



## Controle Biológico em Soja e Indutor de Resistência em Algodoeiro no Oeste da Bahia

### Autores

#### I – INSERÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO NO MANEJO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

**Victor B. C. Porto**

Engº Agron. MSc. Fitopatologia  
Fundação Bahia

**Iolanda Alves dos Santos**

Engº Agron. MSc. Fundação Bahia

**Emerson Cappelleso**

Engº Agron. Círculo Verde Pesquisa

**Monica Martins**

Engº Agron. DSc  
Círculo Verde Pesquisas

**Fabiano A. Bender da Cruz**

Engº Agron. DSc. IDE Pesquisas

#### II – INDUTOR DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DA MANCHA ALVO EM ALGODOEIRO

**Fabiano José Perina**

Engº Agron. DSc. Embrapa Algodão

**Iolanda Alves dos Santos**

Engº Agron. MSc. Fundação Bahia

### 1. INTRODUÇÃO

As doenças que acometem a parte aérea da cultura da soja e do algodoeiro, são altamente demandantes da utilização de fungicidas químicos. Sob situações de epidemia das principais doenças foliares que atingem a soja e o algodoeiro no Oeste da Bahia, o alcance de altas produtividades muitas vezes dependem da eficiência dos fungicidas utilizados para o controle. A utilização de ingredientes ativos de fungicidas com um adequado planejamento, pautado na rotação de ingredientes ativos, e adoção de estratégias de

posicionamento, incluindo a incorporação de opções que propiciem a redução da pressão de seleção aos isolados de agentes etiológicos causadores de doenças, é um desafio para os profissionais que tomam decisão nas fazendas.

Para o sucesso no controle de doenças foliares na cultura da soja e do algodoeiro, é de primordial importância a realização de um bom programa de monitoramento dos talhões de produção, com técnicos bem treinados no reconhecimento das doenças, bem como a utilização de ferramentas que permitam a constatação da presença do patógeno e

ainda, a realização da quantificação do progresso de doenças foliares após a sua constatação, a fim de inferir se as medidas de controle implementadas estão demonstrando a eficiência desejada.

Com vistas a contribuir com o aumento do número de técnicas possíveis de serem incorporadas no controle das principais doenças foliares que acometem a cultura da soja e do algodoeiro na região oeste da Bahia, este trabalho teve como objetivos:

**(I) Avaliar a inserção de agentes de controle biológico, associados ao controle químico para a ferrugem asiática na cultura da soja;**

**(II) Avaliar a inserção de indutor de resistência**

**associados ao controle químico para a mancha alvo na cultura do algodoeiro.**

Essa publicação disponibiliza os resultados referentes ao controle de doenças da parte aérea da soja e do algodoeiro, realizados com o projeto “Manejo Fitossanitário do Sistema de Produção do Algodoeiro no Oeste da Bahia, ações - safra 2022/23”. Este projeto, foi financiado pelo FUNDEAGRO e executado pela Fundação Bahia, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com as empresas de pesquisa aplicada da região oeste da Bahia: Círculo Verde Pesquisas e Ide Pesquisas e incluíram a participação de fazendas da região oeste da Bahia.

## **I – INSERÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO PARA MANEJO DA FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**

### **1. INTRODUÇÃO**

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das doenças mais severas que acometem a cultura da soja no Brasil. A cultura da soja é a mais plantada no estado da Bahia. Na safra 2022/23 foram cultivados 1.860 milhão de hectares (Aiba, 2023). Os danos causados pela ferrugem podem variar de 10% a 90% (Yorinori et al., 2005), essa doença se inicia apresentando pequenas lesões nas folhas, que variam de cor castanha a marrom-escura. Na parte abaxial da folha, é possível notar a presença das estruturas reprodutivas do fungo, as urédias, que se abrem e liberam os uredosporos. As plantas severamente infectadas sofrem uma desfolha antecipada, o que afeta a formação de vagens e o enchimento de grãos, refletindo no peso final e conseqüentemente na produtividade. As principais condições favoráveis para que ocorra o estabelecimento e o progresso da doença são temperaturas variando entre 18 e 26,5 °C e um período de molhamento foliar acima de seis horas (Yorinori et al., 2005).

Para um manejo efetivo da doença, as opções de controle da ferrugem asiática da soja, devem ser adotadas de maneira conjunta, como a realização

do vazio sanitário, semeadura de cultivares precoces no período recomendado, controle químico envolvendo o uso de fungicidas sitio-específico e multissítios.

Diante dos relatos de resistência da *P. pachyrhizi* aos fungicidas sitio-específicos (Simões et al., 2018, Klosowski et al., 2016, Schmitz et al., 2014, Godoy et al., 2014), o uso dos fungicidas multissítios têm se tornado cada vez mais relevantes no controle de doenças na cultura da soja. Os multissítios atuam em várias partes do metabolismo do fungo e possuem baixo risco de resistência, sendo crucial no manejo da resistência aos fungicidas sitio-específicos (McGrath, 2004), por apresentarem ação em diversos pontos metabólicos.

Como nova ferramenta de controle temos atualmente os produtos biológicos, que começaram a ser usados mais intensivamente para o controle da ferrugem asiática da soja, por volta do ano de 2017, e também podem figurar como uma ferramenta no manejo anti-resistência.

Para melhor compreender a eficiência de controle dos produtos biológicos na cultura da soja, o objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade dos produtos biológicos com ou sem associação a

fungicidas multissítios, registrados no Ministério da Agricultura (MAPA), em reduzir a severidade da ferrugem asiática da soja.

## 2. METODOLOGIA

Foram avaliados fungicidas biológicos isolados ou em associação com fungicidas sítio-específicos e multissítio registrados pelo MAPA para o controle da Ferrugem asiática da soja, definidos junto à equipe técnica da Fundação Bahia,

Círculo Verde pesquisa e IDE pesquisa agrônômica. A metodologia foi padronizada pela equipe, com base nos principais fungicidas indicados para o controle da ferrugem asiática da soja na região oeste da Bahia.

### Experimentos realizados

Os experimentos foram conduzidos em três locais diferentes, durante a safra 2022/23, totalizando três experimentos, conforme especificados na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Experimentos realizados, instituição responsável, localidade e metodologia adotada. Luís Eduardo Magalhães, BA, janeiro de 2024

Quantidade de experimentos	Tratamentos	Local	Metodologia
01	Fundação Bahia	LEM, BA	Padrão
02	Circulo Verde Assessoria agrônômica & Pesquisa	LEM, BA	Padrão
03	Ide Consultoria e Pesquisa	RODAVELHA, BA	Padrão

Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando a cultivar M 8349 IPRO, semeada no dia 15 de dezembro de 2022, no espaçamento de 0,5 m entre linhas. As

parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de seis metros de comprimento, sendo considerada como área útil do experimento as quatro linhas centrais, e como bordadura as duas linhas

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados no experimento de fungicidas biológicos para o controle de doenças na cultura da soja, e momento da aplicação. Luís Eduardo Magalhães, BA, setembro de 2022.

Tratamento	Momento da aplicação (Estádio da cultura)				
	V6	R1	R1+14 dias	R1+28 dias	R1+42 dias
1	Testemunha	-	-	-	-
2	Score Flexi	Mitrion	Fox-Xpro	Fusão	Aproach power
3	Score Flexi	UG*	UG	UG	UG
4	<i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	<i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	<i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	<i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	<i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)
5	Score Flexi + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	Mitrion + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	Fox - Xpro + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	Fusão + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)	Aproach power + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune)
6	Score Flexi + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune) +UG	Mitrion + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune) +UG	Fox - Xpro + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune) +UG	Fusão + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune) +UG	Aproach power + <i>Bacillus subtilis</i> (Bio-imune) +UG
7	<i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	<i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	<i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	<i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	<i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)
8	Score Flexi + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	Mitrion + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	Fox - Xpro + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	Fusão + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)	Aproach power + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx)
9	Score Flexi + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx) + UG	Mitrion + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx) + UG	Fox - Xpro + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx) + UG	Fusão + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx) + UG	Aproach power + <i>B. amyloliquefaciens</i> (Twixx) + UG
10	ROMEIO	ROMEIO	ROMEIO	ROMEIO	ROMEIO
11	Score Flexi + Cerevisane (ROMEIO)	Mitrion + Cerevisane (ROMEIO)	Fox - Xpro + Cerevisane (ROMEIO)	Fusão + Cerevisane (ROMEIO)	Aproach power + Cerevisane (ROMEIO)
12	Score Flexi + Cerevisane (ROMEIO) + UG	Mitrion + Cerevisane (ROMEIO) +UG	Fox - Xpro + Cerevisane (ROMEIO) + UG	Fusão + Cerevisane (ROMEIO) +UG	Aproach power + Cerevisane (ROMEIO) + UG

\*UG: Unizeb Gold

**Tabela 3.** Produtos comerciais utilizados, ingrediente ativo, empresas detentoras, doses e respectivos adjuvantes utilizados nos tratamentos. Luís Eduardo Magalhães, BA, setembro 2022

Produto comercial	Ingrediente ativo	Empresa	Dose (L-kg/ha)	Adjuvantes (Doses)
Approach power	Ciproconazol + Picoxistrobina	Corteva	0,6	--
Bio-Imune	<i>Bacillus subtilis</i>	Vittia	0,5	--
Fox Xpro	Bixafem, Protioconazol, Trifloxistrobina	Bayer	0,5	Aureo 0,25% v/v
Fusão	Tebuconazol + Metominostrobin	Ihara	0,72	Iharol gold 0,25% v/v
Mitrion	Protioconazol + Benzovidiflupir	Syngenta	0,45	--
Romeo	Cerevisane	Bio Springer	0,75	--
Score Flexi	Propiconazol + difenoconazol	Syngenta	0,2	--
Twixx	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Agrivalle	0,75	--
Unizeb Gold	Mancozebe	UPL	1,5	--

\*L ou kg p.c. ha: Litros ou quilogramas de produto comercial por hectare.

das extremidades e 0,50 m da extremidade das parcelas. Os detalhes de tratamentos, doses, e momento de aplicação estão especificados na **Tabela 2 e 3**.

### Metodologia de aplicação

Para a aplicação dos tratamentos nas parcelas experimentais, foi utilizado um pulverizador costal, acoplado ao um cilindro de CO<sub>2</sub>, com volume de calda padronizado para 150L/ha.

### Avaliações

Nos três experimentos realizados em diferentes localidades, foram avaliadas as seguintes variáveis:

1) Severidade da ferrugem asiática da soja: avaliação realizada por meio de estimativas do percentual de área infectada pela doença em 10 folíolos de soja coletados aleatoriamente no terço inferior, 10 no terço médio e 10 no terço superior da parcela. As avaliações de severidade foram realizadas previamente a cada aplicação e aos 7 e 14 dias após a última aplicação dos tratamentos. Foram utilizadas a escala proposta por Canteri & Godoy (2003);

2) Desfolha: foi realizada por meio da média de duas estimativas visuais, realizada atribuindo-

-se notas de desfolha para todos os tratamentos, utilizando a escala diagramática proposta por Hirano et al. (2010). A primeira avaliação da desfolha foi realizada no momento em que a testemunha apresentou cerca de 80% de desfolha e a segunda, uma semana após a primeira.

3) Peso de mil grãos (PMG): foi determinado pela pesagem de quatro subamostras de 1000 grãos/parcela e correção da umidade para 13%.

4) Produtividade: avaliada por meio da pesagem dos grãos provenientes da área útil de cada parcela e conversão dos dados de kg/parcelas para kg/ha, após correção da umidade dos grãos para 13%.

### Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas por meio do software Sisvar® (FERREIRA, 2000), os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos estatisticamente significativos foram analisados pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS

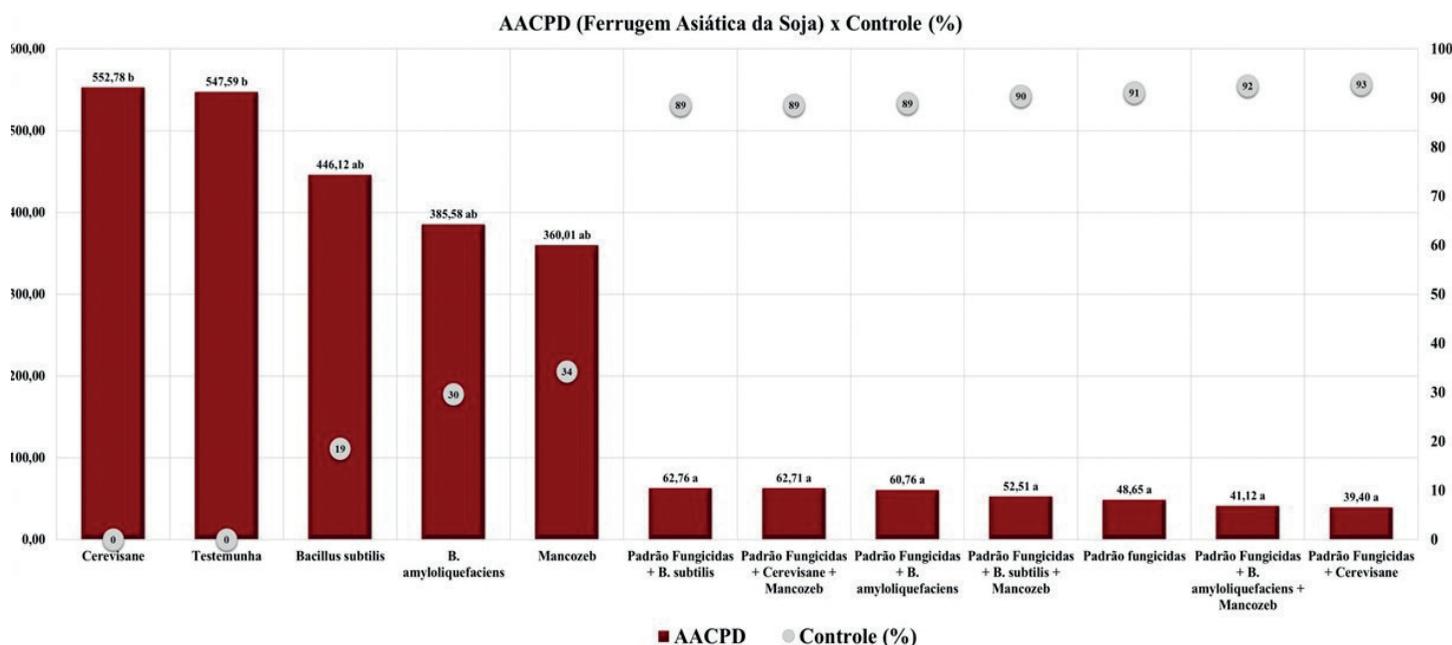
Nas três localidades em que os experimentos foram conduzidos durante a safra 2022/23, foi observado uma distribuição de chuvas uniforme com uma precipitação média de 800 mm acumulado

durante a condução dos experimentos, exceto para o experimento conduzido na estação de pesquisa da Círculo Verde pesquisas, onde houve uma baixa precipitação entre os meses de fevereiro a abril, comprometendo assim estabelecimento da doença na área experimental. A ferrugem asiática da soja teve seu primeiro relato confirmado pelo laboratório do programa De olho na ferrugem, na segunda quinzena de janeiro de 2023, no município de São Desidério, BA. No entanto, a incidência da doença teve variações em função das microrregiões em que os trabalhos foram conduzidos, resultando em

diferentes datas de início de ocorrência para cada local.

No campo experimental da Fundação Bahia a presença da doença ocorreu no estágio R1+28, já no campo experimental da IDE pesquisas ocorreu no estágio R1+42 dias. No campo experimental da Círculo Verde não foi registrada a presença da doença durante a condução do experimento.

Os resultados dos locais com a presença da doença foram sumarizados e compilados, e são apresentados na **Figura 1**.



**Figura 1.** Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença – Ferrugem Asiática da Soja (AACPD\_Ferrugem) e eficiência de controle - Controle (%) em função de diferentes tratamentos biológicos avaliados, ingredientes ativos de fungicidas sitio-específico e protetor (mancozeb). Luís Eduardo Magalhães, safra 2022/23. Médias seguidas da mesma letra nas barras, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Conforme pode ser observado na **Figura 1**, a associação dos fungicidas biológicos com o fungicida padrão, apresentou uma redução na severidade da doença, representada pela Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD\_Ferrugem), porém quando aplicados de maneira isolada, os biológicos e o multissítios não apresentaram efeitos significativos na redução da severidade da ferrugem asiática.

Foi possível observar, que todas as associações dos fungicidas químicos com biológicos, apresentaram resultados significativos quando comparados com a testemunha, com eficiência de controle variando de 89 à 93%. O tratamento com maior eficiência de controle foi o padrão de fun-

gicidas + cerevisane (93%), entretanto, esse tratamento não diferiu significativamente do tratamento constituído pelo Padrão de Fungicidas aplicado isoladamente ou em combinação com os produtos biológicos avaliados.

Foi observado ainda, que os biológicos avaliados, quando aplicados isoladamente, não foram capazes de superar a testemunha sem aplicação de fungicidas. De forma semelhante, o fungicida multissítio Mancozeb, quando aplicado isoladamente também apresentou baixa eficiência de controle e não superou significativamente a testemunha.

Em relação a produtividade da soja em sacas por hectare, não foram observadas diferenças sig-

nificativas entre os tratamentos avaliados e a testemunha. Entretanto, foi observada uma tendência de maior produtividade média, para os tratamentos com o programa de fungicidas quando adicionado o multissítio Mancozeb e adicionado aos diferentes produtos biológicos avaliados. Tais tratamentos apresentaram produtividade entre 73,3 e 74,7 (Figura 2). O programa padrão de fungicidas com ou sem aplicação dos produtos biológicos, apre-

sentou produtividade média entre 70,07 a 70,9 sacas por hectare. Já os produtos biológicos, quando aplicados isoladamente, assim como o fungicida multissítio Mancozeb, apresentaram média de produtividade entre 63,9 e 68,1. A ausência de diferenças significativa entre os tratamentos avaliados, pode ser explicada pela grande variabilidade dos dados, oriundos de diferentes regiões onde os experimentos foram realizados.

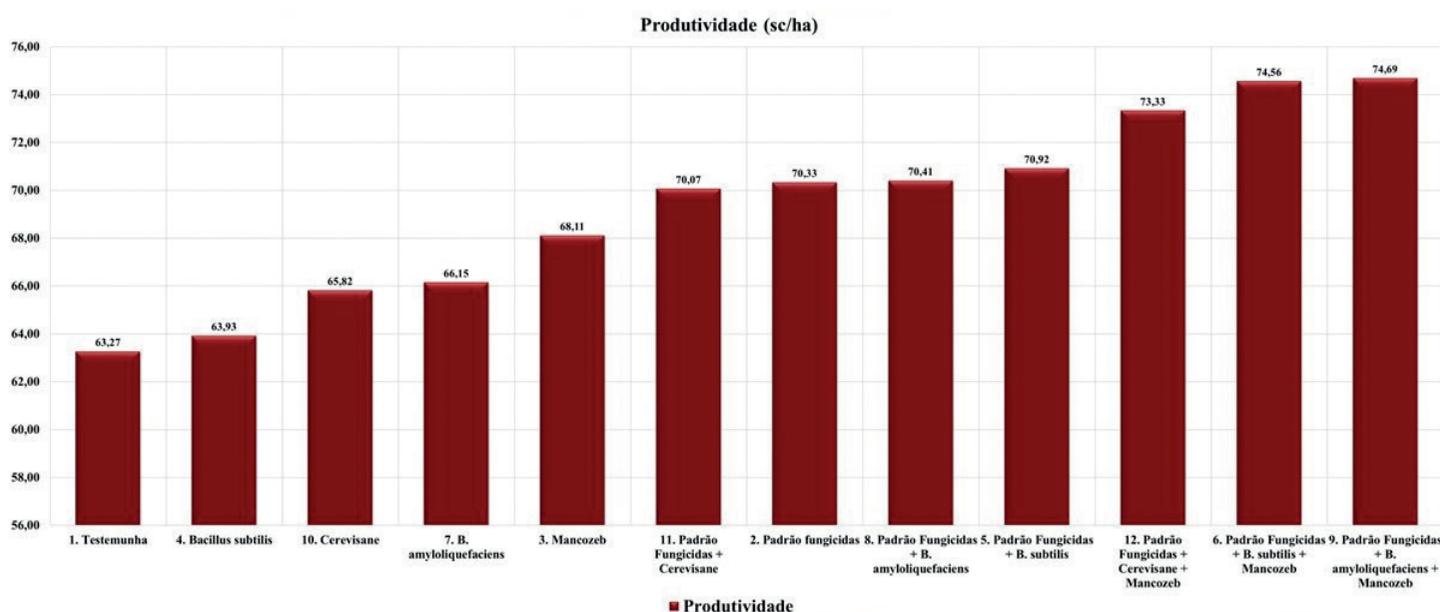


Figura 2. Produtividade da soja em sacas por hectare em função de diferentes ingredientes ativos de fungicidas químicos, biológicos, protetor e indutor de resistência avaliados. Luís Eduardo Magalhães, safra de 2022/23

#### 4. CONCLUSÃO

Os produtos biológicos avaliados, assim como o fungicida multissítio Mancozeb, quando aplicados isoladamente, não reduziram satisfatoriamente a severidade da ferrugem asiática da soja.

Tanto a aplicação dos biológicos isolada, como as aplicações com adição do multissítio Mancozeb, aliadas a aplicação de um programa padrão de fungicidas, foram semelhantemente eficientes em reduzir a severidade da ferrugem da

soja, sem diferir entre-si.

Estudos mais aprofundados se fazem necessários para melhor compreender e determinar os momentos de aplicações para os biológicos, bem como a associação desse com diferentes ingredientes ativos de fungicidas. Os produtos biológicos associados com um programa padrão de fungicidas e com a adição do multissítio Mancozeb, demonstraram uma tendência de aumento na produtividade, podendo estar relacionado ao controle de outras doenças da cultura da soja.

## REFERÊNCIAS

- AIBA (2023) Levantamento de safra 2022/2023. Informativo AIBA. Publicado online. <https://aiba.org.br/levantamento-safra/>
- CANTERI, M. G.; GODOY, C. V. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem da soja. *Summa Phytopathologica*, v. 29, p. 89, 2003.
- Godoy CV, Meyer MC (2014) Resistência a fungicidas na cultura da soja. Informativo Meridional. Publicação online. <http://www.fundacaomeridional.com.br/informativos/2015>.
- HIRANO, Mario et al. Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *Summa phytopathologica*, v. 36, p. 248-250, 2010.
- KLOSOWSKI, A. C.; MAY-DE-MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. *Pest Management Science*, v. 72, p. 1211-1215, 2016.
- MCGRATH, M. T. What are fungicides? The Plant Health Instructor. 2004. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0825-01.
- SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, C. A.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. *Pest Management Science*, v. 70, p. 378-388, 2014.
- SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 125, p. 21-26, 2018.
- YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES JUNIOR, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay. *Plant Disease*, v. 89, p. 675-677, 2005.

## II INDUTOR DE RESISTÊNCIA PARA O CONTROLE DA MANCHA ALVO EM ALGODOEIRO

### 1. INTRODUÇÃO

A mancha alvo, causada pelo fungo *Corynespora cassiicola* acomete a cultura do algodoeiro e tem demonstrado incidências e severidades crescentes ao longo das safras. Essa doença, assim como outras manchas foliares de ocorrência secundária e etiologia ainda não bem definida, tem demonstrado associação crescente com a cultura. Apesar da contribuição de medidas culturais como a adoção de menores populações de plantas e o uso de maiores espaçamentos, as manchas têm persistido como um problema de difícil controle no campo. Os danos causados pela incidência da mancha alvo, decorrem da rápida e intensa desfolha, que pode ser tão grande, quanto maior a persistência de condições favoráveis ao progresso da doença, tais como: períodos prolongados de molhamento foliar, sombreamento e temperaturas amenas.

As opções de controle químico, em particular para o controle das manchas foliares no algodoeiro, são ainda limitadas e sua eficiência tem demonstrado níveis pouco satisfatórios em pesquisas realizadas anteriormente. Assim, a inserção de outros agentes de controle, como agentes biológicos e indutores de resistência, consistem em opções que carecem de serem avaliadas, visando o aumento do conhecimento acerca da eficiência de controle da mancha alvo e outras manchas foliares no algodão.

Visando assegurar a eficiência produtiva, contribuir para o manejo eficiente de doenças da parte aérea, mantendo a fitossanidade e a rentabilidade do algodoeiro na região oeste da Bahia, objetivou-se a avaliação da capacidade de fungicidas e de um indutor de resistência Acibenzolar-S-Methyl (ASM), em reduzir a severidade da mancha alvo na cultura do algodoeiro. Foram realizados experimentos em duas etapas:

**EXPERIMENTO A:** avaliação da capacidade do indutor de resistência em reduzir a severidade da mancha alvo do algodoeiro em comparação à fungicidas; **EXPERIMENTO B:** avaliação de momentos de aplicação do indutor de resistência durante o ciclo do algodoeiro.

Os experimentos foram realizados durante duas safras de algodoeiro, sendo, a **EXPERIMENTO A** durante a safra de 2021/22 e a **EXPERIMENTO B** durante a safra de 2022/23. As técnicas de controle da mancha alvo, foram avaliadas visando a utilização de forma integrada, associadas a técnicas culturais, biológicas, químicas e genéticas, com vistas à redução da severidade das manchas foliares na cultura do algodoeiro na região oeste da Bahia.

### 2. METODOLOGIA

#### **EXPERIMENTO A: EFICIÊNCIA DO INDUTOR DE RESISTÊNCIA ASM EM REDUZIR A SEVERIDADE DA MANCHA ALVO DO ALGODOEIRO**

O experimento foi realizado no campo experimental da Fundação Bahia, localizado no município de Luís Eduardo Magalhães, região oeste da Bahia, durante a safra de algodoeiro de 2021/22. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando a cultivar de algodoeiro TMG 44 B2RF, semeada no dia 12 de dezembro de 2021, no espaçamento de 0,76 m e na densidade de nove plantas por metro linear. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de algodoeiro, com seis metros de comprimento. A cultivar TMG 44 B2RF foi utilizada por apresentar estável nível de resistência a mancha de ramulária e alta incidência e severidade da mancha alvo em experimentos anteriores no mesmo ambiente experimental, indicando suscetibilidade aos isolados de *C. cassiicola* predominantes neste ambiente.

Para avaliar a capacidade de controle da mancha alvo, por parte do indutor de resistência e dos principais ingredientes ativos de fungicidas, foram avaliados dez tratamentos, sendo dois tratamentos contendo indutor de resistência (com ou sem adição de fungicida) e sete contendo ingredientes ativos de fungicidas, isolados ou em mistura, comumente utilizados para o controle de doenças de parte aérea do algodoeiro. Os ingredientes ativos e as doses utilizadas, estão especificados na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Tratamentos, doses dos produtos comerciais e dos ingredientes ativos avaliados. Luís Eduardo Magalhães, BA, safra 2021/22.

(Nº)	Tratamentos	Dose	
		L ou kg p.c./ha*	g i.a./ ha**
T1	Testemunha	---	
T2	Piraclostrobina / Fluxapiroxade	0,3	99,9 / 50,1
T3	Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen	0,5	75 / 87,5 / 62,5
T4	Fluxapiroxade / Oxicloreto de Cobre	1,2	60 / 504
T5	Azoxistrobina / Difenocanazol / Clorotalonil	2,0 + 0,5	80 / 80 / 1.000
T6	Clorotalonil	2,000	1.440
T7	Mancozebe	3,000	2.250
T8	Hidróxido de Fentina	0,500	200
T9	Acibenzolar - S Methyl	0,015	0,0075
T10	Acibenzolar - S Methyl + Piraclostrobina / Fluxapiroxade	(0,015) + (0,3)	(99,9 / 50,1) + 0,0075

\*L ou kg p.c. ha<sup>-1</sup>: Litros ou quilogramas de produto comercial por hectare; \*\*g i.a.: grama de ingrediente ativo por hectare; Produtos comerciais utilizados nas avaliações: T1 Testemunha; T2 Orkestra + Mees 0,5 v/v.; T3 Fox Xpro + Aureo 0,25% v/v; T4 Audaz + 0,5% v/v; T5 Across + Rumba 0,5 v/v; T6 Absoluto; T7 Unizeb Gold; T8 Mertin; T9 Bion; T10 Bion + Orkestra + Mees 0,5 v/v.

Durante todo o ciclo do algodoeiro, foram realizadas oito aplicações de cada tratamento avaliado, contendo os fungicidas e indutor de resistência. A primeira aplicação foi realizada aos 30 dias após a emergência, a segunda aplicação, foi realizada 14 dias após a primeira, e assim seguiram as demais aplicações sucessivas, que foram realizadas sempre entre às 7h30 e 9h30, de acordo com a ocorrência de condições de temperatura, umidade relativa do ar e vento, favoráveis à aplicação. As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado (pressão constante de 30 PSI), acoplado a uma barra contendo seis bicos TEEJET (11002VK) tipo leque, distanciados em 0,76 metros. Foram aplicados volumes de calda equivalentes a 150 L ha<sup>-1</sup>.

*A calendarização da aplicação de fungicidas, bem como as aplicações sequenciais utilizadas neste experimento, não constituem recomendações de controle, essa modalidade de aplicação foi realizada com o propósito de reduzir as causas de variação e determinar a eficiência de controle isolada dos tratamentos avaliados.*

As plantas foram monitoradas três vezes por semana para avaliação do início da incidência da mancha alvo e outras doenças, durante todo o ciclo do algodoeiro no campo. Foram realizadas um total de oito avaliações da severidade da

mancha alvo, por meio da estratificação do dossel das plantas em extrato inferior e extrato superior, com avaliação de dez folhas de cada extrato, localizadas no centro do extrato inferior e centro do extrato superior, de acordo com a ocorrência e distribuição natural da doença. As avaliações foram realizadas por meio de notas de percentagem de área foliar infectada, utilizando a escala proposta por Fantin et al. (2018). A primeira avaliação (pré-spray 3), foi realizada antes da terceira aplicação dos tratamentos, enquanto as sete avaliações subsequentes, a cada oito a nove dias, até completar as oito avaliações. Com base nos dados de severidade da mancha alvo, foram calculadas as áreas abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPD\_M.alvo), conforme Shaner & Finney (1977). Por fim, calcularam-se a eficácia de redução da severidade da ramulária obtida pelos tratamentos, com base na AACPD\_M.alvo do tratamento testemunha sem aplicação, conforme proposto por Abbott (1925).

Foi realizada a colheita das duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 metro nas extremidades, referentes à parcela útil de cada tratamento do experimento, a fim de estimar a produtividade de algodão em caroço para cada tratamento em arrobas por hectare.

As análises estatísticas foram realizadas por

meio do software livre R (2019), os dados foram submetidos à análise de variância. As comparações das médias, tanto para AACPD, como para produtividade, foram realizadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), por meio do pacote Easyanova, do referido software, proposto por Arnhold (2013).

## EXPERIMENTO B: MOMENTOS DE APLICAÇÃO DO INDUTOR DE RESISTÊNCIA DURANTE O CICLO DO ALGODOEIRO

O experimento foi realizado no campo experimental da Fundação Bahia, localizado no município de Luís Eduardo Magalhães, região oeste da Bahia, durante a safra de algodoeiro de 2022/23. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando a cultivar de algodoeiro IMA 5801 B2RF, semeada no dia 14 de dezembro de 2022, no espaçamento de 0,76 m e na densidade de nove plantas por metro linear. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de algodoeiro, com seis metros de comprimento. A cultivar IMA 5801B2RF foi uti-

lizada por apresentar alta resistência a mancha de ramulária, enquanto demonstra suscetibilidade a mancha alvo e demais manchas foliares incidentes atualmente em campos comerciais de produção de algodão.

Para avaliar a capacidade de controle da mancha alvo por parte do indutor de resistência Acibenzolar-S-Methyl (ASM), aplicado de forma sequencial, em diferentes momentos do ciclo do algodoeiro, foram utilizados seis tratamentos, sendo: uma testemunha sem aplicação de fungicidas ou indutor de resistência (T1), um tratamento contendo oito aplicações sequenciais de um fungicida utilizado como padrão de comparação (T2); um tratamento contendo oito aplicações sequenciais do indutor de resistência ASM (T3); e três momentos de aplicação, contendo três aplicações sequenciais e isoladas (sem associação do fungicida) do indutor de resistência ASM, nomeados como ASM 3 “primeiras” (T4); ASM 3 “últimas” (T5); e ASM 3 “meio” (T6). Os ingredientes ativos, doses utilizadas, e detalhamento do momento de aplicação, estão especificados na **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Tratamentos, ingredientes ativos, doses dos produtos comerciais e dos ingredientes ativos avaliados e detalhamento do momento das aplicações realizadas. Luís Eduardo Magalhães, BA, safra 2022/23.

Nº	Nome Tratamento	Ingrediente ativo (i.a)	Dose		Aplicações Realizadas
			L ou kg p.c./ha*	g i.a./ha**	
T1	TESTEMUNHA (TE)	--	---	---	Sem aplicações
T2	TRFLX + PROT +BFEN	Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen	0,5	75 / 87,5 / 62,5	Oito aplicações, sendo todas com o fungicida Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen
T3	ASM “Todas”	Acibenzolar - S Methyl	0,015	0,0075	Oito aplicações, sendo todas com o indutor de resistência ASM
T4	ASM “3 iniciais”	Acibenzolar - S Methyl + Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen	(0,015)	0,0075	Oito aplicações, sendo as três iniciais com indutor de resistência ASM isolado, e as demais com o fungicida Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen
			+	+	
T5	ASM “3 finais”	Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen + Acibenzolar - S Methyl	(0,5)	75 / 87,5 / 62,5	Oito aplicações, sendo as cinco iniciais com o fungicida Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen e as três finais com o indutor de resistência ASM isolado.
			+	+	
T6	ASM “3 centrais”	Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen + Acibenzolar - S Methyl + Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen	(0,5)	75 / 87,5 / 62,5	Oito aplicações, sendo as duas iniciais com o fungicida Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen, as três centrais com o indutor de resistência ASM isolado, e as duas últimas com o fungicida Trifloxistrobina / Protiocanazol / Bixafen
			+	+	
			(0,015)	0,0075	
			+	+	
			(0,5)	75 / 87,5 / 62,5	

\*L ou kg p.c. ha: Litros ou quilogramas de produto comercial por hectare; \*\*g i.a.: grama de ingrediente ativo por hectare; Produtos comerciais utilizados nas avaliações: T1 Testemunha; T2 Fox Xpro + Aureo 0,25% v/v; T3 Bion; T4 Bion + Fox Xpro + Aureo 0,25% v/v; T5 Fox Xpro + Aureo 0,25% v/v + Bion; T6 Fox Xpro + Aureo 0,25% v/v + Bion + Fox Xpro + Aureo 0,25% v/v.

Durante todo o ciclo do algodoeiro, foram realizadas oito aplicações em cada tratamento, de acordo com as especificações da **Tabela 2**. A primeira aplicação foi realizada aos 31 dias após a emergência, a segunda aplicação, foi realizada 14 dias após a primeira, e assim seguiram as demais aplicações sucessivas, que foram realizadas sempre entre às 8h00 e 9h30, de acordo com a ocorrência de condições de temperatura, umidade relativa do ar e vento, favoráveis à aplicação. As aplicações foram realizadas por meio de um pulverizador costal pressurizado (pressão constante de 30 PSI), acoplado a uma barra contendo seis bicos TEEJET (11002VK) tipo leque, distanciados em 0,76 metros, utilizando volumes de calda equivalentes a 150 L ha<sup>-1</sup>.

*A calendarização da aplicação de fungicidas, bem como as aplicações sequenciais utilizadas neste experimento, não constituem recomendação de controle, essa modalidade de aplicação foi realizada com o propósito de reduzir as causas de variação e determinar a eficiência de controle isolada dos tratamentos avaliados.*

As metodologias de avaliação da severidade da mancha alvo e eventuais outras manchas, assim como de produtividade de algodão em caroço, se-

guiram o mesmo padrão do **EXPERIMENTO A**.

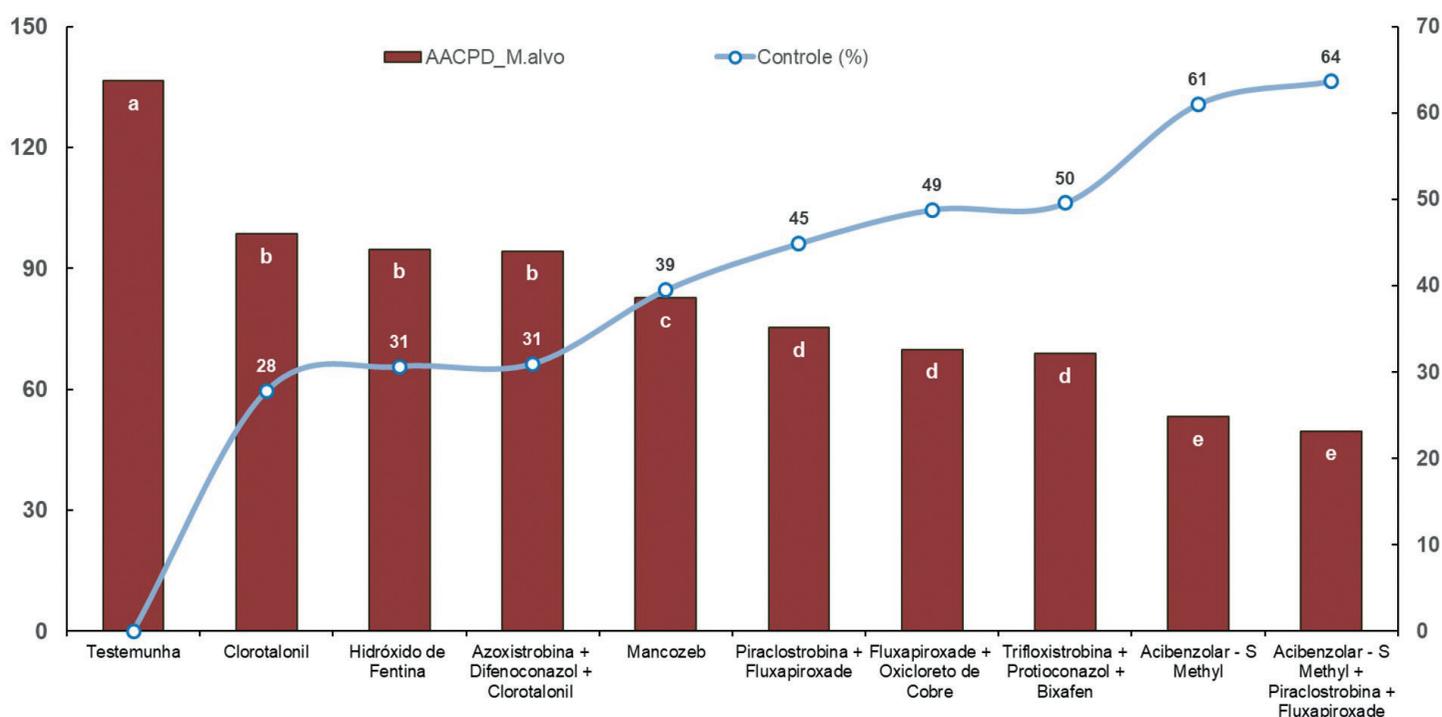
As análises estatísticas foram realizadas por meio do software livre R (2019), os dados foram submetidos à análise de variância. As comparações das médias, tanto para AACPD\_Manchas, como para produtividade, foram realizadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), para assegurar a normalidade e homogeneidade das variâncias, quando necessário, os dados foram transformados pelo método de Box & Cox (1964).

### 3. RESULTADOS

#### EXPERIMENTO A: EFICIÊNCIA DO INDUTOR DE RESISTÊNCIA ASM EM REDUZIR A SEVERIDADE DA MANCHA ALVO DO ALGODOEIRO

Durante o acompanhamento e monitoramento das plantas de algodoeiro do experimento, não foram identificados sintomas expressivos de outras doenças, como mancha de ramulária, mancha de alternaria ou outras manchas foliares. Após o isolamento realizado no laboratório de fitopatologia da Fundação BA, foi confirmado o agente etiológico das manchas foliares como *C. cassicola*.

Conforme pode ser observado na **Figura 1**,



**Figura 1.** Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença – Mancha Alvo (AACPD\_M.alvo) e eficiência de controle - Controle (%), em função de diferentes ingredientes ativos de fungicidas e do indutor de resistência aplicado isoladamente ou em associação a um fungicida sítio-específico. Médias seguidas da mesma letra nas barras, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Luís Eduardo Magalhães, safra 2021/22.

todos os ingredientes ativos de fungicidas, assim como o indutor de resistência ASM, aplicado isoladamente ou em associação com o fungicida sítio-específico, reduziram a severidade da mancha alvo no algodoeiro, representada pela Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD\_M. alvo). Foi observado, por meio da análise estatística (Scott-Knott  $p < 0,05$ ), que se formaram quatro grupos de controle quando comparado à testemunha sem aplicação.

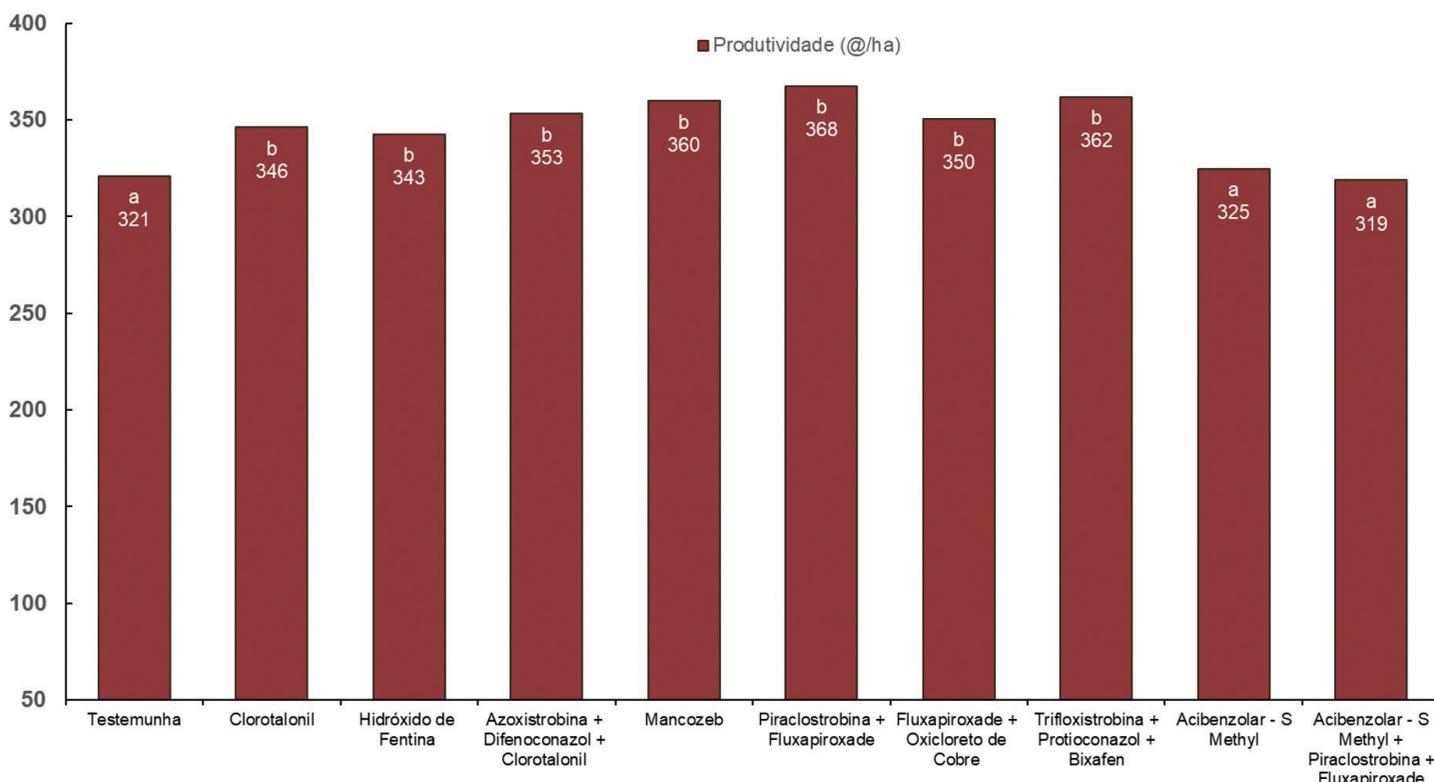
No primeiro grupo de controle, destacaram-se os dois tratamentos contendo o indutor de resistência Acibenzolar - S Methyl (ASM), o qual tanto com, como sem a adição do fungicida sítio-específico Piraclostrobina + Fluxapiroxade, superaram os demais tratamentos avaliados e apresentaram eficiência de controle de 61% e 64% em aplicação isolada e, em combinação com o fungicida, respectivamente.

Em seguida, como segundo grupo de maior controle da severidade da mancha alvo, apresentaram-se os fungicidas Trifloxistrobina + Proti-conazol + Bixafen; Fluxapiroxade + Oxicloreto de Cobre; e Piraclostrobina + Fluxapiroxade, os quais demonstraram eficiência de controle varian-

do entre 45% e 50%, notavelmente, nesse agrupamento observa-se a predominância de fungicidas que possuem em sua composição o grupo Inibidores da Succinato Desidrogenase (ISDH): Fluxapiroxade e Bixafen, em misturas com outros ingredientes ativos.

O terceiro agrupamento de controle, foi formado pelo fungicida multissítio a base de Mancozeb, o qual apresentou 39% de eficiência de controle. Já no quarto e último agrupamento de controle, apresentaram-se os fungicidas com Azoxistrobina + Tebuconazole + Clorotalonil; Hidróxido de Fentina; e Clorotalonil, os quais apresentaram eficiência de controle variando entre 28% e 31% (**Figura 1**).

No que se refere a produtividade do algodoeiro, conforme pode ser observado na **Figura 2**, com exceção aos tratamentos constituídos por aplicações do indutor de resistência ASM (aplicado isoladamente, ou em mistura com o fungicida Piraclostrobina + Fluxapiroxade), todos os demais tratamentos avaliados apresentaram capacidade de aumentar a produtividade de algodão em caroço, quando comparado à testemunha sem aplicação de fungicidas.



**Figura 2.** Produtividade de algodão em caroço em função de diferentes ingredientes ativos de fungicidas e indutor de resistência avaliados. Luís Eduardo Magalhães, safra de 2021/22. Médias seguidas da mesma letra nas barras, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

O indutor de resistência ASM, consiste em uma substância funcional sintética, análoga ao ácido salicílico, capaz de induzir resistência sistêmica adquirida em plantas, possibilitando às plantas maior resistência ao ataque de patógenos (JESPERSEN et al., 2017).

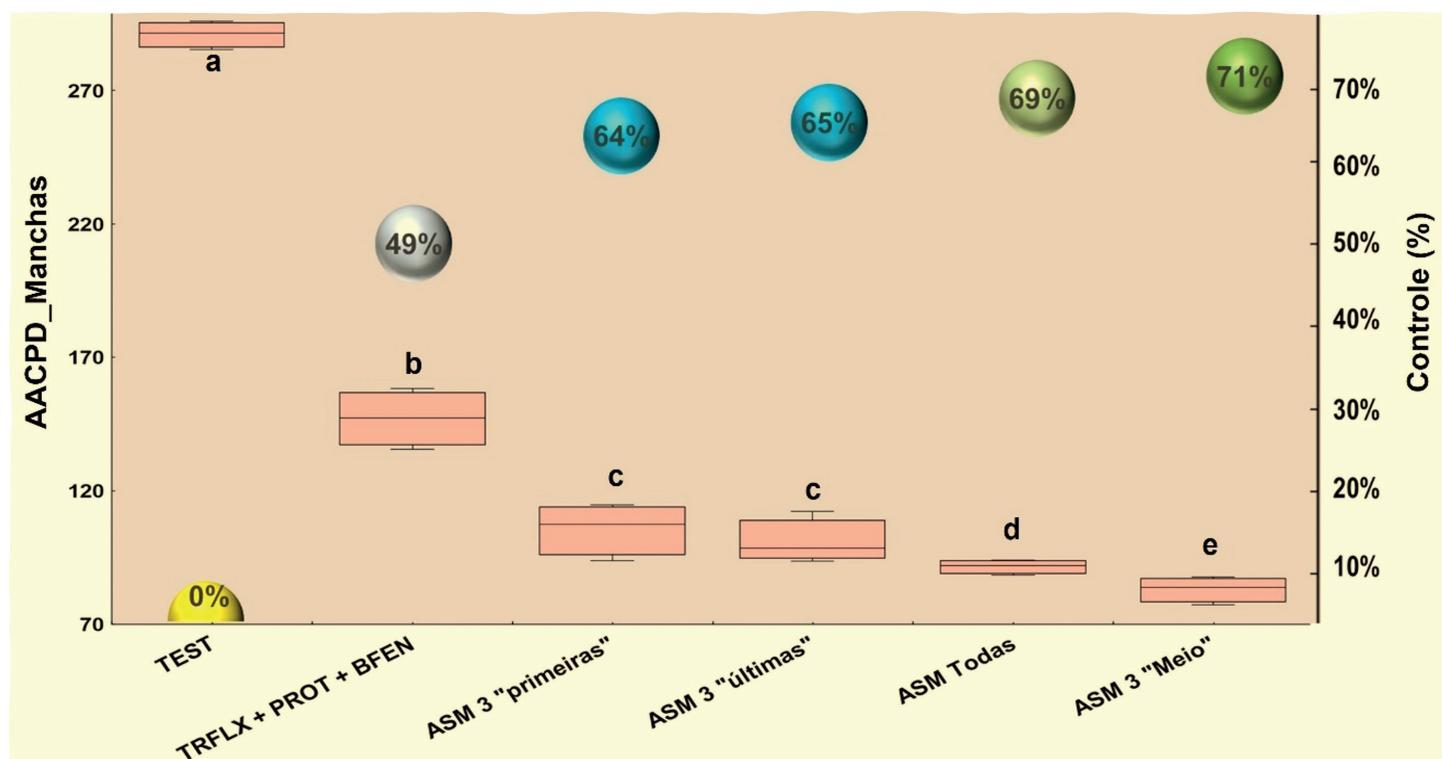
Esse resultado de menor produtividade, por parte dos tratamentos que receberam aplicações do indutor de resistência ASM, quando comparado aos fungicidas avaliados, sugere que, apesar da capacidade do indutor de resistência em reduzir substancialmente a severidade da mancha alvo, a ativação de respostas de defesa da planta, ocasionada pelas oito aplicações sequenciais, envolveu um provável custo metabólico para as plantas de algodoeiro.

Portanto, estudos envolvendo o aprofundamento acerca da ação do ASM em plantas de algodoeiro, são necessários para definir e confirmar se há custo metabólico, em função do número de aplicações, assim como para quantificar bioquímica ou molecularmente, quais são as rotas metabólicas e possíveis enzimas ativadas na planta. Em

vista disso, pesquisas devem ser realizadas a fim de determinar melhores épocas de aplicação, número de aplicações, bem como combinações com diferentes princípios ativos de fungicidas, a fim de possibilitar a utilização segura desse indutor de resistência na cultura do algodoeiro, visando o mínimo de interferência na produtividade.

### EXPERIMENTO B: ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO INDUTOR DE RESISTÊNCIA DURANTE O CICLO DO ALGODOEIRO

Conforme pode ser observado na **Figura 3**, todos os tratamentos contendo ingredientes ativos de fungicidas e diferentes épocas de aplicação do indutor de resistência ASM avaliados, reduziram a severidade da mancha alvo no algodoeiro representada pela Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD\_Manchas), formando-se quatro agrupamentos de controle, quando comparado à testemunha sem aplicação de fungicidas.



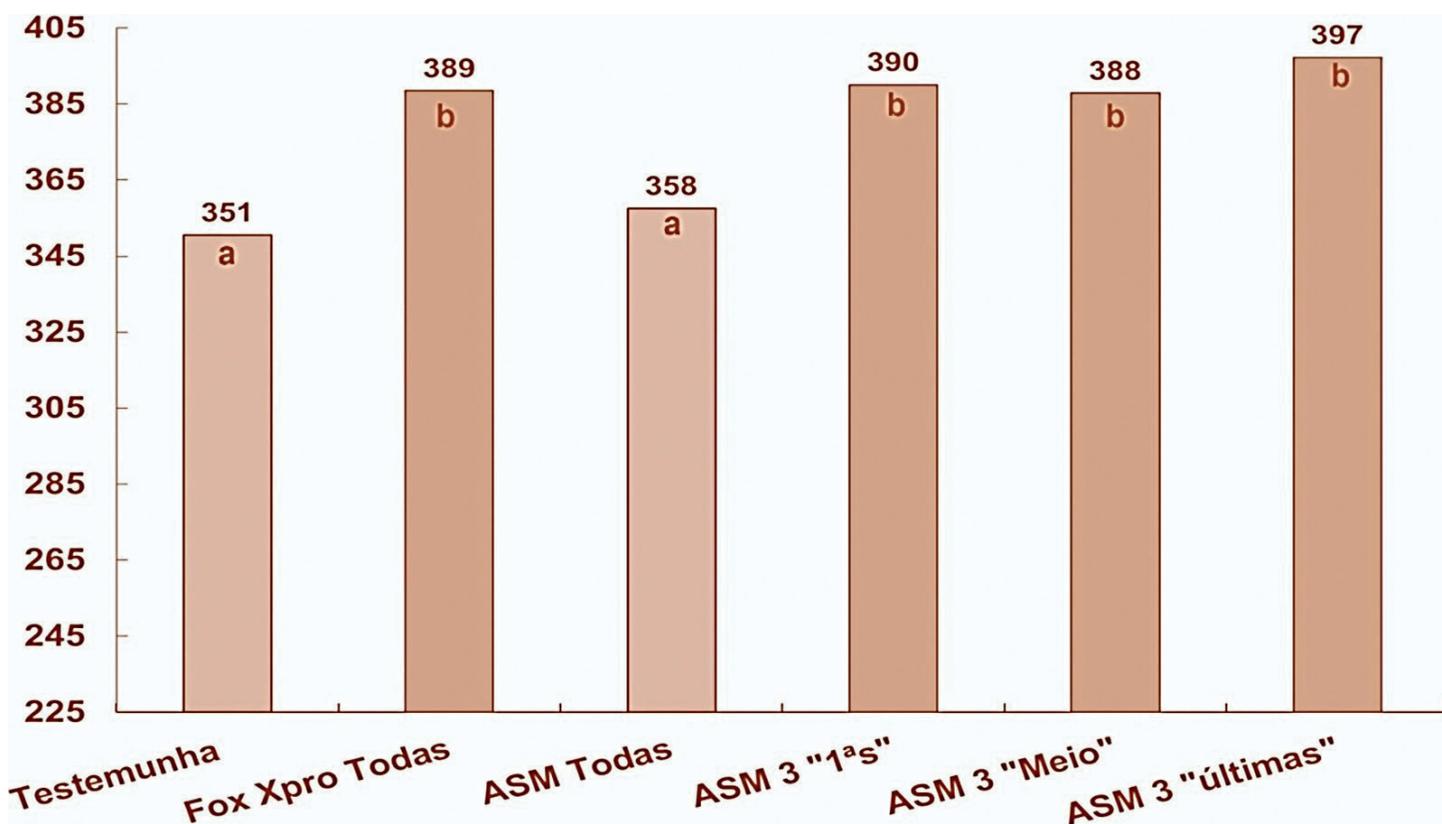
**Figura 3.** Área Abaixo da Curva de Progresso da Mancha alvo (AACPD\_Manchas - eixo y, lado esquerdo) e eficiência de controle em percentagem (eixo y, lado direito), em função épocas de aplicação do indutor de resistência ASM (Acibenzolar-S-Methyl), comparado à testemunha e a um fungicida sítio-específico. Médias seguidas da mesma letra, na parte superior de cada box plot, não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Luís Eduardo Magalhães, safra 2022/23

Destacou-se no primeiro agrupamento de controle, o tratamento onde o indutor ASM foi aplicado isoladamente durante as três aplicações centrais (ASM 3 “Meio” - **Figura 3**), associado com duas aplicações iniciais e três finais do fungicida Trifloxistrobina + Protiocanazol + Bixafen. Esse tratamento superou todos os demais e atingiu eficiência de controle de 71%.

Em seguida, apresentou-se o tratamento onde foi aplicado o indutor de resistência ASM isoladamente em todas as aplicações (ASM Todas - **Figura 3**), o qual apresentou eficiência de controle de 69%. Por conseguinte, apresentaram-se os tratamentos que receberam o ASM nas três aplicações

iniciais (ASM 3 “primeiras” - **Figura 3**) e nas três últimas aplicações (ASM 3 “últimas” - **Figura 3**). O tratamento onde foram aplicados apenas o fungicida Trifloxistrobina + Protiocanazol + Bixafen, por sua vez, superou a testemunha sem aplicações e apresentou eficiência de controle de 49%.

Em relação a produtividade do algodoeiro, conforme pode ser observado na **Figura 4**, com exceção ao tratamento onde realizaram-se oito aplicações isoladas do indutor de resistência ASM, todos os demais tratamentos avaliados apresentaram capacidade de aumentar a produtividade de algodão em caroço, sem diferir entre si, quando comparado à testemunha sem aplicação.



**Figura 4.** Produtividade de algodão em caroço em função dos diferentes tratamentos. Médias seguidas de mesma letra, nas barras, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ); Fox Xpro Todas: tratamento constituído por oito aplicações do fungicida Trifloxistrobina + Protiocanazol + Bixafen. ASM Todas: tratamento constituído por oito aplicações do indutor de resistência ASM, em substituição as aplicações realizadas com o fungicida Trifloxistrobina + Protiocanazol + Bixafen. ASM 3 “1ªs”; ASM 3 “Meio”; ASM 3 “últimas”: referem-se aos tratamentos onde substituíram-se a aplicação do fungicida Trifloxistrobina + Protiocanazol + Bixafen nas três aplicações iniciais, três aplicações centrais e três aplicações finais, respectivamente.

Este resultado demonstra um avanço na possibilidade de utilização do indutor de resistência na cultura do algodoeiro em relação aos resultados obtidos na safra anterior (Experimento A), em que não foi possível obter ganhos em produtividade nos tratamentos que receberam aplicações do indutor de resistência ASM.

Assim, o melhor posicionamento obtido com esse resultado, constitui em um importante avanço na possibilidade de utilização desse, assim como outros agentes indutores de resistência, como ferramenta de manejo da mancha alvo e outras manchas na cultura do algodoeiro, visando à redução da severidade desta doença, que

apresenta um grande desafio na obtenção de altos níveis de eficiência de controle a campo.

Cabe salientar que a determinação do melhor momento de aplicação de indutores de resistência, a fim de obter melhores níveis de controle, dependerá das condições de clima e estágio fenológico da cultura, os quais interferem na incidência e no

progresso das doenças no campo. Ressalta-se a necessidade de realização de pesquisas básicas, no sentido de melhor compreender e elucidar a presença de um possível custo metabólico, decorrente da aplicação do indutor de resistência ASM nas plantas do algodoeiro.

## 5. REFERÊNCIAS

JESPERSEN, D., YU, J., & HUANG, B. Metabolic effects of acibenzolar-S-methyl for improving heat or drought stress in creeping bentgrass. *Frontiers in Plant Science*, v.8, p.1224, 2017.

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economy Entomology*, New York, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society B*, v.26, p.211–252, 1964.

FANTIN, L. H., BRAGA, K., CANTERI, M. G.,

DIAS, A. R., & BORGES, E. P. Development and validation of diagrammatic scale to assess target spot severity in cotton. *Australasian Plant Pathology*, v.47, p.491-49, 2018.

R CORE TEAM, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SHANER, G.; FINNEY, R.F. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. *Phytopathology*, Sant Paul, v. 67, n. 8, p. 1051-1056, 1977.



## Circular Técnica 20

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na Fundação Bahia

Rod BR 020/242, Km 50,7 - S/N  
Cx. P. 853 Zona Rural Luís  
Eduardo Magalhães-BA - Cep:  
47.850-000  
Fone: (77) 3639-3131/3639-3132  
Home page:  
[www.fundacaoba.com.br](http://www.fundacaoba.com.br)



**Publicação referente ao projeto:**  
Manejo Fitossanitário do Sistema  
de Produção do Algodoeiro no Oeste  
da Bahia - ações safra 2022/23

## Expediente

### Conselho Editorial:

Millena Oliveira  
Dr. Fabiano José Perina

### Editoração eletrônica:

Eduardo Lena

5ª edição  
1ª impressão 02/2024  
Tiragem: 500 exemplares  
Impressão: Gráfica Irmãos Ribeiro