

## **CONSEQUÊNCIAS DOS MECANISMOS DE CONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA NA PRODUÇÃO DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PEDRA PRETA, MATO GROSSO**

Ricardo Oliveira Alves <sup>1</sup>  
Francisco Amaral Villela <sup>2</sup>  
Elisa Souza Lemes <sup>3</sup>

A produção de soja é o componente mais importante do agronegócio brasileiro (EMBRAPA, 2015) e desde o início da década de 1980 responde pela maior área cultivada no país, entre as culturas anuais. A soja foi a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial brasileira, pois acelerou a mecanização das lavouras, modernizou o sistema de transportes, expandiu a fronteira agrícola, profissionalizou e incrementou o comércio internacional, enriqueceu e modificou a dieta alimentar da população brasileira, acelerou a urbanização do país e apoiou a tecnificação de outras culturas, destacadamente o milho (DALL' AGNOL, 2000). Além disso, impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional, patrocinando o deslanche da avicultura e da suinocultura no Brasil.

Na década de 1970, a soja teve a produção concentrada na região Sul do Brasil e a partir da década seguinte avançou para o Centro-Oeste, que tornou-se a área de maior expansão da cultura no mundo por suas características topográficas, agroclimáticas e de disponibilidade de terras e tecnologia, que permitiram a produção em larga escala (EMBRAPA, 2015).

A região de Cerrado, com seu centro em Mato Grosso, é considerada capaz de atender à demanda de soja que cresce a uma taxa média anual de 4,76% (DUARTE, 2004). Na safra

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestre Profissional em C&T de Sementes, PPG em C&T de Sementes, D.Ft./FAEM/UFPEL.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr. Professor do PPG em C&T de Sementes, D.Ft./FAEM/UFPEL. E-mail: francisco.villela@ufpel.edu.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Doutoranda do PPG em C&T de Sementes, D.Ft./FAEM/UFPEL.

2001/2002, o Mato Grosso tornou-se o maior produtor de soja do Brasil com 11,6 milhões de toneladas, sendo hoje considerado, individualmente, um dos três principais núcleos de produtores de soja do Brasil (VIEIRA et al., 2001). Os outros núcleos são o próprio Centro-Oeste, excluindo o Mato Grosso e Sul do Brasil (Paraná e Rio Grande do Sul).

A acentuada expansão da área cultivada no mundo proporcionou aumento do número e da severidade das doenças que afetam a soja. Mais de 100 espécies de patógenos já foram relatados, sendo 35 de grande importância econômica. Várias doenças fúngicas são importantes para a cultura e atualmente, o maior destaque é para a ferrugem asiática, causada por *Phakopsora pachyrhizi* (ANDRADE et al., 2002).

### **Ferrugem asiática na soja**

A ferrugem asiática foi relatada pela primeira vez no Japão, em 1903. Posteriormente em outros países da Ásia e na Austrália em 1934, na Índia em 1951 e no Havaí e nos Estados Unidos em 1994. No Continente Africano, foi detectada a partir de 1996, atingindo a Zâmbia e o Zimbábue em 1998, a Nigéria em 1999, Moçambique em 2000 e a África do Sul em 2001. No Paraguai, surgiu em 2000/01 e na Argentina em 2002 (NUNES JUNIOR et al., 2003).

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *pachyrhizi* foi constatada pela primeira vez no continente sul americano em março de 2001 no Paraguai e em maio de 2001, no oeste do Paraná (YORINORI et al., 2002). O fungo causador da ferrugem é considerado patógeno biotrófico, ou seja, só sobrevive e multiplica-se em hospedeiro vivo. A entressafra deveria servir para diminuir a quantidade de uredosporos presente no ambiente e desta forma os primeiros cultivos os estariam sujeitos a uma menor quantidade de inóculo inicial. Pela mesma razão, os cultivos realizados mais cedo deveriam estar sujeitos a uma menor pressão do patógeno, servindo, porém, para multiplicar o fungo para os cultivos tardios.

No ano 2000/01, a ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) foi constatada no Estado do Paraná e disseminou-se rapidamente para outros Estados do Brasil. Na safra 2002, a doença foi relatada nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, e na safra 2003/04 ocorreu de forma generalizada, em quase todo o País, causando prejuízos consideráveis em várias regiões produtoras. Várias doenças fúngicas são importantes para a cultura da soja, sendo dado o maior destaque para a ferrugem asiática, causada por *pachyrhizi*. Além disso, a soja pode ser atacada pela ferrugem americana causada por *Phakopsora meibomiae*, sendo esta sem importância econômica (ANDRADE et al., 2002).

Atualmente, a ferrugem asiática vem ocorrendo em quase todas as regiões produtoras no Brasil, cuja severidade da doença está intimamente relacionada aos fatores climáticos de cada região, principalmente aquelas onde ocorrem maiores precipitações pluviométricas e formação de orvalhos, proporcionando maior molhamento foliar (ZOZ e GHELLER, 2015). A concentração inicial de inóculo não reflete na severidade da doença; cultivares resistentes ou tolerantes sofrem reduções de produção bem menores do que as suscetíveis; a resistência genética das cultivares pode ser perdida com o decorrer do tempo e as cultivares resistentes não são necessariamente as mais produtivas (ZOZ e GHELLER, 2015).

### **Sintomatologia**

Os sintomas da ferrugem podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, como em cotilédones, folhas e hastes, sendo mais característicos nas folhas. Os primeiros sintomas são caracterizados por minúsculos pontos mais escuros do que o tecido sadio da folha, de cor esverdeada a cinza-esverdeada, com correspondente protuberância (urédia) na face inferior da folha. As urédias aparecem predominantemente na superfície inferior, mas podem

esporadicamente, aparecer na superfície superior das folhas. Progressivamente, estas protuberâncias adquirem cor castanho-clara a castanho-escuro, abrem-se em minúsculo poro por onde são liberados os uredósporos.

Os uredósporos, inicialmente de cor hialina (cristalina), tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros ou são carregados pelo vento. À medida que prossegue a esporulação, o tecido da folha ao redor das primeiras urédias adquire cor castanho clara (lesão do tipo “TAN”) a castanho-avermelhada (lesão do tipo “reddish-brown”- RB), e formam lesões que são facilmente visíveis em ambas as faces da folha. As urédias que deixaram de esporular apresentam as pústulas, nitidamente com os poros abertos. Isto permite sua distinção da pústula bacteriana, que frequentemente tem sido confundida com a ferrugem. Também pode ser facilmente confundida com lesões iniciais da mancha parda (*Septoria glycines*) que forma um halo amarelo ao redor da lesão necrótica, angular e de cor castanho avermelhado (NUNES JUNIOR et al., 2003).

Em ambos os casos as folhas amarelecem, secam e caem prematuramente. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a redução do rendimento e da qualidade (grãos verdes) (NUNES JUNIOR et al., 2003). Em casos de ataque severo, as plantas adquirem similaridade morfológica àquelas desseccadas com herbicidas, refletindo no aborto de flores e vagens, além da deficiência na formação da semente.

## **Etiologia**

A soja é infectada por duas espécies de *Phakopsora* que causam a ferrugem: a *P. meibomiae* (ferrugem “americana”), nativa no Continente Americano e que ocorre desde Porto Rico (Caribe) ao sul do Paraná (Ponta Grossa); e a *P. pachyrhizi* (ferrugem “asiática”) que está presente na maioria dos países produtores de soja (FIALLOS, 2011).

Segundo Yorinori et al. (2002), em 1987/88 a doença era atribuída à *pachyrhizi*. Porém, a partir de 1992, após comparação com espécimes americana e asiática, a espécie americana foi denominada de *P. meibomiae* e considerada pouco agressiva à soja. Em 2001, amostras do fungo presente no Brasil e Paraguai foram analisadas nos Estados Unidos, empregando testes de biologia molecular e constatou-se ser a espécie asiática, *P. pachyrhizi*.

Dois tipos de esporos são conhecidos em *P. pachyrhizi*: uredósporos e teliósporos. Os uredósporos (15-24 µm x 18-34µm) são os mais comuns e constituem-se na fase epidêmica da doença. São ovóides a elípticos, largos, com paredes com 1,0 µm de espessura, densamente equinulados e variando de incolor a castanho-amarelo pálido. A penetração ocorre de forma direta através da cutícula e o processo de infecção depende da disponibilidade de água livre na superfície da folha, sendo necessário, no mínimo, seis horas, com um máximo de infecção ocorrendo com 10-12 horas de molhamento foliar.

As temperaturas entre 15°C e 28°C são favoráveis à infecção por *P. pachyrhizi* que apresenta grande variabilidade patogênica. Várias raças têm sido identificadas através do uso de variedades diferenciadoras. Em Taiwan, foram identificadas nove raças e no Japão, onze. No Brasil, a quebra de resistência em uma safra, evidenciou a existência de diferentes raças. Seis genes dominantes que conferem resistência a *P. pachyrhizi* são conhecidos e denominados como Rpp1 – Rpp6 (LI et al., 2012).

## **Epidemiologia**

O processo infeccioso inicia-se quando os uredosporos germinam e produzem um tubo germinativo que cresce através da superfície da folha até se formar um apressório. A penetração ocorre diretamente através da epiderme, ao contrário das outras ferrugens que penetram através dos estômatos. As urédias podem se desenvolver de 5 a 10 dias após a infecção e os esporos do fungo produzidos por até três semanas. A

temperatura para a germinação dos uredosporos pode variar entre 8°C e 30°C e a temperatura ótima, situa-se próxima a 20°C. Porém, sob alta umidade relativa do ar, a temperatura ideal para a infecção situa-se ao redor de 18°C a 21°C. Nesta faixa de temperatura, a infecção ocorre em 6h30 min após a penetração, sendo necessárias 16 horas de umidade relativa elevada para que a infecção se realize plenamente (KIMATI, 2005).

Por isso, temperaturas noturnas amenas e presença de água na superfície das folhas, tanto na forma de orvalho como precipitações pluviais bem distribuídas ao longo da safra favorecem o desenvolvimento da doença.

O vento é a principal forma de disseminação desse patógeno para lavouras próximas ou a longas distâncias, que só sobrevive e se multiplica em plantas vivas. Desta forma, outro fator que agrava ainda mais o seu estabelecimento no Brasil é a existência de outras plantas hospedeiras, constituídas por 95 espécies de 42 gêneros de Fabaceae (KIMATI, 2005).

### **Disseminação e controle da doença**

A expansão de áreas irrigadas nos cerrados tem possibilitado o cultivo da soja no outono/inverno para a produção de sementes. Esse cultivo favorece a sobrevivência dos fungos causadores da antracnose, da ferrugem e do cancro da haste, da podridão branca da haste e podridão vermelha da raiz, além de nematóides das galhas e de cisto, aumentando o inóculo desses patógenos para a safra seguinte (EMBRAPA, 2015).

No Brasil, cultivos de soja irrigada em regiões do Mato Grosso, do Maranhão, de Tocantins, da Bahia, de São Paulo e de Minas Gerais na entressafra 2002 a 2005, serviram como “ponte verde” para o fungo *pachyrhizi*. Na safra 2003/2004, a doença disseminou em praticamente todas as áreas de cultivo de soja, abrangendo todos os estados produtores, sendo considerada uma das principais causas de redução na produção de soja, alcançando 2 bilhões de dólares, incluindo gastos com fungicidas de controle. Em algumas regiões registrou-se a falta

de produto no mercado pela elevada demanda. Em média, os produtores realizavam de 1,5 a 2 pulverizações na safra, abrangendo cerca de 70% da área cultivada (FURLAN, 2005).

No inverno de 2004, na região de Primavera do Leste (sudeste do Mato Grosso) foram cultivados 5.000 ha de soja em sistema de irrigação e a colheita nessas áreas foi realizada concomitante à semeadura da safra de verão. Na safra 2004/05, a ferrugem foi mais crítica nessa região, sendo os primeiros focos da safra observados em plantas com 20 a 30 dias (período vegetativo), atingindo níveis epidêmicos em dezembro. O número médio de aplicações de fungicida foi de 4,5 a 5 nessa região, com casos de abandono de lavoura (SIQUERI, 2005).

Ao final da safra 2004/05, durante a reunião do Consórcio Antiferrugem (CAF), foi sugerida a elaboração de uma instrução normativa estabelecendo datas e épocas para evitar o cultivo de soja na entressafra nas diversas regiões produtoras. No entanto, técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sugeriram que em função do nível tecnológico dos produtores de semente e da falta de resultados de pesquisa comprovando a influência do inóculo produzido na entressafra, deveria ser feita uma Recomendação Técnica Conjunta (RTC), apontando um calendário que resultava num período de 90 dias sem soja e sem plantas voluntárias de soja.

No Mato Grosso, a safra agrícola 2006/2007 foi de consolidação do vazio sanitário, pois com a chegada do fungo *Phakopsora pachyrhizi* e os prejuízos que causou à sojicultura mato-grossense e ao meio ambiente nas regiões de cultivo, instituiu-se a obrigatoriedade de eliminar a soja “guaxa, tiguera ou resteva” no período de 90 dias da entressafra, conforme estabelece legislação de defesa vegetal como um dos métodos de controle para supressão de pragas. Prevenir a reinfestação precoce do fungo *Phakopsora pachyrhizi* nas lavouras de soja cultivadas na safra de verão, reduzindo o número de aplicações de agrotóxicos utilizado no controle da ferrugem asiática, mantendo a incidência do fungo em níveis que não ocasionem prejuízo econômico.

Atualmente, o “vazio sanitário” é adotado por todos os estados produtores de soja do Brasil, com algumas diferenças no início e fim do período de vigência. Medidas semelhantes foram aprovadas na Bolívia, em 2008. O vazio sanitário não tem como objetivo resolver o problema da ferrugem. Essa medida é uma estratégia a mais de manejo e visa reduzir o inóculo nos primeiros cultivos, diminuindo a possibilidade de incidência da doença no período vegetativo, consequentemente reduzindo o número de aplicações de fungicida para controle e o custo de produção (GODOY et al., 2006).

O uso de cultivares resistentes à ferrugem asiática é uma realidade. Porém, é importante enfatizar que em virtude da grande variabilidade patogênica do fungo, a resistência genética sozinha pode ter vida curta. É essencial que haja um esforço conjunto e contínuo para reduzir as fontes de inóculo nas entressafras e durante a safra de verão. É importante salientar que as cultivares resistentes não dispensa a aplicação eficiente de fungicidas eficazes, assim como é efetuado em cultivares suscetíveis. Em cultivares resistentes infectadas por inóculo externo, ocorre o desenvolvimento de lesões, mas a produção de esporos mantém-se ausente ou reduzida e não permite a rápida evolução da doença na lavoura. Dessa forma, em baixa pressão inicial de inóculo, a primeira pulverização poderá ser retardada e os intervalos entre aplicações mais espaçados, dando maior tranquilidade para pulverizações mesmo em condições climáticas favoráveis à doença (YORINORI, 2011).

O fungo *P. pachyrhizi* é muito “versátil” e capaz de expressar ou desenvolver novas raças patogênicas, sempre que desafiado por um novo gene de resistência. Portanto, visando evitar a proliferação de uma nova raça mais virulenta e prolongar a vida útil da cultivar, a resistência genética deve ser considerada como mais uma contribuição ao sistema de manejo integrado no controle da ferrugem, sem eliminar o uso de fungicida (YORINORI, 2011).

Parreira et al. (2009) afirmam que para evitar resistência de fungos aos fungicidas de um modo geral, devem-se adotar



estratégias de manejo de doenças, tais como: usar sempre a dose do produto recomendada pelo fabricante, aplicar o produto em mistura com um ou mais fungicidas de modo de ação diferente, restringir o número de tratamentos aplicados por safra e aplicar apenas quando for estritamente necessário. Estas ações, associadas ao manejo e práticas integradas ao controle de doenças se fazem necessário na realidade atual. O desconhecimento das implicações ou o mau uso das novas tecnologias poderá dificultar a adoção das práticas essenciais de rotação/sucessão de culturas e, principalmente, a eliminação das plantas guaxas de soja durante o vazio sanitário.

Desta forma, foi desenvolvido um estudo que objetivou analisar as consequências dos mecanismos de controle da ferrugem asiática na produção de soja no município de Pedra Preta, Mato Grosso.

O estudo foi realizado a partir do cadastro anual de produtores de soja e de “sistemas de irrigação” com potencial de produzir soja irrigada, junto ao Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (INDEA/MT), no município de Pedra Preta. Foram feitas análises em porcentagem da máxima, média e mínima da área total da propriedade, área de reserva legal, área aberta, área de cultivo de soja nas safras 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, época de semeadura de soja nas safras 2006/2007 e 2009/2010, época de primeira aplicação para controle da ferrugem asiática nas safras 2006/2007 e 2009/2010 e produtividade de soja em kg ha<sup>-1</sup>, nas safras 2006/2007 e 2009/2010, da totalidade das propriedades produtoras de soja do município de Pedra Preta: 49, sendo 35 localizadas na Serra da Petrovina (localização geográfica S 16° 50' 09,4" W 54° 04' 17,3"), 7 propriedades no entorno da cidade, cujos produtores são da Sementes Damin (S 16° 7' 6,8" W 54° 31' 6,0") e 7 localizadas no distrito de São José do Planalto (16° 59' 23" W 54° 32' 23").

Os dados foram apresentados em distribuição percentual por meio de gráficos setoriais. Com base nos resultados obtidos, verificou-se que 65% das propriedades produtoras de soja

possuem área com até 1.200 ha, 20% entre 1.201 a 2.700 ha e 15% apresentam áreas maiores entre 2.700 a 3.769 ha (Figura 1a).

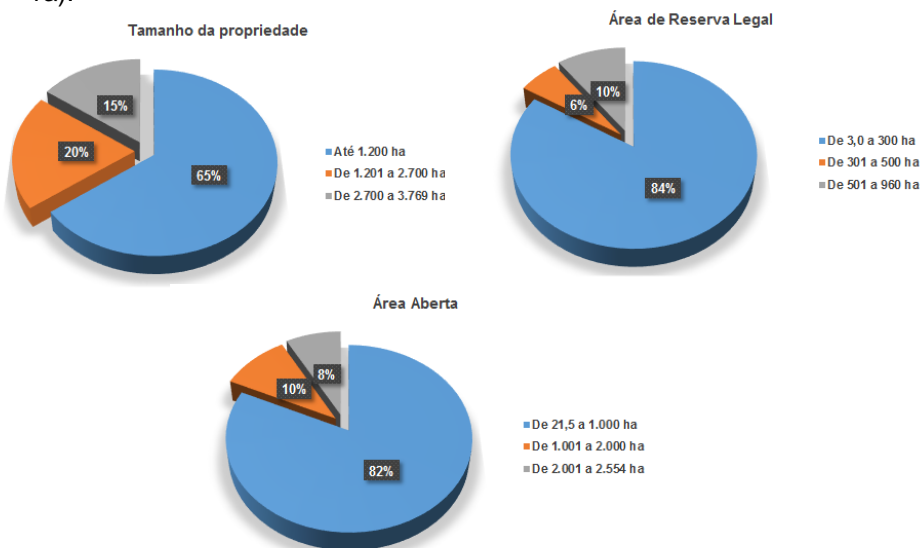


Figura 1 - Distribuição percentual do tamanho das propriedades, área de reserva legal e área aberta de propriedades produtoras de soja, no município de Pedra Preta/MT. Fonte: INDEA

A maioria das propriedades (84%) possui área de reserva legal com 3,0 a 300 ha, 10% apresentam entre 501 a 960 ha e somente 6% exibem reserva entre 301 a 500 ha (Figura 1b).

A área aberta corresponde à área para cultivo de soja e/ou demais culturas como milho, milheto, algodão, sorgo, crotalária, dentre outras que os produtores de Mato Grosso têm hábito de cultivar. As menores áreas abertas somam 82%, com áreas de 21,5 a 1.000 ha. Na média, 10% das propriedades abertas possuem áreas de 1.001 a 2.000 ha e as maiores áreas são de 2.001 a 2.554 ha, que representam 8% das propriedades (Figura 1c). Portanto, verifica-se que nas safras 2006/2007 e 2008/2009, 81% dos agricultores cultivaram soja em áreas entre 17 a 1.000 ha.

## Ferrugem asiática na produção de soja

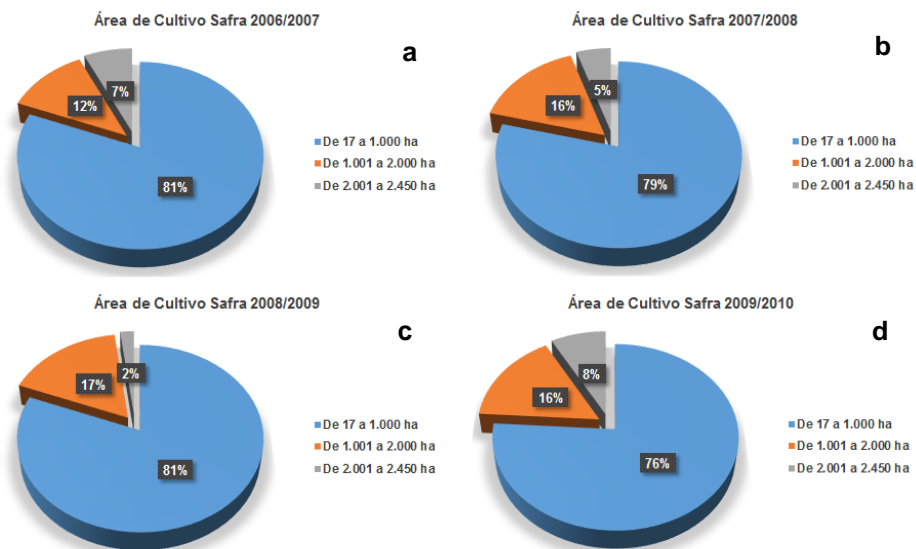


Figura 2 - Distribuição percentual da área de cultivo de soja, nas safras 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010, em Pedra Preta/MT. Fonte: INDEA

No Mato Grosso, maior produtor de soja com 15,2 milhões de toneladas, o ano agrícola 2006/2007 foi de consolidação do vazio sanitário que consiste em período de 90 dias na entressafra no qual não é permitido o cultivo de soja, conforme determinação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Após a aplicação do vazio sanitário, a área cultivada na safrinha que era de 6 mil hectares em safras anteriores passou na última safra para 250 mil hectares. Segundo a Fundação MT, o vazio sanitário reduziu o inóculo, tanto que retardou o aparecimento da doença na safra de verão. Com isso, a média de aplicações de fungicidas para controle da doença reduziu e a produtividade cresceu de 2.820 kg para 2.990 kg por hectare.

Além do vazio sanitário, o manejo da doença foi favorecido pela concentração da semeadura mais cedo (90% até 15/11) e pelas condições climáticas favoráveis.

Segundo o IBGE (2016), Pedra Preta em 2005 colheu 38.288 ha com rendimento médio de  $2.704 \text{ kg ha}^{-1}$  e, em 2006, foram 37.500 ha com rendimento médio de  $2.560 \text{ kg ha}^{-1}$ . Em 2007, a área cultivada foi de 34.000 ha e o rendimento  $3.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto em 2008 a área atingiu 33.000 ha e o rendimento  $3.300 \text{ kg ha}^{-1}$ . Por sua vez, em 2009 a área chegou a 41.500 ha e o rendimento a  $3.180 \text{ kg ha}^{-1}$  e em 2010 repetiu a área 41.500 ha, com rendimento em  $3.000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Na Figura 3a, verifica-se na safra 2006/2007, em Pedra Preta, que em 61% das propriedades a semeadura ocorreu na 1ª quinzena de outubro/2006 a 1ª quinzena de novembro de 2006, em 21% na 2ª quinzena de novembro/2006, época que firma as chuvas no cerrado. Verifica-se também que essa safra apresentou 18% da semeadura no mês de dezembro, indicando não uma semeadura, mas uma ressemeadura.

Na safra 2009/2010, a semeadura concentrou-se da 1ª quinzena de outubro/2009 à 1ª quinzena de novembro/2009, por 67% dos produtores, época de maior precipitação pluvial e 16% dos produtores semeou na segunda quinzena de setembro/2009, indicando que cada vez mais os produtores estão antecipando a semeadura. O período após 16 de setembro indica que os sojicultores estão iniciando a semeadura fora do vazio sanitário para a cultura (Figura 3b).

Na safra 2006/2007, segundo dados da Embrapa, houve danos de 4,5% dos grãos em função da doença, cerca de 2,67 milhões de toneladas de soja, o que representa 615,7 milhões de dólares. Somam-se a esse número, os custos de aplicação de fungicidas necessários para controlar a doença. Na média nacional, na safra 2006/2007, foram 2,3 aplicações por hectare; o que corresponde a 1,58 bilhões de dólares gastos. No total, o chamado custo-ferrugem chega a 2,19 bilhões de dólares na safra 2006/2007 (NASCIMENTO et al., 2008).

## Ferrugem asiática na produção de soja

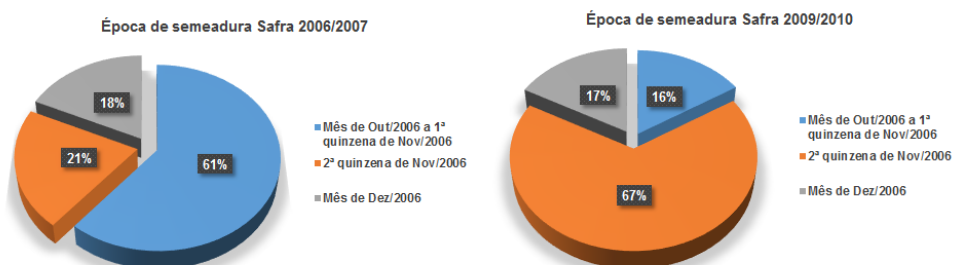


Figura 3 - Distribuição percentual da época de semeadura de soja nas safras 2006/2007 e 2009/2010, no município de Pedra Preta/MT. Fonte: INDEA

Na safra 2002/2003, foi estudado o progresso da doença em Londrina/PR, em 18 cultivares comerciais de soja, semeadas lado a lado, em duas épocas (novembro e dezembro). A evolução da doença e a severidade final nas cultivares variaram em função da época de semeadura. Na semeadura de novembro, a doença iniciou no estágio de início da formação da semente (R5), ocorrendo maior diferenciação na severidade final das cultivares. Na semeadura de dezembro, a doença iniciou no estágio de início da formação da vagem (R3), sendo a severidade final maior nas diferentes cultivares. Entre as cultivares testadas, BRS134 foi a única que apresentou resistência à doença (NASCIMENTO et al., 2008).

No Brasil, o patógeno *P. pachyrhizi* encontrou condições climáticas favoráveis, o que justifica a rápida disseminação nas regiões produtoras de soja e a severidade com que a ferrugem ocorreu na última safra 2006/2007 em todo o País (NASCIMENTO et al., 2008).

No inverno de 2004, na região de Primavera do Leste (sudeste do Mato Grosso) foram cultivados 5.000 ha de soja em sistema de irrigação e a colheita nessas áreas foi realizada concomitante à semeadura da safra de verão. Na safra 2004/05, a ferrugem foi mais crítica nessa região, sendo os primeiros focos da safra observados em plantas com 20 a 30 dias (período

vegetativo), atingindo níveis epidêmicos em dezembro. O número médio de aplicações de fungicida foi de 4,5 a 5 nessa região, com casos de abandono de lavoura (SIQUERI, 2005).

Na safra 2005/06, de modo semelhante à safra anterior, a maioria dos relatos iniciais de ferrugem no Brasil ocorreu próximo ou após o florescimento. Os relatos de ferrugem em soja no estágio vegetativo, que se constitui na situação mais crítica para o controle, ocorreram em áreas irrigadas em Guaíra, SP e em Primavera do Leste e Alto Garças, MT. No Mato Grosso, essa ocorrência antecipada foi novamente atribuída aos cultivos de soja, irrigados na entressafra, que promovem continuidade de inóculo durante todo o ano, como já observado nas safras anteriores. Nessa safra, lavouras em Primavera do Leste, MT, com 18 dias já apresentavam sintomas e necessitaram de aplicação de fungicida contra a ferrugem. Em algumas lavouras foram realizadas até sete aplicações de fungicida para controle da doença (GODOY et al., 2006).

Na safra 2006/2007, observamos que a concentração de semeadura foi no mês de outubro de 2006 a 1ª quinzena de novembro de 2006, em 61% das áreas e houve aplicações para controle da ferrugem asiática no mês de novembro de 2006 em 26% das áreas cultivadas com soja (Figura 4a).

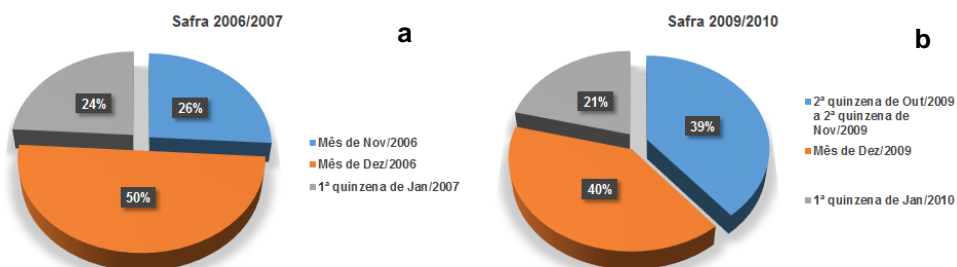


Figura 4 - Distribuição percentual da época de aplicação de fungicida para controle da ferrugem asiática nas safras 2006/2007 e 2009/2010, no município de Pedra Preta/MT.

Fonte: INDEA

Da mesma forma, na safra 2009/2010 é possível verificar que 39% das áreas receberam aplicações de fungicida indicado para controle da ferrugem asiática da segunda quinzena de outubro de 2009 à 2ª quinzena de novembro de 2009 (Figura 4b), sendo que foram semeadas 16% das áreas na segunda quinzena de setembro de 2009 e 67% no mês de outubro de 2009 a 1ª quinzena de novembro de 2009 (Figura 3b). Preventivamente os sojicultores aplicaram fungicidas mais cedo, não indicando necessariamente que houve incidência de ferrugem asiática, mas, sim, que os sojicultores lançaram mão do método preventivo do controle da doença. Nascimento et al. (2008) recomendam aplicações preventivas de fungicidas, duas a três vezes, em datas fixas. Segundo Minchio (2011), para o controle químico da doença no Paraná, os agricultores realizaram em média 1,8 aplicações de fungicidas na safra 2009/2010, desembolsando em torno de R\$ 88,02 por hectare, somando-se preço do insumo e operação de aplicação de defensivos.

Atualmente, várias técnicas de controle da ferrugem asiática da soja estão disponíveis. Entretanto, a maior parte das pesquisas envolve o uso de fungicidas e a resistência de planta hospedeira. Segundo Almeida et al. (2005), a existência de raças dificulta o controle através da resistência vertical. Os fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas têm-se mostrado mais eficientes para o controle da doença, com diferença na eficiência entre princípios ativos dentro de cada grupo. Além do controle químico, é importante considerar o manejo da cultura, devendo-se evitar a semeadura na época mais favorável ao desenvolvimento da doença, selecionando variedades mais precoces e, fundamentalmente, realizando o levantamento periódico da lavoura para detectar a doença em estágio inicial. No Paraguai, além da soja, a fabaceae Kudzu (*Pueraria lobata*) é uma importante fonte do inóculo, por ser uma planta perene amplamente estabelecida e altamente suscetível à ferrugem (NASCIMENTO et al., 2008).

Caso a doença já esteja ocorrendo, o controle químico com fungicida é, até o momento, a principal medida de controle. O número e a necessidade de reaplicações dependem do estágio inicial em que foi identificada a doença na lavoura e do período residual dos produtos. De acordo com Jackson e Bayliss (2011), o uso do coletor de esporos permite determinar o melhor momento de fazer o controle da doença, realizando-o de modo preventivo, podendo economizar uma aplicação de fungicidas e reduzindo o custo de produção. Porém o processo determina certo tempo e mão de obra especializada para a identificação correta dos esporos

Outras medidas de controle são a utilização de cultivares mais precoces semeadas no início da época recomendada para cada região, evitando o prolongamento do período de semeadura para proporcionar o escape da maior concentração do inóculo; o monitoramento das lavouras; a observação das condições de temperatura e período de molhamento acima de seis horas são favoráveis à infecção (NASCIMENTO et al., 2008). Na Figura 5a é possível verificar na safra 2006/2007, em Pedra Preta, 69% das propriedades obtiveram produtividades variáveis entre 2.280 a 3.000 kg ha<sup>-1</sup>, estando dentro da média nacional para o mesmo período que foi de 2.823 kg ha<sup>-1</sup>.

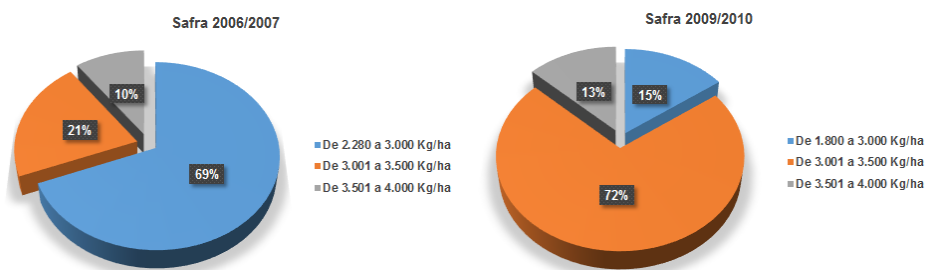


Figura 5 - Distribuição percentual da produtividade de soja, nas safras 2006/2007 e 2009/2010, no município de Pedra Preta/MT. Fonte: INDEA



Ficou caracterizado que na safra 2009/2010, foi alcançada produtividade de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> e que 72% das propriedades obtiveram produtividades entre 3.001 a 3.500 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 5b). Os valores excedem os observados para o mesmo período na média nacional que alcançou produtividade de 2.901 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto na safra 2010/2011, a produtividade média de soja atingiu o maior índice nacional de 3.106 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2011). Isto, em grande parte, pode ser atribuído ao cumprimento do vazio sanitário e aos progressos tecnológicos que facilitaram o manejo e o controle da doença, empregando fungicidas mais eficazes.

Esse aumento de produtividade pode ser atribuído ao desenvolvimento de tecnologias de pulverização mais eficientes; adoção de práticas de manejo do solo e da cultura que aumentaram a produtividade; melhoramento genético da soja com desenvolvimento de cultivares de ciclo mais precoce e produtiva, o que permitiu explorar os períodos de menor pressão de inóculo, reduzindo o tempo de exposição da lavoura à doença (YORINORI, 2011).

Em Taiwan, onde já causou sérios problemas para a cultura da soja, verificou-se que a ferrugem asiática pode reduzir a produção em 18% a 91% (NASCIMENTO et al., 2008).

É importante enfatizar que nas safras de 2006/2007 a 2009/2010, no município de Pedra Preta não houve autuações, apenas notificações sendo feitas novas inspeções após o prazo estabelecido, constatando completa eliminação das plantas vivas de soja. Em 2006, num levantamento técnico para avaliar a adoção do vazio sanitário em Mato Grosso, foi verificada a presença da ferrugem, em possíveis plantas hospedeiras, nos municípios de Primavera do Leste, Pedra Preta, Rondonópolis, Itiquira, Lucas do Rio Verde e Canarana, em Mato Grosso. O levantamento mostrou que houve total adesão dos irrigantes ao vazio sanitário. Nenhum pivô foi utilizado para produção de grãos ou de semente, durante o período de restrição. Contudo, plantas guaxas secas, com grãos viáveis e plantas verdes foram

encontradas na Serra da Petrovina, em Rondonópolis, Itiquira e Lucas do Rio Verde.

Nas áreas onde foram encontradas plantas verdes, foi constatada a presença de lesões mortas da ferrugem, sem esporulação. Folhas verdes coletadas e mantidas em sacos plásticos por vários dias não apresentaram novos sintomas ou esporulação em lesões velhas.

As medidas preventivas podem ser adotadas visando controlar o patógeno e reduzir as consequências da doença, tais como, vistoriar frequentemente as lavouras (por inspetores de campo treinados), para identificação precoce da ferrugem asiática; Utilizar cultivar precoce e com menor densidade foliar; Concentrar a semeadura ao longo das bordas da lavoura, ao redor de postes de energia elétrica e onde haja obstáculos que dificultam a pulverização e a colheita. Essas áreas que ficam desprotegidas multiplicam o fungo, dificultando o controle da doença em áreas vizinhas, principalmente em períodos chuvosos que impedem ou atrasam a pulverização; reduzir ao mínimo as perdas na colheita, para a redução das plantas guaxas; e, eliminar as plantas guaxas das lavouras antes do vazio sanitário e as que venham a emergir durante o período de 90 dias de vazio sanitário, além das áreas ao redor dos armazéns, estradas dentro das propriedades, nas rodovias, ferrovias, portos e aeroportos.

De modo geral, os produtores de Mato Grosso aderiram ao vazio sanitário da soja. A adoção do vazio sanitário pelos produtores de soja no município de Pedra Preta, MT, tem possibilitado a redução do número de aplicações de fungicidas, controle da expansão da doença, redução dos custos de produção e obtenção de maior produtividade.

## Referências Bibliográficas

ANDRADE, P.J.M., ANDRADE, D.F. DE A.A. **Ferrugem asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira.** Dourados: EMBRAPA/Pecuária Oeste, 24p, 2002.

DALL'AGNOL, A. **The impact of soybeans on the Brazilian economy**. AG Jacto, n. 2, p.16-17, 2000.

DUARTE, J. **Comunicação e tecnologia na cadeia produtiva da soja em Mato Grosso**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 275p, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Embrapa soja. Acesso em: 24 de novembro de 2016.

FIALLOS, F.R.G. A ferrugem asiática da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow. **Ecuador**, p.2-3. 2011.

FURLAN, S.H. Impacto, Diagnose e Manejo da Ferrugem asiática da soja no Brasil. Instituto biológico, Centro experimental, Campinas, SP, 2005.

GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; SOARES, R.M.; HENNING, A.A. **Histórico do vazio sanitário como medida de manejo da ferrugem asiática da soja**. EMBRAPA SOJA, Londrina, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/cidadesat /link.php?uf=mt](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=mt). Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

JACKSON, S.L.; BAYLISS, K.L. Spore traps need improvement to fulfil plant biosecurity requirements. **Plant Pathology**, v.60, p.801-810, 2011.

KIMATI, H. Doenças da soja. In: Almeida, A.M.R et al. **Manual de Fitopatologia**. 2. São Paulo: Ceres, 576p., 2005.

NASCIMENTO, J.F.; VIDA, J.B.; TESSMANN, D.J. **Ferrugem Asiática da Soja**. 2008. Disponível em: [http://www.amea.org.br/pesquisa\\_doc/SojaxFerrugem%20.pdf](http://www.amea.org.br/pesquisa_doc/SojaxFerrugem%20.pdf). Acesso em: 20 abril de 2012.

NUNES JUNIOR, J. Ferrugem da Soja: evolução, sintomas, danos e controle. EMBRAPA, Agência Rural e CTPA, p. 19, 2003.

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 34, 2009.

SANTO, B.R.E. **Os caminhos da agricultura brasileira**. Evoluir, São Paulo, 2001.

SIQUERI, F.V. Ocorrência da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no Estado de Mato Grosso – safra 2004/05. In: JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; HAMAWAKI, O.T. I Workshop brasileiro sobre a ferrugem asiática. **Anais...** p.93-100, 2005.

VIEIRA, R.C.M.T. Cadeias produtivas no Brasil: análise da competitividade. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.10, n.6, p.7-15, 2001.

YORINORI, J.T. Perspectivas da ferrugem asiática na safra 2011/2012. **Revista cultivar**, Londrina, p.1-19, 2011.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; FERNANDEZ, P.F.T. **Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nas safras 2000/01 e 2001/02**. Resumos, II Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguaçu, PR., p. 94, 2002.

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.