

Informação que gera produtividade! • www.revistacultivar.com.br

Cultivar[®] Caderno Técnico

Soja

Ferrugem em ano de *El Niño*

Primeiros casos da doença devem ocorrer até 15 de novembro; conheça o comportamento do fungo causador e como evitar ou minimizar o problema

FUNGICIDA



FUSÃO + ABSOLUTO FIX SÃO IMBATÍVEIS

O MELHOR MANEJO DO
BRASIL, APRESENTADO
PELO CONSÓRCIO
ANTIFERRUGEM 2023

Acesse o QR Code
e saiba mais sobre esse
manejo excepcional:



Fusão EC

Absoluto Fix

IHARA
Agricultura
é a nossa vida

ATENÇÃO ESTE PRODUTO É PERIGOSO À SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AO MEIO AMBIENTE; USO AGRÍCOLA; VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO; CONSULTE SEMPRE UM AGRÔNOMO; INFORME-SE E REALIZE O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS; DESCARTE CORRETAMENTE AS EMBALAGENS E OS RESTOS DOS PRODUTOS; LEIA ATENTAMENTE E SIGA AS INSTRUÇÕES CONTIDAS NO RÓTULO, NA BULA E NA RECEITA; E UTILIZE OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.



Ferrugem-asiática em ano de *El Niño*

Primeiros casos de ferrugem devem ocorrer até 15 de novembro; conheça o comportamento do fungo causador e como evitar ou minimizar o problema

A soja está entre as atividades agrícolas com maior destaque no mercado mundial, estando distribuída geograficamente em todo o Brasil. Esta *commodity* possui importância significativa para o Estado de Mato Grosso, como demonstrado pelo levantamento da safra 2022/23. Houve um aumento na área plantada de 1,12%, totalizando 12,12 milhões de hectares no estado do Mato Grosso, o

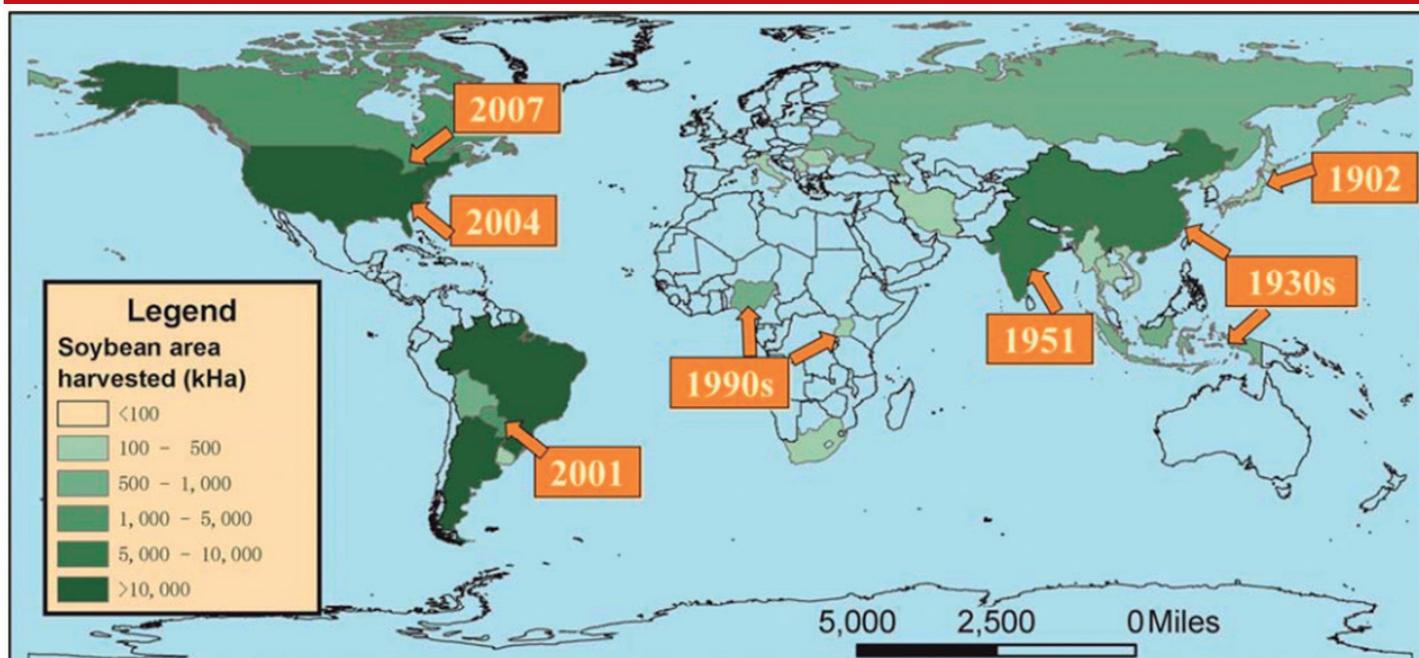
que resultou em mais uma safra recorde de produção com 45,32 milhões de toneladas de soja, representando um crescimento de 10,97% em relação à safra anterior (2021/22).

As projeções iniciais para a safra 2023/24 indicam incremento de produção modesto de 0,82% para o estado em uma área de 12,22 milhões de hectares. A produção estimada para a safra 2023/24 é de 43,78 milhões de toneladas de soja, o que representa

redução de 3,39% em relação à safra 2022/23. O desempenho abaixo dos anos anteriores pode ser reflexo da desvalorização do grão e subprodutos nos últimos meses. Apesar disso, a soja continua sendo uma das principais *commodities* do Estado de Mato Grosso e desempenha papel crucial na economia local e nacional.

Ao contrário do que se imagina, em anos em que os preços da *commodity* não estão bons, a solução mais viável

Figura 2 - em 2003, registros demonstram que o fungo saiu da Colômbia e foi disseminado até os EUA através da ocorrência de um furacão na América Central (Isard, 2005)



Fonte: Li et al. (2010)

identificaram, nomeada como *Pachyrhizus angulatus* ou popularmente conhecida como jícama, pelenga, nabo-mexicano ou batata mexicana. A planta tem centro de origem no México e pode ser encontrada em diferentes países da América do Sul.

A partir daí, registros mostram que o fungo esteve presente em diferentes locais do mundo até chegar ao Brasil. Em 1951 houve a identificação na Índia. Na década de 1990, pesquisadores confirmaram sua presença na África. E, em 2001, foi observado no Paraguai e Brasil. Em 2003, registros demonstram que o fungo saiu da Colômbia e foi disseminado até os EUA através da ocorrência de um furacão na América Central (Isard 2005).

Em outras palavras, o fungo causador da ferrugem viajou o mundo inteiro mesmo não apresentando características favoráveis - como o fato de ser um fungo biotrófico, ou seja, necessita de um hospedeiro vivo para sobreviver. Entre as principais

hipóteses para explicar o fato está a disseminação do fungo através do vento.

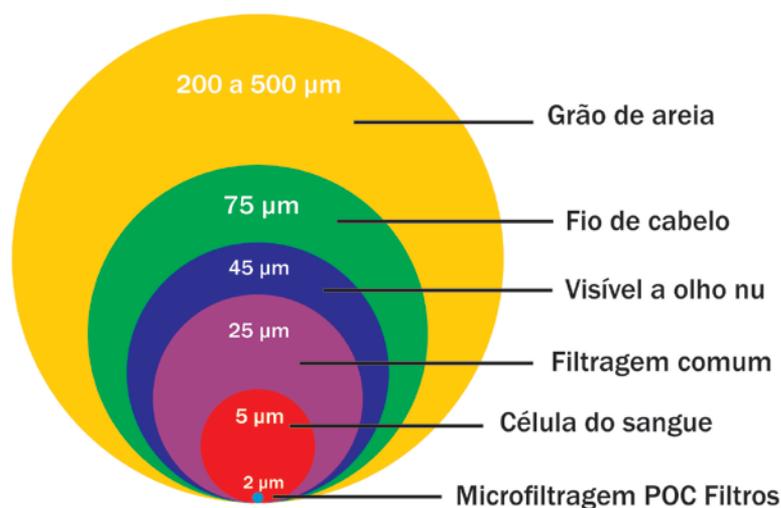
Contudo, o fungo possui outras características que são decisivas como a alta taxa de multiplicação e produção de esporos (ou uredósporos), que infere em diferentes pontos de atenção.

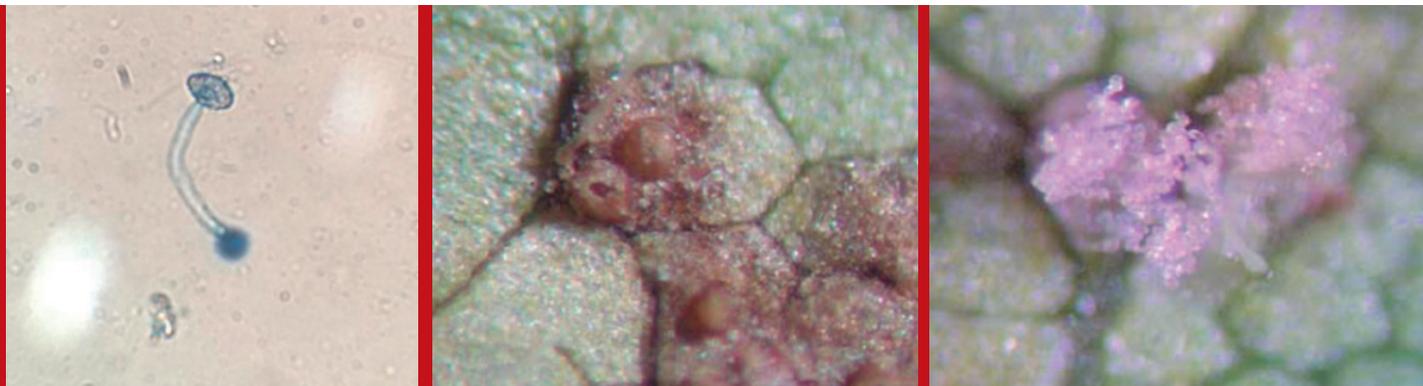
Epidemia: efetivo em multiplicar

Os esporos, ao alcançarem uma planta suscetível, iniciam a etapa de germinação (semelhantemente a uma semente). Cada esporo mede, em média, 20 a 30 micrômetros (μm), equivalente a 0,02, 0,03 milímetros (mm).

Para germinação, é necessária a

Figura 3 - etapas de germinação





Após a infecção, inicia-se o processo de colonização e reprodução, que resulta na produção da urédia e uredósporos (esporos)

presença de água e de temperatura adequada. Entre uma e três horas após, é possível observar a emissão do tubo germinativo. Logo após, é iniciado o processo de infecção. Entre o contato e o início da infecção são necessárias pelo menos seis horas de molhamento foliar com temperaturas entre 15°C e 25°C. Ou mais de oito horas quando as temperaturas extremas estão presentes, como 10°C ou 27°C. Após a infecção, inicia-se o processo de colonização e reprodução, que resulta na produção de urédia e uredósporos (esporos).

Segundo Braga *et al.* (2020), o período entre o contato do fungo com a planta e produção de urédias e esporos, conhecido como período latente, pode variar por vários motivos. Entre eles, temperatura, material genético ou isolado. Em estudo nas regiões Oeste e Noroeste do Paraná, o período latente entre isolados variou de nove a 14 dias. Entre cultivares resistentes e suscetíveis, houve, em média, três dias de diferença com isolados que não apresentaram diferença entre cultivares.

Fantin *et al.* (2022) observaram que, em média, cada urédia produz por dia de 150 a 200 esporos, que podem ser viáveis por 20 dias. Ou seja, um esporo, ao final de 30 dias (dez de período latente + 20 dias de urédia), pode produzir entre três e quatro mil novos esporos. Em uma mesma folha diversas “idades” de

urédia podem ser observadas. Uma grande diferença entre a ferrugem e outros patógenos da soja - como *Corynespora cassiicola*, *Septoria glycines* e *Cercospora spp.* - é que a disseminação pelo vento efetiva a introdução de esporos diariamente no sistema, seja da própria planta ou área - e também áreas vizinhas.

As condições climáticas tropicais do Estado de Mato Grosso favorecem o desenvolvimento da maioria das doenças que afetam a cultura da soja. Com médias de temperatura variando entre 25°C e 30°C e umidade relativa do ar acima de 70% durante o período da safra, o ambiente se torna propício para o desenvolvimento da doença e a disseminação do patógeno.

Com a confirmação do fenômeno *El Niño* para a safra 2023/24, é esperado um aumento significativo na ocorrência de chuvas acima da média e temperaturas elevadas, incluindo a região do Estado de Mato Grosso. Essas condições climáticas podem criar um ambiente propício para o desenvolvimento de doenças nas plantações. Exemplo disso foi observado durante a safra 2018/19, quando o Sul do país esteve sob os efeitos do *El Niño* e a ferrugem-asiática atingiu níveis de 80% nas lavouras.

Para tentar explicar os caminhos da ferrugem, Belineli *et al.* (2021) simularam matematicamente o transporte dos esporos de ferrugem na América do Sul.

Disseminação da ferrugem no Brasil

A fácil disseminação através do vento é uma das principais características de “sucesso” do patógeno. Não é exagero dizer que, na safra 2023/24, o início dos casos no Brasil, possivelmente Estado do Paraná, ocorrerá até o dia da Proclamação da República - 15 de novembro de 2023. Através de simulações matemáticas, é possível calcular a distância de disseminação em uma frente fria.

Em 2018, os modelos mostraram a seguinte disseminação dos esporos pelo vento em uma única frente fria: em duas horas, possivelmente uma hora e 30 minutos de chuvas ocorridas no final de outubro, os esporos foram capazes de ser disseminados por importantes regiões produtoras do Paraná.

Nas frentes frias seguintes houve avanço das massas e detecção dos primeiros casos da doença na mesma região. À medida que avançava a segunda quinzena de novembro, as massas projetaram os esporos para Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

À medida que aumentou o número de casos no Brasil, os esporos passaram a ser disseminados para o Paraguai, comprometendo as semeaduras mais tardias do país.

Comportamento e sintomas da doença

Os sintomas da ferrugem-asiática



são observáveis em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas. São mais evidentes nas folhas, onde inicialmente aparecem pequenos pontos escuros, geralmente no dossel inferior. Conforme o avanço epidemiológico da doença, novas lesões surgem nos terços médio e superior das plantas. Esses sintomas se manifestam como minúsculos pontos escuros em comparação com os tecidos saudáveis, variando de coloração esverdeada a cinza-esverdeada. Na parte abaxial das folhas é possível observar as urédias que se rompem e liberam os esporos, denominados uredósporos. Eles podem ser disseminados, principalmente, pelo vento e têm a capacidade de iniciar um novo processo infeccioso.

Um dos principais danos decorren-

tes da ferrugem-asiática da soja é a desfolha precoce, o que compromete diretamente a maquinaria fotossintética da planta, refletindo no enchimento de grãos e, conseqüentemente, causando redução de produtividade.

Os sintomas da ferrugem-asiática têm maior incidência após o fechamento do dossel da lavoura, devido ao microclima criado, que favorece a infecção. Nesse estágio, a umidade e o sombreamento aumentados protegem os esporos da radiação UV e da luz solar direta, o que facilita a sobrevivência do fungo. Além disso, o potencial de dano da ferrugem-asiática é mais acentuado em lavouras em estágio vegetativo, floração e formação de vagens, pois recebem maior quantidade de inóculo do fungo das

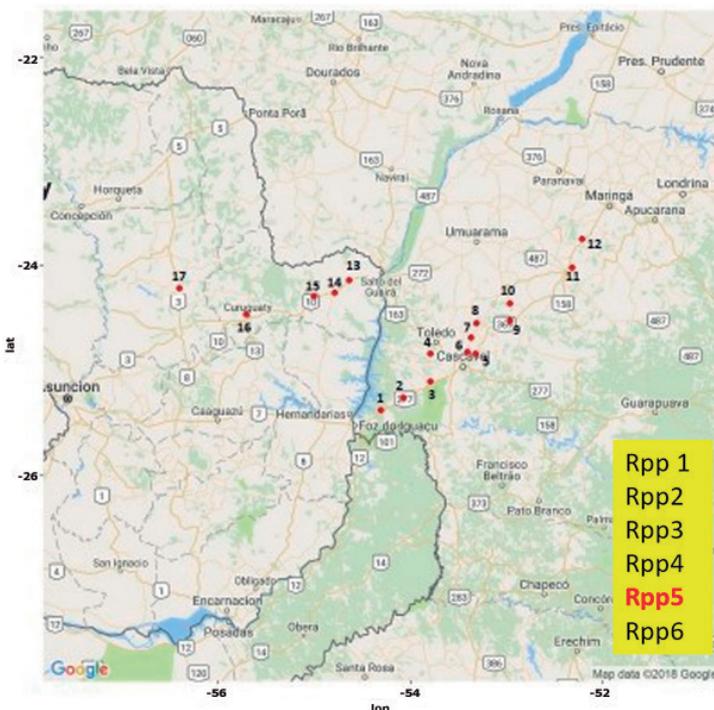
áreas semeadas mais precocemente.

Prejuízo da doença

A doença corresponde a mais de 80% da demanda em aplicações de fungicida na cultura. Na safra 2022/23, recentemente colhida, os produtores tiveram de lidar com um custo médio de US\$ 155 por hectare em defensivos para controlar diversas pragas e doenças. Dentre esses gastos, uma quantia significativa - cerca de US\$ 57,5 por hectare - foi destinada exclusivamente ao manejo da ferrugem-asiática. O investimento total dos agricultores brasileiros em produtos para combater a ferrugem nessa última safra alcançou a impressionante marca de US\$ 2,44 bilhões.

Em estudo nas regiões Oeste e Noroeste do Paraná, o período latente entre isolados variou de nove a 14 dias; entre cultivares resistentes e suscetíveis, houve, em média, três dias de diferença com isolados que não apresentaram diferença entre cultivares

Tabela - períodos de incubação e latência (dias) após inoculações de *Phakopsora pachyrhizi* provenientes de diferentes localidades em cultivar de soja resistente e suscetível à ferrugem-asiática. Londrina, 2018

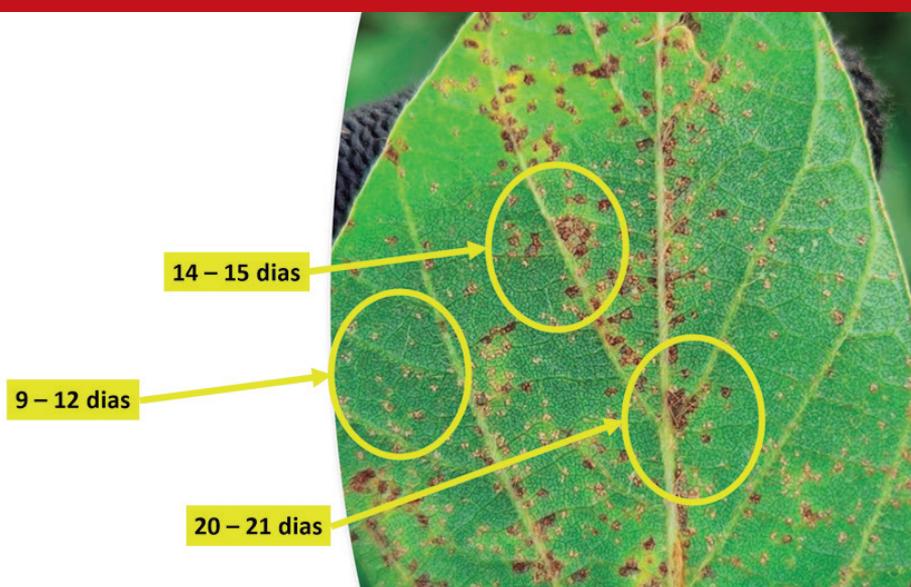


Localidades	Período de incubação		Período de latência		≠
	Resistência	Suscetível	Resistência	Suscetível	
Engenheiro Beltrão - BR	7	7	13	10	3
Campo Mourão - BR	7	7	13	10	3
Juranda - BR	7	7	12	11	1
Ubiratã - BR	7	7	14	11	3
Nova Aurora - BR	7	7	14	11	3
Cafelândia - BR	7	7	13	10	3
Corbelia - BR	7	7	14	11	3
Cascavel - BR	7	7	14	12	2
Toledo - BR	7	7	15	13	2
Céu Azul - BR	7	7	14	10	4
Medianeira - BR	7	7	14	12	2
São M. do Iguacu - BR	7	7	13	10	3
La Paloma - PY	7	7	13	13	0
Katueté - PY	7	7	13	12	1
Yhovy - PY	7	7	14	10	4
Curuguary - PY	7	7	13	9	4
Villa Ygatimi - PY	7	7	14	10	4
Média	7	7	13	10	

Fonte: Braga et al. (2020)



Em uma mesma folha diversas “idades” de urédia podem ser observadas



Em um estudo na safra 2022/23, Fantin e Braga (2023) avaliaram a redução de produtividade causada por ferrugem-asiática em diferentes fungicidas e formulações. Os autores dividiram as plantas em metade superior e inferior e avaliaram o peso de mil grãos (PMG). Com o início dos sintomas em R3, a principal redução no PMG ocorreu em grãos localizados na metade superior das plantas. De acordo com o fungicida adotado, a manutenção de produtividade chegou a 126,6% em relação à testemunha sem aplicação; e 99,4% entre os fungicidas. A metade superior pode ter sido mais afetada devido ao período de exposição da planta à doença. Para as vagens da metade inferior, a formação e o desenvolvimento dos grãos coincidiram com os menores níveis da doença. Já o desenvolvimento dos grãos da metade superior coincidiu com níveis maiores de severidade e planta já debilitada. Na metade superior também foi possível perceber, em termos percentuais, o efeito de fungicidas eficazes. Os resultados da metade inferior nos alertam sobre um tema muito importante: a tecnologia de aplicação!

Manejo da ferrugem-asiática

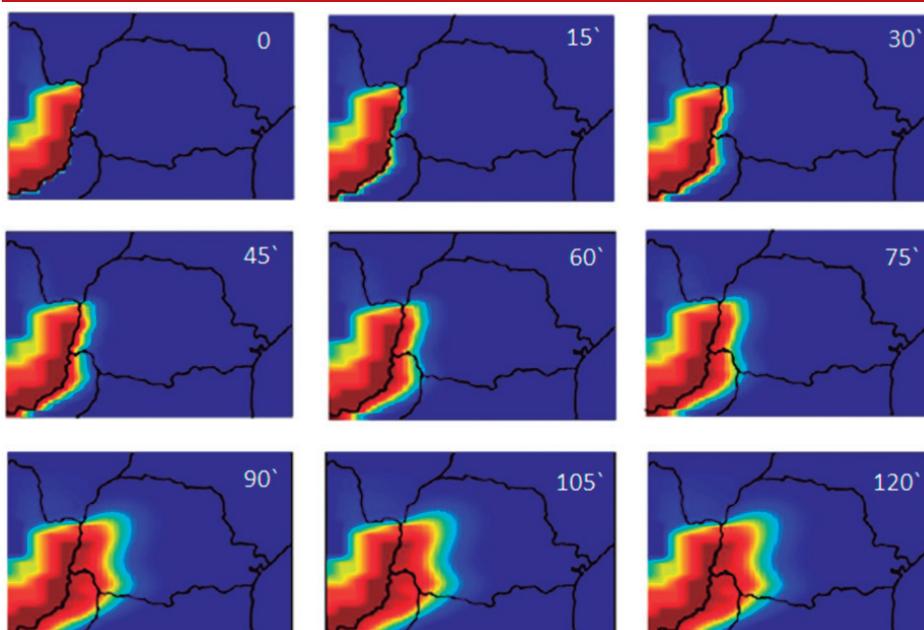
A ferrugem-asiática é uma doença implacável. Após estabelecida, as medidas de controle efetivas são muito reduzidas ou nulas. Nesse sentido, a melhor estratégia de manejo da doença é não ter doença, ou seja, “fugir da doença”, conhecida em fitopatologia

como “evasão”.

Para isso, a época de semeadura e a escolha do material quanto ao ciclo são algumas das estratégias mais efetivas para manejo da doença. Em termos práticos, a mudança da época de semeadura não é algo simples e implica alteração do sistema como um todo. Contudo, com o aumento da área e da tecnologia de milho safrinha, além de outras culturas (como o algodão), o produtor começou a antecipar a semeadura e adotar materiais com ciclos menores. Isso ocorreu, em partes, pela tentativa de escapar ou fugir da ferrugem, mas também com o objetivo de obter melhores condições para a segunda safra. Essa é uma medida que auxilia escapar ou atrasar o início epidêmico da doença.

Em geral, em anos de *El Niño*, a doença começa mais cedo em todo o território nacional. Como citado, para a safra 2023/24 modelos de disseminação de esporos desenvolvidos pela equipe de Lucas Fantin, Marcelo Canteri, Karla Braga, Eduardo Belinelli e Paulo Natti indicam potencial de disseminação e início dos casos até 15 de

Dados de 2018 mostram a disseminação dos esporos pelo vento em uma única frente fria

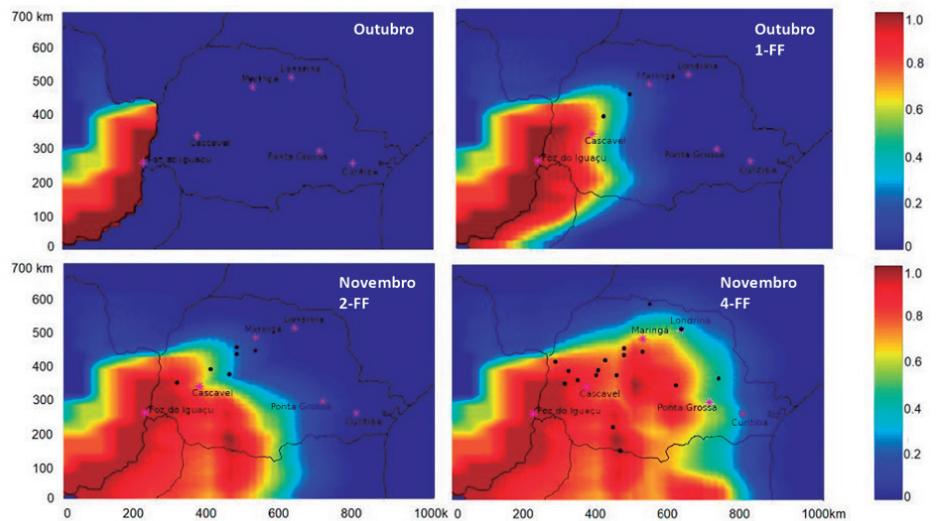


novembro de 2023. O clima é um dos pontos importantes para a epidemia, mas também o cultivo de soja durante a entressafra pode atuar como uma "ponte verde", facilitando o estabelecimento precoce do fungo nas lavouras. Diante dessa situação, medidas como a implementação do vazio sanitário e a adoção de calendários de semeadura foram fundamentais para estabilizar a doença e seus danos e perdas.

O vazio sanitário, com um período de 90 dias sem cultivo de soja (15 de junho a 15 de setembro, no estado de Mato Grosso), desempenha papel essencial ao reduzir a sobrevivência do fungo. Essas medidas têm sido eficazes para minimizar o impacto da ferrugem-asiática e manter a estabilidade das plantações de soja.

No combate à ferrugem-asiática, além das medidas mencionadas anteriormente, outras estratégias relevantes incluem: realização de boa dessecação; eliminação de plantas

Nas frentes frias seguintes houve avanço das massas e detecção dos primeiros casos da doença na mesma região

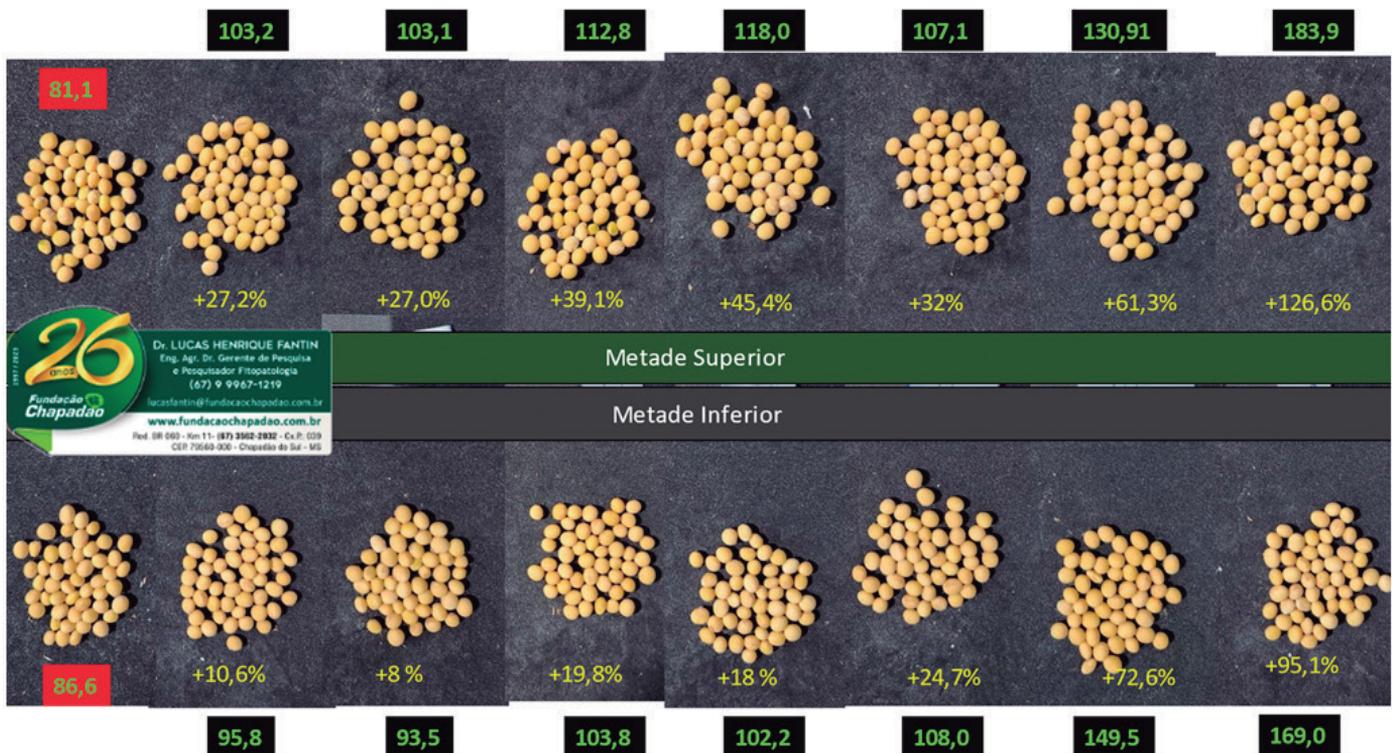


FF=Frente fria. Pontos representam casos identificados. *Representa cidades referências

voluntárias durante a entressafra; emprego de cultivares com tolerância ou resistência à doença; escolha de cultivares de ciclo precoce para as se-

meaduras realizadas no início da época recomendada, evitando semeaduras em época mais favorável à ocorrência da doença. É fundamental, também,

Avaliação da redução de produtividade causada por ferrugem-asiática em diferentes fungicidas e formulações; plantas divididas em metade superior e inferior com avaliação de peso de mil grãos (PMG)



manter monitoramento constante da plantação desde o início do desenvolvimento da cultura, intensificando a observação durante o fechamento das linhas de semeadura.

É crucial lembrar que, sem o manejo adequado, as perdas causadas pela ferrugem-asiática podem atingir níveis alarmantes, chegando a representar até 90% da produção, destacando a importância vital de investir em proteção e controle eficiente dessa doença

Fungicidas para controle

No controle químico, os fungicidas ainda desempenham um papel essencial, sendo a maioria deles agrupada em três categorias: inibidores de desmetilação (IDM ou "triazóis"), inibidores da quinona externa (IQe ou "estrobilurinas") e inibidores da succinato desidrogenase (ISDH ou "carboxamidas"). Esses fungicidas são conhecidos como sítio-específicos e atuam em pontos específicos da rota metabólica do fungo.

Ainda que a incidência da ferrugem tenha diminuído nas últimas safras, é importante ressaltar que as mutações genéticas responsáveis pela resistência aos fungicidas continuam a ocorrer. O uso frequente e extensivo de fungicidas com um único mecanismo de ação leva ao surgimento de menor sensibilidade do fungo aos fungicidas sítio-específicos.

A redução de sensibilidade a fungicidas vem sendo observada desde 2007, quando foram relatados os primeiros indícios de perda de eficácia dos triazóis no combate à ferrugem, seguido de observação similar quanto às estrobilurinas em 2012, devido às mutações genéticas nas populações do fungo. Recentemente, as populações do fungo da ferrugem também passaram a apresentar resistência aos fungicidas do grupo das carboxamidas. Estudos recentes têm observado alterações no gene CYP51 relacionadas



Limitar a quantidade de aplicações de fungicidas específicos no mesmo ciclo, investir em tecnologia de aplicação e usar volume de calda adequado são práticas essenciais

à sensibilidade aos fungicidas do tipo DMI (inibidores da desmetilação - triazóis), identificando novas combinações de mutações (V130A, I145V, F154Y) que estão associadas a uma redução na sensibilidade aos DMIs. Como resultado dessas novas mutações, tem-se notado uma influência no controle da ferrugem da soja com o uso de prothioconazol e tebuconazol nas últimas safras (Stilgenbauer *et al.*, 2023).

O estudo enfatiza a importância da rotação de fungicidas com modo de ação diferente para retardar o surgimento de novas mutações resistentes específicas, como as combinações no gene CYP51. Nesse sentido, uma das estratégias promissoras para combater o efeito da resistência é a utilização de fungicidas multissítios, que afetam múltiplos processos metabólicos do fungo. Essa abordagem visa diversificar os mecanismos de ação dos fungicidas, reduzindo a pressão seletiva e oferecendo uma alternativa eficaz no controle da ferrugem da soja.

Diante do cenário de risco de redução da sensibilidade do fungo da ferrugem-asiática aos fungicidas mais utilizados, boas práticas agrônômicas são essenciais, como evitar plantios tardios, optar por variedades de ciclo precoce e maior tolerância às doenças

e respeitar o vazio sanitário. É fundamental utilizar fungicidas de forma preventiva, em associação com produtos efetivos no controle da doença, preferencialmente misturando fungicidas com mecanismos de ação distintos e realizando rotação entre diferentes grupos (triazóis, estrobilurinas, carboxamidas, morfolinas e multissítios). Além disso, limitar a quantidade de aplicações de fungicidas específicos no mesmo ciclo, investir em tecnologia de aplicação e usar volume de calda adequado são práticas essenciais.

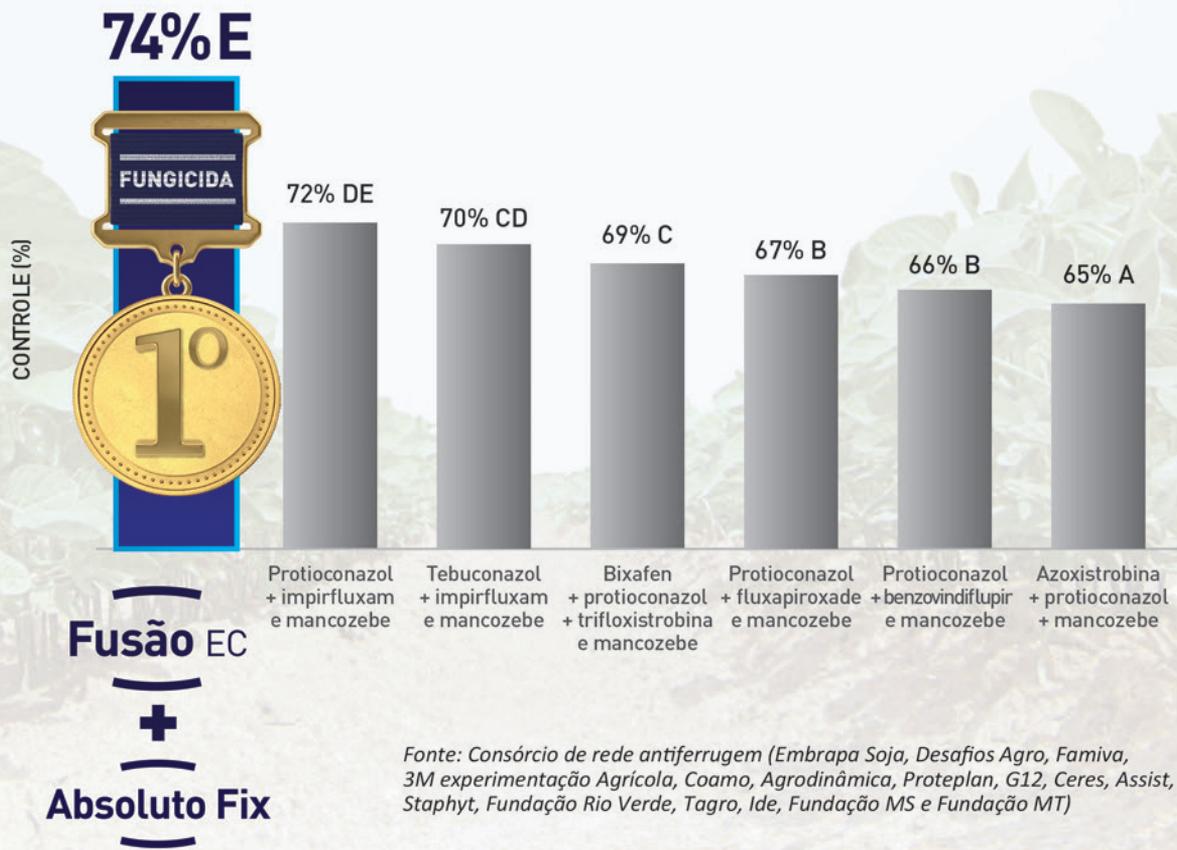
Essas medidas são de suma importância para assegurar a eficiência dos fungicidas, fundamentais para o cultivo bem-sucedido da soja no Brasil. 

**Éder N Moreira,
Lucas Fantin,
Isaias Cacique,
Letícia C. Vieira,
Fitolab P&D Agrícola;
Karla Braga,
Fundação Chapadão**

Caderno Técnico
Circula encartado na revista
Cultivar Grandes Culturas nº 291
Capa - Andre Shimohiro
Reimpressões podem ser solicitadas
através do telefone: (53) 3028.2075
www.revistacultivar.com.br

FUSÃO, ALIADO AO PROTETOR ABSOLUTO FIX, DEMONSTROU DESEMPENHO LÍDER NO CONTROLE DA FERRUGEM-ASIÁTICA NA SOJA.

Eficiência de controle da doença (%)



ATENÇÃO ESTE PRODUTO É PERIGOSO À SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AO MEIO AMBIENTE; USO AGRÍCOLA; VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRONÔMICO; CONSULTE SEMPRE UM AGRÔNOMO; INFORME-SE E REALIZE O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS; DESCARTE CORRETAMENTE AS EMBALAGENS E OS RESTOS DOS PRODUTOS; LEIA ATENTAMENTE E SIGA AS INSTRUÇÕES CONTIDAS NO RÓTULO, NA BULA E NA RECEITA; E UTILIZE OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.

AS DOENÇAS DA SOJA NÃO TÊM VEZ!

A IHARA oferece um portfólio completo com a mais alta tecnologia no controle de doenças. Conheça agora os fungicidas que têm apresentado ótimos resultados nas lavouras de soja!

Fusão EC

Líder no controle de ferrugem e outras doenças, com ação preventiva e rápida absorção para maior produtividade.

Absoluto Fix

Protege mesmo em condições climáticas adversas, com ação multissítio, eficiente contra a ferrugem e outras doenças.

Sugoy

Tem protetor agregado e combate ferrugem, mancha-alvo, antracnose e oídio em um só produto com força tripla.

Approve

Possui amplo espectro de ação e se destaca no controle do mofo-branco e outras doenças com logo residual e resistência à chuva.

ATENÇÃO ESTE PRODUTO É PERIGOSO À SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AO MEIO AMBIENTE; USO AGRÍCOLA; VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO; CONSULTE SEMPRE UM AGRÔNOMO; INFORME-SE E REALIZE O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS; DESCARTE CORRETAMENTE AS EMBALAGENS E OS RESTOS DOS PRODUTOS; LEIA ATENTAMENTE E SIGA AS INSTRUÇÕES CONTIDAS NO RÓTULO, NA BULA E NA RECEITA; E UTILIZE OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.