

CIRCULAR TÉCNICA

188

# Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2021/2022 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja

Gustavo Migliorini de Oliveira, Claudine Dinali Santos Seixas, Eliana Aparecida dos Reis, Anderson Luís Helling, Gabriel Costa Silva, Edivan José Possamai, Divania de Lima, Arnold Barbosa de Oliveira

Londrina, PR  
Setembro, 2022



## Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2021/2022 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja<sup>1</sup>

### Introdução

O MID-Soja, Manejo Integrado de Doenças da Soja, com ênfase na ferrugem-asiática, é um programa conduzido pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER (IDR-Paraná), pela Embrapa Soja e outros parceiros, no estado do Paraná. O principal objetivo é o monitoramento dos esporos do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da ferrugem-asiática da soja, em unidades de referência (áreas de produtores rurais assistidos), para indicar o momento para aplicação de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática.

Seguindo a estratégia proposta no programa MID-Soja, é possível realizar aplicações de fungicidas de forma racional, tendo como base critérios técnicos, sem comprometer a produtividade da cultura. Os resultados desse trabalho têm sido divulgados anualmente desde a safra 2016/2017 (Gheller et al., 2017; Seixas et al., 2018, 2019, 2020; Heling et al., 2021).

Durante cada safra agrícola de soja no Paraná, no site do IDR-Paraná, tópico Alerta Ferrugem, os dados do monitoramento dos esporos de *P. pachyrhizi* são apresentados no mapa do estado. Essa forma de apresentação/divulgação se dá desde a safra 2018/2019 e auxilia os técnicos e agricultores na tomada de decisão para aplicação de fungicidas para controle da ferrugem-asiática em suas respectivas áreas e regiões.

A ferrugem-asiática foi relatada pela primeira vez no continente americano no ano de 2001 no Paraguai e no Brasil (Jaccoud Filho et al., 2001; Yorinori et al., 2001). Desde então tem sido considerada a doença mais severa da cultura no Brasil, em decorrência da agressividade do fungo e das perdas de produtividade que podem ocorrer caso a doença não seja adequadamente controlada. Há relatos de perdas de até 90% (Hartman et al., 2015; Godoy et al., 2016).

A doença já foi constatada em todas as regiões produtoras do País (Consórcio Antiferrugem, 2022). Os sintomas ocorrem principalmente nas folhas, contudo já foram evidenciados em hastes, pecíolos e vagens. Os primeiros sintomas iniciam-se com pequenas pontuações de coloração verde-claro a amarelo-claro, tornando-se marrom-claro com o aumento das lesões. Na face inferior da folha, correspondente a tais lesões, são observadas as urédias, estruturas reprodutivas do fungo, onde são formados os uredosporos (Henning et al., 2014; Hartman et al., 2015). Em condições de alta severidade, as folhas amarelecem e caem. Já em cultivares com gene(s) de resistência, as lesões tendem a apresentar coloração marrom-avermelhada e as urédias e os uredosporos são formados em menor número.

Por se tratar de um parasita biotrófico, o fungo necessita de hospedeiros vivos para multiplicação e sobrevivência. Além da soja, existem relatos de mais de uma centena de hospedeiros alternativos de *P. pachyrhizi*, incluindo plantas de cobertura e plantas daninhas (Mendes; Urben, 2019), todos da família Fabaceae (Kelly et al., 2015), além da suspeita de sua ocorrência em outras famílias de plantas (Reis, 2019). Entretanto, existem diferentes graus de virulência nas relações de parasitismo para cada hospedeiro.

A fonte e a quantidade de inóculo, as condições meteorológicas e as características do hospedeiro influenciam no desenvolvimento epidêmico ou não da doença. Os uredosporos do fungo são disseminados pela ação do vento e para a infecção é requerida a presença de água livre na superfície foliar. O tempo necessário de molhamento foliar é de seis horas para início do processo infectivo em condições ótimas de temperatura (15 °C a 25 °C). Em temperaturas

<sup>1</sup> **Gustavo Migliorini de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER, Campina Grande do Sul, PR; **Claudine Dinali Santos Seixas**, engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Eliana Aparecida dos Reis**, engenheira-agrônoma, mestre em Produção e Nutrição Animal, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER, Toledo, PR; **Anderson Luís Heling**, engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER, Mercedes, PR; **Gabriel Costa Silva**, graduado em Sistemas da Informação, doutor em Ciência da Computação, professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procopio, Cornélio Procopio, PR; **Edivan José Possamai**, engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, extensionista do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER, Pato Branco, PR; **Divânia de Lima**, engenheira-agrônoma e zootecnista, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Arnold Barbosa de Oliveira**, engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR.

fora dessa faixa, maior tempo de molhamento é demandado. Precipitações pluviométricas e radiação solar também interferem nas etapas do ciclo patogênico-hospedeiro, além de fatores relacionados às cultivares de soja, tais como ciclo e presença ou não de gene(s) de resistência (Isard et al., 2006; Godoy et al., 2020).

As principais medidas recomendadas para o manejo da ferrugem-asiática são: vazio sanitário (período de pelo menos 90 dias sem plantas vivas de soja no campo); utilização de cultivares com gene(s) de resistência; semeadura realizada no início da época recomendada (escape); utilização de cultivares precoces; utilização de fungicidas (Godoy et al., 2020).

Para que haja um controle químico eficaz da doença, esse deve ser feito em momento adequado. Devem-se evitar aplicações de fungicidas de forma antecipada ou tardia, calendarizada e com os mesmos ingredientes ativos em aplicações sequenciais, a fim de não agravar o problema da resistência do fungo aos fungicidas sítio-específicos: inibidores da desmetilação (IDM, “triazóis”); inibidores da quinona externa (IQe, “estrobilurinas”); inibidores da succinato desidrogenase (ISDH, “carboxamidas”). Outra estratégia é a aplicação de fungicidas multissítios (atuação em mais de um ponto no metabolismo do fungo) associados aos sítio-específicos (Schmitz et al., 2014; Klosowski et al., 2016; Godoy et al., 2017; Simões et al., 2018).

O controle químico da ferrugem-asiática realizado de forma racional implica no monitoramento do patógeno e da doença de forma associada, desde o início do desenvolvimento da cultura, intensificando após o fechamento das entrelinhas. As aplicações de fungicida devem ser feitas de forma preventiva, antes do estabelecimento da doença ou imediatamente após o aparecimento dos primeiros sintomas, utilizando produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e recomendados por profissionais habilitados (Godoy et al., 2016).

O monitoramento da doença deve ser feito observando-se as folhas do terço inferior e/ou médio das plantas, principalmente em locais com maior probabilidade de acúmulo de umidade na área ou no talhão. Em razão da dificuldade de observação dos primeiros sintomas no campo, uma alternativa é o monitoramento do patógeno no ambiente, antes que ocorra o estabelecimento da

doença - foco principal do programa de monitoramento MID-Soja. Esse monitoramento pode ser realizado por meio de coletores de esporos, que permitem a detecção dos esporos do fungo pelo vento (Gardiano et al., 2010; Jackson; Bayliss, 2011; Minchio, 2011; Ishikawa, 2012; Zoz; Gheller, 2015; Igarashi et al., 2016; Oliveira et al., 2020).

A detecção de esporos na lavoura antes do estabelecimento da doença possibilita que o controle químico da doença seja mais assertivo, evitando aplicações desnecessárias de fungicida. Contudo, para a identificação dos esporos de *P. pachyrhizi*, é necessário que o profissional responsável esteja apto a identificar tais estruturas, com treinamento contínuo. A identificação é realizada com auxílio de microscópio óptico.

O objetivo desta Circular Técnica é apresentar os resultados do Programa MID-Soja no tocante à detecção de esporos de *P. pachyrhizi* e ao manejo da ferrugem-asiática em unidades de referência no estado do Paraná na safra 2021/2022.

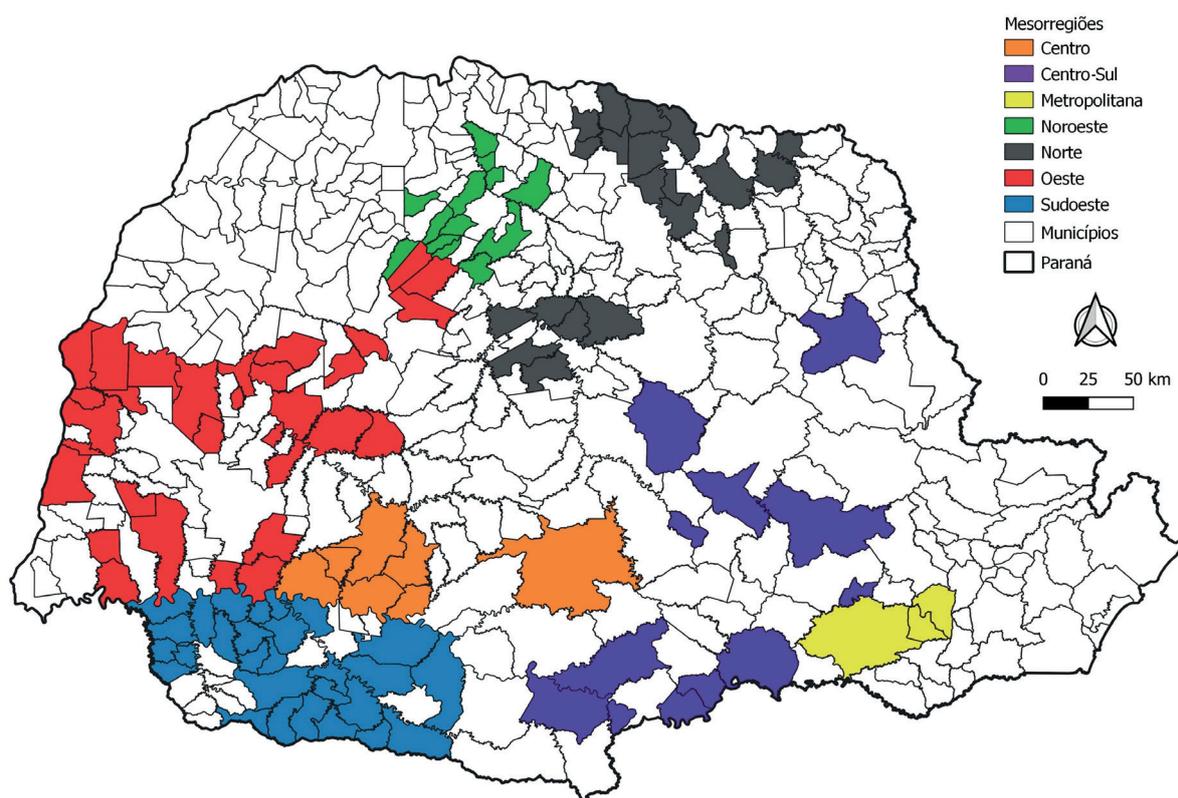
## Material e Métodos

O programa MID-Soja foi conduzido tendo como base um protocolo técnico, no qual estão estabelecidos os procedimentos para o manejo da ferrugem-asiática e de outras doenças da soja, utilizando o coletor de esporos como ferramenta para o monitoramento de *P. pachyrhizi*.

Tal monitoramento foi realizado em áreas de cultivo de soja, acompanhadas por profissionais do IDR-Paraná, denominadas Unidades de Referência (URs). Tais lavouras receberam acompanhamento técnico e orientações visando à adoção de boas práticas de manejo de doenças, além do controle químico da ferrugem-asiática.

Na safra 2021/2022, foram implantadas URs de MID-Soja em 114 municípios do Paraná, distribuídos nas sete mesorregiões administrativas adotadas pelo IDR-Paraná (centro, centro-sul, metropolitana, noroeste, norte, oeste e sudoeste) (Figura 1).

Elaboração: Edivan J. Possamai



**Figura 1.** Representação geográfica dos municípios no estado do Paraná onde foram instaladas as Unidades de Referência (URs) nas sete mesorregiões administrativas adotadas pelo IDR-Paraná (centro, centro-sul, metropolitana, noroeste, norte, oeste e sudoeste), safra 2021/2022.

Conjuntamente com o monitoramento dos uredosporos de *P. pachyrhizi*, inspeções de plantas, em diferentes pontos das URs, foram feitas semanalmente com o intuito de avaliar a presença ou não de sintomas da ferrugem-asiática e de outras doenças da cultura.

Os coletores de esporos foram instalados na maioria das URs. As informações relativas à flutuação de uredosporos (presença ou ausência) foram disponibilizadas às URs onde não havia coletor de esporos instalado, subsidiando assim o manejo da ferrugem-asiática nessas unidades. Em determinadas situações, o equipamento não foi instalado necessariamente na área de cultivo da UR, mas sim em lavoura próxima, em virtude do melhor posicionamento geográfico/topográfico. Além das URs, coletores de esporos também foram instalados em áreas de parceiros (universidades, por exemplo). Nesses casos, o intuito era apenas monitorar os uredosporos e compor a rede estadual de coletores.

Os coletores de esporos foram feitos com base no modelo criado pelo Dr. Seiji Igarashi em 1986 (Oliveira et al., 2020). O equipamento possui uma haste metálica para fixação no solo associado a um tubo de PVC

(Figura 2A). No interior desse tubo é colocado um suporte onde é encaixada uma lâmina de microscopia, com uma fita adesiva dupla face (4 cm a 5 cm de comprimento) colada. Com a passagem do vento no interior do equipamento, os esporos que estejam flutuando no ar podem ser aderidos a essa fita (Figura 2C). Informações sobre a identificação da UR, a data de instalação da lâmina e o estágio fenológico da cultura são anotadas nas lâminas a cada troca (Figura 2D).

Os coletores, georreferenciados, foram instalados logo após a emergência das primeiras lavouras de soja nos municípios, tendo como data limite 15 de outubro nas mesorregiões noroeste, norte, oeste e sudoeste e 15 de novembro nas mesorregiões centro, centro-sul e metropolitana. Os coletores foram posicionados no mínimo a 50 cm acima do dossel das plantas (Figura 2B), em local de fácil acesso e com circulação de ventos, evitando-se a proximidade de estradas (redução no acúmulo de poeira e eventuais depredações dos equipamentos).

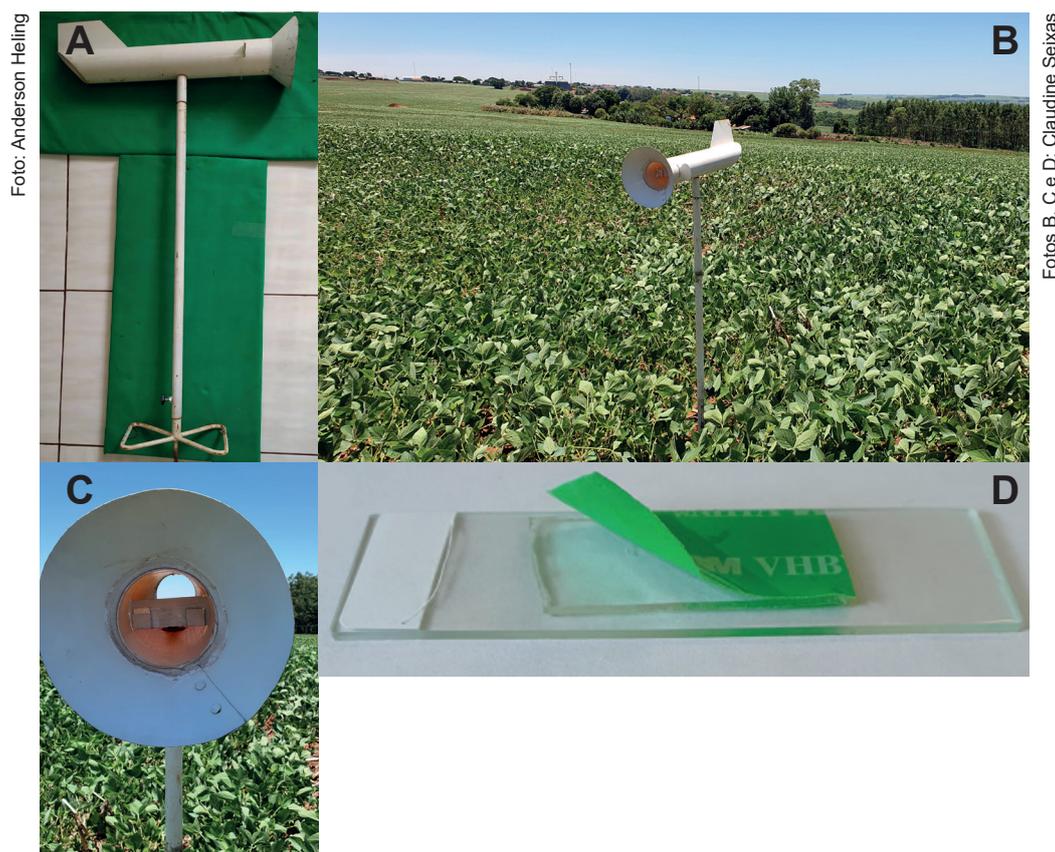


Foto: Anderson Heiling

Fotos B, C e D: Claudine Seixas

**Figura 2.** Visão geral do coletor de esporos (A); aspecto do coletor na lavoura (B); tubo visto de frente mostrando o suporte com a lâmina de vidro acoplada (C); lâmina de vidro com a fita dupla face (com a proteção superior parcialmente retirada) e etiqueta para identificação (D).

A partir da instalação dos coletores de esporos no campo, iniciou-se o monitoramento. A interrupção no monitoramento ocorreu nas seguintes situações: confirmada a presença de esporos de *P. pachyrhizi* no coletor ou confirmada a presença da ferrugem-asiática na lavoura ou quando as plantas atingiram o estágio fenológico R6 (grão cheio ou completo, vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos quatro últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida) (Fehr; Caviness, 1977; Neumaier et al., 2000).

A troca das lâminas foi realizada uma vez por semana até o fechamento das entrelinhas da cultura. Após esse período, foi realizada a troca duas vezes por semana. Em situações em que detectou-se esporos em coletores próximos e/ou houve condições meteorológicas favoráveis à infecção, as lâminas também passaram a ser trocadas duas vezes por semana.

A cada troca de lâmina, a mesma era acondicionada em embalagem própria (proteção do sol, de temperaturas elevadas e da contaminação externa) e enviada imediatamente para análise. Profissionais do IDR-Paraná e parceiros, treinados para a correta

identificação dos esporos de *P. pachyrhizi*, foram os responsáveis pela análise das lâminas.

Quando da identificação de esporos de *P. pachyrhizi*, a informação era transmitida tanto para o extensionista responsável pelo acompanhamento da UR, quanto para o coordenador regional do IDR-Paraná. O primeiro orientava o agricultor acerca da eventual necessidade de aplicação de fungicidas enquanto o segundo retransmitia as informações para a coordenação estadual para disponibilização no site do IDR-Paraná (Alerta Ferrugem).

No site do IDR-Paraná, no tópico Alerta Ferrugem, constava o mapa do estado do Paraná, em que os pontos azuis representavam os coletores geograficamente plotados. A partir da detecção de esporos do fungo nas URs, tais pontos azuis mudavam para a coloração vermelha. Ao se clicar sobre cada ponto, era possível obter informações referentes a cultivar de soja utilizada e sua respectiva data de semeadura e o estágio fenológico quando da detecção dos uredosporos no coletor.

Concomitantemente ao monitoramento da flutuação dos uredosporos, semanalmente as plantas de soja das

URs eram inspecionadas a fim de verificar a presença de ferrugem-asiática e de outras doenças. Caso houvesse dúvidas acerca da identificação da ferrugem-asiática no campo, folíolos eram coletados e encaminhados para análise, tendo em vista que a visualização dos primeiros sintomas somente é possível com o auxílio de lupa.

A tomada de decisão de aplicar ou não fungicida era de responsabilidade estritamente dos agricultores das URs, porém com subsídio técnico do extensionista do IDR-Paraná que acompanhava a respectiva UR, levando em conta: a presença de esporos de *P. pachyrhizi* no coletor; sintomas de outras doenças; as condições meteorológicas; a previsão de tempo; o estágio fenológico da cultura; a capacidade operacional da propriedade; entre outros. Existindo a necessidade de controle químico, a escolha do produto era baseada nos resultados dos ensaios cooperativos para a safra 2020/2021 (Godoy et al., 2021).

Com o objetivo de verificar a eficiência do manejo das doenças com as estratégias previstas no programa MID-Soja, todas as URs foram colhidas separadamente e os dados de produtividade e custos de produção foram registrados, além dos dados de flutuação de esporos e sintomas de outras doenças. Para comparação, levantamentos foram feitos durante a safra 2021/2022, em todas as mesorregiões do estado, junto a agricultores não assistidos pelo programa MID-Soja. Informações referentes ao número e respectivos momentos de aplicação de fungicidas, produtos e doses utilizados, assim como a produtividade, dentre outras informações.

Todos os dados pertinentes à condução das URs do programa MID-Soja foram registrados em software próprio para posterior tabulação e análise dos dados.

## Resultados e Discussão

Na safra 2021/2022 foram conduzidas 195 URs no estado do Paraná, com 177 coletores de esporos instalados. Em 18 URs não havia o coletor instalado, mas informações do coletor mais próximo foram utilizadas para auxiliar na tomada de decisão. Já a rede estadual de coletores de esporos (Alerta Ferrugem) contemplou 230 pontos de monitoramento, oriundos das 177 URs associados a mais 53 locais de monitoramento (universidades, etc.), a fim de aumentar a assertividade das informações que auxiliam no controle da ferrugem-asiática.

Nessa safra, a primeira detecção de esporos de *P. pachyrhizi* em coletores foi em 26 de outubro de 2021, no município de Santa Helena, na mesorregião oeste. Em seguida, uredosporos foram detectados em 05 de novembro de 2021 nos municípios de Iporã e Rolândia, na mesorregião norte e, em 16 de novembro de 2021, na mesorregião centro-sul, no município de Ponta Grossa. Posteriormente, uredosporos foram detectados nas demais mesorregiões do estado, com exceção da região noroeste onde não foi observada a presença de uredosporos no coletor durante a safra 2021/2022 (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentadas as datas e as respectivas mesorregiões referentes à identificação dos primeiros uredosporos desde a safra 2016/2017, demonstrando a variação temporal e geográfica a cada safra. Embora tenham sido identificados os primeiros uredosporos no final do mês de outubro (mesorregião oeste) (Figura 3), a detecção de forma mais abrangente no estado ocorreu somente nos meses de novembro/dezembro de 2021 e janeiro/fevereiro de 2022 (Figuras 4, 5, 6 e 7). Isso provavelmente em decorrência da baixa multiplicação do fungo no outono/inverno. Em anos com baixas precipitação e temperaturas nessas estações, são menos comuns as plantas tiguera e conseqüentemente pode haver maior redução da população do fungo no ambiente.

Em linhas gerais, a safra 2021/2022 apresentou relativamente baixa flutuação de uredosporos nos coletores. Foram observados esporos de *P. pachyrhizi* em aproximadamente 37% dos coletores instalados. Nas safras 2019/2020 e 2020/2021, em 70% e 83% dos coletores foram detectados esporos, respectivamente. Esse fato possivelmente deve estar atrelado aos baixos índices de pluviosidade ocorridos na safra 2021/2022 (meses de agosto, setembro, novembro e dezembro de 2021) (Anexo I), o que influenciou negativamente no desenvolvimento da ferrugem-asiática durante a safra, assim como desfavoreceu o desenvolvimento das plantas de soja, ocasionando perdas de produtividade nas diferentes regiões produtoras de soja do estado do Paraná, com produtividade média de 2.161 kg/ha para o estado do Paraná (Conab, 2022).

**Tabela 1.** Número de Unidades de Referência (URs), por mesorregião do Paraná, com e sem coletor, data e município da primeira detecção de esporos de *Phakopsora pachyrhizi*, com destaque para a primeira detecção no estado na safra 2021/2022.

Mesorregião	Número de URs			Primeira detecção de uredosporos	Município
	Com coletor	Sem coletor	Total		
Centro	9	1	10	11/01/2022	Quedas do Iguaçu Porto Barreiro
Centro-Sul	12	3	15	16/11/2021	Ponta Grossa
Metropolitana	7	1	8	11/01/2022	Araucária
Noroeste	20	3	23	-	-
Norte	29	2	31	05/11/2021	Ibiporã Rolândia
Oeste	54	4	58	26/10/2021	Santa Helena
Sudoeste	46	4	50	05/12/2021	Pato Branco
Total	177	18	195	..	..

**Tabela 2.** Data de detecção dos primeiros esporos de *Phakopsora pachyrhizi* em Unidades de Referência (URs) de MID-Soja, conduzidas nas sete mesorregiões do estado do Paraná, durante cinco safras, com destaque para as primeiras detecções.

Safra	Mesorregião						
	Centro	Centro-Sul	Metropolitana	Noroeste	Norte	Oeste	Sudoeste
2016/2017	..	28/dez	..	25/nov	14/dez	02/dez	02/dez
2017/2018	..	22/dez	..	08/dez	05/dez	01/dez	04/dez
2018/2019	..	14/dez	..	06/nov	19/nov	18/out	31/out
2019/2020	..	10/dez	..	29/dez	29/nov	29/nov	18/nov
2020/2021	21/dez	17/dez	04/jan	02/fev	11/dez	15/dez	23/dez
2021/2022	11/jan	10/dez	11/jan	sem esporos	05/nov	26/out	05/dez

As Figuras 3 a 8 ilustram geograficamente a evolução da detecção dos primeiros esporos durante a safra 2021/2022 no estado do Paraná. As primeiras detecções

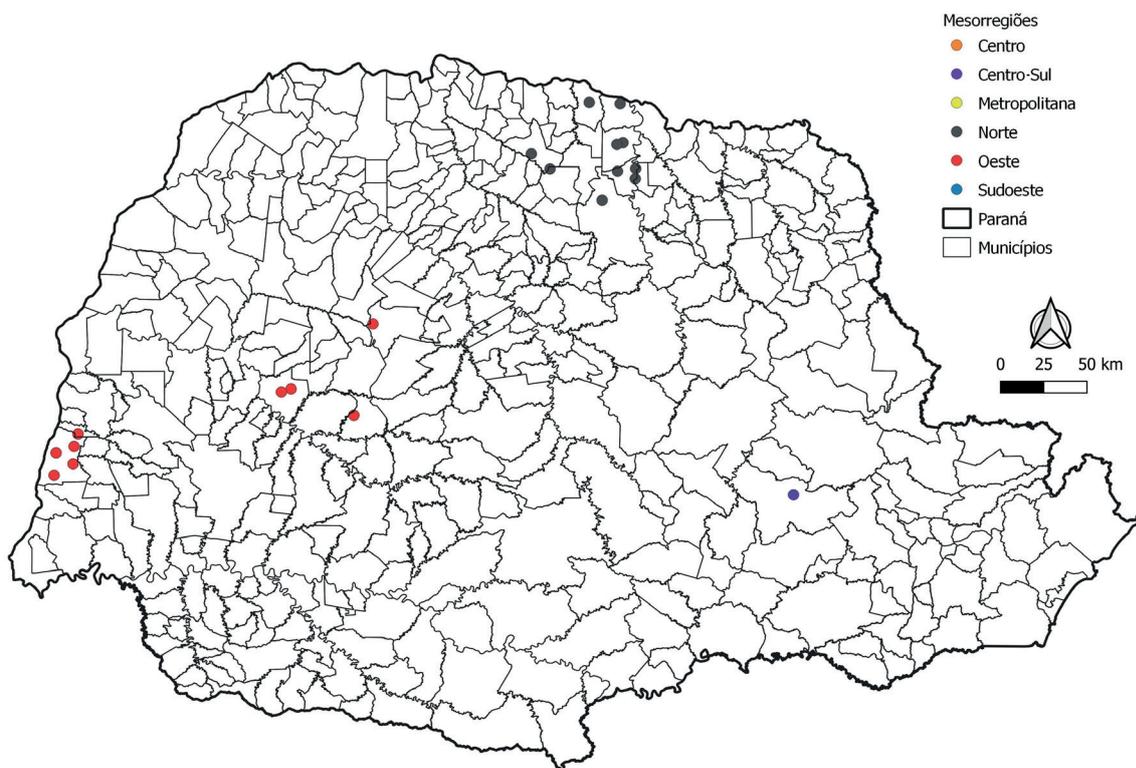
foram em dois coletores do município de Santa Helena, na mesorregião oeste, na segunda quinzena do mês de outubro (Figura 3).

Elaboração: Edivan J. Possamai



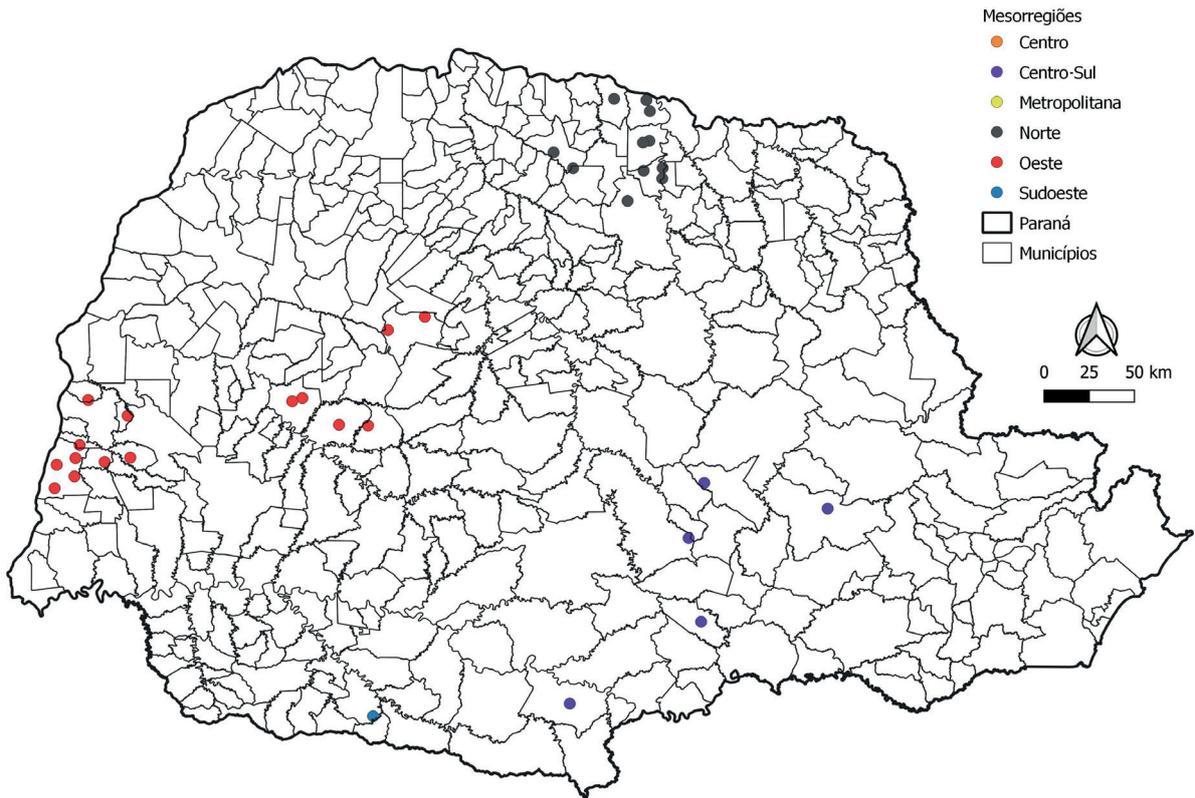
**Figura 3.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o final do mês de outubro de 2021.

Elaboração: Edivan J. Possamai



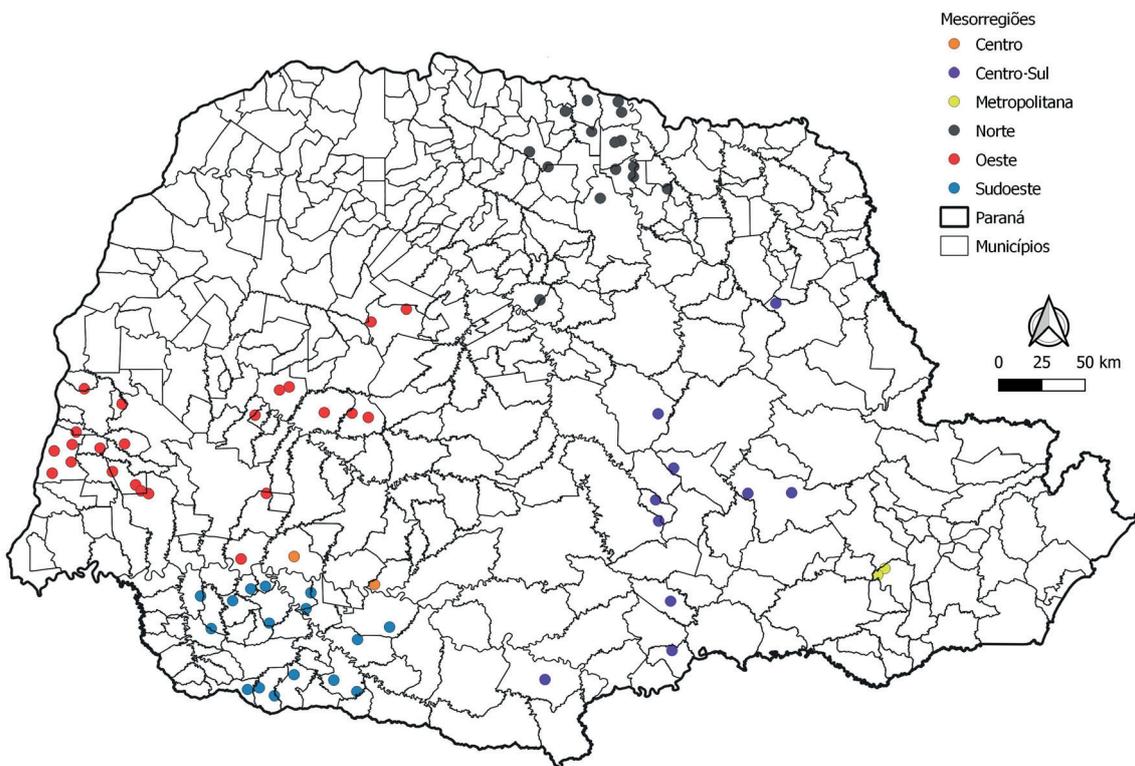
**Figura 4.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o final do mês de novembro de 2021.

Elaboração: Edivan J. Possamai



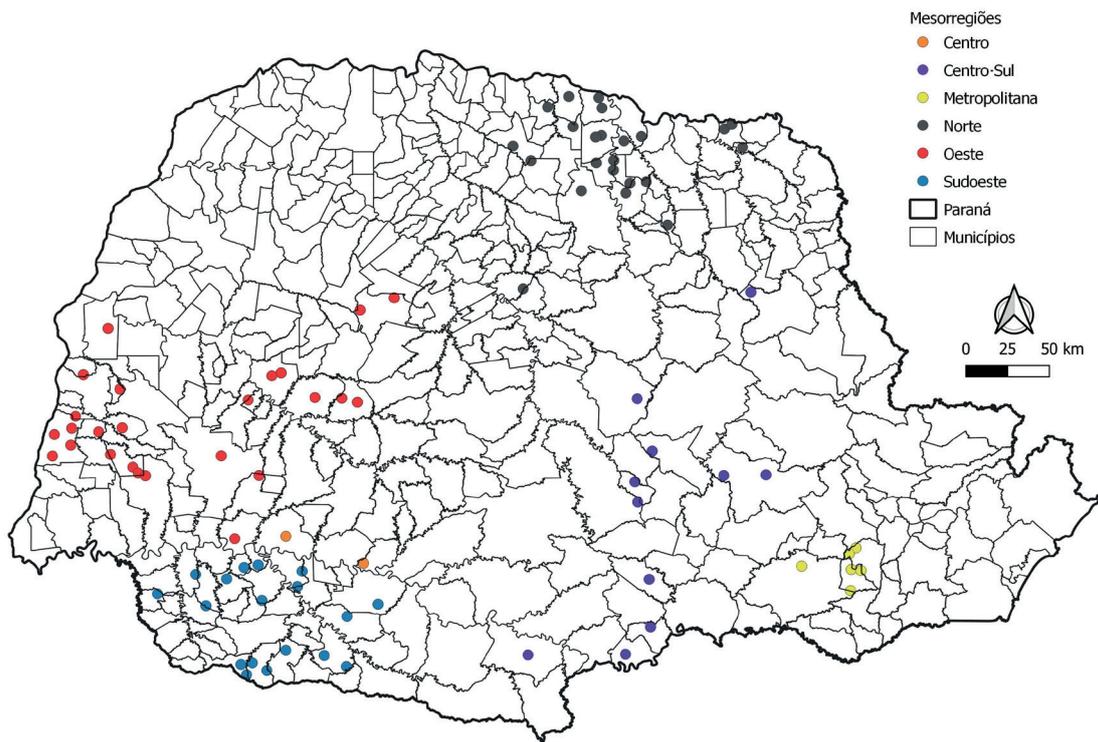
**Figura 5.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o final do mês de dezembro de 2021.

Elaboração: Edivan J. Possamai



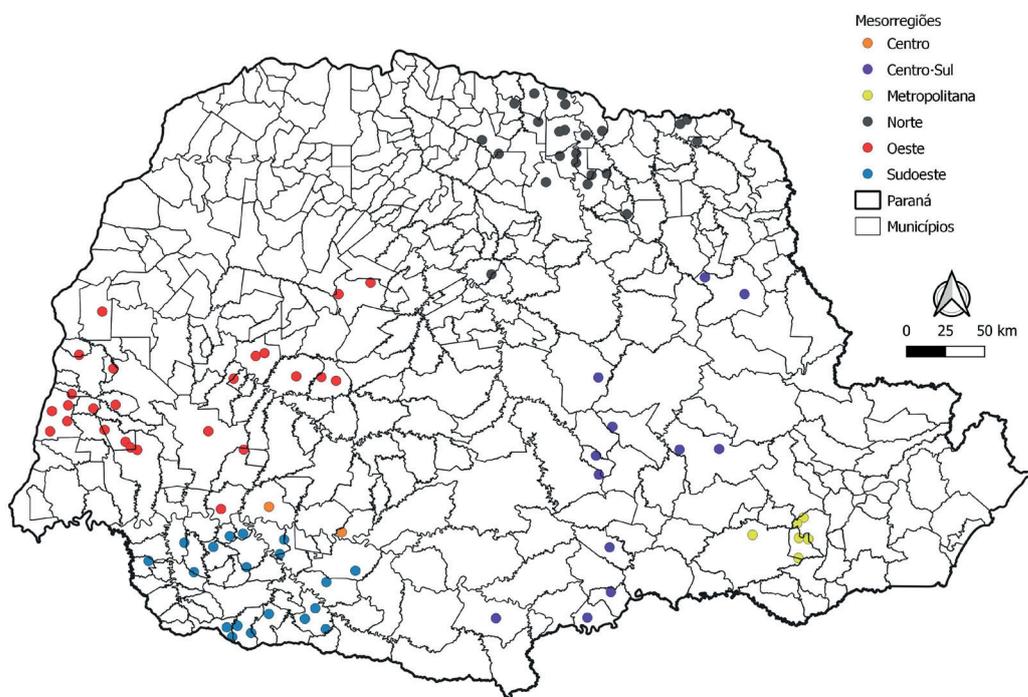
**Figura 6.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o final do mês de janeiro de 2022.

Elaboração: Edivan J. Possamai



**Figura 7.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o final do mês de fevereiro de 2022.

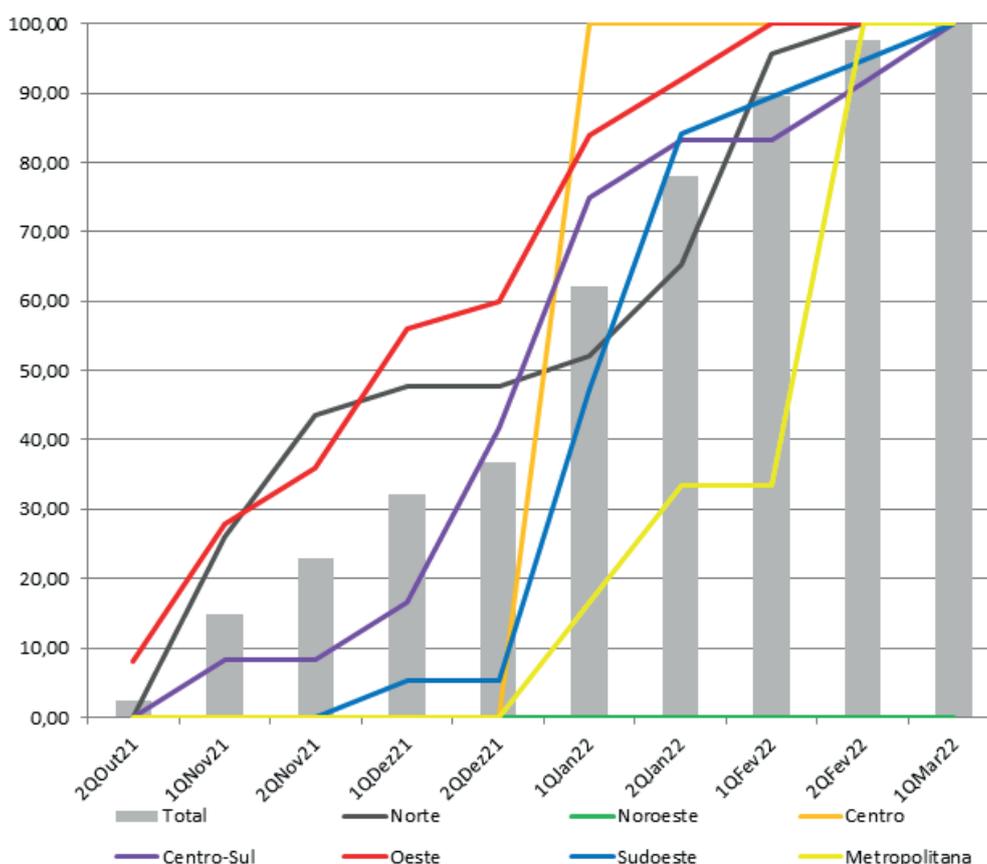
Elaboração: Edivan J. Possamai



**Figura 8.** Municípios do Paraná onde foram detectados esporos de *Phakopsora pachyrhizi* até o final do mês de março de 2022.

No mês de novembro, ocorreram detecções em coletores de 14 municípios de três mesorregiões, oeste (seis municípios), norte (sete municípios) e centro-sul (um município) (Figura 4). Em dezembro houve detecção de esporos também na mesorregião sudoeste (Figura 5) e em janeiro nas mesorregiões centro e metropolitana (Figura 6). Na Figura 7 observa-se aumento de detecção em coletores principalmente na mesorregião metropolitana. Na Figura 8 tem-se o mapa final das detecções na safra 2021/2022.

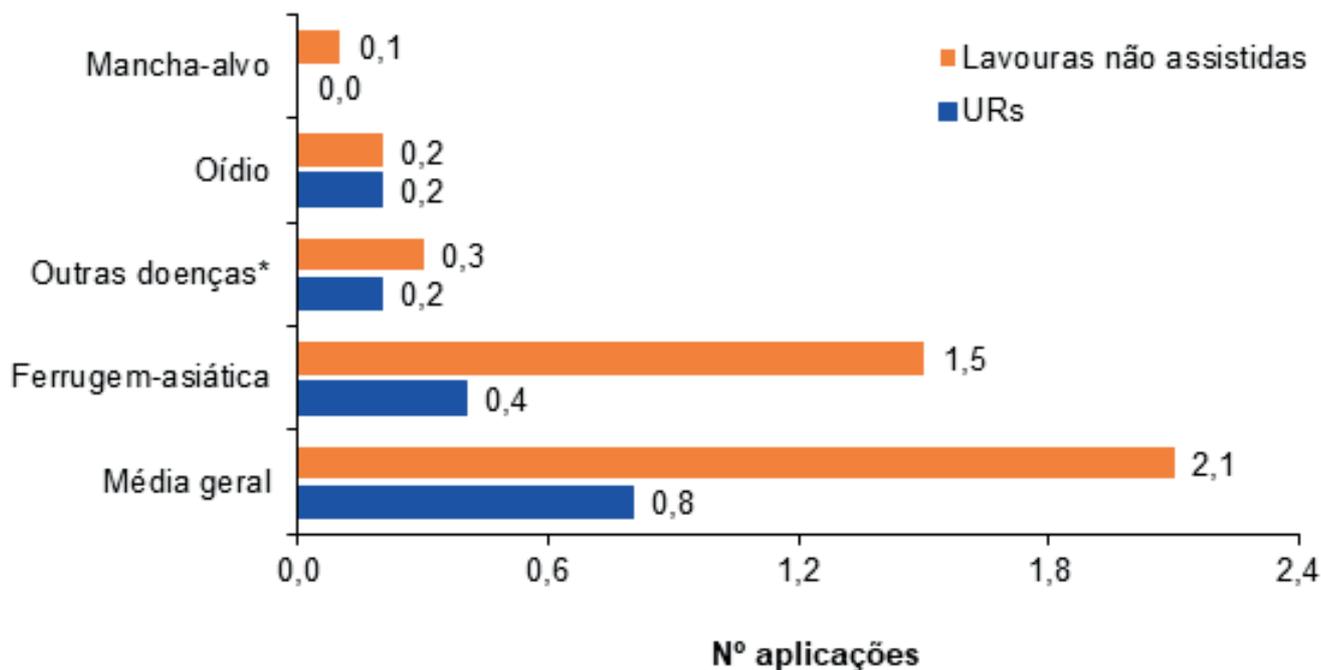
Embora o número de coletores com detecção de uredosporos tenha sido inferior em comparação a outros anos, em linhas gerais, a evolução da detecção para cada mesorregião ocorreu principalmente a partir da segunda quinzena do mês de dezembro de 2021 (Figura 9), como em outras safras.



**Figura 9.** Evolução do percentual acumulado de coletores com detecção de esporos de *Phakopsora pachyrhizi* por quinzena de monitoramento, na safra 2021/2022 no Paraná.

Além da ferrugem-asiática, doenças como oídio (*Erysiphe diffusa*), mancha-alvo (*Corynespora cassicola*), antracnose (*Colletotrichum* spp.), mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora* spp.), influenciaram na tomada de decisão da aplicação de fungicidas, tanto nas URs, quanto em lavouras não assistidas (Figura 10). No geral, em média, as URs fizeram 0,8 aplicação de fungicida, enquanto as lavouras não assistidas pelo programa MID-Soja fizeram 2,1 aplicações. Nas URs nenhuma aplicação foi feita com o objetivo de controlar a mancha-alvo, enquanto nas lavouras não assistidas foi feita 0,1 aplicação. O

maior número de aplicações tanto nas URs quanto nas lavouras não assistidas foi para controle da ferrugem-asiática, 0,4 e 1,5 aplicações, respectivamente. Para controle de oídio o número de aplicações foi o mesmo nas URs e nas lavouras não assistidas (0,2 aplicação). Para o controle de outras doenças (antracnose, mofo-branco e doenças de final de ciclo) o número médio de aplicações nas URs foi 0,2, enquanto nas áreas não assistidas foi 0,3 (Figura 10).



**Figura 10.** Número médio de aplicações de fungicidas por doença alvo nas Unidades de Referência (UR) do Programa MID-Soja e em lavouras não assistidas pelo programa MID-Soja no Paraná, safra 2021/2022. \*Antracnose, mofo-branco e doenças de final de ciclo.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados resultados e informações das URs e de lavouras não assistidas, respectivamente. O número de URs variou de oito na mesorregião metropolitana a 58 URs na oeste, com um total de 195 URs (Tabela 3). Para o levantamento de informações junto a produtores, não assistidos pelo Programa MID-Soja, foram aplicados questionários a 522 agricultores, variando de 10 agricultores na mesorregião metropolitana a 185 agricultores na oeste (Tabela 4).

Entre as URs das mesorregiões, o número de aplicações para doenças em geral [ferrugem-asiática, oídio, mancha-alvo, outras doenças (antracnose, mofo-branco e doenças de final de ciclo)] variou de 0,4 aplicação na oeste a 2,1 aplicações na centro-sul, com a primeira aplicação variando de 66,9 dias na sudoeste a 83,1 dias após a emergência na centro (Tabela 3).

Para o controle da ferrugem-asiática, principal foco do programa, o número médio de aplicações, nas URs, variou de 0,1 na noroeste a 1,2 na centro-sul, com a aplicação variando de 61,0 dias na mesorregião noroeste a 92,6 dias na centro (Tabela 3).

Nas URs da mesorregião oeste não foram feitas aplicações para o controle de oídio. Entre as demais mesorregiões o número médio de aplicações variou de abaixo de 0,1 na noroeste a 0,6 na centro e na metropolitana. O momento da aplicação variou de 62,0

dias, após a emergência, na mesorregião sudoeste a 88,0 dias na noroeste (Tabela 3).

Para controle da mancha-alvo, foram feitas aplicações apenas nas URs das mesorregiões noroeste (0,1), norte e oeste (menor que 0,1), tendo sido feitas aos 74,5 dias após a emergência na oeste, 82,5 dias na noroeste e aos 85 dias na mesorregião norte (Tabela 3).

A ocorrência de outras doenças (antracnose, mofo-branco e doenças de final de ciclo) foram motivo para aplicações em todas as mesorregiões, variando de 0,1 (centro, metropolitana, norte, oeste e sudoeste) a 0,4 aplicação (centro-sul e noroeste). O momento dessa aplicação variou de 56,5 dias após a emergência na sudoeste a 94 dias na centro (Tabela 3).

Nessa safra, em 95 URs não foi feita aplicação para controle de doenças, variando de uma UR na mesorregião metropolitana a 38 URs na oeste (Tabela 3). Essa possibilidade de não realizar aplicações de fungicidas se dá, sem risco de perda de produtividade, pela adoção do monitoramento constante da lavoura. Na mesorregião centro-sul, nenhuma UR deixou de receber pelo menos uma aplicação (Tabela 3). O que, por outro lado, não é considerado um problema no programa MID-Soja porque o objetivo não é deixar de aplicar fungicida e sim aplicá-lo quando e se necessário.

A variação no número de aplicações e no momento da primeira aplicação é esperada em função da época de semeadura e das condições meteorológicas de cada safra e de cada mesorregião, que interferem diretamente na ocorrência de doenças. A safra 2021/2022, esteve sob influência do fenômeno La Niña, que implica em precipitações irregulares e abaixo da média. Embora a produtividade seja afetada por diversos fatores, provavelmente nessa safra a principal limitação foi a escassez de chuva. Nas URs a produtividade variou de 18,06 sacas por hectare (sc/ha) na mesorregião oeste, a 57,12 sc/ha na centro-sul.

Nas lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja o número médio de aplicações variou de 1,5 na mesorregião oeste a 3,8 na mesorregião metropolitana, com a primeira aplicação variando de 44,3 dias, após a emergência, na mesorregião centro-sul a 56,1 dias na oeste. Uma variação bem menor que nas URs (66,9 a 83,1 dias), reflexo do critério adotado pela maioria, que é a calendarização da aplicação. Mas também houve entre os não assistidos aqueles que não fizeram nenhuma aplicação de fungicidas nessa safra, foram 44 lavouras no total, a maioria, 24 lavouras, na mesorregião oeste. As outras mesorregiões onde houve lavouras sem aplicação foram norte (1,0), noroeste (5,0) e sudoeste (14) (Tabela 4).

Para o controle da ferrugem-asiática foram feitas de 0,6 a 3,4 aplicações, nas mesorregiões noroeste e metropolitana, respectivamente. Essa doença continua sendo o principal alvo do controle químico tanto nas URs, quanto nas áreas não assistidas. Mas, no caso das áreas não assistidas as aplicações iniciaram-se mais cedo, os dias da emergência até a primeira

aplicação variou de 51,7 dias (centro-sul) a 77,9 dias (noroeste) (Tabela 4).

Para controle de oídio, mancha-alvo e outras doenças (antracnose, mofo-branco e doenças de final de ciclo), o número médio de aplicações foi sempre menor que um e em algumas mesorregiões menor que 0,01. Para controle de oídio, apenas na mesorregião noroeste não foram feitas aplicações. De fato, nessa mesorregião as temperaturas costumam ser mais elevadas, condição desfavorável ao fungo causador do oídio. O momento da aplicação para controle de oídio variou de 35,7 dias (metropolitana) a 63,1 dias após a emergência (norte).

Entre as mesorregiões, para controle da mancha-alvo, aplicações foram feitas nas mesorregiões centro-sul (<0,01), noroeste (<0,01), oeste (<0,01) e sudoeste (0,1). Nessas mesorregiões, o momento da aplicação variou de 48 dias (centro-sul) a 55,4 dias (oeste). (Tabela 4)

Para outras doenças, o número médio variou de 0,1 na mesorregião metropolitana a 0,8 na noroeste e, o momento da aplicação, variou de 49,4 dias (norte) após a emergência a 73 dias (sudoeste) (Tabela 4).

A produtividade média, assim como nas URs, foi baixa em relação as outras safras levantadas pelo Programa MID-Soja, variou de 19,1 sc/ha na mesorregião oeste a 64,5 sc/ha na metropolitana. A média geral foi de 29 sc/ha. Essa redução da média em relação as outras safras foi devida a escassez de chuvas que marcou a safra 2021/2022.

**Tabela 3.** Número de Unidades de Referência (URs), área média cultivada com soja (Área cultiv.) (ha= hectare), produtividade (Prod.) média (sc/ha= sacas por hectare), número de URs sem aplicação de fungicidas, média do número de aplicações e do número de dias da emergência (DAE) até a primeira aplicação de fungicida para controle de doenças em geral, para controle da ferrugem-asiática, do oídio, da mancha-alvo e para outras doenças (antracnose, doenças de final de ciclo e mofo-branco), em lavouras de produtores que participaram do Programa MID-Soja, por mesorregião do Paraná, na safra 2021/2022.

Mesorregião	Nº URs	Área cultiv. (ha)	Prod. média <sup>2</sup> (sc/ha)	Nº URs sem aplic.	Doenças		Ferrugem-asiática		Oídio		Mancha-alvo		Outras doenças	
					Nº médio de aplic.	DAE <sup>3</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>3</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>3</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>3</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>3</sup> até 1ª aplic.
Centro	10	8,4	29,56	2	1,2	83,1	0,5	92,6	0,6	73,3	0,0	0,0	0,1	94,0
Centro Sul	15	8,3	57,12	0	2,1	70,0	1,2	65,9	0,5	68,2	0,0	0,0	0,4	79,7
Metropolitana	8	9,9	59,80	1	1,1	69,8	0,4	84,7	0,6	62,8	0,0	0,0	0,1	60,0
Noroeste	23	10,6	19,64	12	0,6	68,4	0,1	61,0	<0,1	88,0	0,1	82,5	0,4	62,6
Norte	31	12,6	41,63	11	1,0	82,1	0,8	84,3	0,1	65,5	<0,1	85,0	0,1	80,3
Oeste	58	14,8	18,06	38	0,4	77,2	0,3	74,6	0,0	0,0	<0,1	74,5	0,1	85,8
Sudoeste	50	12,7	28,93	31	0,6	66,9	0,2	78,8	0,3	62,0	0,0	0,0	0,1	56,5
<b>Média<sup>1</sup> (Desvio padrão<sup>1</sup>)</b>	-	<b>12,4 (8,35)</b>	<b>30,09 (18,93)</b>	-	<b>0,8 (1)</b>	<b>74,1 (17,9)</b>	<b>0,4 (0,7)</b>	<b>77,9 (16,9)</b>	<b>0,2 (0,5)</b>	<b>66,5 (13,4)</b>	<b>&lt;0,1 (0,2)</b>	<b>79,8 (33,5)</b>	<b>0,2 (0,4)</b>	<b>73,1 (25,3)</b>
<b>Total</b>	<b>195</b>	-	-	<b>95</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Média ponderada; <sup>2</sup>DAE: dias após emergência

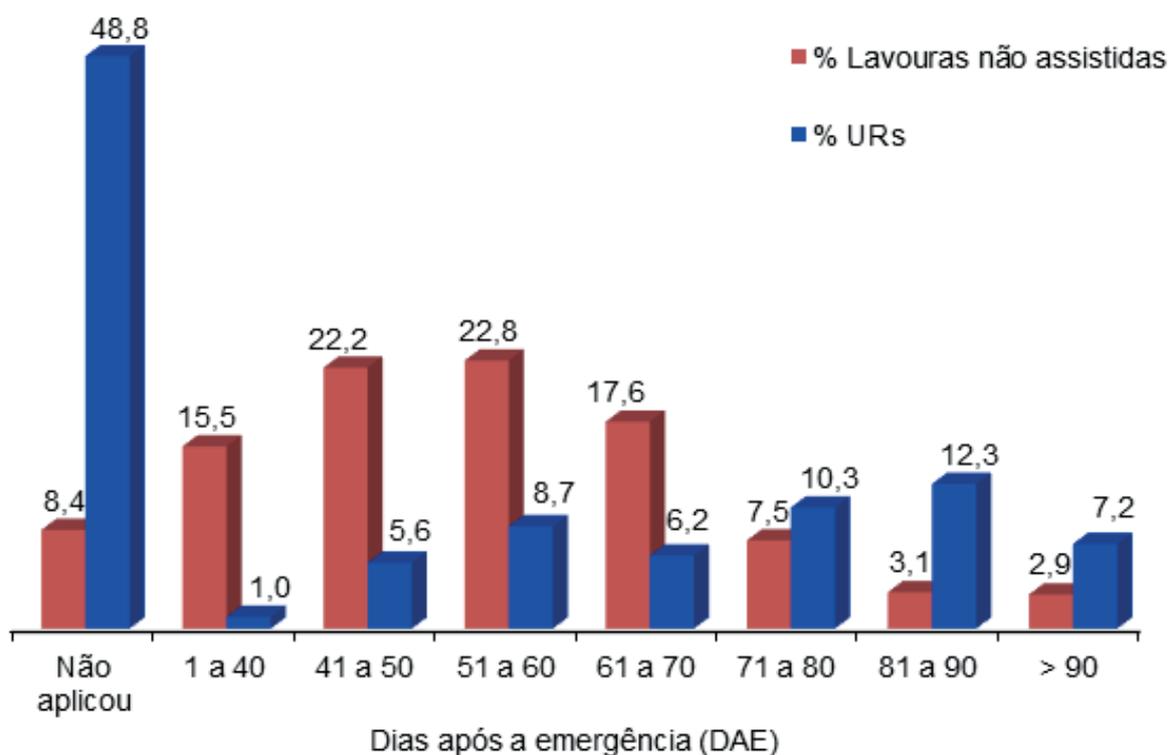
**Tabela 4.** Informações e resultados das lavouras dos agricultores não assistidos pelo Programa MID-Soja [número de agricultores (Nº agric.); área média cultivada (Área cultiv.) produtividade média (Prod.); número de áreas sem aplicação (Nº áreas sem aplic.); número médio de aplicações (Nº médio aplic.) e dias da emergência até a primeira aplicação para doenças em geral (DAE até 1ª aplic.), para controle da ferrugem-asiática, de oídio, da mancha-alvo e de outras doenças (antracnose, doenças de final de ciclo, mofo-branco)]. Levantamento realizado por meio de questionários aplicados a agricultores, nas diferentes mesorregiões do Paraná, safra 2021/2022.

Mesorregião	Nº agric. <sup>2</sup>	Área cultiv. (ha) <sup>3</sup>	Prod. (sc/ha) <sup>3</sup>	Nº áreas sem aplic.	Doenças		Ferrugem-asiática		Oídio		Mancha-Alvo		Outras doenças	
					Nº médio de aplic.	DAE <sup>4</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>4</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>4</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>4</sup> até 1ª aplic.	Nº médio de aplic.	DAE <sup>4</sup> até 1ª aplic.
Centro	24	16,8	25,7	1,0	2,3	54,7	1,7	61,9	0,5	50,0	0,0	0,0	0,1	63,0
Centro-sul	59	43,6	56,8	0,0	3,6	44,3	2,7	51,7	0,5	42,2	>0,1	48,0	0,4	62,2
Metropolitana	10	9,1	64,5	0,0	3,8	38,3	3,4	43,8	0,3	35,7	0,0	0,0	0,1	66,0
Noroeste	32	63,2	21,5	5,0	1,4	54,9	0,6	77,9	0,0	0,0	<0,1	53,0	0,8	51,7
Norte	77	53,2	41,5	0,0	2,5	51,6	1,7	58,0	0,2	63,1	0,0	0,0	0,6	49,4
Oeste	185	41,9	19,1	24,0	1,5	56,1	1,2	57,4	<0,1	48,3	0,1	55,4	0,2	60,1
Sudoeste	135	24,8	23,1	14,0	1,9	50,0	1,4	52,3	0,4	49,1	<0,1	39,0	0,1	73,0
<b>Média<sup>1</sup> (Desvio padrão)</b>	-	<b>38,9 (13,93)</b>	<b>29,0 (13,85)</b>	-	<b>2,1 (1,3)</b>	<b>51,8 (16,5)</b>	<b>1,5 (1,1)</b>	<b>55,7 (16,0)</b>	<b>0,2 (0,5)</b>	<b>48,7 (19,2)</b>	<b>0,1 (0,2)</b>	<b>54,4 (22,4)</b>	<b>0,3 (0,6)</b>	<b>56,8 (21,5)</b>
<b>Total</b>	<b>522</b>	-	-	<b>44</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Média ponderada; <sup>2</sup>Número de agricultores não assistidos pelo Programa MID-Soja que responderam o questionário sobre o controle de doenças na safra 2021/2022 em suas lavouras; <sup>3</sup>Média; <sup>4</sup>DAE: dias após a emergência.

Na Figura 11 estão apresentadas as comparações em percentual de URs e de lavouras não assistidas referentes aos intervalos de dias após a emergência (DAE) até a primeira aplicação de fungicida. Entre as URs, 48,8% não efetuaram aplicações de fungicida, enquanto apenas 8,4% das lavouras não assistidas não realizaram nenhuma aplicação. Considerando o intervalo de 1 a 60 dias após a emergência, a maioria das lavouras não assistidas (60,5%) já tinha recebido a primeira aplicação, enquanto apenas 15,3% das URs receberam a primeira aplicação. De 61 dias em diante,

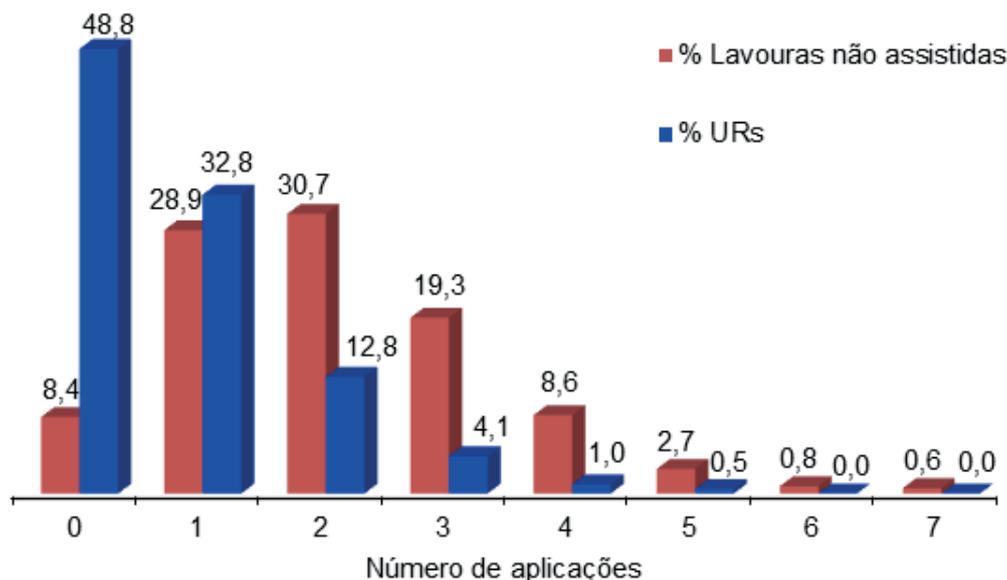
36,5% das URs e 31,1% das lavouras não assistidas receberam a primeira aplicação. Resumindo, nas URs a maioria dos produtores (84,8%) não realizaram aplicações ou fizeram a primeira aplicação de 61 dias após a emergência das plantas em diante, enquanto entre os não assistidos, a maioria (60,5%) realizou a aplicação até 60 dias após a emergência. Considerando que a produtividade foi semelhante, é possível supor que pelo menos parte dessas lavouras pode ter recebido a primeira aplicação sem necessidade.



**Figura 11.** Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, em relação ao número de dias entre a emergência (DAE) da soja e a primeira aplicação de fungicida. Paraná, safra 2021/2022.

Comparando-se o percentual de URs e de lavouras não assistidas quanto ao número de aplicações de fungicidas (Figura 12), evidenciou-se que na maioria das URs (94,4%) ou não foi feita aplicação ou no máximo 2 aplicações de fungicidas. Entre os não assistidos a maioria (68%) também ficou nessa faixa, porém houve lavouras que receberam até sete aplicações (0,6%). Nas URs, o número máximo foi de cinco aplicações (0,5%). Importante lembrar que a safra 2021/2022 foi marcada pela escassez de chuvas e que esse tipo de

condição é desfavorável para a maioria dos patógenos. Todos os fungos que infectam a soja necessitam de água livre para a germinação de esporos, início da infecção. Apenas o fungo causador de oídio não é tão afetado, no período de colonização, por período de déficit hídrico, porque essa colonização se dá à superfície das folhas (e de outras partes da planta) e as chuvas podem “lavar” essas estruturas interferindo no desenvolvimento da doença.



**Figura 12.** Porcentagem de Unidades de Referência (URs) e lavouras não assistidas pelo programa MID-Soja, em relação ao número de aplicações de fungicida. Paraná, safra 2021/2022.

Nas Tabelas 5 e 6 estão apresentados os custos de controle de doenças da soja nas URs e nas lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, respectivamente. O custo médio, independentemente da mesorregião, foi mais baixo nas URs (R\$ 152,01) do que nas lavouras não assistidas (R\$ 342,56), ou seja, 55,62% menor em média.

Nas URs o custo variou de R\$ 76,01 (0,4 sc/ha) na mesorregião oeste a R\$399,03 (2,1 sc/ha) na centro-sul e, nas lavouras não assistidas, o custo variou de R\$ 228,37 (2,1 sc/ha) na mesorregião noroeste a R\$ 619,87 (3,3 sc/ha) na metropolitana (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 5.** Custo de controle de doenças na soja, com base nos dados das Unidades de Referência (URs), que adotaram o Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja), conduzidas nas diferentes mesorregiões do Paraná, safra 2021/2022.

Mesorregião	Nº URs	Nº médio aplic.	Custo (R\$/ha) <sup>1</sup>			Custo [sc/ha (%)] <sup>3</sup>	Produt. média (sc/ha)
			Insumo <sup>2</sup>	Aplicação	Total		
Centro	10	1,2	156,02	72,00	228,02	1,2 (4,1)	29,6
Centro-sul	15	2,1	273,03	126,00	399,03	2,1 (3,7)	57,1
Metropolitana	8	1,1	143,01	66,00	209,01	1,1 (1,8)	59,8
Noroeste	23	0,6	78,01	36,00	114,01	0,6 (3,1)	19,6
Norte	31	1,0	130,01	60,00	190,01	1,0 (2,4)	41,6
Oeste	58	0,4	52,01	24,00	76,01	0,4 (2,2)	18,1
Sudoeste	50	0,6	78,01	36,00	114,01	0,6 (2,1)	28,9
<b>Média<sup>4</sup></b>	-	<b>0,8</b>	<b>104,01</b>	<b>48,00</b>	<b>152,01</b>	<b>0,8 (2,7)</b>	<b>30,1</b>
<b>Total</b>	<b>195</b>	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$ 60,00/ha; Preço médio da saca de soja R\$ 190,63 (Paraná, 2022); Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$130,01. <sup>2</sup>Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. <sup>3</sup>Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças; <sup>4</sup>Média ponderada.

**Tabela 6.** Custo do controle de doenças na soja, com base nos dados de lavouras não assistidas pelo Programa MID-Soja, nas diferentes mesorregiões do Paraná, safra 2021/2022.

Mesorregião	Nº Lavouras não assistidas	Nº médio aplicações	Custo (R\$/ha) <sup>1</sup>			Custo sc/ha (%) <sup>3</sup>	Produt. média (sc/ha)
			Insumo <sup>2</sup>	Aplicação	Total		
Centro	24	2,3	237,18	138,00	375,18	2,0 (7,8)	25,7
Centro-sul	59	3,6	371,25	216,00	587,25	3,1 (5,5)	56,8
Metropolitana	10	3,8	391,87	228,00	619,87	3,3 (5,1)	64,5
Noroeste	32	1,4	144,37	84,00	228,37	1,2 (5,6)	21,5
Norte	77	2,5	257,81	150,00	407,81	2,1 (5,1)	41,5
Oeste	88	1,5	154,69	90,00	244,69	1,3 (6,8)	19,1
Sudoeste	135	1,9	195,94	114,00	309,94	1,6 (6,9)	23,1
<b>Média<sup>4</sup></b>	-	<b>2,1</b>	<b>216,56</b>	<b>126,00</b>	<b>342,56</b>	<b>1,8 (6,2)</b>	<b>29,0</b>
<b>Total</b>	<b>522</b>	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Custo médio da operação de pulverização estimado em R\$60,00/ha; Preço médio da saca de soja R\$ 190,63 (Paraná, 2022); Custo ponderado dos fungicidas, por aplicação, considerando o percentual de participação por grupos de mecanismos de ação e doses usadas R\$ 103,12. <sup>2</sup>Custo médio de fungicidas e adjuvantes por aplicação x número médio de aplicações. <sup>3</sup>Percentual da produtividade gasto com o controle de doenças; <sup>4</sup>Média ponderada.

Há seis safras, no estado do Paraná, tem sido trabalhado de forma sistematizada o Programa MID-Soja, com a publicação dos resultados. Apesar da variação entre as safras, principalmente em relação as condições meteorológicas, ficou evidente a possibilidade de redução do número de aplicações de fungicidas (ainda que não seja esse o objetivo do

Programa), sem redução de produtividade da cultura. Tem sido possível a redução, em torno de 30%. Isso é consequência, principalmente, do aumento do tempo entre a emergência e a primeira aplicação de fungicida, que nessa safra foi de 71 dias em média nas URs e de 54 dias nas lavouras não assistidas (Tabela 7).

**Tabela 7.** Número de Unidades de Referência (URs) e resultados (médias) do Programa MID-Soja e dos levantamentos em propriedades não assistidas pelo Programa MID-Soja durante cinco safras no Paraná, em relação ao número de aplicações de fungicidas, ao número de dias da emergência até a primeira aplicação de fungicida para controle de doenças, ao custo do controle e à produtividade.

Safras	Número de lavouras		Nº aplicações fungicidas		DAE <sup>3</sup> até 1ª aplicação fungicida		Custo de produção (sc/ha)		Produtividade (sc/ha)	
	URs <sup>1</sup>	Não assists. <sup>2</sup>	URs <sup>1</sup>	Não assists. <sup>2</sup>	URs <sup>1</sup>	Não assists. <sup>2</sup>	URs <sup>1</sup>	Não assists. <sup>2</sup>	URs <sup>1</sup>	Não assists. <sup>2</sup>
2016/2017	93	390	1,5	2,4	75	57	..	..	64,8	64,3
2017/2018	195	615	1,7	2,5	78	56	3,0	6,0	61,7	60,5
2018/2019	223	773	1,4	2,1	64	55	2,9	4,4	50,0	48,7
2019/2020	248	553	1,7	2,6	65	55	2,7	3,6	64,7	63,4
2020/2021	197	518	1,9	3,0	73	49	1,6	2,6	60,6	60,3
2021/2022	195	522	0,8	2,1	72	52	0,8	1,8	30,1	29,0
<b>Média</b>	<b>192</b>	<b>562</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>71</b>	<b>54,0</b>	<b>2,2</b>	<b>3,7</b>	<b>55,3</b>	<b>54,4</b>
<b>Total</b>	<b>1.151*</b>	<b>3.371*</b>	..	..	..	..	..	..	..	..

<sup>1</sup>Dado coletado junto às URs de Manejo Integrado de Doenças (MID-Soja); <sup>2</sup>Dado coletado por meio de questionários junto a agricultores não assistidos pelo Programa MID-Soja; <sup>3</sup>Dias após a emergência.

Levando-se em conta as características intrínsecas do fungo causador da ferrugem-asiática da soja (agressividade e facilidade de disseminação) e a

dificuldade na detecção dos primeiros sintomas), os resultados obtidos pelos agricultores que adotaram o MID-Soja demonstram que é possível manejar a

ferrugem-asiática e outras doenças da soja de forma racional, baseando-se em aspectos técnicos. Faz-se assim a aplicação de fungicidas apenas quando necessário, tendo como base a presença de doenças que necessitem de controle químico ou, ainda, no caso da ferrugem-asiática, do fungo no ambiente associado às condições meteorológicas, à previsão do tempo, ao estágio fenológico da cultura e à capacidade operacional de cada propriedade rural. Evita-se, portanto, aplicações desnecessárias de fungicidas, podendo-se ainda reduzir eventuais problemas de fitotoxicidade dos produtos, além de favorecer o controle de insetos-pragas por fungos entomopatogênicos de ocorrência natural e de reduzir a compactação do solo, em função do menor tráfego de máquinas nas áreas.

## Agradecimentos

Adriano Silva Migliorini, Afonso Faccin, Aguinaldo José Casagrande, Alain Carneiro Zola, Alberto Nerci Muller, Alvaristo Ribas Ferreira, Antonio Eduardo Egydio, Antonio Ziemniczak, Bernardo Faccin, Caio Quadros Netto, Carlos Eduardo Carnieletto, Carlos Henrique Lelis, Carlos Rodrigo Nunes de Oliveira, Celestino Gabriel, Cid Renan Jacques Menezes, Claudemir Luís Todescatt, Claudimir Masiero, Daiani da Cruz Hartman, Daniel Debona, Danilo Augusto Scharr, David de Souza Jaccoud Filho, Diogo Müller, Ederson Longaretti Soares, Edilson Moreira, Edimilson Moreira, Edson de Oliveira, Eduardo Campos Barbosa, Eduardo Mazuchelli, Eduardo Vinicius S. Wammes, Edvaldo Martins do Nascimento, Elton Rodrigo Drebes, Emanuel Sordi, Emerson Crivelaro Gomes, Ericson Fagundes Marx, Erison Adrianczyk, Everaldo Andrade de Ávila, Fabianderson José Baio, Fábio José Pires, Ernanda Schubert Marques dos Reis, Fernando Luís Martins Costa, Gabriela Candido Weber, Erison Schiochet, Gervásio Vieira, Gilmar Gobato, Gilson Martins, Glauca Dias Trevizan, Ilvo Antoniazzi, Irani Castro da Silva Soares, Ivan Domingos Freitas, Ivanderson Borelli, Jair Klein, Janaina Dartora, Jayme Rogerio Taube, Jhonata Mendes Alves, João Antonio Batista Junior, João Carlos Taschetto, João Dozorec, João Sergio Canterle, I Rodrigues Fortes, Joelson dos Santos, Jonas Francisco Egewarth, Jorge Luiz Rodrigues Valencio, José Aloísio Baságli, José Antonio Zarth Soares, José Aparecido Baptista, José Sergio Righetti, Junior Dallabrida, Juvaldir Olimpico, Karina Aline Alves, Katerine Elizabeth Brero, Lari Maroli, Laura Helena Goulart da Silva, Leandro José Sperotto, Lucas Lopes de Souza, Luciane Henneberg, Luiz Carlos de Castro, Luiz Carlos Retcheski Junior,

Luiz Henrique da Silva Lima, Luiz Henrique Oliveira Souza, Luiz Pasquali, Luiza Tonelli, Maghnom Henrique Melo, Marcelo Vicensi, Marco Antonio da Silva Reis, Marcos Antonio Paloschi, Marcos Henrique Pereira de Camargo, Marcos Ludorf, Matheus Ribeiro, Mauro Jair Alves, Max Sander Souto, Melissa Berti, Mônica Gabrielle Harms, Nadir do Carmo, Newton Guzzo, Noel Justo de Oliveira, Norton da Costa Oliveira, Odimar de Mello, Onóbio Vicente Werner, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo da Silva Barbosa, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Rafael Alberto Guollo de Oliveira, Reinaldo Neris dos Santos, Renan Ribeiro Barzan, Ricielly Eloyze Rosseto, Robson Ferreira Brandão, Rodolpho Thiago Neumann, Rodrigo Alexandre Patel Fonseca, Ronaldo Cesar Woyniak, Salvador Antonio Sarto, Sandro Cesar Albrecht, Sergio de Souza Lopes, Sérgio Miguel Mazaro, Sidney Carneiro, Silvio Cesar Santos Ferrari, Thaynara Sola Pozzobon, Thiago Ruppenthal Bobato, Valdemar Favreto, Valdir da Silva, Valdisio Candido Moreira, Vanderlei Mariussi, Vilmar Natalino Grandio, Vinicius Deotan Coletti, Vivian Missio.

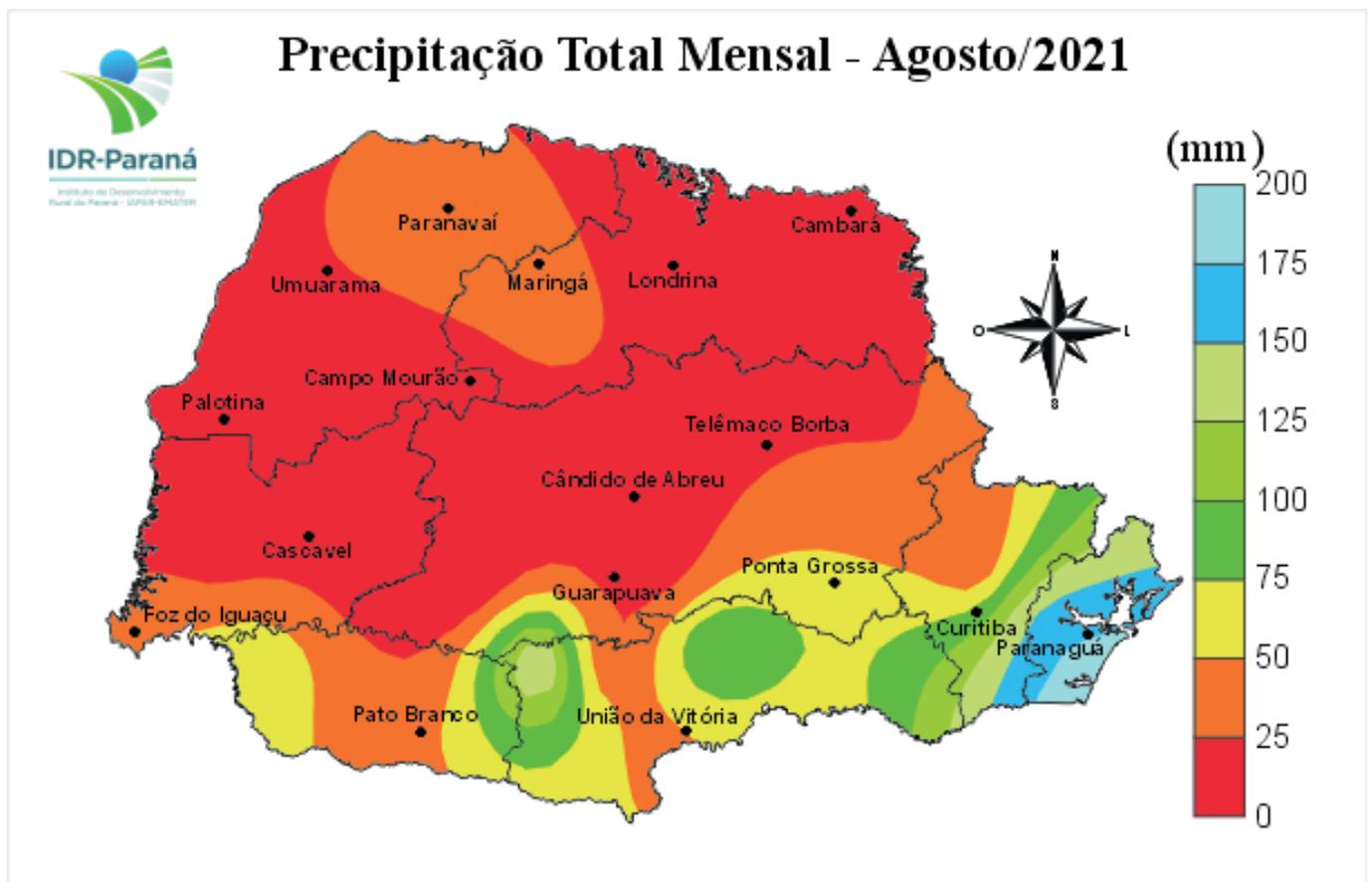
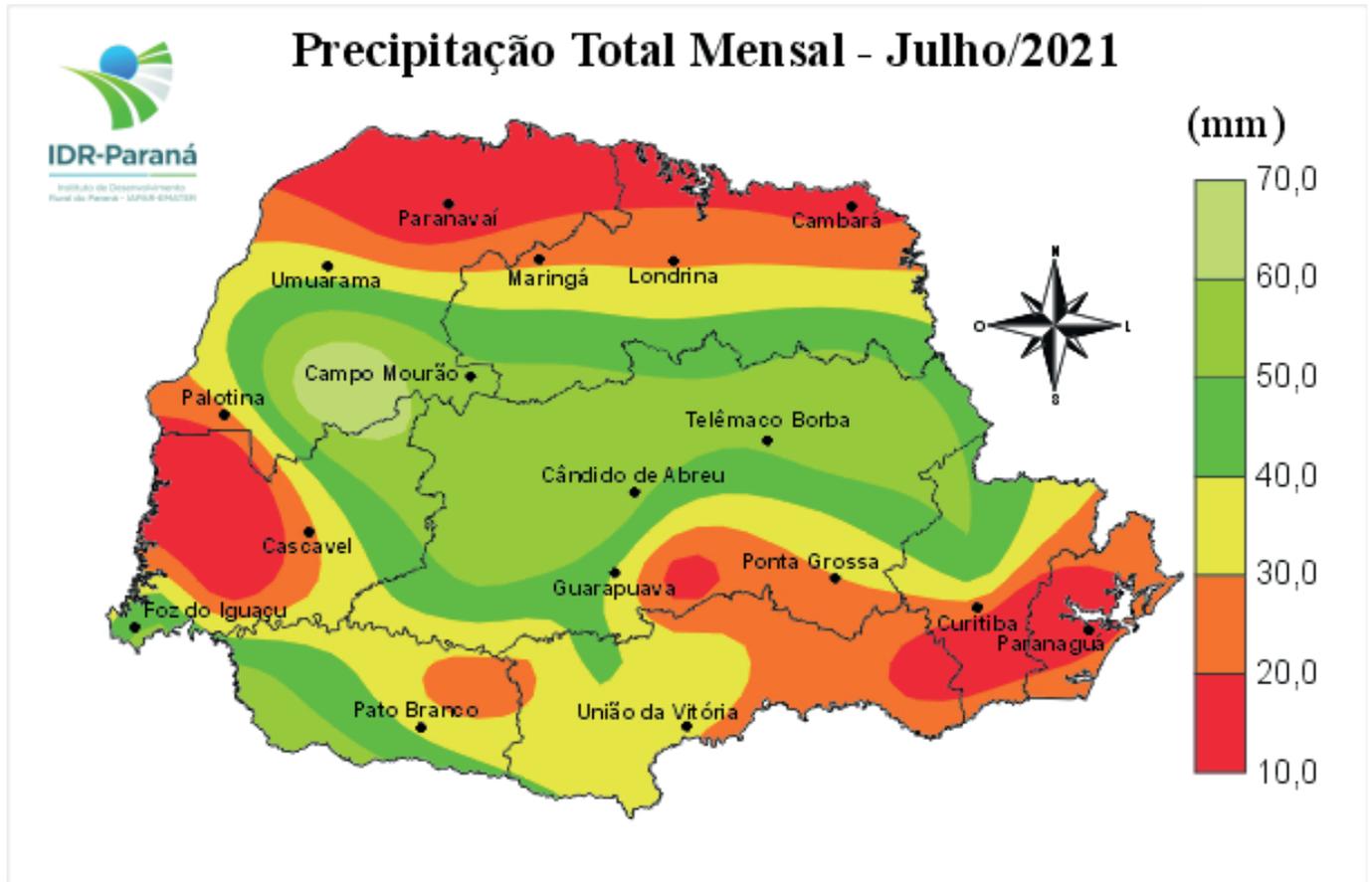
E às instituições: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade Federal do Paraná (UFPR), SISTEMA FAEP/SENAR-PR, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

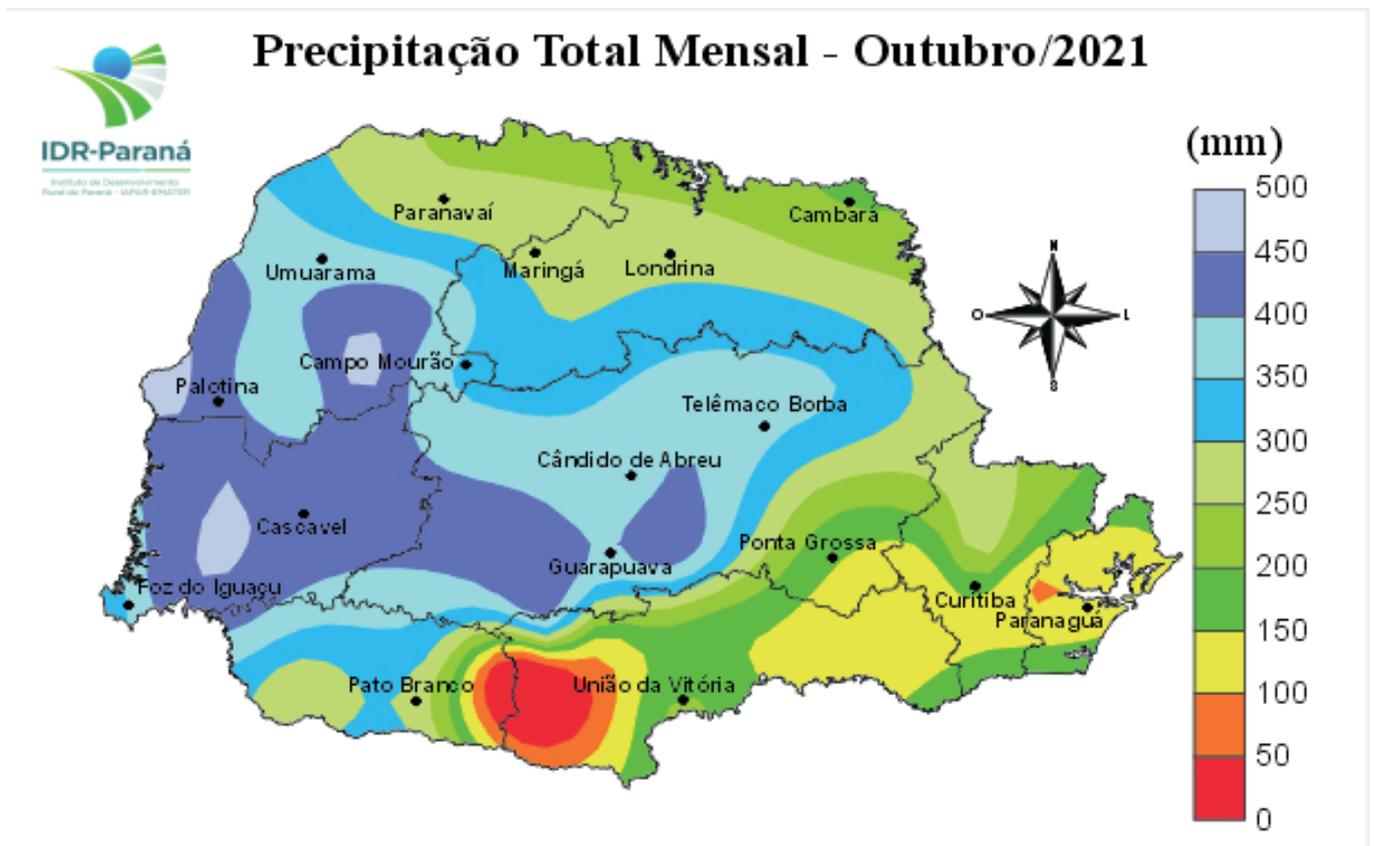
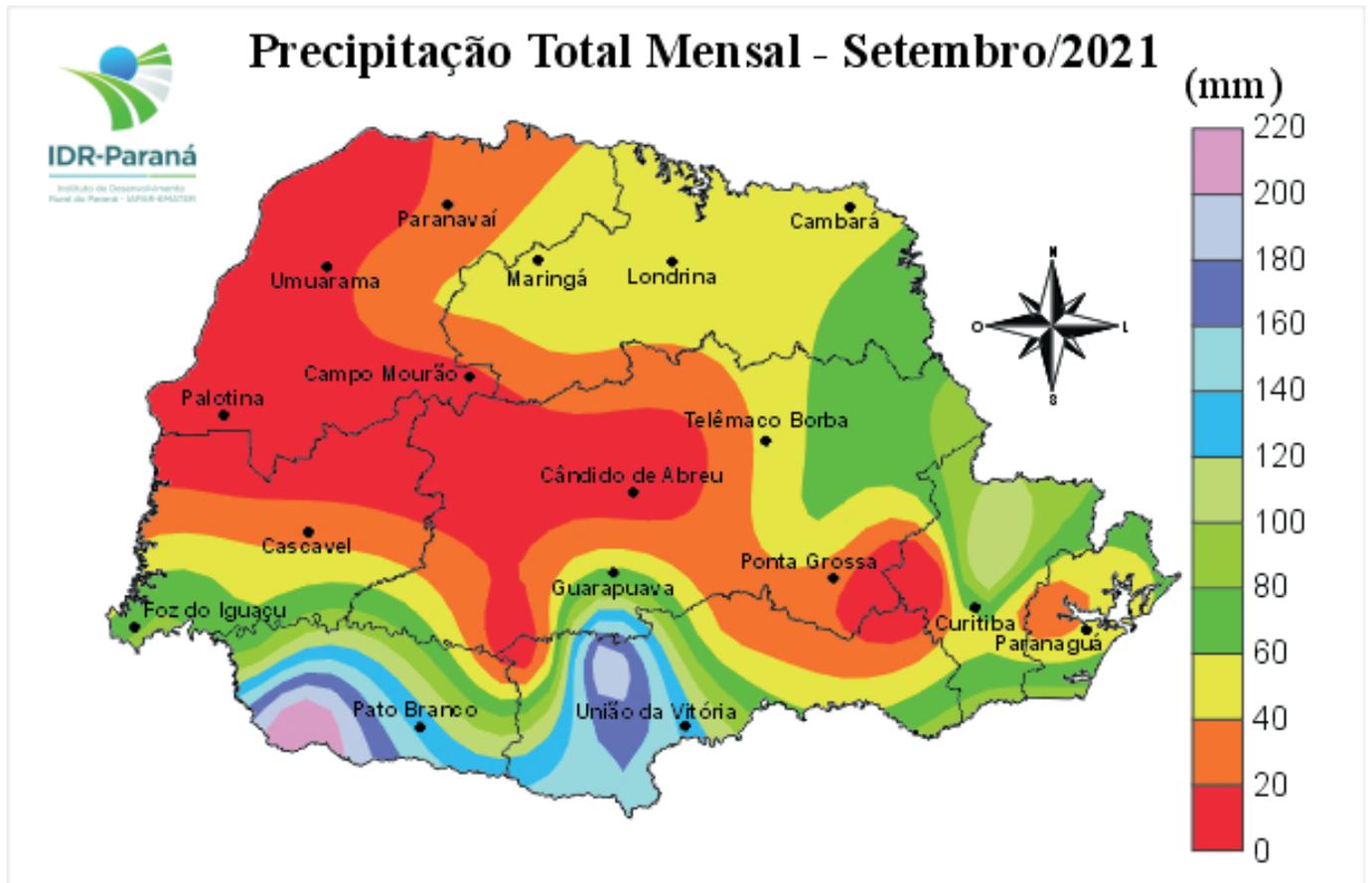
## Referências

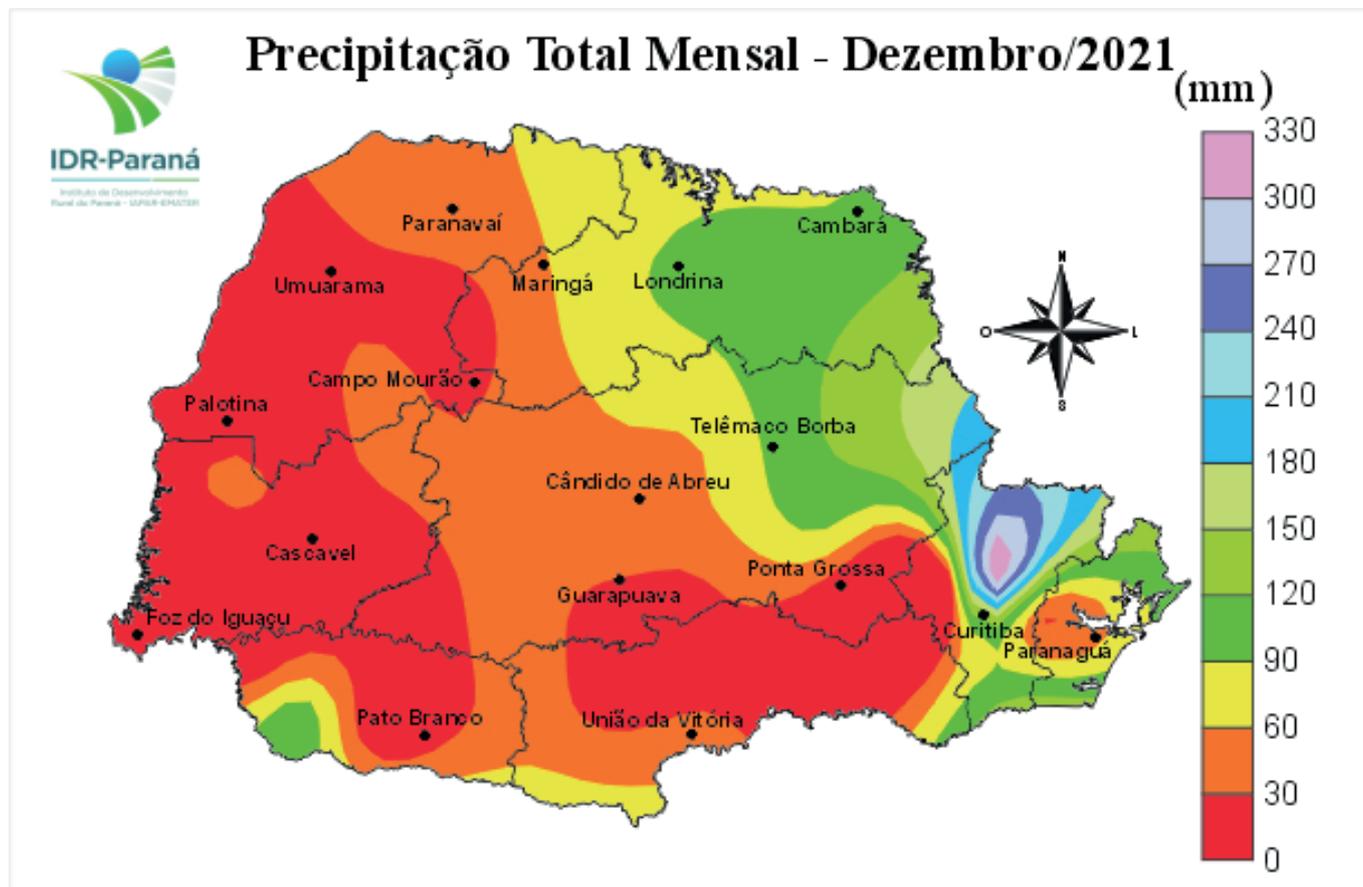
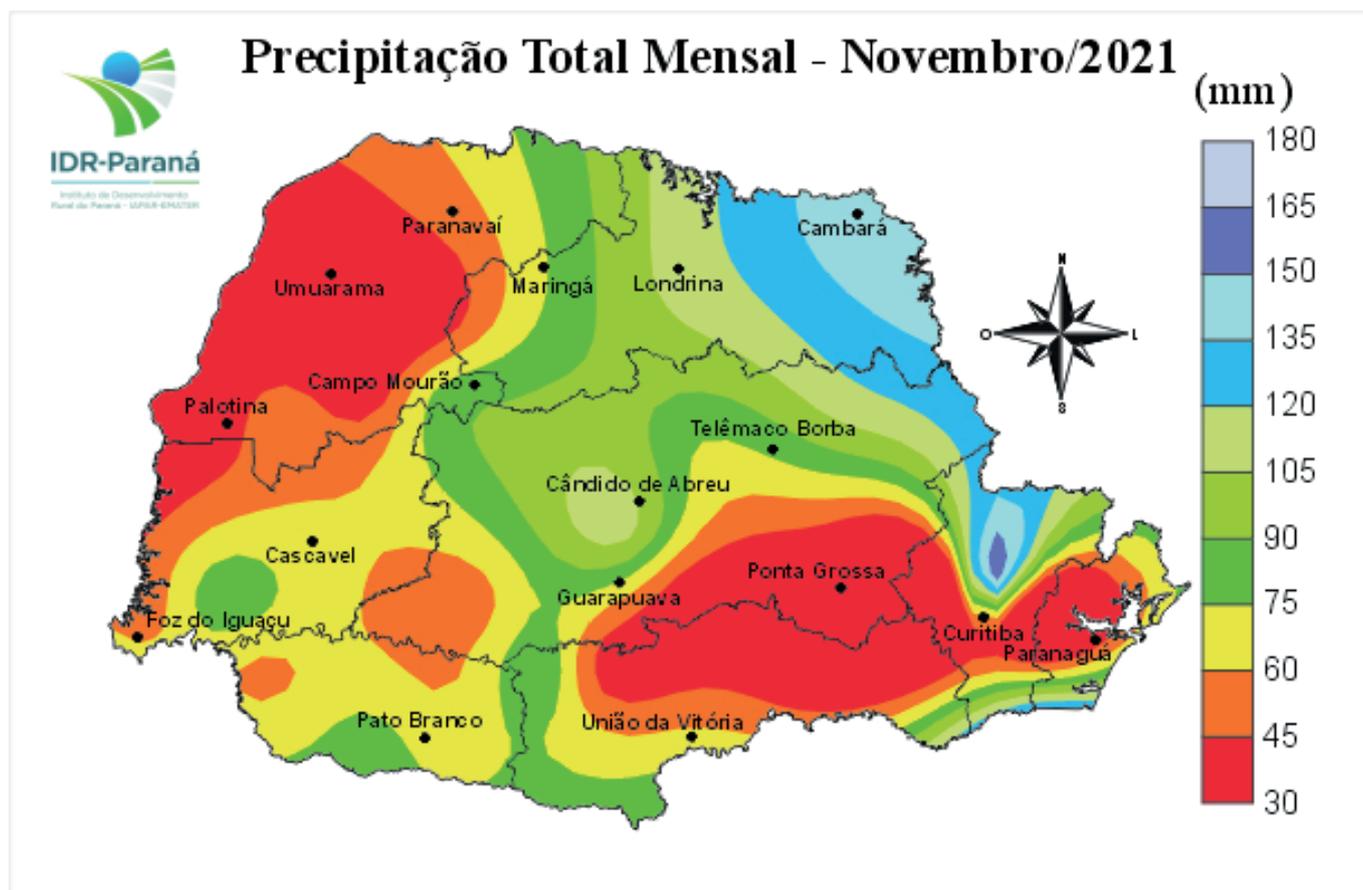
- CONAB. **Boletim da safra de grãos**. Décimo levantamento, safra 2021/22. Tabela de dados: produção e balanço de oferta e demanda de grãos. Conab: Brasília, DF, 2022. Disponível em: [www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos](http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos). Acesso em: 26 ago. 2022.
- CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Parceria público-privada no combate à ferrugem asiática da soja**. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- GARDIANO, C. G.; BALAN, M. G.; FALKOSKI FILHO, J.; CAMARGO, L. C. M.; OLIVEIRA, G. M.; IGARASHI, W. T.; SUDO, L. T.; IGARASHI, S.; ABI SAAB, O. J. G.; CANTERI, M. G. Manejo químico da ferrugem asiática da soja, baseado em diferentes métodos de monitoramento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 497-504, 2010.
- GHELLER, J. A.; HAAS, I. J.; HARGER, N.; SEIXAS, C. D. S.; OLIVEIRA, F. T. de; LIMA, D. de; CONTE, O. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**: relato da experiência da EMATER-PR na safra 2016-17. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 16 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 134).
- GODOY, C. V.; ALMEIDA, A. M. R.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. C.; DIAS, W. P.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. Y.; FERREIRA, L. P.; SILVA, J. F. V. Doenças da soja. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2016. v. 2, cap. 67, p. 657-675.

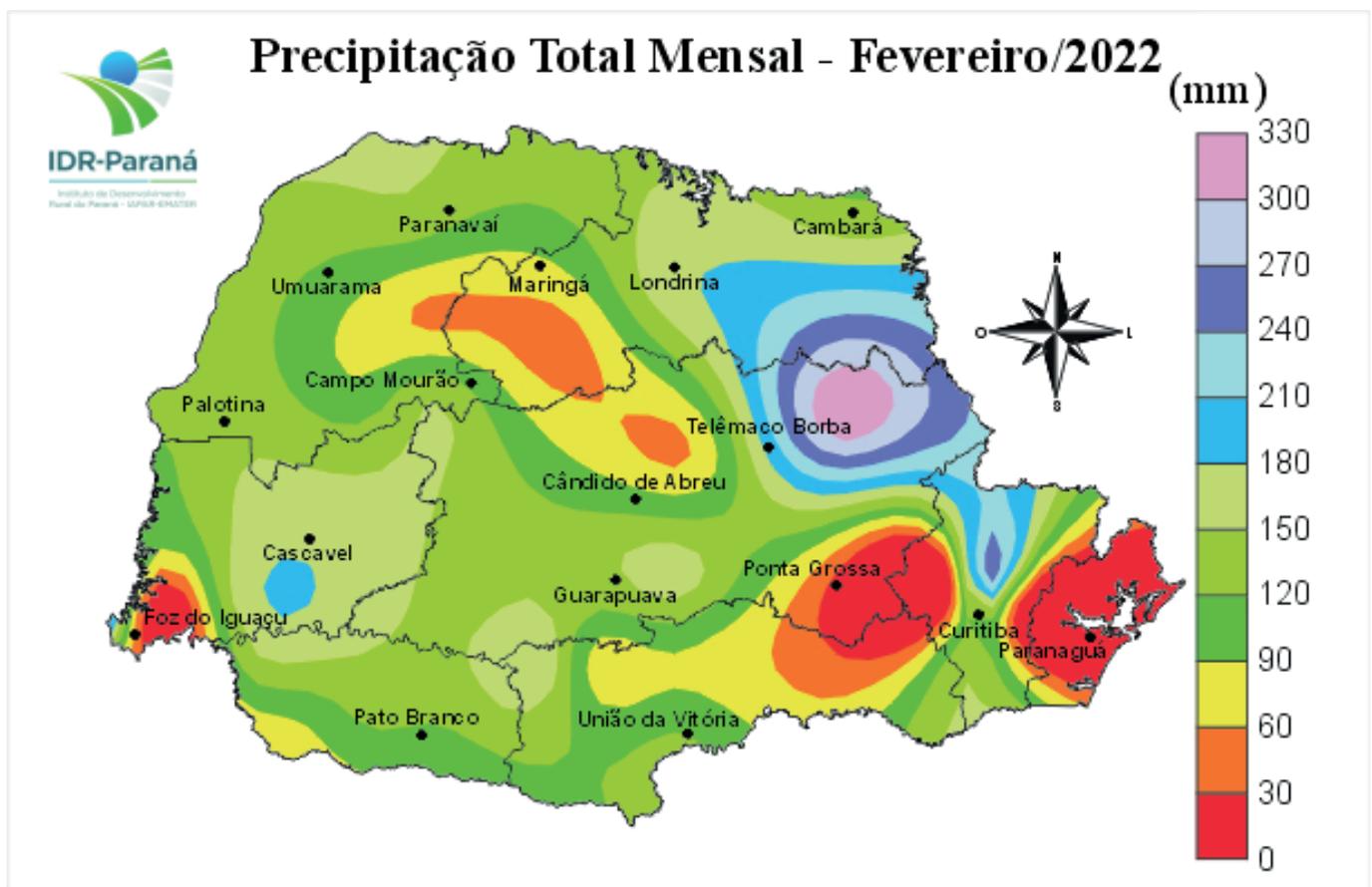
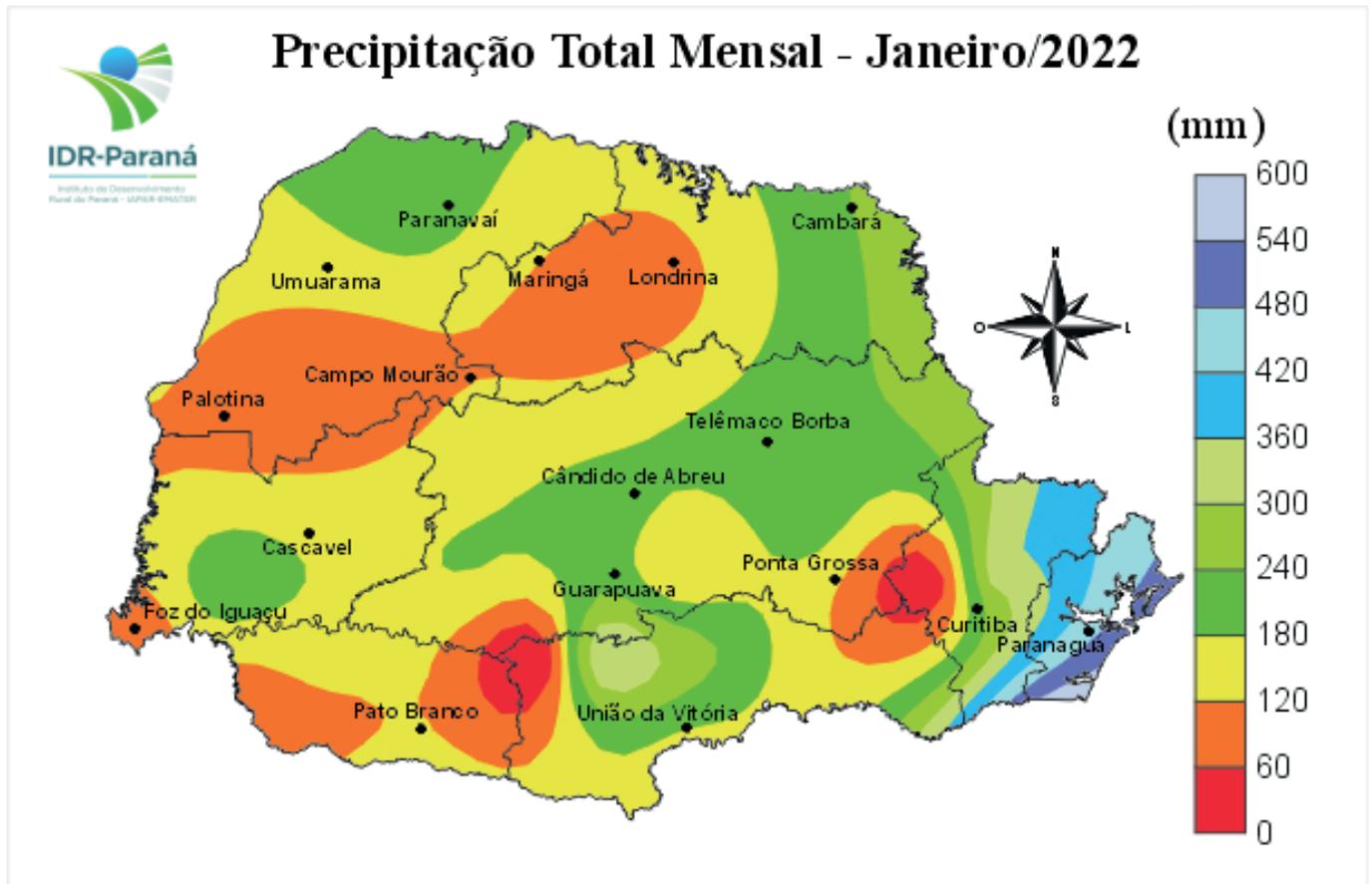
- GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M.; ADEGAS, F. S. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 6 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 92).
- GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPO, H. D.; LOPES, I. O. N.; MUHL, A.; SCHIPANSKI, C. A.; SERCILOTO, C. M. JUNIOR, E. R. A.; MORESCO, E.; ROY, J. M. T.; BONANI, J. C.; NAVARINI, L.; BELUFI, L. M. R.; SILVA, L. H. C. P.; FANTIN, L. H.; SATO, L. N.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; GARBIATE, M. V.; MULLER, M. A.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; CARLIN, V. J. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2020/2021**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 26 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 174).
- GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. O. N.; DIAS, A. R.; MUHL, A.; WESP-GUTERRES, C.; PIMENTA, C. B.; ANDRADE JUNIOR, E. R.; MORESCO, E.; KONAGESKI, F. T.; BONANI, J. C.; ROY, J. M. T.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; ARRUDA, J. H.; NAVARANI, L.; BELUFI, L. M. R.; SILVA, L. H. C. P.; SATO, L. N.; GOUSSAIN JUNIOR, M. M.; SENGHER, M.; MÜLLER, M. A.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, T.; KONAGESKI, T. F.; CARLIN, V. J. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2019/2020**: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 19 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 160).
- HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (ed.) **Compendium of soybean diseases**. 5<sup>th</sup> ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.
- HELING, A. L.; SEIXAS, C. D. S.; REIS, E. A.; OLIVEIRA, G. M.; SILVA, G. C.; POSSAMAI, E. J.; LIMA, D.; OLIVEIRA, A. B. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2020/2021 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 29 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 179).
- HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M.; DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76 p. (Embrapa Soja. Documentos, 256).
- IGARASHI, W. T.; FRANÇA, J. A.; SILVA, M. A. A.; IGARASHI, S.; ABI SAAB, O. J. G. Application of prediction models of soybean rust in two crop seasons, in Londrina, PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 5, p. 2881-2890, 2016.
- ISARD, S. A.; DUFAULT, N. S.; MILES, M. R.; HARTMAN, G. L.; RUSSO, J. M.; WOLF, E. D.; MOREL, W. The Effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores. **Plant Disease**, v. 90, n. 7, p. 941-945, 2006.
- ISHIKAWA, M. S. **Viabilidade técnica do Kit Quickstix® na identificação de uredosporos de *Phakopsora pachyrhizi* captados via coletor**. 2012. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- JACCOUD FILHO, D. S.; HIAR, C. P.; BONA, P. F.; GASPERINI, L. Ocorrência da ferrugem de Soja na Região do Campos Gerais do Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 109-110. (Embrapa Soja. Documentos, 157).
- JACKSON, S. L.; BAYLISS, K. L. Spore traps need improvement to fulfil plant biosecurity requirements. **Plant Pathology**, v. 60, p. 801-810, 2011.
- KELLY, H. Y.; DUFAULT, N. S.; WALKER, D. R.; ISARD, S. A.; SCHNEIDER, R. W.; GIESLER, L. J.; WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J.; HARTMAN, G. L. From select agent to an establishment pathogen: the response to *Phakopsora pachyrhizi* (Soybean rust) in North America. **Phytopathology**, v. 105, p. 905-916, 2015.
- 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.
- MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F. **Fungos relatados em plantas no Brasil**: Laboratório de Quarentena Vegetal. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. [2022]. Disponível em: <http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/michtml/fgbanco01.asp>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- MINCHIO, C. A. **Determinação da provável origem do inóculo de *Phakopsora pachyrhizi* e interação entre estágio fenológico, favorabilidade ambiental e presença do inóculo para controle da doença**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: BONATO, E. R. (ed.) **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 19-44.
- OLIVEIRA, G. M.; HELING, A. L.; POSSAMAI, E. J.; SEIXAS, C. D. S.; CONTE, O.; IGARASHI, W.; IGARASHI, S. **Coletor de esporos: descrição, uso e resultados no manejo da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 18 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 167).
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Relatório de preços**. Preços recebidos pelo produtor. Recebido mensal. 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/deral/precos>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- REIS, E. M. Sobre os hospedeiros de *Phakopsora pachyrhizi*, no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 1, p. 113, 2019.
- SCHMITZ, H. K.; MEDEIROS, A. C.; CRAIG, I. R.; STAMMLER, G. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest Management Science**, v. 7, p. 378-388, 2014.
- SEIXAS, C. D. S.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; SERATTO, C. D.; GHELLER, J. A.; OLIVEIRA, A. B. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2017/2018 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 19 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 141).
- SEIXAS, C. D. S.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; MATSUSHITA, M. S.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2018/2019 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 23 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 150).
- SEIXAS, C. D. S.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; OLIVEIRA, G. M.; HELING, A. L.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; SILVA, G. C. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2019/2020 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 27 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 164).
- 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. DOI: 10.1007/s41348-017-0117-5.
- YORINORI, J. T.; MOREL, W.; FERNANDEZ, F. T. P. Epidemia de ferrugem de soja no Paraguai e na costa oeste do Paraná, em 2001. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 117-118. (Embrapa Soja. Documentos, 157).
- ZOZ, D.; GHELLER, J. A. Manejo químico da ferrugem asiática utilizando o coletor de esporos como indicativo do momento ideal de controle da ferrugem na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, edição especial, p. 11-17, 2015.

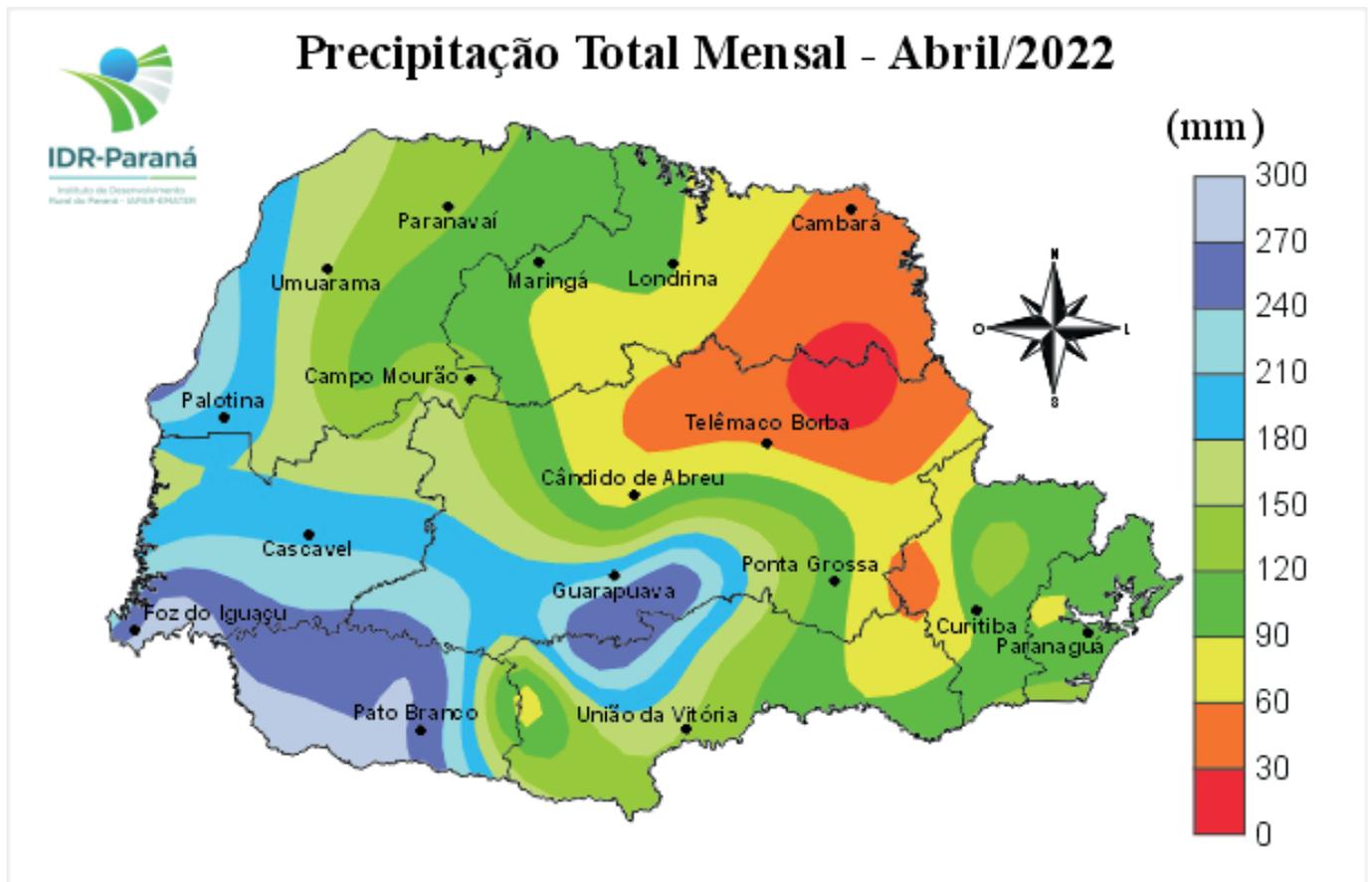
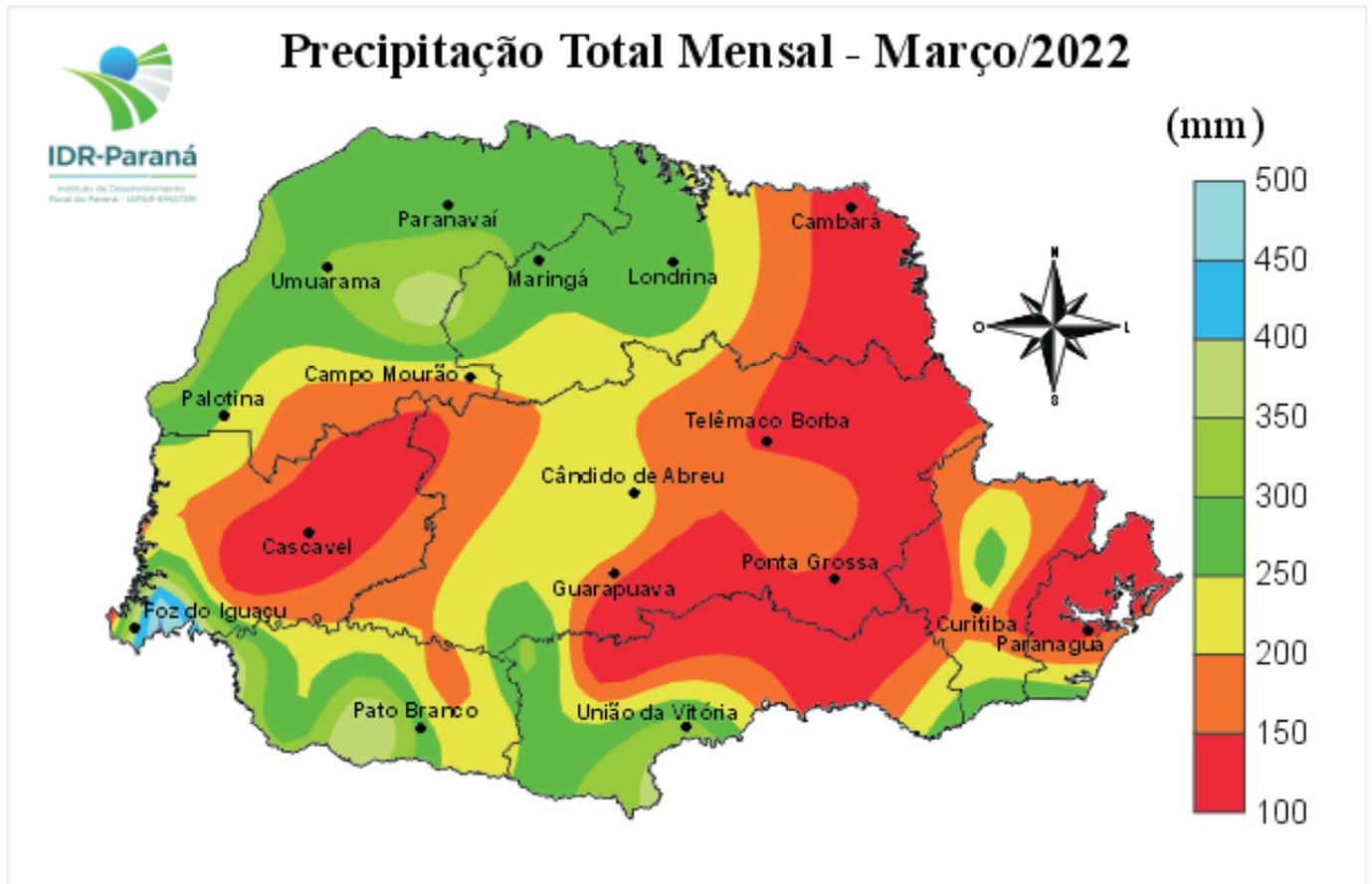
Anexo I. Mapas mensais de precipitação pluviométrica no estado do Paraná, de julho de 2021 a abril de 2022.











Exemplares desta edição  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rod. Carlos João Strass, s/n,  
acesso Orlando Amaral  
C. P. 4006 CEP: 86085-981  
Distrito de Warta  
Londrina, PR  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**1ª edição**

PDF digitalizado (2022).



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações**

Presidente

*Adeney de Freitas Bueno*

Secretária-Executiva

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros

*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose, Ivani de  
Oliveira Negrão Lopes, José de Barros França Neto,  
Liliane Márcia Mertz-Henning, Marco Antonio Nogueira,  
Mônica Juliani Zavaglia Pereira, Norman Neumaier*

Supervisão editorial

*Vanessa Fuzinato Dall' Agnol*

Normalização

*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa

*Claudine Dinali Santos Seixas*