

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUANA CAGNIN RODRIGUES

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA À OÍDIO

PATO BRANCO

2022

LUANA CAGNIN RODRIGUES

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA À OÍDIO

Resistance of soybean cultivars to powdery mildew

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Idalmir dos Santos, Prof. Dr.

Coorientador: Rosangela Dallemole Giaretta,
Prof.^a Dr.^a

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LUANA CAGNIN RODRIGUES

RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA À OÍDIO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 30/junho/2022

Idalmir dos Santos
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rosangela Dallemole Giaretta
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paulo Henrique de Oliveira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela trajetória realizada e pela vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Idalmir dos Santos e coorientadora Prof^a. Dr^a. Rosangela Dallemole Giaretta, pelo tempo disponibilizado, auxílio e sabedoria. Também ao Prof. Dr. Jorge Jamhour, pela condução durante o uso do Overleaf.

Assim como à todos os meus colegas, que contribuíram de alguma forma. À Rhaissa Gabriella Fabris e por toda sua ajuda recebida durante a semeadura até as avaliações realizadas.

Aos meus pais, que me apoiaram e nunca me deixaram desistir dos meus sonhos.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a todos os professores por todo ensino e atenção oferecidos durante este ciclo.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado corretamente.

RESUMO

O oídio (*Microsphaera diffusa*) tem acarretado um prejuízo relativamente elevado a cultura da soja e seus danos podem ser severos quando não controlados ou controlados muito tardiamente e por ser considerado um fungo biotrófico, a melhor forma de conter seu avanço é por meio de cultivares resistentes, além da aplicação de fungicidas no momento e na dose correta. Para isso analisou-se a resistência de diferentes cultivares de soja a oídio com o objetivo de reduzir os danos econômicos que tem ocorrido com maior frequência devido à presença da doença em campo. Portanto para a realização do trabalho foram semeadas e analisadas seis cultivares de soja, no município de Pato Branco, sendo elas: BMX RAI0, BMX ZEUS, NS 4823 RR, M 6410 IPRO, TMG 7063 IPRO e TMG 7260 IPRO. No decorrer do trabalho foi monitorado o aparecimento de oídio, e a severidade da doença a cada 15 dias, e também foi calculada a produtividade de cada cultivar. O presente trabalho foi realizado em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas. Deste modo, a aplicação foi somente de herbicidas e inseticidas, quando apresentada pragas e plantas daninhas, possibilitado assim a avaliação da produtividade em relação a resistência e suscetibilidade das cultivares selecionadas a doença causadora de oídio. A cultivar que apresentou maior produtividade foi a M 6410 IPRO, e a que apresentou menor produtividade, e conseqüentemente, maior severidade da doença foi a BMX 50152 RSF IPRO (RAIO). Já a cultivar que apresentou a maior resistência a oídio foi a TMG 7260 IPRO.

Palavras-chave: doenças e pragas; lavoura; produtividade agrícola; *microsphaera diffusa*.

ABSTRACT

Since the disease called powdery mildew (*Microsphaera diffusa*) has caused a relatively high damage to the soybean crop, the damage can be severe when not controlled or controlled too late and as it is considered a biotrophic fungus, the best way to contain its advance is through resistant cultivars, in addition to the application of fungicides at the right time and dose. For this, the resistance of different soybean cultivars to powdery mildew was analyzed in order to reduce the economic damage that has occurred more frequently due to the presence of the disease in the field. Therefore, to carry out the work, six soybean cultivars were sown and analyzed in the municipality of Pato Branco, namely: BMX RAI0, BMX ZEUS, NS 4823 RR, M 6410 IPRO, TMG 7063 IPRO and TMG 7260 IPRO. During the experiment, the appearance of the disease was monitored, 60 days after planting, and then the severity of the disease every 15 days, and the productivity of each cultivar was also calculated. The present work was carried out in randomized blocks with 6 treatments and 4 replications, totaling 24 plots. In this way, the application was only of herbicides and insecticides, when pests and weeds were present, thus enabling the evaluation of productivity in relation to resistance and susceptibility of the selected cultivars to the disease causing powdery mildew. The cultivar that presented the highest productivity was M 6410 IPRO, and the one that presented the lowest productivity, and consequently, the highest incidence of the disease was BMX 50152 RSF IPRO (RAIO). The cultivar that showed the highest resistance to powdery mildew was TMG 7260 IPRO.

Keywords: diseases and pests; agriculture; agricultural productivity; *microsphaera diffusa*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Severidade média de oídio (<i>Microsphaera diffusa</i>) analisadas em três épocas em diferentes cultivares de soja	20
Figura 2 – Curva da AACPD das diferentes cultivares de soja analisadas em três épocas em diferentes cultivares de soja	21
Figura 3 – Presença de Seca da haste e da vagem (<i>Phomopsis spp.</i>) na cultivar de soja analisadas em três épocas em diferentes cultivares de soja	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Reação das cultivares comerciais de soja a doenças/reação.	15
Tabela 2 – Cultivares de soja avaliadas com suas respectivas empresas obtentoras, grupos de maturação, tipos de crescimento e reação a oídio. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022	16
Tabela 3 – Médias de severidade (%) e produtividade de grãos de soja (Kg ha^{-1}) avaliadas em experimento com seis cultivares, dia 03/12/2021, na área experimental da UTFPR, Pato Branco-PR, 2021/2022	18
Tabela 4 – Médias de severidade (%) e produtividade de grãos de soja (Kg ha^{-1}) avaliadas em experimento com seis cultivares, dia 17/12/2021, na área experimental da UTFPR, Pato Branco-PR, 2021/2022	19
Tabela 5 – Médias de severidade (%) e produtividade de grãos de soja (Kg ha^{-1}) avaliadas em experimento com seis cultivares, dia 30/12/2021, na área experimental da UTFPR, Pato Branco-PR, 2021/2022	20
Tabela 6 – Precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa (%) e temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) do município de Pato Branco-PR, 2021/2022	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	11
1.1.1	Objetivo geral	11
1.1.2	Objetivos específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Oídio da soja	12
2.2	Sintomas e desenvolvimento da doença	12
2.3	Controle da doença	13
2.4	Controle genético do oídio	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1	Instalação e condução do experimento	16
3.2	Avaliação da doença	17
3.3	Avaliação da produtividade	17
3.4	Análise estatística	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

Na safra 2020/21, o Brasil foi o maior produtor mundial do grão de soja, chegando a produzir aproximadamente 135 milhões de toneladas em uma área de 38 milhões de hectares (Embrapa, 2021a).

Entretanto, devido a ocorrência da ferrugem asiática na cultura da soja houve um aumento em relação a exigência de diversas aplicações de fungicidas por parte dos agricultores resultando em um maior custo de produção da cultura da soja. Por esta razão, iniciativas vêm sendo feitas, visando a redução do número de aplicações de fungicidas para o controle da doença. Um exemplo disso é o uso do coletor de esporos visando o monitoramento do patógeno em lavouras, onde os agricultores que aderiram a essa iniciativa obtiveram resultados positivos.

Contudo, uma outra doença denominada oídio (*Microsphaera diffusa*), que não causava grandes danos na cultura da soja e era facilmente controlada por diversos produtos químicos, passou a preocupar os sojicultores, técnicos e pesquisadores. Tanto é que o controle químico podia se iniciar quando a cultura da soja estivesse com uma severidade de 30% a 40%, mas o panorama mudou e o oídio da soja tem apresentado nas últimas safras uma maior intensidade, ocasionando maiores danos e dificultando seu controle por meio de fungicidas.

Como o oídio é uma doença que se inicia antes da ferrugem asiática na região sudoeste do Paraná, os esforços para reduzir o controle químico na soja direcionada a ferrugem acabam sendo anulados. Somando-se a isso, o oídio é uma doença que encontra excelentes condições predisponentes para sua ocorrência em nossa região, principalmente pelas temperaturas mais amenas no verão. Ademais, por se tratar de um fungo biotrófico, o agente causal de oídio não sobrevive em restos culturais, portanto, a utilização de cultivares resistentes a oídio é considerada a melhor forma de controle da doença, mantendo assim, a redução do uso de fungicidas, com ênfase a ferrugem asiática.

De modo geral, a medida mais utilizada para o manejo de oídio é o controle químico, seja através de fungicidas de contato a base de enxofre ou os sistêmicos como os triazóis, entretanto, o controle mais eficaz é realizado através da resistência genética (BRASIL *et al.*, 2018).

Segundo Soares (2017), a resistência genética da planta é um dos métodos mais eficiente e econômico no manejo de doenças, visto que esse fator está diretamente relacionado com a diminuição dos custos de produção. Para isso é necessário conhecer o modo de atuação do patógeno assim como sua variabilidade genética.

Deste modo, no presente trabalho analisou-se a resistência à severidade a oídio e a produtividade de diferentes cultivares de soja, mais recomendadas para o município de Pato Branco-PR.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a resistência de diferentes cultivares de soja a oídio recomendadas para a região sudoeste do Paraná.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a produtividade em função da suscetibilidade das cultivares de soja a oídio e a outras doenças.
- Analisar a incidência e a severidade de oídio em cada cultivar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Oídio da soja

Os fungos que causam doenças em plantas constituem um grupo muito diversificado e abundante. Segundo Michereff (2001), o oídio é uma doença causada por um fungo pertencente a classe dos ascomicetos, que possui um micélio bem desenvolvido e septado e seus esporos são chamados ascósporos. A sub-classe dos agentes causais de oídios é chamada de Hymenoascomycetidae, ordem Erysiphales, família Erysiphaceae.

O fungo conhecido por *Microsphaera diffusa*, causador do oídio em soja, foi observado e identificado em campo pela primeira vez nos estados de Minas Gerais e Distrito Federal (YORINORI, 1992). Até a safra de 1995/96, essa doença era considerada de pouca expressão e observada principalmente em cultivo de soja tardia, na Região Sul, ao final da safra (YORINORI, 1997).

Segundo Igarashi *et al.* (2010), o fungo causador de oídio em soja pode instalar-se em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, desenvolvendo seu micélio na superfície de folhas e ramos. Este fungo é considerado um parasita biotrófico, e na sua forma anamórfica produz micélio que se nutre, através de haustórios intracelulares, nas células epidérmicas. Muitos conídios são produzidos em cadeias, originadas de conidióforos simples, suas dimensões são variadas e apresentam um leve formato de barril com suas extremidades achatadas. A doença é favorecida por temperaturas amenas, em torno de 18 °C a 24 °C, baixa umidade e sua disseminação ocorre facilmente pelo vento (GODOY *et al.*, 2016).

Atualmente, existem mais de 20 espécies de oídio, encontradas em diversas culturas, que causam prejuízos econômicos reportados na agricultura brasileira, visto que, as perdas na produtividade da soja vão reduzindo gradativamente, na medida em que os estágios da doença ficam mais avançados (IGARASHI *et al.*, 2010). Em lavouras onde encontravam-se maior presença da doença em campo, era perceptível uma perda de rendimento que chegava entre 30% a 40% (EMBRAPA, 2000).

2.2 Sintomas e desenvolvimento da doença

Após cair na superfície da folha, o conídio do fungo germinará e produzirá uma teia de micélio que irá se espalhar no decorrer da superfície da planta, penetrando nas células epidérmicas. Como consequência, o fungo irá se nutrir do conteúdo dessas células através de haustórios, enquanto que na parte aérea da planta é perceptível uma fina camada de micélio e conídios pulverulentos, que inicialmente apresentam pequenos pontos brancos, mas podem cobrir toda a parte aérea no decorrer do seu desenvolvimento (YORINORI, 1997). Nas folhas, com o passar dos dias, a coloração branca do fungo muda para castanho-acinzentada, dando a aparência de sujeira nas duas faces das folhas (EMBRAPA, 2000). Fato esse que caracteriza

a diferenciação da doença denominada míldio, visto que, seus sinais ocorrem somente na face inferior da folha (REIS; CASA; REIS, 2012).

Sob condição de infecção severa, a cobertura de micélio e a frutificação do fungo, além do dano direto ao tecido das plantas, impedem a fotossíntese e as folhas secam e caem prematuramente, dando à lavoura aparência de soja dessecada por herbicida, evoluindo da coloração castanho-acinzentada a bronzeada (EMBRAPA, 2000). A intensidade da doença é mais visível nas bordas e em áreas com menor população de plantas (REIS; CASA; REIS, 2012).

Devido ao fato que a infecção pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, sendo mais visível no início da floração, quanto mais cedo iniciar a infecção, maior será o efeito da doença e menor a produtividade esperada (EMBRAPA, 2000). O desenvolvimento da doença é mais favorecido por temperaturas amenas, próximas de 20 °C e umidade relativa do ar elevada (50-90%), além de baixa incidência de chuva e baixa precipitação pluvial (BLUM *et al.*, 2002).

Tendo em vista que o molhamento foliar é um fator inibidor no estabelecimento do oídio, podemos concluir que esta é uma das razões pelas quais a doença apresenta uma severidade elevada durante os estádios vegetativos, a precipitação intensa e frequente pode se constituir em um fator inibidor ao desenvolvimento do oídio (KNEBEL *et al.*, 2006).

2.3 Controle da doença

Por ser um fungo biotrófico a rotação de cultura não é uma medida preventiva, porém o uso de cultivares resistentes é um método bastante eficaz contra essa doença, além da eliminação de plantas voluntárias e uso do controle químico. Contudo deve-se levar em conta o nível de infecção e o estágio de desenvolvimento da doença para a aplicação de fungicidas, visto que, antigamente, o recomendado era utilizar o controle químico somente quando a cultura atingisse uma severidade de 40% a 50% da área foliar, ou seja, quando o oídio já estivesse infectado a metade da altura das plantas (YORINORI, 1997).

A utilização de fungicidas na cultura da soja foi recomendada pela primeira vez para controle do oídio em soja, após surto epidêmico em 1996/97, e, posteriormente, das doenças de final de ciclo (*Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*), fato que se deu principalmente devido ao cultivo intensivo e ausência de rotação de culturas (GODOY, 2015). Para a obtenção de resultados positivos do tratamento químico para o controle do oídio, uma antecipação no uso de fungicidas era economicamente inviável, entretanto, quando tardio, a doença podia não ser controlada como devido, portanto, a aplicação deveria ser realizada com base na vistoria periódica da lavoura, no monitoramento e no nível de infecção da doença (YORINORI, 1997).

Segundo Blum *et al.* (2002), a mistura de tebuconazol + procloraz e a utilização de proconazol apresenta uma boa eficiência para a redução do oídio, aumentando assim, a produtividade. Os fungicidas trifloxistrobina + ciproconazole, trifloxistrobina + tebuconazole e flutriafol

+ tiofanato metílico também tem reduzido a severidade de oídio na cultura da soja (TOIGO *et al.*, 2008).

Outro fator que tem apresentado resultados positivos para o controle do oídio é a época de semeadura ou de desenvolvimento da soja, visto que, isso tem influenciado significativamente na severidade da doença. As semeaduras para multiplicação de semente no outono/inverno, segundo Embrapa (2000) apresentou níveis muito mais severos de oídio do que na época normal de cultivo. Assim, cultivares que apresentaram reação moderadamente resistente (MR) na época normal, quando semeadas fora dessa época, apresentaram-se como se fossem suscetíveis a doença. Entretanto, a utilização de cultivares resistentes ainda é o método mais eficiente de controle do oídio, sempre priorizando as cultivares que sejam resistentes (R) a moderadamente resistentes (MR) ao fungo. Além disso, a melhor forma de evitar perdas de produtividade por oídio é não semear cultivares suscetíveis nas épocas mais favoráveis à ocorrência da doença, seja em semeaduras tardias ou cultivo sob irrigação no inverno (Embrapa, 2006).

2.4 Controle genético do oídio

Devido a variação genética do fungo *M. diffusa* a reação das cultivares a oídio tem mudado no decorrer dos anos (CARNEIRO *et al.*, 2014). E só foi possível obter-se aumento na produtividade da cultura da soja devido ao lançamento de novas cultivares cada vez mais adaptadas em diversas regiões e com elevado potencial de produtividade (GAI, 2013).

A partir de dados coletados da Embrapa (2021b), Tropical Melhoramento & Genética (2021), Nidera Sementes (2021), LG Sementes (2021), Monsoy (2021), Brasmax (2022), dentre as cultivares recomendadas para a região sudoeste do Paraná pode-se destacar algumas a partir da resistência e suscetibilidade a oídio e demais doenças encontradas na cultura da soja, apresentadas na Tabela 1.

A partir de estudos feitos por Lohnes e Nickell (1994), conclui-se que a resistência da soja ao fungo causador de oídio é controlada pelo loco gênico de resistência Rmd, composto por três alelos (Rmd, Rmd-c e rmd), sendo que o alelo Rmd confere resistência na fase adulta da cultura da soja ao fungo, o alelo Rmd-c confere resistência em todos os estádios de desenvolvimento da planta, além de estar ligado ao gene Rps2 que confere resistência à podridão radicular de fitóftora, e o alelo rmd que confere suscetibilidade à doença.

Tabela 1 – Reação das cultivares comerciais de soja a doenças/reação.

Cultivar	Doenças/reação							CICLO
	O.	Fer.	Nematoide		C.H.	P. b.	M. "o. r."	
			M. j.	M. i.				
BRS 525	MR	-	S	S	-	-	-	Precoce
BRS 539	MR	R	S	S	R	-	R	Precoce
BRS 511	MR	R	MR	S	R	-	R	Precoce
BRS 523	MR	-	-	-	R	-	MR	Precoce
BRS 399 RR	MR	-	-	-	-	T	-	Precoce
BRS 6680	MR	-	-	MR	-	-	-	Precoce
BRS Estância (RR)	MS	-	S	S	-	-	-	Precoce
LG 60163 IPRO	MR	T	S	S	R	-	MR	Precoce
LG 60150 IPRO	MR	-	S	S	R	-	S	Super precoce
M 6410 IPRO	R	R	S	S	-	MR	S	Tardio
M 5892 IPRO	MS	-	MR	S	R	MR	MR	Precoce
NA 5909 RG	S	S	-	-	R	-	R	Precoce
NS 5959 IPRO	MR	S	-	-	R	-	R	Precoce
TMG 7063 IPRO	R	R	MS	S	R	R	R	Tardio
TMG 7260 IPRO	R	R	-	-	R	R	R	Tardio
TMG 7062 IPRO	S	R	S	S	R	-	R	Precoce
BMX ZEUS	MS	S	-	-	R	MS	MS	Precoce
BMX RAI0 50152 RSF IPRO	S	S	-	-	R	-	S	Precoce
NS 4823 RR	MR	-	-	-	-	-	-	Super precoce
NS 6209 RR	S	S	-	-	R	-	R	Médio
BRSGO 7560	S	R	S	S	R	-	R	Precoce
BRS 184	MR	S	S	S	R	S	R	Precoce

¹Doenças: oídio (O.) (*Microsphaera diffusa*), ferrugem (Fer.) (*Phakopsora pachyrhizi*), nematóide (M.j/M.i.) (*Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita*), cancro da haste (C.H.) (*Diaporthe phaseolorum*), pústula bacteriana (P.b.) (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), e mancha "olho-de-rã" (*Cercospora sojina*).
²Reação: R (resistente); MR (moderadamente resistente); MS (moderadamente suscetível); T (tolerante); S (suscetível); SI (sem informação).

Fonte: Adaptado de Embrapa (2021b), Tropical Melhoramento & Genética (2021), Nidera Sementes (2021), LG Sementes (2021), Monsoy (2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado no dia vinte e quatro de setembro de 2021, no município de Pato Branco/PR na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (26° 13' 43" S, 52° 40' 14"W). O clima da região a partir da classificação de Koppen, se enquadra no tipo Cfb, o clima é subtropical úmido (TABALIPA; FIORI, 2008). O solo da área em questão é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico.

A semeadura da cultura da soja foi realizada com as cultivares mais adaptadas para a região sudoeste do Paraná e com diferentes reações em relação as principais doenças da cultura. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 6 cultivares distintas e 4 repetições. As cultivares utilizadas foram: TMG 7260 IPRO, TMG 7063 IPRO, M 6410 IPRO, BMX 50152 RSF IPRO (RAIO), BMX ZEUS e NS 4823 RR, (Tabela 2), com diferentes níveis de reação a oídio. Cada parcela constou com cinco linhas de seis metros e espaçamento de 0,45 metros entre linhas. Para o plantio foi utilizada a semeadora de parcelas, modelo SEMINA 2, nas quais foram dispostas 15 sementes/metro linear. As fileiras externas foram utilizadas como bordadura.

Tabela 2 – Cultivares de soja avaliadas com suas respectivas empresas obtentoras, grupos de maturação, tipos de crescimento e reação a oídio. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

CULTIVAR	OBTENTOR	GRUPO DE MATURAÇÃO	CRESCIMENTO	REAÇÃO A DOENÇA
BMX 50152 RSF IPRO (RAIO)	BRASMAX	5	INDETERMINADO	SUSCETÍVEL
BMX ZEUS IPRO	BRASMAX	5.5	INDETERMINADO	MODERADAMENTE SUSCETÍVEL
NS 4823 RR	NIDERA	4.8	INDETERMINADO	MODERADAMENTE RESISTENTE
M 6410 IPRO	MONSOY	6.4	INDETERMINADO	RESISTENTE
TMG 7063 IPRO	TMG	6.3	INDETERMINADO	RESISTENTE
TMG 7260 IPRO	TMG	6	INDETERMINADO	RESISTENTE

Fonte: Adaptado de Brasmax (2022), Nidera Sementes (2021), Monsoy (2021), Tropical Melhoramento & Genética (2021).

As sementes foram previamente tratadas de acordo com as recomendações para a cultura da soja um dia antes do plantio. Para isso utilizou-se Avicta 500 FS, com um volume de 500 mL para cada 100 kg de sementes, visando a proteção contra nematoides, e Grafite. Para inoculação de sementes utilizou-se BIOMAX 10 (200 mL/50 Kg de sementes) contendo *Bradyrhizobium elknii* e BIOMAX Azum contendo *Azospirillum brasilense* (100 mL/50 Kg de sementes).

O controle de plantas daninhas foi realizado quando a capina não foi suficiente para conter o avanço das mesmas, para essas aplicações foram utilizados herbicidas a base de Glifosato (0,6 kg p.c./ha) e Flex (1 L p.c./ha). Já, para o controle de insetos, como, Percevejo-marrom (*Euschistus heros*), Lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*) e Tripes (*Frankliniella schultzei*) foi realizada aplicação de inseticidas com três diferentes grupos químicos: Connect (500 mL p.c./ha), Acefato (1 kg p.c./ha), Upmyl (0,5 L p.c./ha) e Orthene 750 BR (0,5 kg p.c./ha), somente quando estes insetos poderiam causar danos econômicos ao soja.

Durante a condução do experimento não foi realizada a aplicação de fungicidas.

3.2 Avaliação da doença

As avaliações foram realizadas do estágio fenológico um (início do florescimento) até o estágio fenológico cinco (início da formação e enchimento de grãos).

A incidência, definida como a porcentagem de folhas com sintomas da doença, foi determinada indiretamente por meio de estimativas visuais, sua avaliação iniciou-se aos 60 dias após a semeadura, quando ocorreram os primeiros sintomas de oídio. Uma semana depois avaliou-se a severidade, quando a doença já começava a ocupar uma área foliar significativa, e estava presente em todas as parcelas de soja semeadas. Para esta avaliação coletou-se 5 plantas na área útil em cada parcela e avaliou-se dez folhas do terço médio de cada planta para uma posterior média das folhas doentes, essa avaliação repetiu-se três vezes, a cada 15 dias.

Para a avaliação de severidade foi utilizada como base uma escala diagramática, a partir das plantas coletadas em campo, essa escala contou com oito níveis de severidade da doença, dados por: 0,6; 1,5; 3,3; 7,7; 20,1; 27,05; 43,6 e 60% (MATTIAZZI *et al.*, 2003), para avaliar diferentes níveis de severidade de oídio (*Microsphaera diffusa*) nas cultivares.

A partir dos dados coletados das avaliações, também calculou-se a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) dado pela equação: $AACPD = ((Av. 1 + Av. 2)/2 * \text{período da avaliação})$ (ROESE; MELO; GOULART, 2012).

3.3 Avaliação da produtividade

A colheita foi realizada em cinco etapas, de acordo com o ciclo de cada cultivar, como detalhado na Tabela 2, quando a planta já estava no estágio de maturação plena. Para isso foram colhidas duas linhas de cada parcela, desconsiderando as bordaduras e a linha utilizada para avaliação de severidade.

Depois de colhidas, as cultivares permaneceram em uma estufa até a secagem, e então, foram trilhadas com o auxílio da trilhadeira de parcelas. Após trilhadas, as cultivares colhidas foram limpas, para posterior cálculo de produtividade.

Para a avaliação da produtividade das cultivares de soja realizou-se a pesagem das sementes das quatro repetições das cultivares colhidas, para posterior cálculo de produtividade e então foi realizada a comparação dentre elas.

3.4 Análise estatística

Os dados obtidos para severidade e produtividade foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Após significativos, os efeitos de severidade e produtividade foram submetidos ao teste de Duncan, com nível de 5% de probabilidade de erro para comparação múltiplas de médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das três avaliações referentes a severidade de oídio nas cultivares de soja semeadas, os resultados foram analisados através da análise de variância, e então feito o teste de Duncan a nível de 5% de probabilidade de erro.

Durante a primeira avaliação, não ficou visível diferenças significativas para severidade (%) de oídio entre as cultivares analisadas. Contudo a cultivar BMX 50I52 IPRO (RAIO) apresentou maior severidade da doença, com uma percentagem de 5,37%. A cultivar com a segunda maior percentagem de oídio obtida na primeira avaliação foi observada na BMX 55I57 RSF IPRO (ZEUS) (4,72%), e então a cultivar NS 4823 RR (1,48%).

As cultivares que apresentaram uma menor severidade da doença foram: M 6410 IPRO, TMG 7063 IPRO e TMG 7260 IPRO. Com isso foi possível analisar que durante a primeira avaliação, realizada dia 03/12/2021, todas as cultivares apresentaram uma baixa severidade da doença (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de severidade (%) e produtividade de grãos de soja (Kg ha^{-1}) avaliadas em experimento com seis cultivares, dia 03/12/2021, na área experimental da UTFPR, Pato Branco-PR, 2021/2022

Cultivares	Severidade (%)	Produtividade (Kg ha^{-1})
BMX 50I52 RSF IPRO (RAIO)	5,37 a	1653,89 c
BMX 55I57 RSF IPRO (ZEUS)	4,72 ab	1817,78 c
NS 4823 RR	1,48 bc	1740,00 c
M 6410 IPRO	0,87 c	3136,67 a*
TMG 7063 IPRO	0,86 c	2606,67 b
TMG 7260 IPRO	0,72 c	2836,66 ab
CV(%)	95,10	14,15

*: Significativo a 5 % de probabilidade de erro. CV (%): Coeficiente de variação; Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si, segundo o Teste de Duncan.

Fonte: A autoria própria (2022).

Já, durante a segunda avaliação realizada para severidade de oídio, houve uma diferença significativa a nível de 5% de probabilidade de erro, para BMX RAIO e BMX ZEUS, cuja cultivares apresentaram respectivamente, 28,77% e 15, 64% de severidade de doença em campo (Tabela 4).

A partir dos dados obtidos podemos perceber um aumento significativo da doença nessas duas cultivares. As menores percentagens foram apresentadas nas seguintes cultivares: TMG 7063 IPRO (0,86%) e TMG 7260 IPRO (0,72%).

A partir da terceira avaliação obteve-se a média final para severidade da doença e produtividade, como apresentado na Tabela 5.

Pelo Teste de Duncan, foi possível observar que a cultivar BMX RAIO apresentou diferença significativa a 5% considerando os valores médios de severidade da última avaliação. Esta cultivar diferiu estatisticamente, a nível de 5% de probabilidade de erro, das demais cultivares em relação a doença, constatando maior severidade de oídio, chegando a 67,03% da doença.

Tabela 4 – Médias de severidade (%) e produtividade de grãos de soja (Kg ha⁻¹) avaliadas em experimento com seis cultivares, dia 17/12/2021, na área experimental da UTFPR, Pato Branco-PR, 2021/2022

Cultivares	Severidade (%)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
BMX 50I52 RSF IPRO (RAIO)	28,77 a*	1653,89 c
BMX 55I57 RSF IPRO (ZEUS)	15,64 b*	1817,78 c
NS 4823 RR	9,92 c	1740,00 c
M 6410 IPRO	7,22 cd	3136,67 a*
TMG 7063 IPRO	3,74 d	2606,67 b
TMG 7260 IPRO	3,65 d	2836,66 ab
CV(%)	32,01	14,15

*: Significativo a 5 % de probabilidade de erro. CV (%): Coeficiente de variação; Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si, segundo o Teste de Duncan.

Fonte: Autoria própria (2022).

Esta também foi a cultivar que apresentou maior severidade da doença desde a primeira avaliação, ocorrida 70 dias após a semeadura, uma semana após o aparecimento dos primeiros sintomas. Isso fez com que sua produtividade fosse afetada diretamente, ficando como a menor produtividade em Kg/ha dentre as demais, aproximadamente 27,5 sacas ha⁻¹.

Dentre as cultivares com ciclo precoce, a cultivar BMX ZEUS foi a que apresentou maior produtividade, com 1817,78 Kg ha⁻¹, ou seja, 30,30 sacas ha⁻¹.

A NS 4823 RR, mostrou uma menor severidade de oídio, entretanto não obteve uma boa produtividade em termos de sacas ha⁻¹. Esta cultivar obteve a segunda menor produtividade, ficando atrás da BMX ZEUS, porém com maior presença da doença em campo. Sua produtividade ficou em torno de 29 sacas ha⁻¹ e com uma percentagem final de 27,63% de severidade de oídio.

Os melhores resultados em relação a produtividade encontram-se na cultivar M 6410 IPRO, resultando em 3136,67 Kg ha⁻¹, ou seja, 52 sacas ha⁻¹, contudo não foi a mais resistente quanto a doença, mesmo obtendo baixos valores em relação a severidade, na terceira avaliação chegou a uma média de 12,45% de severidade de oídio dentre as plantas avaliadas. O aumento da doença aparentou ser mais regular que as demais.

Outra cultivar que também apresentou uma maior resistência a oídio foi a TMG 7063 IPRO, sendo que esta cultivar obteve a menor percentagem da doença na sua primeira avaliação, aproximadamente 0,72%, já nas demais avaliações houve um aumento de 3,74% e 11,16%, respectivamente. Dentre as cultivares semeadas que apresentaram um ciclo mais tardio a TMG 7063 ficou com a menor produtividade, com aproximadamente 43,4 sacas ha⁻¹.

A cultivar que apresentou menor intensidade da doença em campo foi a TMG 7260 IPRO, apresentando uma média de somente 10,49% de severidade de oídio, na terceira avaliação, 94 dias após o plantio. Contudo sua produtividade (47,3 sacas ha⁻¹) não diferiu significativamente da cultivar M 6410 IPRO.

A partir dos dados referentes as avaliações, também obteve-se o Gráfico 1, mostrando as diferenças de severidade ao longo das três avaliações.

Também realizou-se o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença da doença (AACPD), e para isso utilizou-se as duas primeiras avaliações em relação à severidade,

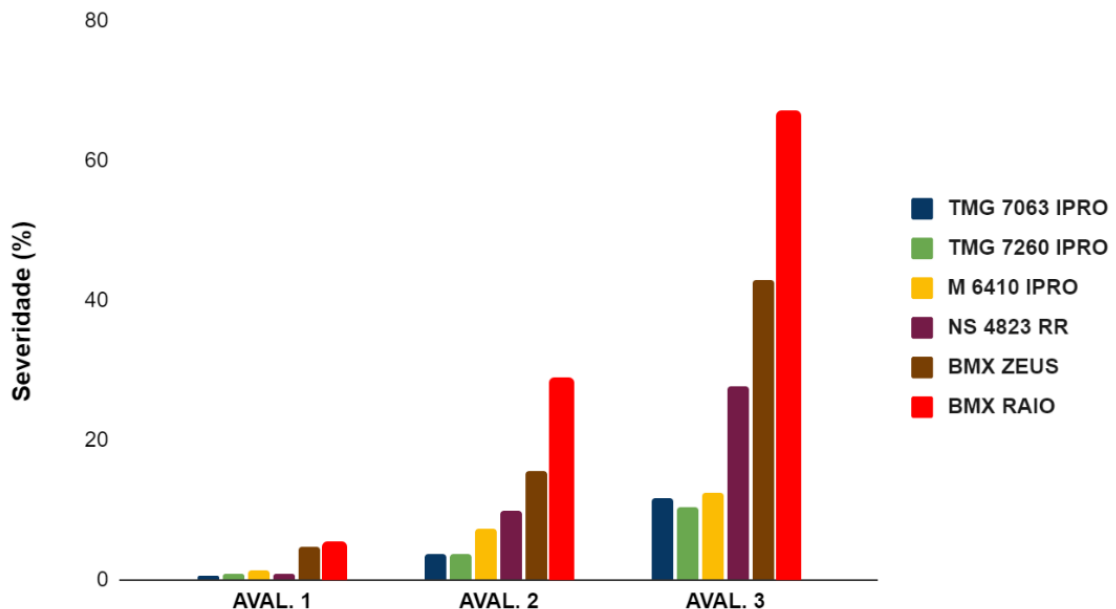
Tabela 5 – Médias de severidade (%) e produtividade de grãos de soja (Kg ha⁻¹) avaliadas em experimento com seis cultivares, dia 30/12/2021, na área experimental da UTFPR, Pato Branco-PR, 2021/2022

Cultivares	Severidade (%)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
BMX 50I52 RSF IPRO (RAIO)	67,03 a*	1653,89 c
BMX 55I57 RSF IPRO (ZEUS)	42,97 b	1817,78 c
NS 4823 RR	27,63 c	1740,00 c
M 6410 IPRO	12,45 d	3136,67 a*
TMG 7063 IPRO	11,17 d	2606,67 b
TMG 7260 IPRO	10,49 d	2836,66 ab
CV(%)	24,31	14,15

*: Significativo a 5 % de probabilidade de erro. CV (%): Coeficiente de variação; Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si, segundo o Teste de Duncan.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 1 – Severidade média de oídio (*Microsphaera diffusa*) analisadas em três épocas em diferentes cultivares de soja



Fonte: Autoria própria (2022).

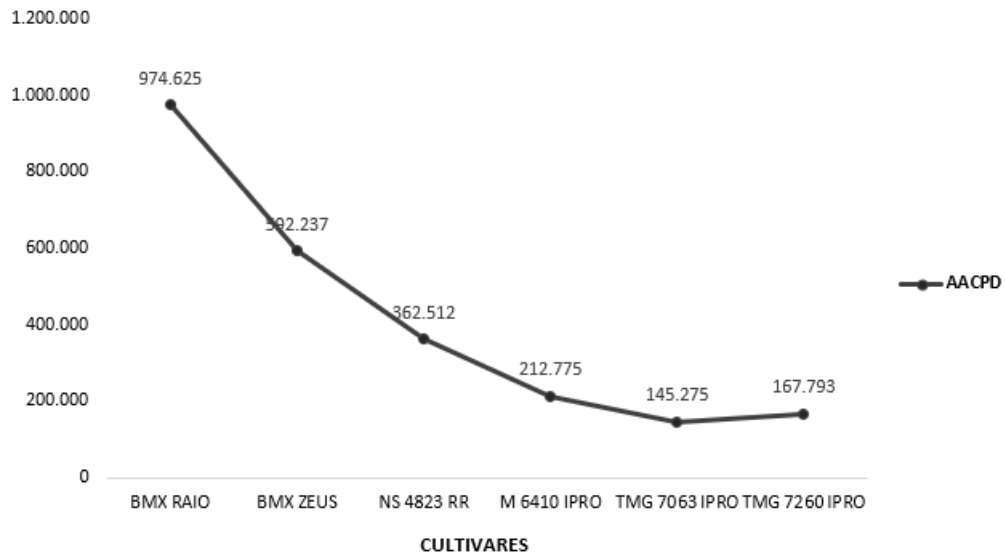
obtidas durante o trabalho, em um intervalo de 15 dias e transformadas então, em porcentagem de severidade de oídio.

Através da média da AACPD e utilizando a fórmula, segundo Roese, Melo e Goulart (2012), AACPD= ((Av. 1+ Av. 2)/2*15), obteve-se a curva para análise do progresso da doença das seis cultivares de soja (Figura 2). Onde constatou-se que as cultivares mais resistentes a doença ao longo das avaliações que puderem ser realizadas foram a TMG 7063 IPRO e TMG 7260 IPRO.

Para produtividade, a cultivar M 6410 IPRO, apresentou ser a melhor, entretanto não diferiu estatisticamente, a nível de 5% de erro, da TMG 7260 IPRO.

Além da doença foliar ocasionada pelo oídio, houve também um período de seca entre novembro e dezembro ocorrido no município de Pato Branco – PR (Tabela 6), sendo este, um

Figura 2 – Curva da AACPD das diferentes cultivares de soja analisadas em três épocas em diferentes cultivares de soja



Fonte: Autoria própria (2022).

dos fatores que colaboraram para um menor rendimento de grãos das seis cultivares e uma perda considerável na produtividade.

Tabela 6 – Precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa (%) e temperatura média (°C) do município de Pato Branco-PR, 2021/2022

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	UMIDADE RELATIVA (%)	TEMP. MÉDIA (°C)
Setembro	5,73	70,83	20,18
Outubro	8,17	77,26	19,08
Novembro	2,62	71,67	21,60
Dezembro	0,39	60,22	23,99
Janeiro	5,26	71,81	23,90

Fonte: Autoria própria (2022).

Devido a temperatura amena e a crise hídrica ocorrida na primavera, o oídio esteve presente em todas as cultivares semeadas, entretanto em intensidades visivelmente diferentes entre elas.

Contudo também deve ser considerada as doenças ocorridas no final do ciclo, como a Seca da haste e da vagem (*Phomopsis spp.*), que foi ocasionada devido a ocorrência de maior incidência de chuva e a alta temperatura, atacando principalmente as vagens das cultivares e reduzindo o peso de grãos, principalmente cultivares de ciclo precoce (Figura 3).

Figura 3 – Presença de Seca da haste e da vagem (*Phomopsis spp.*) na cultivar de soja analisadas em três épocas em diferentes cultivares de soja



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONCLUSÃO

As cultivares de soja avaliadas mostraram diferentes níveis de resistência e severidade quanto a doença denominada oídio (*Microsphaera diffusa*). A cultivar mais suscetível a doença foi a BMX RAI0, porém em relação a produtividade não houve diferença estatística das cultivares BMX ZEUS e NS 4823 RR. A TMG 7260 IPRO foi a cultivar que apresentou maior resistência quanto a doença, contudo não houve diferença estatística quanto a M 6410 IPRO e TMG 7063 IPRO.

Em relação a produtividade a M 6410 IPRO foi a melhor quanto a sacas por hectare. As cultivares que apresentaram menor incidência e severidade da doença, e conseqüentemente maior produtividade, foram as cultivares com ciclo mais tardio (M 6410 IPRO, TMG 7063 IPRO e TMG 7260 IPRO) e as cultivares com ciclo precoce (BMX RAI0, BMX ZEUS e NS 4823 RR) apresentaram maior percentagem da doença em campo, e conseqüentemente, menor produtividade, sem diferenças significativas entre si.

REFERÊNCIAS

- BLUM, L. E. B. *et al.* Fungicidas e misturas de fungicidas no controle do oídio da soja. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/nZVDxt86BWpg8JNhMtVWjxh/?lang=pt#>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- BRASIL, S. d. O. S. *et al.* Resistência de plantas no controle de oídio: um levantamento de cultivares de soja no Brasil. **Revista Científica Rural**, Bagé, p. 188–202, 2018. ISSN 1413-8263 2525-6912.
- Brasmax. **Cultivares selecionadas para o máximo rendimento — BRASMAX Genética — Cultivares selecionadas para o máximo rendimento**. 2022. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- CARNEIRO, G. E. d. S. *et al.* Cultivares de soja. Macrorregiões 1, 2 e 3 - Centro-Sul do Brasil. **Embrapa Soja**, p. 60, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114394/1/Cultivares-de-soja-macrorregioes-1-2-e-3-centro-sul-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- Embrapa. Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2007. **Embrapa Soja. Sistemas de Produção**, n. 11, p. 177–179, 2006. ISSN 1677-8499. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/469686/1/tpsoja2007.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- Embrapa. **Dados econômicos - Portal Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- Embrapa. **Soybean - Portal Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/cultivar/soja>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- EMBRAPA, S. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 2000/01**. 145. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/449646/1/doc145.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- GAI, R. P. **Resposta de cultivares de soja a programas de controle de doenças**. 2013. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- GODOY, C. V. Atualizações no controle de doenças foliares na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 41, p. 2, 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119668/1/Atualizacoes-no-controle-de-doencas-foliares-na-cultura-da-soja1.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- GODOY, C. V. *et al.* **Doenças da Soja**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2. (Manual de Fitopatologia, 67). ISBN 978-85-318-0053-5.
- IGARASHI, S. *et al.* Danos causados pela infecção de oídio em diferentes estádios fenológicos da soja. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 245–250, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/wVGKLGVN9mt3t47xWYhQGjc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- KNEBEL, J. L. *et al.* Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. **Acta Sci. Agron**, v. 28, n. 3, p. 385–392, 2006. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/962/478>. Acesso em: 12 jul. 2021.

- LG Sementes. **Produtos | LG Sementes**. 2021. Disponível em: <https://www.lgsementes.com.br/produtos>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- LOHNES, D.; NICKELL, C. Effects of powdery mildew alleles Rmd-c, Rmd, and rmd on yield and other characteristics in soybean. **Plant disease**, University of Illinois, p. 299–301, 1994. ISSN 0191-2917. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1994Articles/PlantDisease78n03_299.PDF. Acesso em: 12 jul. 2021.
- MATTIAZZI, P. *et al.* Escala diagramática para avaliação da severidade do oídio em soja. In: . Londrina: Embrapa soja, 2003. p. 168. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/463960>. Acesso em: 09 ago. 2021.
- MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de Fitopatologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Agronomia–Área de Fitossanidade, 2001.
- Monsoy. **Produtos para Sementes | Agro Bayer**. 2021. Disponível em: https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-do-campo/sementes?utm_source=google&utm_medium=search&utm_campaign=BR_PT_BLAB-search-INST-ESSENCIAIS-DO-CAMPO-SEMENTES_IMPULSO_traffic_INSTITUTIONAL_X_always-on_allregions&utm_content=201344_txt_deskmob_sementes_texto&gclid=EAlaIqobChMlqtTBm_y48gIVQWxvBB16rA9_EAAYASAAEgK_avD_BwE. Acesso em: 17 ago. 2021.
- Nidera Sementes. **Sementes de soja Nidera**. 2021. Disponível em: <https://www.niderasementes.com.br/soja/>. Acesso em: 31 jul. 2021.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. C.; REIS, A. C. **Doenças da soja**. Passo Fundo: Berthier: [s.n.], 2012. (Oídio, Cap. 3). ISBN 978-85-7912-082-4.
- ROESE, A. D.; MELO, C. L. P. d.; GOULART, A. C. P. Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 4, p. 300–305, 2012. ISSN 0100-5405. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052012000400005&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 11 jul. 2022.
- SOARES, R. M. **A importância da resistência de cultivares contra as doenças**. 2017. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/11/21/importancia-da-resistencia-de-cultivares-contras-doencas/>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. Estudo do clima do município de Pato Branco, Paraná. v. 3, n. 4, 2008. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/287>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- TOIGO, S. *et al.* Controle químico do oídio na cultura da soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 491–496, 2008. Disponível em: [file:///E:/UTFPR/Dialnet-ControlQuimicoDoOidioNaCulturaDaSoja-2906112%20\(1\).pdf](file:///E:/UTFPR/Dialnet-ControlQuimicoDoOidioNaCulturaDaSoja-2906112%20(1).pdf). Acesso em: 12 jul. 2021.
- Tropical Melhoramento & Genética. **Cultivares de soja**. 2021. Disponível em: <https://www.tmg.agr.br/ptbr/cultivares/soja>. Acesso em: 31 jul. 2021.
- YORINORI, J. T. Doenças da soja no Brasil. In: **Producción de soja**. Montevideu: Dr. Juan P. Puignau, 1992. p. 187–194. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sowgAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PA187&dq=doen%C3%A7as+da+soja+no+Brasil+de+Yorinori&ots=v1zwC0FJlg&sig=LyxakGhxeGnWHK3rpgYJeXlfo9w#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 12 jul. 2021.

YORINORI, J. T. **Oídio da soja**. 59. ed. Paraná: Embrapa Soja, 1997. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/462060/1/comTec059.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.