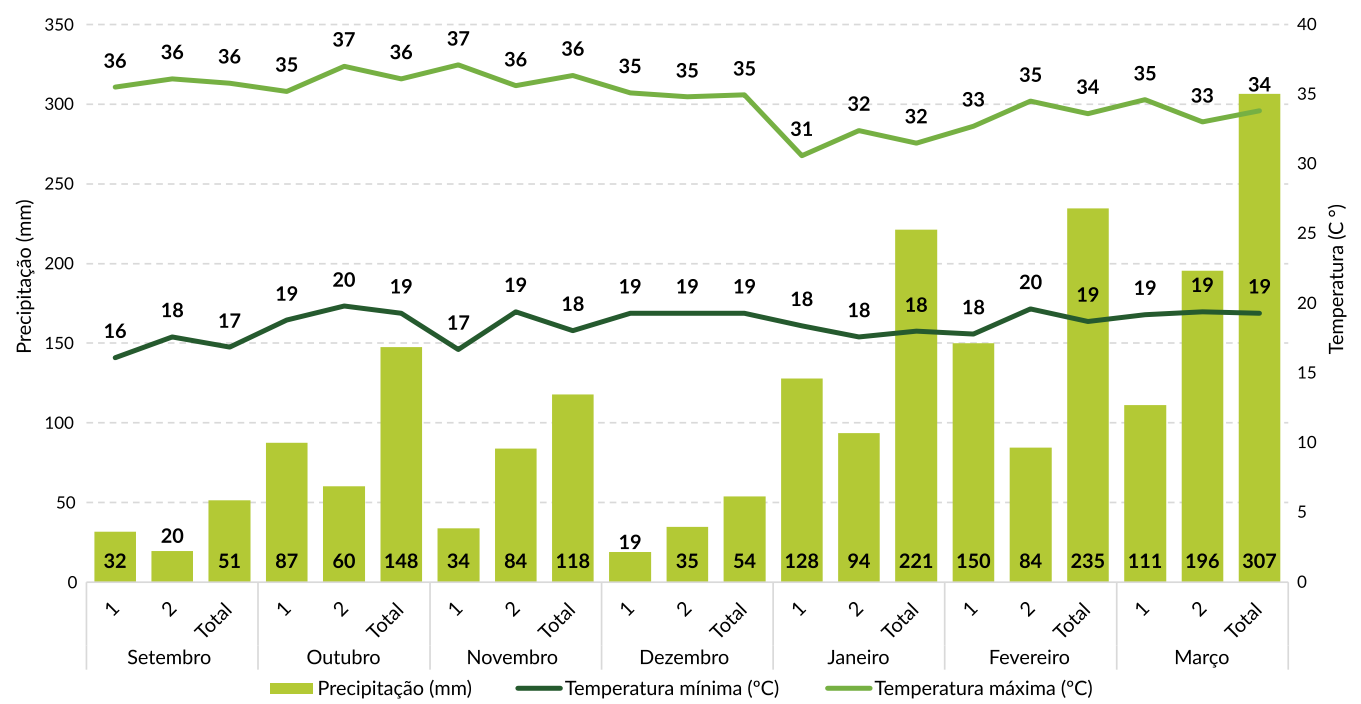


Figura 04. Condições climáticas (Precipitação, mm e Temperatura, °C) durante a safra 2023/24 na cultura da soja. Montividiu-GO, 2025.

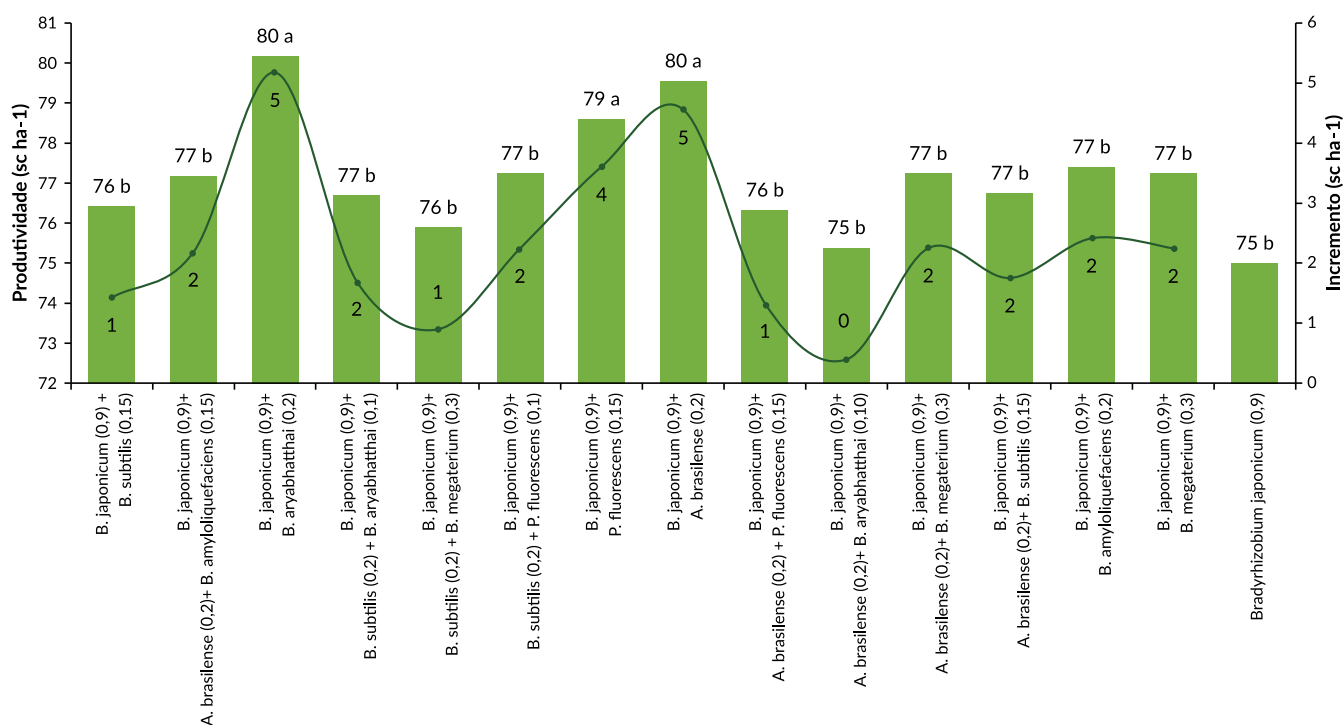


Figura 05. Efeito da inoculação de promotores de crescimento, isolados e/ou associados, sobre a produtividade de soja na cultura da soja. Montividiu-GO, 2025.

Quando e como adotar uso de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus aryabhattai* e *Pseudomonas fluorescens* para melhorar a fisiologia de plantas da cultura da soja?

O uso de microrganismos deve ser adotado sempre que possível de acordo com suas diferentes aptidões, ou seja, cada um deles possuem características específicas que estimulam o crescimento vegetal por meio de diversos mecanismos, promovendo uma maior fixação biológica de Nitrogênio, promotores hormonais, solubilização e aumento da eficiência na disponibilidade nutricional das culturas e desenvolvimento radicular.

Pensando nos diferentes microrganismos e suas características específicas de atuação temos os seguintes promotores de crescimento:

brasilense: Bactéria promotora de crescimento vegetal, com principal característica de fixação biológica de Nitrogênio associado a produção de fitormônios.

Principal aptidão de fixação biológica associativa ao *B. japonicum*, com intuito de otimizar a fixação biológica de Nitrogênio e redução da adubação nitrogenada.

Crescimento radicular (com estímulo da exploração radicular, bem como a absorção de água e nutrientes), promotor fitohormonal de auxinas, mitigando o efeito do estresse hídrico.

Aryabhattai: Bactéria que atua principalmente na produção de fitormônios e na indução da resistência ao estresse hídrico e térmico.

Caracterizada pela produção de vários fitormônios, como do ácido indolacético (AIA), promotor de crescimento, alongamento celular das raízes primárias ou a formação de raízes secundárias, promovendo maior proteção às altas temperaturas e baixa disponibilidade de água.

Também relacionado a maior tolerância ao estresse hídrico, já que a bactéria promove a produção de ácido Abscísico (ABA), hormônio responsável pela regulação estomática, que influencia diretamente na perda de água pelas plantas, principalmente nos horários de maior temperatura do dia.

P. fluorescens: Bactéria que atua principalmente na produção de sideróforos e biocontrole de patógenos.

Possui maior aptidão na solubilização nutricional, principalmente de Fósforo (P), além da maior disponibilização e absorção de Ferro (Fe) e Zinco (Zn).

Promotor de sideróforos com atividades antifúngicas e antibacterianas, com ação inibitória de patógenos do solo, como *Fusarium* e *Rhizoctonia*.

Recomendações:

As melhores associações foram verificadas entre o *B. japonicum* e *A. brasilense* (0,9 + 0,2 L ha⁻¹), *B. aryabhattai* (0,9 + 0,2 L ha⁻¹) e *P. fluorescens* (0,9 + 0,15 L ha⁻¹), aplicados em sulco de plantio, resultando em 80, 80 e 79 sacas por hectares de soja, com incrementos produtivos de 5, 5, e 4 sacas por hectare, respectivamente em relação a aplicação isolada de *B. japonicum*. Isso ocorre, dado os diferentes efeitos benéficos de cada microrganismo para a planta de soja no sistema de produção e sua compatibilidade de ação em sinergia.

Ressalta-se a importância quanto as variações das características do ambiente (temperatura, pluviosidade, altitude, radiação solar) e solo (porcentagem de argila, disponibilidade nutricional, quantidade de palhada), que podem exigir recomendações específicas, como o aumento de doses em área de cultivo sem histórico de inoculação, redução na taxa de adubação, baixo teor de matéria orgânica, baixo teor de argila no solo, entres outros fatores.

Garantindo o sucesso dos microrganismos na soja: cuidados e manejos importantes.

Manter os microrganismos eficientes na soja é essencial para que eles desempenhem corretamente suas funções, como fixação de Nitrogênio, promoção do crescimento e mitigação de estresses. Para que isso aconteça de forma eficaz, é importante tomar alguns cuidados:

- › Seleção dos microrganismos certos: É fundamental utilizar os microrganismos recomendados e registrados especificamente para a cultura da soja, garantindo que sejam adaptáveis às características do solo e às condições edafoclimáticas da região.
- › Escolha da formulação adequada: Os inoculantes promotores de crescimento são formulados em diferentes formas (líquidas, sólidas, granulares, etc.), e a escolha da formulação mais adequada deve considerar o tipo de aplicação e da interação com outros produtos. Produtos biológicos formulados de maneira inadequada podem perder sua eficácia, especialmente quando aplicados junto a sementes tratadas ou em misturas de tanque com defensivos químicos.
- › Composição do Produto: O produto deve ter a identificação clara do microrganismo presente (*B. japonicum*, *A. brasilense*, etc.). Isso garante que o microrganismo utilizado é adequado para a cultura que será inoculada. Também é essencial verificar a concentração de microrganismos viáveis (unidade de colônia viável por dose do produto), pois ela influencia diretamente a eficiência do inoculante, uma vez que produtos com baixa concentração podem não proporcionar os benefícios esperados.
- › Condições de armazenamento e transporte: O armazenamento inadequado dos produtos biológicos, especialmente quando se trata de sementes tratadas, pode comprometer a sobrevivência dos microrganismos. Esses produtos devem ser armazenados em locais frescos e secos como câmaras de refrigeração, longe de fontes de calor excessivo e luz direta, conforme as orientações dos fabricantes. Durante o transporte e manuseio, é essencial evitar temperaturas extremas e umidade excessiva, que podem prejudicar a viabilidade dos microrganismos.
- › Compatibilidade com sementes tratadas: Muitos tratamentos químicos aplicados nas sementes, como fungicidas e inseticidas, podem afetar negativamente os microrganismos presentes nos produtos biológicos. Esses químicos podem reduzir a viabilidade ou até inviabilizar o produto biológico, comprometendo a ação dos

inoculantes e promotores de crescimento. Portanto, é fundamental garantir que o produto seja compatível com o tratamento realizado nas sementes, para preservar sua eficácia.

- › Mistura com produtos químicos: A mistura de produtos biológicos com fertilizantes, inseticidas, herbicidas e fungicidas pode prejudicar a eficácia dos microrganismos. Alguns produtos químicos podem alterar o pH ou a temperatura da calda, o que pode inativar ou reduzir a atividade dos microrganismos benéficos. Antes de realizar qualquer mistura de tanque, é crucial verificar se o produto biológico é compatível com os demais insumos utilizados, para evitar a perda de eficácia.
- › Aplicação no momento certo: A aplicação dos microrganismos deve ser feita no momento adequado, preferencialmente na hora do plantio aplicado no sulco, tratado na semente ou logo após a germinação das sementes. Isso garante que eles atuem quando as plantas mais precisam de benefícios, como fixação de Nitrogênio e aumento do crescimento das raízes.
- › Evitar temperaturas extremas durante a aplicação: Os microrganismos presentes nos produtos biológicos têm uma faixa de temperatura ideal para a sua atividade. A aplicação em temperaturas muito altas ou muito baixas

pode comprometer a eficácia do produto. Além disso, a aplicação em solo excessivamente seco ou encharcado também pode dificultar a colonização das raízes pelas bactérias ou outros microrganismos. Portanto, é importante garantir que as condições de aplicação sejam adequadas para maximizar a eficiência do produto.

- › Rotação de culturas: A rotação de culturas contribui para a manutenção da saúde do solo, obtendo efeito nos atributos do solo (físicos, químicos e biológicos), contribuindo para uma maior diversidade de microrganismos, além de evitar o acúmulo de patógenos no solo.
- › Manutenção da aeração do solo: O solo deve ser mantido bem arejado, sem compactação, a fim de facilitar a atividade dos microrganismos e o crescimento das raízes. A formação de palhada e plantas de cobertura é uma prática recomendada para melhorar a aeração do solo.
- › Monitoramento da eficácia: Após a aplicação do produto biológicos, é essencial monitorar o crescimento das plantas e o desenvolvimento radicular, que são alguns dos indicadores de que os microrganismos estão atuando de forma eficiente. A falta desses resultados pode indicar que a aplicação não foi eficaz, e ajustes podem ser necessários.

¹Diretor Executivo do IGA. ²Pesquisador em Solos e Fitotecnia do IGA. ³Pesquisador em Fitopatologia e Nematologia ⁴Analistas de Pesquisa em Solos e Fitotecnia. ⁵Analistas de Pesquisa em Fitopatologia e Nematologia. ⁶Estagiários. ⁷Assistentes de Pesquisa.

REFERÊNCIAS

BOSSO, R. M. V. *Investigação de biomarcadores de suscetibilidade e de exposição ambiental em indivíduos ocupacionalmente expostos à queima de canaviais*. 2004. 106 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto, 2004.

DÍAZ-RODRÍGUEZ, A. M.; PARRA COTA, F. I.; CIRA CHÁVEZ, L. A.; GARCÍA ORTEGA, L. F.; ESTRADA ALVARADO, M. I.; SANTOYO, G.; DE LOS SANTOS-VILLALOBOS, S. *Microbial Inoculants in Sustainable Agriculture: Advancements, Challenges, and Future Directions*. *Plants*, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 191, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14020191>. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants14020191>.

GARCIA, R. A.; LOVAISA, N. C.; ULLA, E. L. *Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria in northwestern Argentina and its effect in promoting growth in maize (Zea mays L.)*. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, [s. l.], v. 35, p. 13–28, 2015.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. *A importância do processo de fixação biológica do Nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro*. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Documentos / Embrapa Soja, n. 283). ISSN 1516-781X.

KOUR, D.; RANA, K. L.; KAUR, T.; YADAV, N.; YADAV, A. N.; KUMAR, M.; KUMAR, V.; DHALIWAL, H. S.; SAXENA, A. K. *Biodiversity, current developments and potential biotechnological applications of phosphorus-solubilizing and -mobilizing microbes: A review*. *

ACESSE MAIS RESULTADOS TÉCNICOS

➤ PUBLICADOS PELO IGA UTILIZANDO OS QR CODES ABAIXO REFERENTES ÀS PESQUISAS:



**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024:
DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA SEMEADAS EM DUAS ÉPOCAS**

Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-desempenho-cultivares-soja-20232024>



**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024:
DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO**

Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/hibridos-milho-safra-2324>



**RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024:
DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE SORGO**

Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-safrinha-sorgo-2324>



RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALGODÃO SEMEADAS EM DUAS ÉPOCAS

Link: <https://iga-go.com.br/publicacoes/resultado-final-algodao-safra2324>



RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: FITOTECNIA, SOLOS E NUTRIÇÃO NA CULTURA DA SOJA)

Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/fitotecnia-solos-soja2324-3>

Trabalhos da Publicação:

- Efeito da inoculação de microrganismo promotores de crescimento no desenvolvimento de plantas e na produtividade de soja
- Efeito da aplicação de Co e Mo na formação e qualidade dos nódulos *Bradyrhizobium japonicum*
- Efeito da aplicação de fertilizantes em sulco de semeadura e V3
- Aplicação de microrganismos e fertilizantes foliares em pré-estresse hídrico na cultura da soja
- Aplicação Extrato de alga
- Efeito de diferentes fertilizantes foliares na mitigação de estresse causado por herbicidas (V4)
- Efeito de diferentes fertilizantes foliares em fase fenológica R1 da cultura da soja
- Aplicação de espécies de microrganismos solubilizadores de P na cultura da soja
- Performance do fertilizante organomineral 02-12-18 aplicado a lanço em pré-plantio



RESULTADO TÉCNICO FINAL SAFRA 2023/2024: FITOTECNIA, SOLOS E NUTRIÇÃO NAS CULTURAS DO MILHO, ALGODÃO, FEIJÃO, PLANTAS DE COBERTURA E TRIGO

Link: <https://www.iga-go.com.br/publicacoes/fitotecnia-solos-culturas-2324>

Trabalhos da Publicação:

- Manejo agrícola para incremento produtivo e aumento da qualidade de fibra na cultura do algodão
- Efeito da inoculação de promotores de crescimento sobre a produtividade do algodão
- Consórcio de diferentes plantas de cobertura semeadas em linha e à lanço em milho segunda safra
- Efeito de estratégias de adubação fosfatada associadas aplicação de solubilizadores de p em culturas grandes cultura
- Plantas de cobertura: alternativas para pré-algodão
- Efeito da inoculação de promotores de crescimento sobre a produtividade do milho
- Efeito da inoculação de promotores de crescimento sobre a produtividade do feijão
- Seleção de cultivares de trigo



IGA

Instituto Goiano
de Agricultura

Rodovia GO-174, Km-45 a direita 3,5km, Zona Rural
Caixa Postal 61 - Montividiu/GO - CEP: 75915-000

Instituição financiadora



Apoio institucional

