

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**VINÍCIUS DE BITENCOURT BEZ BATTI**

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DA TECNOLOGIA INOX NO CULTIVO  
DE SOJA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2016**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**VINÍCIUS DE BITENCOURT BEZ BATTI**

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DA TECNOLOGIA INOX NO CULTIVO  
DE SOJA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2016**

VINÍCIUS DE BITENCOURT BEZ BATTI

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DA TECNOLOGIA INOX NO CULTIVO  
DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Dr. Giovani Benin Coorientador:  
Profª. Drª. Rosângela Dallemole Giaretta

PATO BRANCO

2016

**Bitencourt Bez Batti, Vinícius**  
**VIABILIDADE AGRONÔMICA DA TECNOLOGIA INOX™ NO CULTIVO**  
**DE SOJA/ Vinícius de Bitencourt Bez Batti.**  
Pato Branco. UTFPR, 2016  
52 f. : il. ; 30 cm

**Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin**  
**Coorientador: Prof. Dr. Rosângela Dallemole Giaretta**  
**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade**  
**Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,**  
**2016.**  
**Bibliografia: f. 50-54**

**1. Agronomia. 2. Glycine max. 3. Ferrugem asiática da soja. I. Benin,**  
**Giovani. II. Giaretta, Rosângela Dallemole. III. Universidade Tecnológica**  
**Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Viabilidade Agronômica da**  
**Tecnologia INOX™ no Cultivo de Soja**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DA TECNOLOGIA INOX NO CULTIVO DE SOJA**

por

**VINÍCIUS DE BITENCOURT BEZ BATTI**

Monografia apresentada às 15 horas 30 min. do dia 24 de agosto de 2016 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosângela Dallemole Giaretta**  
UTFPR

**Eng. Agr. Anderson Simionato Milioli**  
UTFPR

**Prof. Dr. Giovani Benin**  
UTFPR  
Orientador

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

A minha família, Vanderlei, Eliana e Vitória, além de minha companheira Natalia, lhes dedico este trabalho como prova de retribuição ao apoio e amor a mim conferidos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por conferir-me saúde, em seguida agradeço minha família, por conferir-me instrução e condições de executar meus estudos e trabalho.

A família Gnoatto por disponibilizar área e ferramentas para a execução deste trabalho. Em especial a minha companheira Natalia Gnoatto, incentivadora e auxiliar de coleta de dados.

Agradeço meus mestres, meus mentores técnicos, em especial Giovani Benin, grande inspirador deste trabalho. A Rosângela Dallemole Giaretta e Anderson Simionato Milioli, pelo tempo dedicado a melhorar este trabalho, ofertando apoio nas correções e repassando sua experiência a fim de enriquecer este trabalho.

Meus amigos pelo apoio técnico e trabalho.

A Tropical Melhoramento e Genética, em especial a Fernando Borges, pela atenção e conhecimentos repassados.

A Nidera Sementes, em especial a Hemerson Lubian.

A Lavoura S/A por fornecer material para pesquisa.

Se fracassar, ao menos que fracasse ousando grandes feitos, de modo que a sua postura não seja nunca a dessas almas frias e tímidas que não conhecem nem a vitória nem a derrota.

Theodore Roosevelt.



## RESUMO

BEZ BATTI, Vinícius de Bitencourt. Viabilidade agronômica da tecnologia inox no cultivo de soja. 29 f. Projeto do trabalho de conclusão de curso (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

A cultura da soja (*Glycine max*) é constantemente ameaçada pelo complexo de doenças que acometem a produção. Entre estas doenças está a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Em função da necessidade de controlar a doença, diversas empresas, através de seus programas de melhoramento genético, buscam cultivares com níveis superiores de tolerância, ou até mesmo, resistência à ferrugem asiática da soja. Diante disso, surgiu a tecnologia INOX™, que promove através da ação de genes, uma reação de hipersensibilidade dos tecidos em reação à infecção da doença. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a viabilidade agronômica desta tecnologia, através de diferentes intervalos de aplicação de fungicidas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, e os tratamentos foram dispostos em fatorial 4 x 4 (cultivares de soja x formas de aplicação de fungicidas). Foram utilizadas as cultivares, FUNDACEP 66 RR™ e NS 5000 RR PRO™, que não possuem resistência a doença, e as cultivares TMG 7262 Inox™ RR™ e 7062 Inox™ Intacta RR2 PRO™, que possuem resistência a ferrugem asiática. Foram utilizados quatro tratamentos experimentais. No primeiro tratamento (T1) denominado de controle, não foi realizada a aplicação de fungicidas, apenas inseticidas conforme necessidade, baseada na manifestação dos insetos praga, no campo produtivo, sendo que nos demais tratamentos, as aplicações de inseticidas obedeciam ao mesmo critério de manejo, aplicando-se inseticidas em todo o experimento, manejados da mesma forma. O segundo tratamento (T2), consistiu na aplicação do fungicida ELATUS™ (AZOXISTROBINA e BENZOINDIFLUPIR), na dosagem de 200 gramas de produto comercial por hectare, utilizando volume de calda de aplicação de 200 litros por hectare. A aplicação foi realizada no início do estágio reprodutivo da cultura, momento anterior ao fechamento das ruas de semeadura, onde as folhas do terço inferior da cultura encontravam-se com as folhas da planta da linha ao lado. O manejo do terceiro tratamento (T3), é idêntico ao tratamento T2, no entanto o intervalo de aplicação foi de 21 dias, obedecendo o critério de intervalo fixo, da mesma maneira, até o estágio

R5.4. Por fim, o manejo do quarto tratamento (T4), idêntico ao segundo e ao terceiro tratamentos, apenas deixando o intervalo de aplicação sem escala fixa, obedecendo o critério de aplicação conforme a pressão de inoculo e manifestação de condições ideais para a reprodução do patógeno. A produtividade de grãos variou de 1259,68 Kg, no tratamento testemunha (T1) da cultivar NS 5000, até 3297,96 Kg no tratamento 4 da cultivar TMG 7262. Identifica-se diferença na produtividade entre o tratamento testemunha com os demais, onde houve a aplicação de fungicida, nas cultivares que não possuem a Tecnologia INOX™, Fundacep 66 e NS 5000. Não houve diferenciação estatística nas médias de produtividade, em função da aplicação de fungicidas e dos diferentes intervalos de aplicação, 14 ou 21 dias em intervalo fixo, nas cultivares com a Tecnologia INOX™. Comprovando que na safra 2015/2016, nas condições edafoclimáticas semelhantes ao experimento, a tecnologia INOX™ demonstrou-se eficiente para o controle de ferrugem asiática da soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max*. Ferrugem asiática da soja, Tecnologia INOX™.

## ABSTRACT

BEZ BATTI, Vinicius Bittencourt. Agronomic viability of INOX™ technology in soybean cultivation. 29 f. Project completion of course work (Agronomy Course), Technological University Federal of Parana. Pato Branco, 2016.

The soybean (*Glycine max*) is constantly threatened by complex diseases that affect production. Among these diseases is Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*). Because of the need to control the disease, several companies, through their breeding programs seek cultivars with higher levels of tolerance or even resistance to Asian soybean rust. Therefore, the INOX™ technology has emerged, which promotes through the action of genes, a fabric of hypersensitivity reaction in response to the infection of the disease. This study was conducted to evaluate the agronomic feasibility of this technology through different fungicide application intervals. The experimental design was a randomized block design with three replications, and the treatments were arranged in a factorial 4 x 4 (soybean cultivars x fungicides application forms). cultivars, FUNDACEP 66 RR™ and NS 5000 RR PRO™, which have no resistance to disease were used, and the TMG cultivars 7262 Inox™ RR™ and 7062™ Stainless Intact RR2 PRO™, which have resistance to soybean rust. Four experimental treatments were used. In the first treatment (T1) called control was not carried out the application of fungicides, only insecticides as needed, based on the manifestation of insect pests in the production field, with the other treatments, insecticide applications followed the same management criteria by applying insecticides throughout the experiment handled similarly. The second treatment (T2) consisted in applying the fungicidal elatus™ (AZOXYSTROBIN and BENZOINDIFLUPIR) at a dose of 200 grams per hectare of commercial product using spray application volume of 200 liters per hectare. The application was done at the beginning of the reproductive stage of culture time prior to the closing of sowing streets, where the leaves from the lower third of culture met with the line leaves of the plant next. The treatment management of the third (T3) is identical to T2, however application treatment interval was 21 days, following a fixed interval criterion, in the same way until the stage R5.4. Finally, management of the fourth treatment (T4) identical to the second and third treatments, leaving only without fixed scale application interval, following the application criteria according to inoculate pressure and expression of ideal conditions for the reproduction of the pathogen. The grain yield ranged from 1259.68 kg in the control treatment (T1) of the cultivar NS 5000 until 3297.96 kg in the treatment 4 cultivar TMG 7262. It identifies difference in productivity between the control treatment with the other, where there fungicide, in cultivars lacking the INOX™ technology, Fundacep 66 and NS 5000. There was no statistical difference in the averages, depending on the application of fungicides and different application ranges, 14 or 21 days interval fixed, in cultivars with INOX Technology™. Proving that the crop 2015/2016, at conditions similar to the experiment, the INOX™ technology was efficient for soybean rust control soybean.

**Keywords:** *Glycine max*. Asian soybean rust, INOX Technology™.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Ingredientes ativos, severidade, porcentagem de controle em relação à testemunha, produtividade de grãos e redução de produtividade para os diferentes tratamentos. Média de 21 ensaios para severidade e de 26 ensaios para produtividade. Safra 2014/15
- Tabela 2** - Resultados da análise química do solo Análise físico-química de solo. M.O. obtida por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich -1; pH em Ca.Cl 1:2,5. Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCL 1 mol/L-1. Fonte: Laboratório de Análise de Solo, UTFPR Câmpus Pato Branco, 2015.
- Tabela 3** – Médias de temperatura máxima e temperatura mínima em Graus Celsius (°C) e precipitação em milímetros registradas no município de Pato Branco – PR, entre os meses de novembro e março. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016. Fonte: Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (2016).
- Tabela 4** – Descrição das cultivares, obtentor, ciclo, hábito de crescimento biotecnologias inseridas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016.
- Tabela 5** – Descrição dos tratamentos. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016.
- Tabela 6** – Graus de liberdade (GL), Quadrados médios da análise de variância de um experimento bifatorial (4 cultivares de soja X 4 tratamentos de fungicidas) conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com a cultura do soja, para as variáveis: Altura de planta (AP); Altura de inserção de primeira vagem (AIPV); Vagens por planta (VP); Grãos por vagem (GPV); Grãos por planta (GPP). Pato Branco – PR, 2015/2016.
- Tabela 7** – Graus de liberdade (GL), Quadrados médios da análise de variância de um experimento bifatorial (4 cultivares de soja X 4 tratamentos de fungicidas) conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com a cultura do soja, para as variáveis: Produtividade de grãos (PG); Peso hectolitro (PH); Peso de mil sementes (PMS). Pato Branco – PR, 2015/2016.
- Tabela 8** – Produtividade em quilogramas por hectare. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 9** – Peso de mil sementes em gramas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 10** – Peso Hectolitro dos grãos. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 11** – Número de grãos por planta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 12** – Número de legumes por planta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 13** – Número de grãos por legume. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 14** – Altura de inserção de primeira vagem. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 15** – Altura de planta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016
- Tabela 16** – Massa verde de raiz; massa verde de parte aérea; massa seca de raiz; massa seca de parte aérea; comprimento de raiz e comprimento de parte aérea. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

**Tabela 17** – Quadro da análise da germinação e envelhecimento acelerado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

**Tabela 18** – Germinação e envelhecimento acelerado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

TMG	Tropical Melhoramento e Genética
NS	Nidera Sementes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
SEAB	Secretaría da Agricultura e Abastecimento do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

™ Trade Mark (Marca Registrada)

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	4
2 OBJETIVOS .....	6
2.1 GERAL.....	6
2.2 ESPECÍFICOS.....	6
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
3.1 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.....	7
3.2 TECNOLOGIA INOX™ .....	9
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL .....	14
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	14
4.3 CARACTERES A SEREM AVALIADOS .....	19
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22
6 CONCLUSÕES.....	32
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	35



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), pertence a família Fabaceae, gênero *Glycine*, sendo reconhecida como uma das dez culturas de maior importância econômica em nível mundial, por ser uma das principais fontes de concentrados proteicos e de óleo vegetal (DÍAZ et al., 1992).

Excelente fonte proteica para alimentação humana e animal, dos grãos são extraídos produtos e subprodutos como óleo, lecitina e farelo, que são de grande importância para a indústria. Além disso, apresenta características químicas e nutricionais que a qualificam como um alimento funcional, sendo importante também no tratamento preventivo e terapêutico de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e sintomas da menopausa (DANTAS et al., 2009).

Seu centro de origem está localizado no leste da Ásia, mais especificamente na China (HIROMOTO & VELLO 1986). A partir do continente asiático, a cultura se expandiu para outras partes do mundo, disseminando-se, posteriormente, para a América do Norte, Europa e América do Sul (BONETTI, 1981).

A cultura foi introduzida no Brasil no início do século XX e seu cultivo em escala comercial ocorreu a partir da década de 1940, no Estado do Rio Grande do Sul. A partir da década de 1960, expandindo-se em área plantada, sendo cultivada em sistema de rotação com a cultura do trigo. Tornou-se uma das principais culturas do país, quando foram elaborados incentivos para a ocupação dos cerrados (ALVES et al., 2003).

O melhoramento genético contribuiu para a melhoria de diversos caracteres agrônômicos da cultura. Características importantes foram manipuladas geneticamente, com o período juvenil, hábito de crescimento, ciclo, resistência a doenças e pragas, tolerância ao complexo de acidez no solo e fixação simbiótica de nitrogênio (TOLEDO et al., 2006).

Diversos outros avanços, nas áreas de fitopatologia, entomologia e biotecnologia auxiliaram na construção de um cenário de elevação na produtividade média de soja no país, que saltou de seu primeiro milhão de toneladas, no período de 1965/69 (KASTER e BONATO, 1981), para um total de 96,24 milhões de toneladas, na safra 2014/2015 (CONAB, 2015).

Entretanto, o potencial produtivo alcançado pelos programas de melhoramento genético e as melhorias nas práticas de manejo, são constantemente ameaçados pelo complexo de doenças que acometem a produção (ARIAS, 2004).

A cultura da soja é afetada por 47 doenças já relatadas, causando um prejuízo anual de aproximadamente um bilhão de dólares (YORINORI, 1997). Entre estas doenças estão às ferrugens, denominadas ferrugem americana (*Phakopsora meibomiae*) e ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) (ONO et al., 1992).

Em função da necessidade de controlar a doença, diversas empresas, através de seus programas de melhoramento genético, buscam cultivares com níveis superiores de tolerância, ou até mesmo, resistência à ferrugem asiática da soja.

Diante disso, na safra de 2008/2009, a Fundação de Apoio à pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT) e a empresa Tropical Melhoramento e Genética (TMG), disponibilizaram para sementeiros a primeira cultivar com a tecnologia INOX™, que promove através da ação de genes, uma reação de hipersensibilidade dos tecidos em reação à infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. As cultivares foram disponibilizadas para produtores na safra 2009/2010 (FREITAS, 2011).

Com o advento de novas tecnologias disponíveis aos produtores de soja, em muitos casos, devido à falta de informação, ocorrem determinados equívocos quanto ao correto emprego dessas inovações nos sistemas de produção. Esses erros gerenciais se dão em grande maioria, pelo apelo de marketing de empresas do ramo agrícola, o que acaba por confundir alguns produtores e até mesmo a assistência técnica. No caso da tecnologia inox, a contratação desta, subentende a não necessidade da realização de aplicações de fungicidas.

Desta forma, este trabalho se propõe a estudar diferentes intervalos e estádios de aplicação de fungicidas, em cultivares com a tecnologia INOX™, em comparação a cultivares sem esta tecnologia, convalidando a sua viabilidade agrônômica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar a viabilidade agronômica da tecnologia INOX™ através de diferentes intervalos de aplicação de fungicidas, nas condições edafoclimáticas do município de Pato Branco-PR.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Comparar o desempenho agronômico das cultivares INOX™ (TMG 7062 e TMG 7262), com as cultivares FUNDACEP 66 e NS 5000, que não possuem os genes Rpp que conferem a reação de hipersensibilidade à ferrugem asiática;
- Comparar a suscetibilidade das cultivares à ferrugem asiática, baseando-se na análise visual dos níveis de severidade da doença;
- Definir quais dos componentes de rendimento são mais afetados pela manifestação de *Phakopsora pachyrhizi*;

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA

A ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) foi relatada pela primeira vez em 1899, na China (TAI, 1979), e em 1902 no Japão (BROMFIELD e HARTIWIG, 1980). A doença também foi detectada em outros países no continente asiático, nas primeiras décadas do século XX, causando perdas de 10 a 80% na produtividade (BROMFIELD, 1984).

Na década de 1990, a ferrugem asiática chegou ao continente africano, atingindo primeiramente os países próximos à fronteira com a Ásia e avançando para os países meridionais do continente, até atingir a África do Sul em 2001 (KAWUKI et al., 2004).

A primeira detecção deste patógeno na América foi no ano de 1970, em Lavras, no Estado de Minas Gerais, Brasil (DESLANDES, 1979). Estudos moleculares da época, já identificavam as duas espécies de *Phakopsora*, *P. pachyrhizi*, descrita por HARTMAN et al. (1997), como mais agressiva e *P. meibomiae*.

Porém apenas na safra 2000/01, foram detectadas epidemias severas causadas por *P. pachyrhizi* na América do Sul, inicialmente no Paraguai, em seguida no Brasil na safra 2001/02, nas regiões do sul do Estado de Goiás, no Mato Grosso, norte do Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul (YORINORI et al., 2005).

O agente causal da ferrugem asiática da soja, *P. pachyrhizi*, pertence à classe dos Basidiomycetes, ordem Uredinales, família Phakopsoraceae e ao gênero *Phakopsora* (REIS et al., 2006).

O fungo é considerado biotrófico ou parasita obrigatório, portanto, depende nutricionalmente dos tecidos vivos do hospedeiro, ou seja, da célula viva, de onde extrai os nutrientes essenciais a suas atividades vitais, apresentando assim, menor número de oportunidades ou mecanismos para sobrevivência do que os fungos necrotróficos, os quais não necessitam de tecido vivo (REIS et al., 2006).

Em função disso, nos períodos de entressafra, o fungo sobrevive em plantas hospedeiras secundárias, como por exemplo, Trevo (*Alysicarpus vaginalis*) e

Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (REIS et al. 2006), e os esporos secos são disseminados pelo vento (MAUDE, 1996).

Caracterizado morfológicamente por ONO et al. (1992), através de telia com 2 a 7 camadas, parede de cor pálida, marrom-amarelada e descolorida, aproximadamente 1 µm de espessura, levemente espessada (-3 µm) apicalmente nos esporos superiores; esporos anamorfos (uredinósporos) com 18-34 x 15-24 µm.

Seu ciclo de vida é descrito, normalmente em duas fases, uredinal e telial. Os soros uredinais são anfígenos, com maior proporção na face da abaxial da folha, estes se agrupam, formando grupos de lesões amareladas. As télias possuem coloração castanha, subepidérmicas, não erupentes, possuindo de 2 a 7 esporos na camada interna (ONO et al., 1992). BROMFIELD (1992) destaca que o papel do teliósporo no ciclo de vida do fungo *P. pachyrhizi* é desconhecido, entretanto, em termos de classificação das espécies, essa estrutura é de grande valor. O fungo *P. pachyrhizi* tem a capacidade de infectar as plantas de soja em temperaturas entre 15 e 28°C, com 6 a 12 horas de molhamento foliar (MELCHING et al., 1989).

O processo infeccioso inicia-se na germinação dos urediniósporos, através da formação de tubo germinativo, havendo a formação de um apressório, que facilita a penetração da hifa, ocorrendo a penetração diretamente através da epiderme. A penetração da célula epidermal ocorre 6 horas após a inoculação, ocorrendo a formação de lesões angulares ocorre em função do crescimento das hifas serem restritas às nervuras da folha (REIS et al., 2006).

São considerados fatores importantes para a infecção temperaturas de 15° a 28°C, umidade relativa de 75%-80%, com precipitação e longos períodos de umidade da folha. A umidade é essencial para a germinação de urediniósporos e seu desenvolvimento (KOCHMAN, 1979).

A formação das urédias ocorre por uma agregação de hifas, formando o primórdio uredial (ZAMBENEDETTI, 2005). O período latente pode durar 14 dias em temperaturas de 7 a 17° C, nove dias em temperaturas de 17 a 27°C e 11 dias em temperaturas de 22 a 32°C (KOCHMAN, 1979).

Os sintomas da ferrugem podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura, se manifestando em cotilédones, folhas, hastes, sendo mais comumente identificados nas folhas. Inicialmente são visualizadas pequenas pontuações de coloração escura, com protuberância (urédia) na face inferior a folha.

Progressivamente, as urédias adquirem coloração castanho-claro a castanho-escuro, abrindo-se um poro por onde são liberados os uredósporos. Os quais se tornam bege, acumulam-se no redor dos poros ou são carregados pelo vento (TECNOLOGIA..., 2008).

O custo causado por *P. pachyrhizi* no Brasil, desde as primeiras epidemias severas até a safra de 2007/08, foi estimado aproximadamente US\$ 10,1 bilhões, incluindo as perdas em produção, arrecadação e o custo com o controle dessa doença (Consortio Antiferrugem, 2008).

Por todos estes fatores, a ferrugem asiática da soja é considerada uma das doenças mais destrutivas, causando maiores danos em plantas da família Fabaceae (REIS et al., 2006). No Brasil, há relatos de 100% de dano, como no caso de um cultivo de safrinha em Chapadão do Sul, no estado do Mato Grosso do Sul (ANDRADE e ANDRADE, 2002).

A incidência da doença no período vegetativo foi reduzida a partir das recomendações de semeadura no início da época recomendada, e com a redução do inóculo na entressafra, devido à adoção do “vazio sanitário” a partir do ano de 2006. O vazio sanitário consiste em um período de 60 a 90 dias, onde se mantém lavouras sem a presença de soja na entressafra, medida adotada pelos principais estados produtores (GODOY et al., 2009).

Além do controle químico, da adoção do vazio sanitário e do plantio antecipado, o uso de cultivares de ciclo precoce, com arquitetura mais ereta e uso de variedades resistentes, são outras medidas importantes de manejo da doença. O cultivo de variedades resistentes ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*, compreende a melhor alternativa para o controle dessa doença, devido à redução dos custos de produção, à facilidade de manejo e ao menor impacto ambiental (ARIAS et al., 2008; GARCIA et al., 2008).

### 3.2 TECNOLOGIA INOX™

O progresso no padrão tecnológico, na agricultura brasileira, pode ser percebido, pelo acúmulo de capital e o crescimento da demanda por insumos modernos, como aumento do número de tratores de rodas, principalmente durante os anos 70 (BARROS, 1999), maior frequência do uso de fertilizantes e defensivos

agrícolas, uso intensivo das terras e novas técnicas de cultivos, adaptadas ao clima e solo brasileiro.

Além do apelo econômico, existe a problemática que envolve o uso de agroquímicos e a qualidade de vida no meio rural. Tecnologias como a INOX™, que podem levar a redução do uso de agroquímicos, mais especificamente fungicidas, promovem a menor exposição do produtor a tais produtos tóxicos.

Isso se dá em função da menor necessidade de aplicações de fungicidas nos cultivos, graças a sua característica genética de hipersensibilidade ao patógeno causador da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizie*).

Caso se comprove que esta tecnologia promova uma menor necessidade de aplicações de fungicidas no ciclo produtivo de soja nas condições edafoclimáticas do sudoeste do Paraná, poderão ser observados resultados não apenas do ponto de vista econômico, mas também, na saúde e qualidade de vida dos produtores e consumidores de derivados de soja.

A necessidade de promover alternativas ao uso de fungicidas baseia-se não apenas na sua toxicidade, mas também na perda de eficiência que este método vem demonstrando ao longo do tempo (EMBRAPA SOJA, 2015). Essa perda de eficiência tem sido associada à seleção de biótipos do fungo menos sensíveis aos princípios ativos dos fungicidas. Na tabela 1, pode ser observada a eficiência de diferentes ingredientes ativos de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja.

**Tabela 1** – Ingredientes ativos, severidade, porcentagem de controle em relação à testemunha, produtividade de grãos e redução de produtividade para os diferentes tratamentos. Média de 21 ensaios para severidade e de 26 ensaios para produtividade. Safra 2014/15.

Tratamento / Ingrediente ativo	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Severidade (%)	Controle (%)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Redução de Produtividade (%)
Testemunha	-	76,9 a	0	2278 j	40
Tebuconazol	100	63,0 b	18	2455 hi	34
Ciproconazol	30	56,4 d	27	2632 fg	28
Azoxistrobina <sup>1</sup>	50	59,8 c	22	2435 i	35
Azoxistrobina + Ciproconazol <sup>2</sup>	60+24	45,6 e	41	2764 e	23
Picoxistrobina + Ciproconazol <sup>3</sup>	60+24	32,3 f	58	2873 d	20
Trifloxistrobina + Protioconazo <sup>4</sup>	60+70	19,7 i	74	3237 b	7
Picoxistrobina + Tebuconazol <sup>1</sup>	60+100	27,4 g	64	2929 d	18
Piraclostrobina + Fluxapiroxade <sup>5</sup>	116,55 + 58,45	27,3 g	64	3078 c	13

Azoxistrobina + Benzovindiflupir <sup>2</sup>	60+30	13,6 j	82	3448 a	0
Azoxistrobina + Ciproconazol <sup>1,6</sup>	60+24	44,4 e	42	2709 ef	25
Azoxistrobina + Tebuconazol <sup>1,7</sup>	62,5+120	56,2 d	27	2582 g	30
Azoxistrobina + Tebuconazol <sup>1,7</sup>	60+100	57,2 d	26	2555 gh	31
Piraclostrobina + Epoxiconazol + Fluxapiraxade <sup>5,7</sup>	64,8 + 40 + 40	23,7 h	69	3135 bc	11
Bixafen + Protioconazol + Trifloxistrobina <sup>4,7</sup>	62,5 + 87,5 +75	18,4 i	76	3361 a	3
C.V. (%)	-	8,9	-	7,8	-

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).  
<sup>1</sup>Adicionado Nimbus 0,5% v/v; <sup>2</sup>Adicionado Nimbus 0,6 L ha<sup>-1</sup>; <sup>3</sup>Adicionado Nimbus 0,75 L ha<sup>-1</sup>;  
<sup>4</sup>Adicionado Aureo 0,25% v/v; <sup>5</sup>Adicionado Assist 0,5 L ha<sup>-1</sup>; <sup>6</sup>RET II; <sup>7</sup>RET III. Fonte: Adaptado de GODOY et al. (2015). Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Embrapa Soja. Londrina, PR. Julho, 2015.

Como podem ser observados, os produtos mais comumente utilizados para o controle da ferrugem têm apresentado baixa eficiência, restando poucos ingredientes ativos que apresentam elevado controle (Tabela 1).

Em função da necessidade de buscar alternativas eficientes para o controle da ferrugem asiática, os programas de melhoramento genético tem buscado identificar genes que conferem resistência à doença em parentais silvestres da cultura atualmente.

As cultivares com resistência à ferrugem asiática apresentam lesões diferenciadas das lesões observadas em cultivares suscetíveis. As reações de susceptibilidade são caracterizadas por lesões marrons-claras (TAN) e as reações de resistência, ou reações de hipersensibilidade ao fungo, são caracterizadas por lesões marrons-avermelhadas (RB Reddish-Brown) (GOELLNER et al., 2010).

As lesões TAN apresentam, em geral, de duas a cinco urédias por lesão, e as lesões RB apresentam em geral, de zero a duas urédias por lesão. Existe também, a reação de imunidade, em que se observam lesões macroscópicas, como resultado das inoculações com o patógeno (GOELLNER et al., 2010).

Foram identificados até o momento cinco locos que contêm os genes (Rpp1, Rpp2, Rpp3, Rpp4 e Rpp5) que conferem a resistência da planta de soja perante *Phakopsora pachyrhizie*. Dentre estes cinco genes, três deles, Rpp2, Rpp3 e Rpp4, identificados nos acessos PI 230970, PI 462312 e PI 459025B,



respectivamente, são responsáveis pela manifestação de lesões marrons avermelhadas nas folhas (HYTEN et al., 2008).

No entanto, o gene Rpp1, identificado no acesso PI 200492, confere apenas resistência a alguns isolados de *Phakopsora pachyrhizie*. Um quinto gene, Rpp5, foi identificado no acesso PI200456 (HYTEN et al., 2008).

Em estudo, LEMOS et al. (2011), buscou identificar detalhadamente a função dos genes Rpp2, Rpp4 e Rpp5, que conferem resistência à *Phakopsora pachyrhizi*. Comprovou-se que todos os três genes auxiliam na conferência de resistência. LEMOS et al. (2011), comentou que o gene Rpp2 é recessivo. O gene Rpp5 é o que mais contribui para conferência de resistência, pois diminui o nível de esporulação e número de urédias por lesão. Demonstrando assim, ser único gene que realmente interfere na manifestação de coloração da lesão.

Os referidos estudos demonstram que os três genes (Rpp2, Rpp4 e Rpp5) juntos, são fundamentais para aumentar a resistência piramidal em um único genótipo, indicando que a estratégia de pirâmide é uma boa forma de melhoramento genético, para aumentar a resistência à ferrugem asiática da soja (LEMOS et al., 2011). Em função do fato, de a resistência monogênica tem sido quebrada devido à grande capacidade evolutiva desse patógeno (GOELLNER et al., 2010).

O acúmulo de genes de resistência em uma única linhagem é denominado piramidação de genes. A piramidação é realizada por meio de retrocruzamentos em sucessão. Apesar de parecer consistente, a proposta de piramidação encontra resistências de alguns melhoristas (PINTO, 2009).

A piramidação exige um longo tempo necessário à incorporação dos vários genes de resistência, período no qual podem se desenvolver novas linhagens do patógeno, superior inclusive em resistência. Além do fato de poder causar uma forte pressão de seleção direcional a favor da patogenicidade, resultando no surgimento de uma raça com vários genes de virulência, com quebra de resistência e provável epifítia de grandes porções (PINTO, 2009).

Recentemente, porém, o uso de seleção assistida por marcadores moleculares vem oferecendo novas perspectivas para resolver esse problema, pois a cada detecção laboratorial de determinadas bandas eletroforéticas sinaliza a presença dos diferentes genes de resistência a serem cumulativamente incorporados (PINTO, 2009).

Em contraponto, as vantagens demonstradas por diversos estudos, já é possível verificar a que a resistência conferida por estes genes podem ser superadas por diversos isolados de *Phakopsora pachyrhizi*, em função da raça específica de cada isolado (HYTEN et al., 2008).

Comercialmente, essa tecnologia foi disponibilizada aos produtores rurais na safra 2009/10, sendo denominada como Tecnologia INOX™, através de seis variedades resistentes à ferrugem asiática da soja, sendo cinco variedades desenvolvidas pela Tropical Melhoramento e Genética e uma variedade obtida pela parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAGRO), do estado de Goiás e o Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias (CTPA) (FREITAS, 2011).

Mesmo que considerada uma tecnologia pouco estável, devido ao patógeno apresentar alta diversidade genética, dificultando o desenvolvimento de cultivares que sejam efetivas por longo período (HARTMAN et al., 1997), o desenvolvimento de tecnologias como esta são um avanço no combate ao patógeno.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido no município de Pato Branco-PR, junto à área pertencente ao Senhor Fernando Gnoatto, localizada a 26°S e 52°W e com altitude próxima a 820 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa, e apresenta elevada fertilidade (Tabela 2). O clima é catalogado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente) (KÖPPEN et al., 1928).

**Tabela 2** - Resultados da análise química do solo Análise físico-química de solo. M.O. obtida por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich -1; pH em Ca.Cl 1:2,5. Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCL 1 mol/L-1. Fonte: Laboratório de Análise de Solo, UTFPR Câmpus Pato Branco, 2015.

pH	H+Al	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	P	M.O	V	M
CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	%	
5,00	4,61	0,00	8,10	3,10	0,63	19,02	38,87	71,99	0,00

pH: Potencial hidrogeniônico; H+Al: Acidez potencial do solo; Al+3:Alumínio; Ca+2: Cálcio; Mg+2: Magnésio; K+: Potássio; P: Fósforo; M.O: Matéria Orgânica; V: Saturação de Bases; M: Saturação por Alumínio.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura foi realizada em 07 de novembro de 2015, realizando-se, portanto, semeadura considerada tardia, pois a data difere em 45 dias do início da janela de plantio indicada pelo zoneamento agroclimático da região. Tal fato confere a possibilidade da incidência de grande pressão de inóculo de *Phakopsora pachyrhizi* desde os estágios iniciais do desenvolvimento das plantas no campo experimental, a fim de garantir a manifestação da doença em níveis que possibilitassem ou não a comprovação da tecnologia de resistência ao fungo.

As médias obtidas de temperatura máxima, mínima e pluviosidade podem ser observadas na Tabela 03. Conforme já citado, temperaturas entre 15° e 28°, umidade relativa de 75%-80%, com precipitação e longos períodos de umidade são considerados fatores favoráveis a infecção (KOCHMAN, 1979). Durante o período de desenvolvimento das cultivares a temperatura máxima média registrada

foi de 27,21°C, a temperatura mínima média registrada foi de 18,62°C, registrando-se um acumulado médio de pluviosidade de 237,38 mm por mês, totalizando 1186,90 mm., portanto, houveram condições ideais para germinação, infecção e reprodução do fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

**Tabela 3** – Médias de temperatura máxima e temperatura mínima em Graus Celsius (°C) e precipitação em milímetros registradas no município de Pato Branco – PR, entre os meses de novembro e março. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016. Fonte: Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (2016).

Mês	Médias de T° máxima (°C)	Médias de T° mínima (°C)	Precipitação (mm)
Novembro	25,35	17,48	265,10
Dezembro	26,92	18,92	399,50
Janeiro	29,23	19,50	168,40
Fevereiro	28,24	20,50	242,80
Março	26,31	16,69	111,10
Média Final	27,21	18,62	237,38
Precipitação total			1186,90

Para a semeadura, foi utilizado trator marca New Holland, modelo 7630, com 106 cavalos de potência, associado à semeadora adubadora, marca IMASA SAGA Múltipla 1019, com capacidade de plantio de oito linhas simultâneas, com sistema dosador de sementes de discos horizontais, a 6 km/h, semeando a 4 cm de profundidade.

Como forma de adubação de base, foram utilizados 375 kg de fertilizante formulado, com oito partes de nitrogênio, dezoito de fósforo, doze de potássio, além de oito partes de enxofre. Garantindo nutrientes prontamente assimiláveis no momento do desenvolvimento inicial da cultura e repondo os nutrientes que iriam ser exportados pela cultura. Foram semeadas quatro cultivares, com diferentes tolerâncias à ferrugem asiática da soja, descritas na Tabela 2.

**Tabela 4** – Descrição das cultivares, obtentor, ciclo, hábito de crescimento biotecnologias inseridas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016.

Cultivares	Obtentor	Ciclo Estimado	Hábito de Crescimento	Tecnologias inseridas	Resistência a Ferrugem Asiática
------------	----------	----------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------------

TMG 7262	Tropical Melhoramento e Genética	122 a 126 dias	Semi-determinado	Inox™ e Roundup Ready™	Resistente
TMG 7062	Tropical Melhoramento e Genética	122 a 128 dias	Semi-determinado	Inox™ e Intacta RR2 PRO™	Resistente
NS 5000	Nidera Sementes	110 a 120 dias	Indeterminado	Intacta RR2 PRO™	Suscetível
FUNDACEP 66	FUNDACEP Sementes	125 dias	Indeterminado	Roundup Ready™	Tolerante

As cultivares apresentam ciclos semelhantes, com exceção da cultivar NS 5000, que apresenta um ciclo 15 dias menor. A cultivar FUNDACEP 66 é descrita pelo seu obtentor como uma cultivar tolerante a ferrugem asiática da soja, não apresentando redução de sua produtividade, caso a presença do patógeno se dê em forma mais branda.

Ambas as cultivares Tropical Melhoramento e Genética, possuem a tecnologia INOX™, porém, a cultivar TMG 7062 apresenta ainda a tecnologia Intacta™, que confere controle a algumas pragas que acometem a cultura, entre elas Lagarta da Soja (*Anticarsia gemmatalis*), Lagarta Falsa Medideira (*Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*), Broca das Axilas (*Crociosema aporema*), Lagarta das Maçãs (*Heliothis virescens*), além de supressão à lagarta do tipo Elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) e Helicoverpa (*Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera*).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4x4 (cultivares de soja e formas de aplicação de fungicidas). As unidades experimentais possuem 2,7 m de comprimento e 3,6 m de largura, totalizando área de 9,72 m<sup>2</sup>.

Foram avaliadas as quatro linhas centrais da parcela (1,8 m de largura) e as duas linhas externas foram consideradas bordaduras. Também foram denominadas como área de bordadura, 0,5 m no início e no fim das parcelas, restando 1,7 m de comprimento, gerando assim uma área útil de 3,06 m<sup>2</sup> por parcela.

O conjunto de parcelas foram envoltos por uma faixa de cultivo de oito linhas, espaçadas 0,45 m entre linhas, onde foi semeada a cultivar TMG 7062, a fim de evitar influências da área produtiva próxima a área destinada ao estudo.

As aplicações de fungicidas foram realizadas com pulverizador costal de pressão constante gerado por CO<sub>2</sub>, com barra de um metro de comprimento, contendo três bicos de pulverização tipo leque.

Foram utilizados quatro tratamentos experimentais (Tabela 3). No primeiro tratamento (T1) denominado de controle, não foi realizada a aplicação de fungicidas, apenas inseticidas conforme necessidade, baseada na manifestação dos insetos praga, no campo produtivo, sendo que nos demais tratamentos, as aplicações de inseticidas foram realizadas levando-se em consideração o mesmo critério de manejo.

O segundo tratamento (T2), realizou-se a aplicação do fungicida ELATUS™ (AZOXISTROBINA e BENZOVINDIFLUPIR), na dosagem de 200 gramas de produto comercial por hectare, utilizando volume de calda de aplicação de 200 litros por hectare.

A aplicação foi realizada no início do estágio reprodutivo da cultura, momento anterior ao fechamento das ruas de semeadura, onde as folhas do terço inferior da cultura encontravam-se com as folhas da planta da linha ao lado.

Seguidamente, foram realizadas aplicações de FOX™ (TRIFLOXISTROBINA e PROTIOCONAZOL), na dosagem de 400 ml de produto comercial por hectare, utilizando volume de uma calda de aplicação de 200 litros por hectare, associado de óleo metilado de soja, AUREO™, na dose de 0,25% (500 ml/ha), com intervalo fixo de 14 dias, até o estágio R5.4.

O manejo do terceiro tratamento (T3), foi idêntico ao tratamento T2, no entanto o intervalo de aplicação foi de 21 dias, obedecendo o critério de intervalo fixo, da mesma maneira, até o estágio R5.4.

O quarto tratamento (T4), consistiu na aplicação de fungicida ELATUS™, na dosagem de 200 gramas de produto comercial por hectare, utilizando volume de calda de aplicação de 200 litros por hectare, no início do estágio reprodutivo da cultura.

Em um primeiro momento, o modelo experimental idealizado constituía na realização de aplicações de FOX™, na dosagem de 400 ml de produto comercial

por hectare, utilizando volume-se de uma calda de aplicação de 200 litros por hectare, associado de óleo metilado de soja, AUREO™, na dose de 0,25% (500 ml/ha), apenas no momento do aparecimento dos primeiros sintomas de ferrugem asiática da soja. Repetindo-se as aplicações em um intervalo a ser definido, conforme a relação do patógeno, ambiente e a cultivar fosse se manifestando, oscilando o intervalo de aplicações entre 14 a 21 dias, conforme a recomendação da bula do produto.

Porém, os primeiros sintomas, manifestaram-se conjuntamente nos tratamentos T2, T3 e T4, em função da alta pressão de inóculo, regime de chuvas intenso, altas temperaturas, estabelecendo condições perfeitas para a manifestação de doença, o que levou a adoção de um intervalo de aplicações de fungicidas de 14 dias, fato que tornou o tratamento T4 a se tornar idêntico ao tratamento T2.

**Tabela 5** – Descrição dos tratamentos. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016.

<b>Tratamento</b>	<b>Intervalo de Aplicações</b>	<b>Produto utilizado na primeira aplicação</b>	<b>Produto utilizado nas aplicações seguintes</b>	<b>Fator determinante na escolha do momento inicial de aplicação</b>
1	Sem aplicações			Início do período reprodutivo
2	14 dias em intervalo fixo	AZOXISTROBINA + BENZOVINDIFLUPIR <sup>1</sup>	TRIFLOXISTROBINA + PROTIOCONAZOL <sup>2</sup>	(estadio R1) ou fechamento das ruas de semeadura
3	21 dias em intervalo fixo	AZOXISTROBINA + BENZOVINDIFLUPIR <sup>1</sup>	TRIFLOXISTROBINA + PROTIOCONAZOL <sup>2</sup>	Início do período reprodutivo ou fechamento das ruas de semeadura
4	A variar conforme pressão de inóculo de doença e condições climáticas, variando de 14	AZOXISTROBINA + BENZOVINDIFLUPIR <sup>1</sup>	TRIFLOXISTROBINA + PROTIOCONAZOL <sup>2</sup>	Primeira manifestação de inóculo da doença

a 21 dias

---

1 – ELATUS™ (AZOXISTROBINA + BENZOVINDIFLUPIR), na dosagem de 200 gramas de produto comercial por hectare, utilizando volume de calda de aplicação de 200 litros por hectare. 2 – FOX™ (TRIFLOXISTROBINA + PROTIOCONAZOL), na dosagem de 400 ml de produto comercial por hectare, utilizando- volume de calda de aplicação de 200 litros por hectare, associado a óleo metilado de soja, AUREO™, na dose de 0,25% (500 ml/ha).

#### 4.3 CARACTERES A SEREM AVALIADOS

Antes do momento da colheita (R8), dez plantas de cada parcela foram coletadas aleatoriamente, para avaliar os caracteres agronômicos das cultivares.

Foram avaliados os seguintes caracteres: altura de planta (cm), medida da distância entre o nível do solo até o ápice da haste principal; altura de inserção da primeira vagem (cm), determinada pela distância entre o nível do solo e a inserção da primeira vagem na haste principal; número de legumes por planta, obtido através da soma de todas as legumes da planta; número de grãos por planta, obtido através do somatório total de grãos da planta; número de grãos por legume, avaliado por meio da divisão do número de grãos pelo respectivo número de legume por planta; peso hectolitro (PH), obtido em quilogramas por hectolitro (100 litros); massa de mil grãos, em gramas, obtido pela pesagem de 8 repetições de 100 sementes, corrigida a umidade para 13% e estimada para peso de 1000 grãos; e produtividade de grãos, em quilogramas por hectare, determinada pela colheita e trilha das plantas da área útil das parcelas e corrigida a umidade para 13%.

Por fim as sementes das cultivares TMG 7062 e TMG 7262, dos tratamentos testemunha (T1) e do tratamento intervalo fixo 14 dias (T2) foram submetidas a análises de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de parte aérea e raiz, massa fresca e massa seca de plântulas normais.

Todas as análises foram desenvolvidas seguindo as recomendações do livro “Regras para análise de sementes”, publicado em 2009 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O teste de germinação consiste na contagem de quatro repetições de 100 sementes, depositadas uniformemente sobre papel “germitest”, umedecido 2,5 vezes o seu peso com água destilada. Em seguida os rolos são postos em estufa



tipo “Mangeslsdorf” em temperatura constante de 25°C. Sendo realizadas contagens aos 5 e aos 8 dias após o início do teste.

Para o teste de envelhecimento acelerado, são desenvolvidas duas fases. A primeira consiste na contagem de 100 sementes por tratamento, elaborando quatro repetições. Dispondo as sementes em camada única sobre tela de alumínio, fixada no interior da caixa “gerbox”. Com 40 mL de água no interior, levadas para BOD por 41°C por 48 horas. A segunda fase consiste na germinação dos rolos em “Mangeslsdorf”, sendo realizada a avaliação de plântulas normais, no quinto dia após a instalação do teste.

As avaliação de parte aérea e raiz, constituem em quatro repetições de 20 sementes espaçadas em 6 cm, em um rolo de papel “germitest”, com uma linha marcada ao centro onde depositam-se as sementes, umedecido 2,5 vezes seu peso com água destilada. Germinando em “Mangeslsdorf” em temperatura constante de 25°C por 8 dias. O comprimento da parte aérea é medida do colo da plântula a extremidade da parte aérea. O comprimento da raiz é a medida da distância do ápice radicular até o colo da plântula.

Para realização da avaliação da massa seca e fresca de plântulas normais, utilizam-se as plantas normais, utilizadas anteriormente no teste de avaliação de parte aérea e comprimento de raiz primária. A medição utiliza de balança analítica, sendo o material secado em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 65°C, até atingir o peso constante em gramas.

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Realizou-se a análise de variância univariada do experimento no modelo fatorial, considerando os efeitos de cultivar e dose de fungicida como fixos. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico ASSISTAT 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da variância apresentou significância ( $p < 0,01$ ) para o efeito de genótipos e tratamentos, para os caracteres produtividade de grãos, grãos por planta, peso hectolitro de grãos, peso de mil sementes, altura de planta e altura de inserção de primeira vagem.

**Tabela 6** – Graus de liberdade (GL), Quadrados médios da análise de variância de um experimento bifatorial (4 cultivares de soja X 4 tratamentos de fungicidas) conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com a cultura do soja, para as variáveis: Altura de planta (AP); Altura de inserção de primeira vagem (AIPV); Vagens por planta (VP); Grãos por vagem (GPV); Grãos por planta (GPP). Pato Branco – PR, 2015/2016.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		AP	AIPV	VP	GPV
Cultivares	3	6094,39**	641,45**	924,02**	0,52**
Tratamentos	3	23,99**	12,23**	77,08 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Interação F1 x F2	9	26,26 <sup>ns</sup>	5,21 <sup>ns</sup>	20,32 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Tratamentos	15	1239,43**	133,86**	212,41**	0,12**
Resíduo	32	37,25	8,61	26,68	0,02
Total	47				
CV (%)		6,09	11,75	13,24	8,03

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 = p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

No entanto, não houve significância para o efeito da interação entre os fatores cultivares e tratamentos, para nenhum dos caracteres avaliados. Os coeficientes de variação foram de baixa magnitude, indicando elevada precisão.

**Tabela 7** – Graus de liberdade (GL), Quadrados médios da análise de variância de um experimento bifatorial (4 cultivares de soja X 4 tratamentos de fungicidas) conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com a cultura do soja, para as variáveis: Produtividade de grãos (PG); Peso hectolitro (PH); Peso de mil sementes (PMS). Pato Branco – PR, 2015/2016.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PG	GPP	PH	PMS
Cultivares	3	5398798,48**	6683,32**	9,54**	7490,61**
Tratamentos	3	642510,28**	580,09**	3,82**	1028,16**
Interação F1 x F2	9	88246,63 <sup>ns</sup>	84,47 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	136,07 <sup>ns</sup>
Tratamentos	15	1261209,73**	1503,36**	3,41**	1785,40**
Resíduo	32	73712,76	111,13	0,66	62,83
Total	47				
CV (%)		10,81	14,38	1,20	4,64

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 = p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

A produtividade de grãos variou de 1259,68 Kg, no tratamento testemunha (T1) da cultivar NS 5000, até 3297,96 Kg no tratamento 4 da cultivar TMG 7262. As maiores médias de produtividade observadas foram de ambas as cultivares que possuem a tecnologia INOX™ (TMG 7262 e TMG 7062). Em seguida as cultivares que não possuem tecnologia INOX™ (FUNDACEP 66 e NS 5000).

**Tabela 8 – Produtividade em quilogramas por hectare. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016**

<b>Produtividade Kg/há</b>				
<b>Cultivares x Tratamentos (AXB)</b>				
<b>A</b>	<b>B</b>			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	1589,21 bB	2081,41 bA	2144,85 bA	2306,11 bA
<b>NS 5000</b>	1259,68 bB	2008,73 bA	1885,81 bA	2214,57 bA
<b>TMG 7062</b>	2963,45 aA	3103,02 aA	3113,96 aA	2988,06 aA
<b>TMG 7262</b>	2891,70 aA	3231,27 aA	3118,96 aA	3297,96 aA
<b>Média geral</b>			2512.42	
<b>Ponto médio</b>			2418.37	
<b>Coefficiente de variação %</b>			10.81	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Identifica-se diferença na produtividade entre o tratamento testemunha com os demais, onde houve a aplicação de fungicida, nas cultivares que não possuem a Tecnologia INOX™, Fundacep 66 e NS 5000. Não houve diferenciação estatística nas médias de produtividade, em função dos diferentes tratamentos e intervalos de aplicação, 14 ou 21 dias em intervalo fixo, nas cultivares com a Tecnologia INOX™.

Vale ressaltar, que a cultivar FUNDACEP 66 é considerada tolerante à ferrugem asiática da soja, porém, este fato não foi comprovado na análise da produtividade em quilogramas por hectare, havendo diferenciação entre as médias dos tratamentos.

As médias de produtividade obtidas nas cultivares que possuem a Tecnologia INOX™ (TMG 7062 e TMG 7262), independentemente da realização de aplicações de tratamentos com fungicidas, demonstra o efeito de resistência anunciado, convalidando a sua viabilidade agrônômica como recurso de manejo para o controle do fungo *Phakopsora pachyrhizi*.

Além das diferenças citadas, entre tratamentos, houve um período de estresse hídrico durante o período de florescimento das cultivares, o que levou a

uma redução generalizada da produtividade. Segundo THOMAS & COSTA (2010), o rendimento é significativamente afetado, particularmente quando o estresse hídrico ocorre durante o florescimento e no início da expansão dos legumes.

Em relação ao caractere peso de mil sementes, foi observada elevada amplitude de variação entre os tratamentos, com valores variando entre 115,00 gramas, no tratamento testemunha da cultivar NS 5000, até 206,00 gramas, no tratamento 4 da cultivar TMG 7062. O tratamento testemunha foi inferior apenas na cultivar NS 5000, que não apresenta tecnologia de resistência ou tolerância a *Phakopsora pachyrhizi*. Através da análise dos dados é possível afirmar que este é o caractere com maior correlação com os dados de produtividade obtidos.

Observa-se através desta análise, igualdade entre as médias obtidas em função dos tratamentos, na cultivar TMG 7262 (resistente à ferrugem asiática da soja) e na cultivar FUNDACEP 66 (considerada tolerante ao fungo). Apesar da cultivar TMG 7062 possuir resistência à ferrugem asiática da soja, a média obtida no tratamento testemunha diferiu das médias, dos demais tratamentos.

**Tabela 9** – Peso de mil sementes em gramas. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Médias de Interação – Peso de Mil Sementes em Gramas</b>				
<b>Cultivares x Tratamentos (AxB)</b>				
<b>A</b>	<b>B</b>			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	172.3333 aA	177.3333 aA	174.0000 bA	183.3333 bA
<b>NS 5000</b>	115.0000 bC	144.3333 bA	129.0000 cB	150.0000 cA
<b>TMG 7062</b>	174.0000 aB	189.0000 aA	196.3333 aA	206.0000 aA
<b>TMG 7262</b>	174.0000 aA	183.6667 aA	181.3333 bA	185.0000 bA
<b>Média geral</b>			170.91667	
<b>Ponto médio</b>			164.50000	
<b>Coefficiente de variação %</b>			4,64	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

YANG et al. (1991), destaca que plantas severamente infectadas por ferrugem asiática apresentam desfolha precoce, o que compromete a formação e enchimento de vagens, resultando na redução do peso final dos grãos. O autor destaca ainda, que quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda em rendimento e qualidade. Isso pode ser explicado pela redução de área fotossinteticamente ativa, o que reduz a

produção de fotoassimilados, os quais são translocados para os grãos na fase de enchimento de grãos.

A deficiência hídrica, desfolhamento e incidência de moléstias foliares, aumentam a taxa de abortamento de legumes e diminuem o tamanho dos grãos. Quando o estresse ocorre durante o florescimento e o início do desenvolvimento dos legumes, o número de legumes é reduzido. E quando o estresse ocorre durante o enchimento de grãos, o tamanho do grão é diminuído e o número de legumes permanece praticamente o mesmo (BOOTE et al., 1994).

O peso do grão é um valor característico de cada cultivar, entretanto isto não impede que ele varie de acordo com as condições ambientais e de manejo às quais a cultura seja submetida. O peso de grão é o produto da taxa e da duração do período de enchimento de grão; é, normalmente, determinado após fixação do número de legumes (THOMAS & COSTA, 2010).

A análise do peso hectolitro se estabelece como uma análise auxiliar aos dados obtidos no peso de mil sementes. Os valores obtidos para este componente oscilaram de 69,70 Kg/hL no tratamento testemunha (T1) da cultivar TMG 7062, até 66,23 Kg/hL no tratamento 4 (T3) da cultivar FUNDACEP 66.

As médias dos tratamentos, obtidos nas cultivares FUNDACEP 66 e TMG 7062, não diferiram estatisticamente, demonstrando estabilidade produtiva neste componente independente da aplicação fungicida, demonstrando o efeito de tolerância e resistência respectivamente.

**Tabela 10** – Peso Hectolitro. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Médias de interação – Peso Hectolitro</b>				
<b>Cultivares x Tratamentos (AxB)</b>				
<b>A</b>	<b>B</b>			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	67.7333 aA	66.5667 bA	66.2333 bA	66.7000 bA
<b>NS 5000</b>	68.5000 aA	67.1333 bB	69.2000 aA	68.6333 aA
<b>TMG 7062</b>	69.7000 aA	68.7667 aA	68.2333 aA	68.6667 aA
<b>TMG 7262</b>	68.9667 aA	67.4667 bB	66.7000 bB	67.2667 bB
<b>Média geral</b>			67.90417	
<b>Ponto médio</b>			67.70000	
<b>Coefficiente de variação %</b>			1.20	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As cultivares não diferiram estatisticamente entre si no tratamento testemunha, onde foram encontradas os maiores pesos hectolitro.

O valor médio amostrado de número de grãos por planta oscilou de 34,76 no tratamento testemunha (T1) da cultivar FUNDACEP 66, até 105,70 grãos por planta na cultivar TMG 7262, no tratamento com intervalo fixo de 14 dias para cada aplicação (T2).

O número de grãos por planta por sua vez, é um dado muito correlativo a produtividade, demonstrando a resposta dos diferentes tratamentos e da tecnologia INOX™ na morfologia da planta.

**Tabela 11** – Número de grãos por planta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Médias de interação – Número de grãos por Planta</b>					
<b>A</b>	<b>Cultivares x Tratamentos (AxB)</b>				
	<b>B</b>	<b>TESTEMUNHA</b>	<b>14 DIAS – INTERVALO FIXO</b>	<b>21 DIAS – INTERVALO FIXO</b>	<b>14 DIAS – PADRÃO IDEAL</b>
<b>FUNDACEP 66</b>		34.7667 bA	46.0000 cA	46.5000 cA	45.4333 cA
<b>NS 5000</b>		48.7000 bB	75.6600 bA	72.7500 bA	78.6000 bA
<b>TMG 7062</b>		77.1333 aA	89.0333 bA	78.1333 bA	83.1667 bA
<b>TMG 7262</b>		92.5667 aA	105.7000 aA	99.7000 aA	98.8333 aA
<b>Média geral</b>			73.29229		
<b>Ponto médio</b>			86.95000		
<b>Coefficiente de variação %</b>			14,38		

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A estabilidade das cultivares com a tecnologia INOX™ (TMG 7062 e TMG 7262) novamente são constatadas neste ponto, as médias amostradas não diferem estatisticamente em função dos tratamentos. As médias obtidas na cultivar FUNDACEP 66 também não diferem entre si em função dos tratamentos, comprovando o efeito de resistência e tolerância informadas.

As médias obtidas na cultivar NS 5000 diferem entre si, demonstrando a susceptibilidade da cultivar em função do ataque de *Phakopsora pachyrhizi*. Apresentando-se um valor menor de número de grãos por planta no tratamento testemunha, e valores superiores e idênticos estatisticamente nos demais tratamentos. Ressalta-se a igualdade de médias entre os tratamentos T2 (intervalo fixo de 14 dias) e T3 (intervalo fixo de 21 dias).

Os valores obtidos para o componente número de legumes por planta oscilaram entre 24,13 no tratamento testemunha (T1) da cultivar FUNDACEP 66, até

51,30 legumes por planta no tratamento com intervalo fixo de aplicação a cada 14 dias (T2) da cultivar TMG 7262. As cultivares TMG 7262, TMG 7062 e FUNDACEP 66, apresentaram igualdade nas médias obtidas, independentemente dos tratamentos. Observando o efeito da resistência e tolerância anunciadas para estas cultivares.

**Tabela 12** – Número de legumes por planta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Médias de interação – Legumes por planta</b>				
<b>Cultivares x tratamentos (AxB)</b>				
<b>A</b>	<b>B</b>			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	24.1333 bA	28.4333 cA	28.4000 cA	29.7667 bA
<b>NS 5000</b>	29.0667 bB	41.2400 bA	39.8000 bA	40.8667 aA
<b>TMG 7062</b>	42.2000 aA	43.0333 bA	40.6000 bA	42.3000 aA
<b>TMG 7262</b>	45.9000 aA	51.3000 aA	49.2333 aA	47.9667 aA
<b>Média geral</b>			39.01500	
<b>Ponto médio</b>			45.30000	
<b>Coefficiente de variação %</b>			13.24	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para a cultivar NS 5000, suscetível a ferrugem asiática da soja, evidenciou-se diferença nas médias obtidas dos diferentes tratamentos. Sendo apresentado um menor número de vagens no tratamento testemunha, demonstrando-se o efeito do fungo sobre este caractere produtivo.

Os fatores que determinam a o número de vagens são o balanço entre a produção de flores por planta e a proporção destas que se desenvolvem até legumes. O número de flores por planta, por sua vez, é determinado pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta (JIANG & EGLI, 1993). BOARD et al. (1995), já comprovou que o número de vagens por planta é o caráter que mais contribui para o rendimento de grão em leguminosas.

Os valores obtidos para o componente número de grãos por legume oscilaram entre 1,45 no tratamento testemunha (T1) da cultivar FUNDACEP 66, até 2,06 nos tratamentos T2 e T4 da cultivar TMG 7262. Não se evidencia diferença nas médias em função dos tratamentos em nenhuma das cultivares, destacando-se as cultivares com a tecnologia INOX™, como as que apresentam o maior número de grãos por legume.

**Tabela 13** – Número de grãos por legume. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016



<b>Médias de interação – Grãos por Legume</b>				
<b>Cultivares x tratamentos (AxB)</b>				
A	B			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	1.4500 bA	1.6300 bA	1.6433 bA	1.5267 bA
<b>NS 5000</b>	1.6733 bA	1.8333 bA	1.8300 aA	1.9233 aA
<b>TMG 7062</b>	1.8400 aA	2.0700 aA	1.9267 aA	1.9667 aA
<b>TMG 7262</b>	2.0200 aA	2.0667 aA	2.0267 aA	2.0667 aA
<b>Média geral</b>			1.8433	
<b>Ponto médio</b>			1.81500	
<b>Coefficiente de variação %</b>			8.03	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O número de grãos por legume, dentre os componentes de rendimento é aquele que apresenta menor variação, sendo esta uma característica mais relacionada com a genética do material. O que demonstra uma uniformidade do melhoramento na busca de plantas com produção de, em média, dois grãos por legume (THOMAS & COSTA, 2010).

Os valores obtidos para o componente altura de inserção de primeira vagem oscilaram entre 14,10 cm no tratamento T4 da cultivar NS 5000, até 34,23 cm no tratamento T1 da cultivar FUNDACEP 66. Não houve manifestação de diferença estatística entre as médias obtidas em função dos tratamentos nas cultivares TMG 7062, TMG 7262 e NS 5000. Apenas manifestando diferença entre as médias dos tratamentos da cultivar FUNDACEP 66. Onde, há uma maior altura de inserção de primeira vagem no tratamento testemunha (T1) e menores alturas nos tratamentos T2, T3 e T4, onde houve aplicações de fungicidas.

**Tabela 14 –** Altura de inserção de primeira vagem. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Médias de interação – Altura de inserção de primeira vagem</b>				
<b>Cultivares x Tratamentos (AxB)</b>				
A	B			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	34.2333 aA	28.6333 aB	27.9333 aB	29.2000 aB
<b>NS 5000</b>	15.5667 cA	14.7733 cA	15.1000 bA	14.1000 cA
<b>TMG 7062</b>	30.9667 aA	31.3333 aA	30.0667 aA	30.4667 aA
<b>TMG 7262</b>	25.1667 bA	23.7333 bA	24.3000 aA	24.0667 bA
<b>Média geral</b>			24.97750	
<b>Ponto médio</b>			26.25000	
<b>Coefficiente de variação %</b>			11.75	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tal redução possivelmente se dá em função da cultivar possuir hábito de crescimento indeterminado, ou seja, continuam a formar nós no caule por mais tempo e desenvolvem poucos ramos.

Os valores obtidos para o componente altura de planta oscilaram entre 124,51 cm para o tratamento T2 da cultivar FUNDACEP 66, até 68,00 cm para o tratamento T4 da cultivar NS 5000. Não foi observada oscilação da altura das cultivares quanto à aplicação dos diferentes tratamentos, havendo apenas a diferenciação da altura entre as cultivares, devido à característica genética de cada material.

Sendo as cultivares FUNDACEP 66 e TMG 7062 considerados materiais de elevado porte. A cultivar TMG 7262 sendo considerada um material de porte mediano, enquanto a cultivar NS 5000 é considerada uma cultivar de porte baixo.

**Tabela 15** – Altura de planta. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Médias de interação – Altura de Planta</b>				
<b>Cultivares x Tratamentos (AxB)</b>				
<b>A</b>	<b>B</b>			
	TESTEMUNHA	14 DIAS – INTERVALO FIXO	21 DIAS – INTERVALO FIXO	14 DIAS – PADRÃO IDEAL
<b>FUNDACEP 66</b>	122.4000 aA	124.5167 aA	120.9000 aA	122.5667 aA
<b>NS 5000</b>	72.8333 dA	68.7233 cA	72.8333 cA	68.0000 cA
<b>TMG 7062</b>	106.8000 bA	114.5333 aA	111.7667 aA	113.0667 aA
<b>TMG 7262</b>	90.9333 cA	96.6333 bA	99.9333 bA	96.7667 bA
<b>Média geral</b>			100.20042	
<b>Ponto médio</b>			95.70000	
<b>Coefficiente de variação %</b>			6.09	

Colunas - letras minúsculas. Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto à qualidade das sementes analisadas, não foi observada interação entre os fatores, para os componentes de massa verde de raiz; massa verde de parte aérea; massa seca de raiz; massa seca de parte aérea; comprimento de raiz e comprimento de parte aérea.

**Tabela 16** – Massa verde de raiz; massa verde de parte aérea; massa seca de raiz; massa seca de parte aérea; comprimento de raiz e comprimento de parte aérea. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

<b>Causa de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrado médio</b>					
		MRV	MVPA	MSR	MSPA	CR	CPA

<b>Blocos</b>	3	0,0098	0,05059	0,00018	0,00205	0,99	1,3654
<b>Cultivar</b>	1	0,00017ns	0,01476ns	0,00001ns	0,00001ns	0,00026ns	0,5761ns
<b>Época</b>	1	0,00002ns	0,001145ns	0,00001ns	0,00014ns	0,30ns	3,5910ns
<b>Interação</b>	1	0,00013ns	0,00421ns	0,00003ns	0,00027ns	0,14878ns	3,1152
<b>Erro</b>	9	0,00163	0,01768	0,00001	0,00028	0,80912	1,7995
<b>Média Geral</b>	-	0,28881	0,09064	0,01925	0,14818	14,978	6,733
<b>CV (%)</b>	-	14,02	14,67	17,32	11,25	6,00	19,92

Valores seguidos de \*\* são significativos em 1% e \* a 5% de probabilidade de erro pelo teste F da Anova; ns não significativos; MVR (massa verde de raiz), MVPA (massa verde de parte aérea), MSR (massa seca de raiz), MSPA (massa seca de parte aérea), CR (comprimento de raiz) e CPA (comprimento de parte aérea).

Também não foi observada interação entre os fatores para os componentes avaliados nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado.

**Tabela 17** – Quadro da análise da germinação e envelhecimento acelerado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016

Causa de variação	GL	Quadrados médios					
		Germinação			Envelhecimento acelerado		
		a	b	c	d	e	f
<b>Blocos</b>	3	73,58	8,67	35,58	1,58	14,91	8,25
<b>Cultivar</b>	1	420,25*	256*	12,25ns	90,25ns	42,25ns	0,25ns
<b>Época</b>	1	182,25ns	49ns	42,25*	56,25ns	30,25ns	0,25ns
<b>Interação</b>	1	20,25ns	25ns	0,25ns	12,25ns	6,25ns	2,25ns
<b>Erro</b>	9	46,02	35,11	5,58	26,25	20,47	3,14
<b>Média geral</b>	-	77,63	16	6,13	75,13	19,88	2,88
<b>CV (%)</b>	-	8,73	37,03	38,57	6,82	22,77	61,62

Valores seguidos de \* são significativos em 5% de probabilidade de erro pelo teste F da Anova; ns não significativos; Germinação, a (% de plantas normais), b (% de plantas anormais), c (% de sementes mortas); Envelhecimento acelerado, d (% de plantas normais), e (% de plantas anormais), f (% sementes mortas).

Através dos dados obtidos (Tabela 17) pode-se afirmar que a resistência à *Phakopsora pachyrhizi*, conferida pela tecnologia INOX™, possui efeito sobre a qualidade das sementes produzidas. Pois não há diferença na qualidade das mesmas, independentemente da aplicação de fungicidas.

Observa-se, porém, que não há garantia do percentual de germinação mínimo exigida por lei para o tratamento testemunha da cultivar TMG 7062, segundo os padrões para produção e comercialização de sementes de soja, publicado na seção 1 do DOU nº 243 de 20 de dezembro de 2005. O documento relata a necessidade de a semente básica apresentar no mínimo 75% de germinação para possibilitar a comercialização do material, no estado do Paraná, valor atingido apenas quando realizada a aplicação de fungicidas no intervalo fixo de 14 dias (Tratamento 2). Entretanto, para a cultivar TMG 7262 este valor é atingido mesmo quando a cultivar foi submetida ao tratamento testemunha (Tratamento 1). Recomendando-se, portanto a aplicação de tratamentos fungicidas quando o produtor destinará seu produto à comercialização para semente.

**Tabela 18 – Germinação e envelhecimento acelerado. UTFPR, Pato Branco – PR, 2016**

Cultivar	Germinação		Envelhecimento acelerado	
	Testemunha	Intervalo 14 dias	Testemunha	Intervalo 14 dias
<b>TMG 7262</b>	80,25 aA	85 aA	76,5aA	78,5 aA
<b>TMG 7062</b>	68 bA	77 aA	70 aA	75,5 aA

\*Médias seguidas por letras minúsculas na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas por letras maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## **6 CONCLUSÕES**

Conclui-se que na safra 2015/2016, nas condições edafoclimáticas semelhantes ao experimento, a tecnologia INOX™ demonstrou-se eficiente para o controle de ferrugem asiática da soja.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Importante salientar que o fato de ser comprovada neste experimento a eficiência agronômica da tecnologia INOX™, a mesma é uma tecnologia que sofre com os efeitos da diversidade genética e adaptação do fungo *Phakopsora pachyrhizi*, como já destacado por HARTMAN et al. (1997), portanto, considera-se grande o desafio de tecnologias como esta se demonstrarem efetivas por longo período.

Tais fatos demonstram a importância do uso consciente desta tecnologia, ressaltando as indicações técnicas da empresa obtentora da tecnologia. Principalmente, respeitar o posicionamento de realizar ao menos uma aplicação de fungicida, com efeito indicado sobre o patógeno causador da ferrugem asiática da soja, no período reprodutivo. A fim, de evitar o estímulo ao desenvolvimento de variações genéticas do patógeno, com capacidade de superar a resistência desenvolvida pela união dos genes de forma piramidal.

Prolongar a vida útil desta tecnologia, perdurando o a sua viabilidade agronômica é um ganho da sociedade em geral, que desfruta de uma tecnologia que permite a redução do número de aplicações de fungicidas, sem acarretar em decréscimos de produtividade.

Vale ressaltar ainda, que outras doenças acometem a cultura da soja, em especial, destaque doenças de fim de ciclo, como *Cercospora kikuchii*, manifestadas inclusive neste experimento nas cultivares com Tecnologia INOX™, merecem atenção especial, quanto a aplicação de fungicidas, caso necessidade tecnicamente comprovada. Não se devendo apenas analisar a manifestação de ferrugem asiática da soja como critério para a utilização de produtos fungicidas.

Porém, como demonstrado, o fato de não serem realizadas aplicações de produtos fungicidas, mesmo sobre manifestação de ferrugem asiática da soja e um complexo de doenças de fim de ciclo, destacando *Cercospora kikuchii*, não foram comprovados prejuízos à qualidade das sementes. O tratamento testemunha, o qual não recebeu aplicação de fungicidas, não diferiu do tratamento T2 onde houveram aplicações em intervalo fixo de 14, se referindo especificamente a germinação e vigor das sementes.

Através do correto emprego de todas as tecnologias de manejo disponíveis é possível manejar a cultura da soja livre de grandes perdas por

ferrugem asiática da soja, mesmo em anos com propensão a altas perdas pela doença, cabe ao técnico responsável e ao produtor, utilizarem de ferramentas em conjunto para o controle da doença, associando o controle cultural (Tecnologia INOX™), ao vazio sanitário, eliminação de plantas hospedeiras, antecipação da época de plantio, além do controle químico, sempre obedecendo as recomendações técnicas repassadas pela tecnologia de aplicações de defensivos.

Tem destaque a comprovação de determinado grau de tolerância a ferrugem asiática da soja a cultivar FUNDACEP 66, apresentando estabilidade nos componentes de rendimento, não diferindo estatisticamente os dados coletados em função do tratamento aplicado. Porém, as pequenas diferenças somadas, não suficientes para sozinhas apresentarem diferença estatística comprovada, foram suficientes para demonstrar um decréscimo na produtividade final. Afirmando-se como uma cultivar tolerante a ferrugem asiática da soja, como seu obtentor a define, porém, não tendo resultados idênticos as cultivares com tecnologia INOX™, que tem a denominação de cultivar resistente a ferrugem asiática da soja.

## REFERÊNCIAS

- ALVEZ, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brasil. *Plant and Soil, Dirdrecht*, v. 252, n. 1, p. 1-9, 2003.
- ANDRADE, P.J.M.; ANDRADE, D.F.A. Ferrugem Asiática: uma ameaça a sojicultura brasileira. Dourados, EMBRAPA (Circular Técnica, 11). 2002.
- ARIAS, C.A.A. Potencial Genético da Soja: processos e limitações para alta produtividade. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004. Foz do Iguaçu. Londrina: Embrapa Soja, 2004. P. 1263-1278.
- ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; PIPOLO, A.E.; CARNEIRO, G.E.S.; ABDELNOOR, R.V.; RACHID, B.F.; RIBEIRO, A.S. Desenvolvimento e estratégia de uso de cultivares existentes no manejo da ferrugem da soja. p.66-71 In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil(29. : 2008: Campo Grande, MS). Ata da XXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Organizadores: Saraiva, O. F.; Leite, R.M.V.B.C.; Grosskopf, S.E. Londrina: Embrapa Soja, 242 p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.294). 2008.
- BARROS, A. L. M. de. Capital, produtividade e crescimento da agricultura brasileira: o Brasil de 1970 a 1995. 1999. 149p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.
- BOARD, J. E.; TAN, Q. Assimilatory capacity effects on soybean yield components and pod number. *Crop Science, Madison*, v. 35, n. 3, p. 846-851, May/June 1995.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 1-6, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília. 2009.
- BOOTE, K. J.; NENNETT, J.M.; SINCLAIR, TR; PAULSEN, G.M. (EDS.). *Physiology and determination of crop yield*. Madinson: American Society of Agronomy. 1994. 601 p.
- BROMFIELD, K.R.; Soybean Rust Monography. Saint Paul: American Phytopathological Society, 1984.
- BROMFIELD, K. R.; HARTWIG, E.E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. *Crop Science, Madison*, v. 20, p.254-255, 1980.



CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Monitoramento agrícola – Cultivos de inverno (safra 2015) e de verão (Safrá 2015/16). Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_11\\_10\\_09\\_11\\_06\\_boletim\\_graos\\_novembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_11_10_09_11_06_boletim_graos_novembro_2015.pdf)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015.

Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Eventos de modificação genica aprovados no Brasil. Disponível em <<http://cib.org.br/biotecnologia/regulamentacao/ctnbio/eventos-aprovados/>>. Acesso em 05 set. 2015.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. Conheça a ferrugem: Tabela de custo. [www.consorcioantiferrugem.net/index.php?download=tabela\\_custos\\_ferrugem%202008.pdf](http://www.consorcioantiferrugem.net/index.php?download=tabela_custos_ferrugem%202008.pdf)

DANTAS, M. I. S. Farinhas mistas de trigo e de soja agregam valor nutricional sensorial em pães. Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.) vol.68 n.2 SP. 2009.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 4, n. 2, p. 337-339, 1979.

DÍAZ, H., BUSTO, I.; VELÁZQUES, O.; FERNÁNDEZ, M.; GONZÁLES, J.; ORTEGA, J. I. El cultivo de la soya para granos y forrajes. Costa Rica, CIDA. (Boletín Técnico). 1992.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. Ames: Universidade do Estado de Ciência e Tecnologia de Iowa, 1977. 11p.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, vol.7, N.12;. 12 p, 2011

GARCIA, A.; CALVO, E.S.; KIIHL, R.A. DE S.; HARADA, A.; HIROMOTO, D.M.; VIEIRA, L.G.E. Molecular mapping of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: discovery of a novel locus and alleles. Theoretical and Applied Genetics, v.117, p.545-553, 2008.

GODOY, C. V. et. al.. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/2015. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 6p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 111).

GODOY, V.V.; FLAUSINO, A.M.; SANTOS, L.C.M.; DEL PONTE, E.M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. Tropical Plant Pathology, vol. 34, 1, p. 56-61, 2009.

GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; CONRATH, U.; KOCHER, U.; SCHAFFRATH, U. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. *Molecular Plant Pathology*, v.11, n.2, p.169–177, 2010.

HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. *Compendium of Soybean Diseases* (4th Ed.). APS Press, Minnesota. 1999.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; SHANMUGASUNDARAM, S. Soybean rust research and future prospects. In: *World Soybean Research Conference*. Bangkok: Kasetsart University Press, 1997. P. 180-186.

HIROMOTO, D.M.; VELLO, N.A. The genetic base of Brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. *Revista Brasileira de Genética*, v.9, n.2, p.295-306, 1986.

HYTEN, D. L., SONG, Q., CHOI, I. Y., YOON, M. S., SPECHT, J. E., MATUKUMALLI, L. K., ... CREGAN, P. B. (2008). High-throughput genotyping with the GoldenGate assay in the complex genome of soybean. *Theoretical and Applied Genetics*, 116(7), 945-952

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, n. 2, p. 221-225, Mar./Apr. 1993.

KASTER, M.; BONATO, E.R.. *Evolução da soja no Brasil: época de semeadura e população de plantas*. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C.. *A soja no Brasil*. Campinas: ITAL, 1981. p. 58-64.

KAWUKI, R.S.; TAKAMUHABWA, P.; ADIPALA, E. Soybean rust severity, rate of rust development, and tolerance as influenced by maturity period and season. *Crop Science*, Madison, v.23, p.447-455, 2004.

KOCHMAN, J. K. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). *Australian Journal of Agricultural Research* 30: 273-277. 1979.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LEMOS, N. G.; LUCCA, A. B.; ABDELNOOR, R.V; OLIVEIRA, M.C.N.; SUENAGA, K; YAMANAKA, N.. Characterization of genes *Rpp2*, *Rpp4*, and *Rpp5* for resistance to soybean rust. Published online: 3 June 2011. Springer Science + Business Media B.V. 2011.

MAUDE, R. B. *Seedborne disease and their control. Principles and practice*. CAB International, Oxon. 1996.

McBLAIN, B. A.; HUME, D. J. Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 61, n. 3, p. 499-505, July 1981.

MELCHING, J. S. et al. Effect of duration, frequency, and temperature of leaf wetness period on soybean rust. *Plant Disease*, v.73, p. 117-122, 1989.

ONO, Y.; BURITICA, P.; HENNEN, J. F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. *Mycol Res.* 96(10):825-850. 1992.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Abastecimento - Estado do Paraná. PADRÕES PARA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA. Disponível em [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes\\_soja](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroes_soja). Acesso em 15 de agosto de 2016.

PANDEY, J. P.; TORRIE, J. H. Path coefficient analysis of seed yield components in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Crop Science*, Madison, v. 13, n. 5, p. 505-507, Sept./Oct. 1973.

PINTO, R. J. B., Introdução ao melhoramento genético de plantas. 2. Ed. Maringá: Eduem, 2009. 351 p.

REIS, E.M.; BRESOLIN, A.C.R.; CARMONA, M. Doenças da soja I: Ferrugem asiática. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2006.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat 7.7 Beta para o sistema operacional Windows. Campina Grande, 2016.

TAI, F. L. *Phakopsora pachyrhizi* Syd. In: SYLLOGE FUNGORUM SINICORUM, Poeking: Science Press, Academia Sinica, 1979.

TOLEDO, J.F.F. de; et al. Genotype by environmental interaction on soybean yield in Mato Grosso State, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, p. 785-791,2006.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A., Manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248 p.

WILKINSON, J.; REYDON, B. e SABBATO, A. Dinâmica do mercado de terras na América Latina: o caso do Brasil. Santiago: FAO/Escritório Regional, dezembro de 2010 (mimeo).

YANG X.B.; TSCHANZ A.T.; DOWLER W.M.; WANG T.C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. *Phytopathology*, v.81, p.1420- 1426, 1991

YORINORI, J. T., Controle integrado de doenças de soja. Em: EMBRAPA. Resultados de Pesquisas de Soja. Londrina. P. 83. 1997.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V.; NUNES, J.JR. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *Plant Disease*, v.89, p.675-677, 2005.

ZAMBENEDETTI, E. B. Preservação de *Phakopsora pachyrhizi* Sydow e Sydow e aspectos epidemiológicos e ultra-estruturais da sua interação com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.