

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

GUILHERME AARÃO DE SOUZA CARPES

**SEVERIDADE DE FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA
IRRIGADA E NÃO IRRIGADA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS DE
FUNGICIDA**

**Itaqui, RS, Brasil
2019**

GUILHERME AARÃO DE SOUZA CARPES

**SEVERIDADE DE FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA
IRRIGADA E NÃO IRRIGADA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS DE
FUNGICIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Cleber Maus Alberto

**Itaqui, RS, Brasil
2019**

C297s CARPES, Guilherme Aarão de Souza.

Severidade de ferrugem asiática e produtividade de soja irrigada e não irrigada submetida a diferentes manejos de fungicida / Guilherme Aarão de Souza Carpes.

31 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2019.

"Orientação: Cleber Maus Alberto".

1. Glycine max. 2. Phakopsora pachyrhizi. 3. Manejo de irrigação. 4. Manejos fitossanitário. 5. Alerta fitossanitário. I. Título.

GUILHERME AARÃO DE SOUZA CARPES

**SEVERIDADE DE FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA
IRRIGADA E NÃO IRRIGADA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS DE
FUNGICIDA**

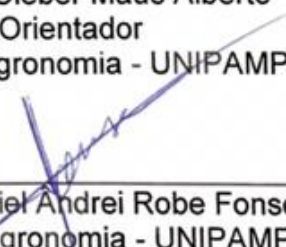
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 22 de novembro de
2019.

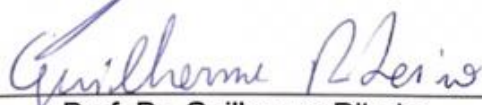
Banca examinadora:



Prof. Dr. Cleber Maus Alberto
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Prof. Dr. Daniel Andrei Robe Fonseca
Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Prof. Dr. Guilherme Ribeiro
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

RESUMO

SEVERIDADE DE FERRUGEM ASIÁTICA E PRODUTIVIDADE DE SOJA IRRIGADA E NÃO IRRIGADA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS DE FUNGICIDA

Autor: Guilherme Aarão de Souza Carpes

Orientador: Cleber Maus Alberto

Itaqui, 18 de novembro de 2019.

No cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) um dos fatores que mais onera o sistema de produção são aplicações de fungicidas para controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). Objetivou-se avaliar a severidade da ferrugem asiática, componentes do rendimento e produtividade de grãos na soja cultivada sob sistema irrigado e não irrigado, submetida a diferentes manejos de aplicação dos fungicidas em área de terras baixas do estado do Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido na área experimental Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus Itaqui, safra 2018/2019. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), bifatorial, com parcela subdividida e quatro repetições. As parcelas principais foram as diferentes condições hídrica (fator A) sendo os tratamentos irrigado (TI) e não irrigado (TNI). O fator B foi composto por três diferentes manejos de aplicação de fungicida, totalizando 24 unidades experimentais. Os manejos de fungicida foram: testemunha, sem aplicação de fungicida (T1), aplicações de fungicida seguindo o modelo de alerta fitossanitário, e aplicações calendarizadas com intervalos informados pelas bulas dos produtos registrados para a cultura (T3). A coleta dos dados de severidade da incidência da doença foi realizada a partir de 20 plantas por repetição, considerando o folíolo central do trifólio do terço inferior de cada planta; dados dos componentes de rendimento foram coletados quando a planta atingiu o estágio R8; e a produtividade de grãos foi estimada a partir de uma área de 5 m² da área útil da parcela experimental, e corrigida a 13% de umidade no grão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e, a comparação de médias pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. No ano agrícola de 2017/2018 a incidência de ferrugem asiática no terço inferior da planta no estágio de desenvolvimento R5 não diferiu estatisticamente entre os tratamentos TI e TNI. Nos tratamentos manejos de

aplicação de fungicida o T1 apresentou maior valor de incidência da doença. No ano agrícola de 2018/2019 os valores de severidade no TI foram superiores ao TNI. No TI o T2 obteve o menor valor de severidade. Nos dois anos agrícolas a irrigação proporcionou incremento no potencial de rendimento de grãos, pelo aumento do número de legumes por planta e massa de 1000 grãos. No 1º e 2º ano agrícola os valores de produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) obtidos nos experimentos indicam que todos tratamentos de manejos com fungicida (T1, T2 e T3) no TI, foram superiores aos mesmos manejos do TNI. No 2º ano para os valores manejos aplicação de fungicida o T2 foi superior aos demais tratamentos. Portanto a produtividade da soja em terras baixas tem como fator mais limitante do seu potencial produtivo o estresse hídrico por falta de água. O uso da irrigação possibilitou as maiores produtividades encontrada nos experimentos. No manejo de fungicida empregado para determinar o momento da aplicação, o monitoramento foi mais eficiente, reduzindo o número de aplicações e mantendo a produtividade.

Palavras-Chave: ***Phakopsora pachyrhizi*, alerta fitossanitário, terras baixas.**

ABSTRACT

ASIAN RUST SEVERITY AND YIELD OF SOYBEAN IRRIGATED AND NON-IRRIGATED SUBMITTED TO DIFFERENT FUNGICIDE MANAGEMENT

Author: Guilherme Aarão de Souza Carpes

Advisor: Cleber Maus Alberto

Data: Itaqui, 18, November 2019.

In the cultivation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) one of the factors that most burden the production system are fungicide applications to control Asian rust (*Phakopsora pachyrhizi*). The objective of this study was to evaluate the severity of asian rust, yield components and grain yield in soybean cultivated under irrigated and non-irrigated systems, submitted to different fungicide application management in lowland area of Rio Grande do Sul state. The experiment was conducted at the experimental area Universidade Federal do pampa - UNIPAMPA, Campus Itaqui, crop season 2018/2019. The experimental design used was a randomized complete block design (DBC), with a split plot and four replications. The main plot was the different water conditions (factor A) being the treatments irrigated (TI) and non-irrigated (TNI). Factor B was composed of three different fungicide application managements, totaling 24 experimental units. The fungicide managements were: control, without fungicide application (T1), fungicide applications following the phytosanitary alert model (T2), and scheduled applications at intervals informed by product leaflets registered for the crop (T3). Data on severity of disease incidence were collected from 20 plants per repetition, considering the trifoliolate central leaflet of the lower third of each plant; yield component data were collected when the plant reached stage R8; and grain yield was estimated from an area of 5 m² of the useful area of the experimental plot, and corrected to 13% moisture in the grain. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA) by the F test and comparison of means by the Scott Knott test at 5% probability of error. In the 2017/2018 agricultural year the incidence of Asian rust on the lower third of the plant in the R5 development stage did not differ statistically between the TI and TNI treatments. In the fungicide application management treatments, T1 presented the highest incidence value of the disease. In the agricultural year 2018/2019 the severity values in the IT were higher than the TNI. In TI T2 obtained the lowest severity value. In the two agricultural years, irrigation provided an increase in grain yield potential by increasing the

number of vegetables per plant and mass of 1000 grains. In the 1st and 2nd crop year, the soybean grain yield values (kg / ha) obtained in the experiments indicate that all fungicide management treatments (T1, T2 and T3) in IT were superior to the same management as TNI. In the 2nd year for the fungicide application management values T2 was superior to the other treatments. Therefore, soybean productivity in lowlands has a most limiting factor of potential yield water stress due to lack of water. The use of irrigation allowed the highest yields found in the experiments. In the fungicide management employed to determine the timing of application, monitoring was more efficient, reducing the number of applications and maintaining productivity.

Keywords: **Phakopsora pachyrhizi, phytosanitary alert, lowlands.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e irrigação (mm) na cultura da soja, no período de emergência até a colheita dos grãos nos anos agrícolas de 2017/2018 (a) e 2018/2019 (b), as cultivares utilizadas foram Brasmax ícone e Syngenta 1561 IPRO, respectivamente. As barras azuis representam a precipitação pluviométrica (mm) e as barras vermelhas a irrigação (mm). As linhas pontilhadas indicam os estágios R1 – florescimento e R5 enchimento do grão. Itaqui, RS, 2019.....18

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (V) e temperatura do ar (°C) durante as aplicações de fungicida na cultura da soja usando manejo calendarizado e com alerta fitossanitário nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Itaqui, RS, 2019.....23
- Tabela 2: Análise de Variância (ANOVA) das variáveis severidade de incidência de ferrugem, número de legumes por planta, média de grãos por legume, massa de 1000 grãos e para produtividade de grãos de soja.21
- Tabela 3: Severidade da infecção de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no terço inferior das plantas de soja no estágio de desenvolvimento R5; com a cultura irrigada (TI) e não irrigada (TNI), submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida.....22
- Tabela 4: Número de legumes por planta, com a cultura da soja irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida.....23
- Tabela 5: Médias de grãos por legume, com a cultura da soja irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida.....24
- Tabela 6: Massa de 1000 grãos em gramas (g), com a cultura da soja irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida.....25
- Tabela 7: Produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida.....26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo geral.....	13
2. METODOLOGIA	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1. Variáveis meteorológicas	17
3.2. Aplicação de fungicidas	19
3.3. Severidade de ferrugem	21
3.4. Componentes do rendimento	23
3.4.1. Legumes por planta	23
3.4.2. Médias de grãos por legumes	23
3.4.3. Massa de 1000 grãos	24
3.5. Produtividade	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
6. REFERÊNCIA	29

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] ocupa posição de destaque na economia brasileira, justificando a necessidade de pesquisas no sentido de aperfeiçoar o seu cultivo e reduzir o risco de produção. No mundo, na safra 2018/2019, a área cultivada de soja ocupou 125,691 milhões de hectares, com produção de 362,075 milhões de toneladas do grão (USDA, 2019). No Brasil a soja, na safra 2018/19, apresentou aumento da área cultivada saindo de 35,022 milhões de hectares na safra 2017/18, para 35,874 milhões de hectares, com produção de 115,030 milhões de toneladas (CONAB, 2018). No Rio Grande do Sul (RS) a área semeada foi de 5,778 milhões de hectares, com produção de 19,187 milhões de toneladas. Nas áreas de terras baixas do RS cultivadas em sucessão com a cultura do arroz na safra 2018/2019 a área cultivada com soja foi de 322,433 mil hectares, com uma produção total de 728,141 mil toneladas (IRGA, 2018).

Há a intensificação do cultivo da soja em terras baixas no RS nos últimos anos, isto ocorreu pela necessidade de controlar o arroz vermelho, considerada a principal planta daninha do cultivo de arroz irrigado. Este fato, associado à disponibilidade de cultivares de soja que apresentam resistência a herbicidas, possibilitaram o controle de plantas invasoras. Além disso, os bons preços da soja estimularam alguns produtores a tratar o cultivo dessa cultura em terras baixas como outra atividade de renda, intensificando o uso das áreas (MARCHESAN, 2016).

Um dos fatores que estimulam a busca de elevada produtividade nestas áreas é a disponibilidade de água, associada a disponibilidade de infraestrutura organizacional para irrigação do arroz na área. O uso da irrigação é fundamental, pois o estresse hídrico pode causar redução do potencial hídrico foliar, fechamento estomático, diminuição da taxa fotossintética, redução da parte aérea, aceleração da senescência e abscisão das folhas e, conseqüentemente, redução da produtividade. (FERRARI et al., 2015). No entanto, informações sobre o uso da irrigação no cultivo da soja em terras baixas são escassas, em razão da ausência de pesquisas específicas sobre a rotação de culturas nestas áreas (SARTORI et al., 2015).

Além do estresse hídrico há outros fatores que limitam a obtenção de melhores rendimentos da soja nestas áreas, destacando-se também os fatores bióticos, que podem ser ocasionados por fungos, bactérias, nematoides e vírus. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região,

dependendo das condições meteorológicas de cada safra. As perdas anuais de produção ocasionadas por doenças são estimadas em 15% e 20%, entretanto algumas mais severas podem chegar a perda de 100% (EMBRAPA, 2005). Atualmente a doença com maior importância na cultura da soja é a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), sendo custo com perdas e aplicações de fungicida de pelo menos US\$ 2,2 bilhões na safra 2013/2014 (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2014).

O método de controle da doença mais eficiente é o manejo integrado de doenças (MID) isto é, utilizar todas as formas de controle no mesmo sistema. Com isso, devem-se adotar práticas como: realizar aplicações de fungicidas formulados em mistura de diferentes grupos químicos, semear no início da época recomendada, utilizar cultivares precoces e evitar a semeadura em safrinha (EMBRAPA, 2014). No entanto, a utilização do MID, não é comum entre os produtores, e sim o uso de apenas um método de controle, o químico. A utilização irracional dos fungicidas tem levado ao uso excessivo dos mesmos, resultando no aumento do custo de produção e maiores danos à saúde e ao meio ambiente (ZAMBOLIM et al., 2002). O controle químico se destaca no sistema atual, pelo fato de que em muitas situações oferece controle imediato, facilitando a proteção do potencial de produtividade da cultura, sendo a aplicação calendarizada a mais utilizada, não levando em consideração as condições ambientais ao determinar o intervalo de aplicação.

Contudo, o uso intensivo de fungicidas, redução no intervalo de aplicações, facilita o desenvolvimento da resistência do fungo ao produto químico, diminuindo a eficiência do controle (GODOY et al., 2017) e elevando o custo de produção. No entanto, é possível observar que apesar dos fungicidas terem como principal objetivo o controle de fungos fitopatogênicos, diversos efeitos deletérios podem ser observados, após sua aplicação, sobre outros microrganismos, além de alterações, tanto no metabolismo como na fisiologia das plantas.

Uma maneira de minimizar o número de aplicações é utilizar sistemas de alerta fitossanitário (DEL PONTE et al., 2006). As variáveis climáticas, principalmente temperatura e molhamento foliar interferem na capacidade dos fungos infectarem e provocarem doenças na parte aérea da soja determinando a severidade da mesma (REIS, 2004). Assim, podem ser utilizados modelos numéricos com o intuito de prever a severidade da doença no campo levando em consideração os elementos climáticos. A associação chuva e epidemias foi demonstrada por meio da alta correlação entre a severidade máxima da doença e variáveis com base na chuva.

Estes modelos matemáticos servem como simplificação da realidade que permitem descrever as relações entre ambiente, cultura e patógeno, e podem auxiliar na tomada de decisão.

DEL PONTE et al. (2006) analisaram 34 epidemias de ferrugem em 21 localidades de 9 estados brasileiros, durante as safras de 2002/2003 a 2004/2005. Os dados coletados foram divididos em duas regiões geográficas, norte e sul, de acordo com as diferenças meteorológicas. Com isso constataram que a principal variável do alerta fitossanitário é a precipitação, enquanto que a variável temperatura teve pouca influência. Os autores concluíram que a severidade máxima ou final da ferrugem asiática é altamente influenciada pela precipitação ao longo de um período de 30 dias anteriores após a detecção da doença. Assim, com a medida da variável precipitação pluviométrica pode ser prevista a severidade da ferrugem asiática, possibilitando direcionar as aplicações e otimizar a ação do produto no controle da doença.

Neste contexto é importante validar um sistema de alerta fitossanitário para região da fronteira oeste, pois testá-lo sobre diferentes condições ambientais permite a validação do modelo para áreas que não são tradicionalmente cultivadas com a cultura da soja. Com isso o modelo terá maior acurácia e cumprirá a função de determinar intervalos de aplicações de fungicida baseado nas condições meteorológicas. Também tornasse necessário saber a influência da irrigação neste processo, já que esta é imprescindível nesta região. Portanto, com a obtenção de um modelo para a região, pode-se reduzir o número de aplicações, já que estas serão feitas quando forem estritamente necessárias, consequentemente reduzindo o impacto ambiental causada pelo uso irracional dos agrotóxicos e aumentando rentabilidade do produtor rural.

1.1. Objetivo geral

Avaliar a severidade da ferrugem asiática, componentes do rendimento e produtividade de grãos na soja cultivada sob sistema irrigado e não irrigado, submetida a diferentes manejos de aplicação dos fungicidas em área de terras baixas do estado do Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Pampa-UNIPAMPA/Campus Itaqui, nas safras 2017/2018 e 2018/2019. A área experimental está localizada nas coordenadas 29° 09' 23,75" S e 56° 33' 24,29" W, altitude de 74 m, fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Cfa, subtropical sem estação seca definida com verões quentes e o solo do local é classificado como Plintossolo háplico (EMBRAPA, 2013).

As cultivares utilizadas foram: no 1º ano agrícola a Brasmax ícone, sendo de crescimento indeterminado e seu GMR 6.8, e no 2ª ano a Syngenta 1561 IPRO, sendo também de crescimento indeterminado e GMR de 6.1, e ambas possuem suscetibilidade a ferrugem asiática.

A adubação foi realizada de acordo com a recomendação a cultura da soja segundo o Manual de Calagem e Adubação pra os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016), efetuando a adubação de base correspondente para a produção de 6000 kg ha⁻¹. Na semeadura no 1º ano agrícola as sementes foram tratadas com defensivos agrícolas (polímeros, fungicidas e inseticidas) e inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, posteriormente semeadas sobre a cobertura de aveia branca (*Avena sativa*), a profundidade de 2 cm, adotando o uso de camaleões. No 2º ano as sementes foram apenas inoculadas com as estirpes e semeadas sobre cobertura de aveia preta (*Avena strigosa*), a área continha sulcos nas divisas das parcelas para favorecer a drenagem.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), bifatorial, com parcela subdividida e quatro repetições. As parcelas principais foram as diferentes condições hídrica (fator A) sendo os tratamentos irrigado (TI) e não irrigado (TNI). O fator B ficou composto por três diferentes manejos de aplicação de fungicida, totalizando 24 unidades experimentais. Os manejos de fungicida foram: testemunha, sem aplicação de fungicida (T1), aplicações de fungicida seguindo o modelo de alerta fitossanitário (T2) proposto por DEL PONTE et al. (2006), e aplicações calendarizadas com intervalos informados pelas bulas dos produtos registrados para a cultura (T3).

As unidades experimentais foram constituídas de parcelas com área de 35 m² (7 m de comprimento e 5 m de largura), com espaçamento entre linha de 0,50 m

e 12 plantas no metro linear. O espaçamento entre as parcelas foi de um (1) m e entre blocos foi de dois (2) m, com área experimental total de 1152 m².

A irrigação foi realizada por aspersão, com a utilização de aspersor circular completo, diâmetro molhado de 3 m e vazão de 0,0575 m³ h⁻¹. A necessidade de irrigação do cultivo determinada pelo cálculo da evapotranspiração da cultura (ET_c). A ET_c foi obtida pelo produto da evapotranspiração de referência pelo coeficiente de cultivo (K_c). A evapotranspiração de referência foi estimada pela equação de Penman-Montheith. Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Meteorológica automática localizada a 100 m do local de cultivo.

As aplicações de fungicida no T2 foram determinadas por monitoramento pelo modelo de alerta fitossanitário desenvolvido por DEL PONTE et al., (2006). O monitoramento iniciou quando a cultura estava em estágio V9 (nona folha trifoliada completamente desenvolvida) e consistiu na adição na equação do alerta do volume de precipitação e do número de eventos acumulados durante 30 dias. Na primeira aplicação de fungicida os pontos devem atingir a severidade (SV) = 50, na segunda SV = 45, na terceira SV = 40 e na quarta SV = 35, sendo este o modelo mais conservador. A equação do modelo que calcula a severidade máxima ou final da ferrugem asiática os quais serão representados pelos limiares de severidade que indicarão o momento da aplicação é representada a seguir:

$$\text{SEV Final} = -2,14 + (0,18 * (\text{ACC PREC})) + (1,28 * (\text{DIAS PREC}))$$

SEV Final= Severidade final ou máxima da ferrugem asiática da soja.

ACC PREC= Soma da precipitação 30 dias anteriores.

DIAS PREC= Soma do número de eventos (precipitação ou irrigação).

A primeira aplicação no T3 foi considerada quando a soja atingiu o estágio fenológico V9, e as demais seguindo os intervalos informados na bula dos produtos correspondentes. Os fungicidas que foram aplicados na cultura são os recomendados para a mesma, foi selecionado produtos com ingredientes ativos diferentes (Trifloxistrobina + Protiocanazol) e (Azoxistrobina + Benzovindiflupir).

O acompanhamento do estágio fenológico necessário para realizar o manejo de irrigação e aplicação de fungicidas, foi baseado na escala proposta por FEHR E CAVINESS (1977) adaptada por YORINORI (1996). As avaliações de severidade da ferrugem foram efetuadas quando a cultura chegou em estágio R5. Foi avaliado o

folíolo central do terço inferior de 20 plantas por parcela, isto levando em consideração nas avaliações visuais da severidade a escala diagramática desenvolvida por GODOY et al. (2006). Alguns componentes de rendimento foram avaliados na maturidade fisiológica (R7), foram coletadas 20 plantas por parcela e avaliado o número de legumes em cada planta, a seguir foi efetuada uma média, destes legumes foram selecionados 30 em diferentes terços da planta e realizado a média de grãos por legume. A produtividade de grãos de soja foi determinada em área correspondente a 5 m², os grãos após colhidos, foram secos em estufa até umidade de 13% com ventilação forçada a 65^o C por 72 horas. Após isso as amostras foram pesadas em balança de precisão. A massa de 1000 grãos foi obtida a partir retirada dos grãos das amostras da produtividade, então foi realizado a contagem de 1000 grãos e verificado as suas massas.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e, havendo diferença significativa, à comparação de médias foi feita pelo teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variáveis meteorológicas

Os dois anos agrícolas (2017/2018 e 2018/2019) apresentaram condições meteorológicas distintas. Durante o período de cultivo do 1º ano agrícola 2017/2018 foram registrados 30 eventos de precipitações pluviométricas, que chegaram a soma de 749,9 mm (Figura 1a). A distribuição das chuvas foi desuniforme, com dois momentos de acúmulo de precipitação, sendo o primeiro no início do mês de fevereiro, quando a cultura se encontrava no início do estágio reprodutivo e o segundo no fim do mês de março, em estágio R7. As irrigações se fizeram necessárias em 13 momentos durante o cultivo, com volume irrigado de 127 mm.

No 2º ano agrícola 2018/2019 ocorreram 28 eventos de precipitação pluviométrica, que totalizaram 826 mm (Figura 1b). A distribuição das chuvas nos primeiros 75 dias de cultivo foi uniforme, no entanto o restante do período se caracterizou por momentos de estiagem. As irrigações foram realizadas em 8 momentos, totalizando 108 mm.

Observa-se na Figura 1b, que antes de chegar em estágio R5 as plantas nos tratamentos sem irrigação já estavam em estresse hídrico. Já no cultivo irrigado esta demanda hídrica foi suprida pela irrigação. A planta de soja tem exigência hídricas que aumentam progressivamente com o desenvolvimento da cultura. Esta demanda é máxima no florescimento e início de formação de legumes, mantendo-se alta até a maturidade fisiológica (MUDSTOCK E THOMAS, 2005).

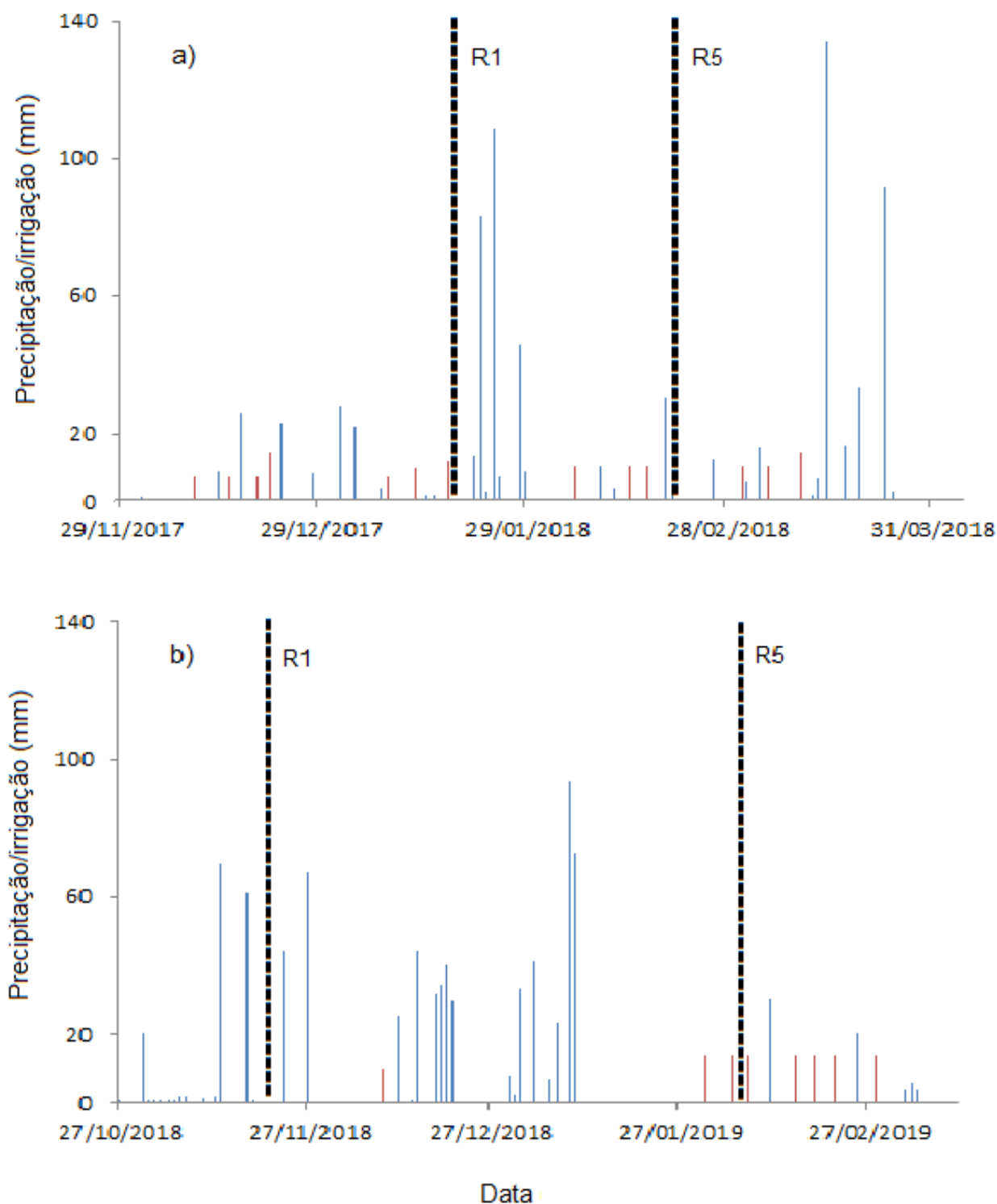


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e irrigação (mm) na cultura da soja, no período de emergência até a colheita dos grãos nos anos agrícolas de 2017/2018 (a) e 2018/2019 (b), as cultivares utilizadas foram Brasmax ícone e Syngenta 1561 IPRO, respectivamente. As barras azuis representam a precipitação pluviométrica (mm) e as barras vermelhas a irrigação (mm). As linhas pontilhadas indicam os estágios R1 – florescimento e R5 enchimento do grão. Itaqui, RS, 2019

3.2. Aplicações de fungicidas

As condições ambientais no momento das aplicações de fungicida no ano agrícola de 2017/2018, O tratamento T2 no sistema irrigado necessitou de 2 aplicação de fungicida (Tabela 1). Na primeira aplicação a umidade relativa do ar foi de 52%, sendo que o mínimo é 60% e a temperatura do ar estava (33 °C) sendo fora da faixa ideal; na segunda aplicação as condições estavam favoráveis. No T2 sem irrigação o monitoramento indicou fazer 1 aplicação apenas, na qual foi realizada em condições ideais também.

No T3 no sistema irrigado e não irrigado foi realizado 4 aplicações de fungicidas, a segunda aplicação foi realizada em condições de UR ideais; a primeira, terceira e a quarta apresentaram UR de 35%, 55% e 53%, respectivamente, isso são condições de UR muito baixa fator que pode ter colaborado para uma fitotoxicidade na cultura.

As condições meteorológicas devem ser favoráveis à absorção e translocação dos produtos na planta. As condições meteorológicas ideais devem ser temperatura mínima de 10°C; a ideal de 20 - 30 °C; e a máxima, de 35°C. A umidade relativa do ar mínima de 60%; ideal de 70 a 90%; e máxima de 95%. Não realizar aplicações na presença de ventos com velocidade superior a 10 km h⁻¹ sobre plantas estressadas (EMBRAPA, 2015). A aplicação sobre plantas estressadas reduz a absorção e translocação do produto e pode reduzir o metabolismo das moléculas pela cultura.

No ano agrícola de 2018/2019, pode-se observar que o tratamento T2 no sistema irrigado e não irrigado necessitou de 2 aplicação de fungicida, estas foram aplicadas em condições ideais (Tabela 1). No T3 no sistema irrigado e não irrigado foi realizado 4 aplicações de fungicidas, a primeira e segunda aplicação foi realizada em condições de UR ideais; e a terceira e a quarta apresentaram UR de 58% e 59%, respectivamente, isso são condições de UR muito baixa. Esse fator pode ter favorecido a ocorrência de fitotoxidez. Estas condições, aliado ao das plantas estarem em estágio reprodutivo no momento destas aplicações pode ter influenciado nos resultados de produtividade.

Tabela 1 – Umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (V) e temperatura do ar (°C) durante as aplicações de fungicida na cultura da soja usando manejo calendarizado e com alerta fitossanitário no anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019. Itaqui, RS, 2019.

	DATA DAS APLICAÇÕES		CONDIÇÕES AMBIENTAIS		
	COM IRRIGAÇÃO	SEM IRRIGAÇÃO	UR (%)	V. (km h ⁻¹)	Temperatura (°C)
Ano agrícola 2017/2018					
APLICAÇÕES CALENDARIZADAS (T3)	03/01/2018	03/01/2018	35	0,9	32
	24/01/2018	24/01/2018	88	0,9	26
	14/02/2018	14/02/2018	55	2,2	31
	07/03/2018	07/03/2018	53	1,3	27
APLICAÇÕES MONITORAMENTO (T2)	10/01/2018	-----	52	1,8	33
	-----	24/01/2018	88	0,9	26
	25/01/2018	-----	69	2,2	29
Ano agrícola 2018/2019					
APLICAÇÕES CALENDARIZADAS (T3)	27/12/2018	27/12/2018	65	0,4	34
	20/01/2019	20/01/2019	80	0,4	26
	08/02/2019	08/02/2019	58	0,4	34
	04/03/2019	04/03/2019	59	0,4	33
APLICAÇÕES MONITORAMENTO (T2)	27/12/2018	27/12/2018	65	0,4	34
	20/01/2019	20/01/2019	80	0,4	26

3.3. Severidade de ferrugem

Nos dois experimentos não houve interação significativa entre o Fator A e B para as variáveis: severidade de incidência de ferrugem, número de legumes por planta, média de grãos por legume, massa de 1000 grãos e para produtividade de grãos de soja (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de Variância (ANOVA) das variáveis severidade de incidência de ferrugem, número de legumes por planta, média de grãos por legume, massa de 1000 grãos e para produtividade de grãos de soja. Itaqui, RS, 2019.

Severidade da incidência de ferrugem asiática								
	2017/2018				2018/2019			
	GL	QM	Fc	Pr>Fc	GL	QM	Fc	Pr>Fc
Fator B	2	582,380	12,405	0,002	2	724,740	43,870	0,000
Fator A	1	0,027	0,001	0,981	1	481,475	29,145	0,000
Fator A*Fator B	2	14,885	0,317	0,735	2	41,867	2,534	0,115
Erro	10				14			
Número de legumes por planta								
	2017/2018				2018/2019			
	GL	QM	Fc	Pr>Fc	GL	QM	Fc	Pr>Fc
Fator B	2	33,500	1,772	0,198	2	79,551	1,267	0,314
Fator A	1	2,042	0,108	0,746	1	317,640	5,060	0,043
Fator A*Fator B	2	0,167	0,009	0,991	32	176,009	2,804	0,097
Erro	18	18,9027			13	62,776		
Média de grãos por legume								
	2017/2018				2018/2019			
	GL	QM	Fc	Pr>Fc	GL	QM	Fc	Pr>Fc
Fator B	2	0,119	4,138	0,033	2	0,007	0,449	0,648
Fator A	1	0,038	1,339	0,262	1	0,085	5,482	0,036
Fator A*Fator B	2	0,020	0,701	0,509	2	0,022	1,399	0,282
Erro	18	0,028678			10	0,016		
Massa de 1000 grãos								
	2017/2018				2018/2019			
	GL	QM	Fc	Pr>Fc	GL	QM	Fc	Pr>Fc
Fator B	2	975,817	3,384	0,057	2	174,630	1,752	0,212
Fator A	1	3743,753	12,984	0,002	1	1920,860	19,269	0,001
Fator A*Fator B	2	214,030	0,742	0,490	2	162,049	1,626	0,234
Erro	10	288,346			10	99,687		
Produtividade de grãos								
	2017/2018				2018/2019			
	GL	QM	Fc	Pr>Fc	GL	QM	Fc	Pr>Fc
Fator B	2	469619,1	1,530	0,243	2	881672,5	4,495	0,033
Fator A	1	9015330,0	29,375	0,000	1	22226358,5	113,306	0,000
Fator A*Fator B	2	356098,7	1,160	0,336	2	395639,2	2,017	0,173
Erro	10	306905,4			10	196161,8		

No ano agrícola de 2017/2018 a incidência de ferrugem asiática no terço inferior da planta no estágio de desenvolvimento R5 não diferiu estatisticamente entre os tratamentos TI e TNI (Tabela 3). Nos tratamentos manejos de aplicação de fungicida o T1 apresentou maior valor de incidência da doença. Isso no indica que independente do manejo de irrigação a cultura apresenta maior severidade de doença quando aplicações de fungicida não são realizadas.

No ano agrícola de 2018/2019 os valores de severidade no TI foram superiores ao TNI (Tabela 3). Isso ocorreu porque os tratamentos irrigados tiveram maior tempo de molhamento foliar, e há alta correlação da precipitação com a severidade final da doença (DEL PONTE et al., 2006). Comprovando que quando se faz uso da irrigação por aspersão ocorre o molhamento foliar, favorecendo o desenvolvimento da doença. O T2 obteve o menor valor de severidade.

As condições meteorológicas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem da soja são disponíveis na região da fronteira oeste do RS, que são: temperaturas entre 15°C e 25°C e o mínimo de 6 horas de duração do período de molhamento foliar, com ocorrência de severidades máximas entre 10 a 12 horas (MARCHETTI; MELCHING; BROMFIELD, 1976). No entanto o que possibilita a redução no nível de severidade de incidência de ferrugem são os períodos de estiagem, ao qual são característico de nossa região sendo determinante para que nos tratamentos controle dos dois anos agrícolas apresentasse severidade menor de infecção do patógeno.

Tabela 3: Severidade da infecção de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) no terço inferior das plantas de soja no estágio de desenvolvimento R5; com a cultura irrigada (TI) e não irrigada (TNI), submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida. Itaqui, RS, 2019.

Anos agrícolas	2017/2018		Médias	2018/2019		Médias
	com irrigação	sem irrigação		com irrigação	sem irrigação	
Tratamentos	------(%)-----			------(%)-----		
Calendarizado	0,81	1,36	1,08b*	6,80	1,10	3,95a
Monitoramento	0,66	3,38	2,02b	2,59	1,73	2,16b
Testemunha	20,34	16,85	18,59a	28,16	10,83	19,49a
Médias	7,27A	7,2A		12,51A	4,55B	
C.V. (%)	94,73			44,28		

*Valores seguidos por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de significância.

3.4. Componentes do rendimento

3.4.1. Legumes por Planta

No ano agrícola de 2017/2018 o número de legumes por planta não diferiu estatisticamente entre os tratamentos TI e TNI e em nenhum dos manejos de aplicação (T1, T2 e T3) (tabela 4).

No ano agrícola de 2018/2019 os valores de legumes por planta no TI foi superior ao TNI (tabela 4), isso pode ser explicado pelo fato da deficiência hídrica causar forte redução na emissão de ramos, reduzindo o número potencial de nós que diminuiu o número de legumes (MUNDSTOCK E THOMAS, 2005). Assim a irrigação promoveu o aumento do número de legumes por planta no ano agrícola de 2018/2019.

Tabela 4: Número de legumes por planta, com a cultura da soja irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida. Itaqui, RS, 2019.

Anos agrícolas	2017/2018			2018/2019		
	com irrigação	sem irrigação	Médias	com irrigação	sem irrigação	Médias
Tratamentos	----- (legumes/planta) -----			----- (legumes/planta) -----		
Calendarizado	75,50	74,75	75,12a*	67,56	48,15	57,85a
Monitoramento	74,00	73,75	73,87a	51,71	49,66	50,68a
Testemunha	71,50	70,75	71,12a	52,30	49,39	50,84a
Médias	73,66A	73,08A		57,19A	49,06B	
C.V. (%)	5,93			15,08		

*Valores seguidos por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de significância.

3.4.2. Média de grãos por legume

No ano agrícola de 2017/2018 para a variável média de grãos por legume os valores não diferiram estatisticamente entre os tratamentos TI e TNI. Nos manejos de aplicação de fungicida (T1, T2 e T3) o T2 foi superior (tabela 5). No ano agrícola de 2018/2019 para a variável média de grãos por legume o valor do tratamento TI foi superior ao TNI. Para os manejos de aplicação de fungicida (T1, T2 e T3) não houve diferença estatística (tabela 5).

Para os valores dos tratamentos que não diferiram pode-se afirmar que o número de grãos por legume, dentre os demais componentes, é o que apresenta menor variação entre diferentes situações de cultivo (NAVARRO E COSTA, 2002). Isso se confirma diante dos resultados encontrados nos dois anos de experimento.

Tabela 5: Médias de grãos por legume, com a cultura da soja irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida. Itaqui, RS, 2019

Anos agrícolas	2017/2018		Médias	2018/2019		Médias
	com irrigação	sem irrigação		com irrigação	sem irrigação	
Tratamentos	------(grãos/legume)-----			------(grãos/legume)-----		
Calendarizado	2,20	2,15	2,17b*	2,31	2,11	2,21a
Monitoramento	2,41	2,41	2,41a	2,24	2,06	2,15a
Testemunha	2,35	2,15	2,25b	2,19	2,19	2,19a
Médias	2,32A	2,24A		2,24A	2,12B	
C.V. (%)	7,43			5,52		

*Valores seguidos por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de significância.

3.4.3. Massa de 1000 grãos

No ano agrícola de 2017/2018 as médias dos tratamentos TI foram superiores aos TNI e o manejo de aplicações de fungicida (T1, T2 e T3) não diferiram estatisticamente entre si, (Tabela 6).

No 2º ano agrícola também as médias dos tratamentos TI foram superiores aos TNI. O manejo de aplicações de fungicida (T1, T2 e T3) não diferiram estatisticamente entre si, indicando que o manejo fitossanitário não influenciou nesta variável.

Os manejos TI foram superiores aos TNI, pois quando ocorre a deficiência hídrica durante o período de enchimento de grãos na soja, ocorre a redução no tamanho e peso do grão, devido a diminuição do suprimento de fotoassimilados pela planta ou da inibição do metabolismo do grão (WESTGATE et al., 1989). O menor peso de 1000 grãos das plantas de soja que sofreram deficiência hídrica pode ser o resultado do período de enchimento de grãos mais curto do que o das plantas do tratamento irrigado. Falta de água e altas temperaturas aceleram o ciclo da soja a partir da metade final do período reprodutivo, enquanto a suplementação de água

durante esse período faz com que o ciclo tenha a duração normal da cultivar (KORTE et al., 1983).

Tabela 6: Massa de 1000 grãos em gramas (g), com a cultura da soja irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida. Itaqui, RS, 2019.

Anos agrícolas	2017/2018			2018/2019		
	com irrigação	sem irrigação	Médias	com irrigação	sem irrigação	Médias
Tratamentos	------(g)-----			------(g)-----		
Calendarizado	217,95	182,50	200,22a*	146,57	128,71	137,64a
Monitoramento	193,81	169,09	181,45a	150,18	122,22	136,20a
Testemunha	188,14	173,38	180,76a	133,88	120,51	127,19a
Médias	199,96A	174,99B		143,54 ^a	123,81B	
C.V. (%)	9,06			7,86		

*Valores seguidos por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de significância.

3.5. Produtividade

No 1º ano agrícola os valores de produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) obtidos no experimento indica que o tratamento TI foi superior ao TNI. Os manejos aplicação de fungicida não diferiram entre si. No 2º ano agrícola para os valores de produtividade obtidos no experimento o tratamento TI foi superior ao TNI. Nos manejos aplicações de fungicidas o T2 foi superior aos demais tratamentos.

Diversos fatores podem interferir no potencial de rendimento, como a deficiência hídrica (SIONIT E KRAMER, 1977), limitação de produtos fotoassimilados (LOOMIS E CONNOR, 1992) e fatores ambientais como a práticas de manejo podem influenciar o potencial de rendimento da soja (PIRES et al., 2000). Nos resultados obtidos nos dois anos agrícolas verifica-se que os TI apresentaram maior produtividade quando comparado aos TNI, isso nos indica que nestes dois anos de cultivo a soja em terras baixas teve como fator mais limitante do seu potencial produtivo o déficit hídrico. RAMBO et al. (2002), concluíram que o estresse hídrico, ao final do ciclo, diminui o rendimento da soja, pela redução da massa do grão. Também segundo NAVARRO E COSTA (2002) quando o período de restrição hídrica coincide com o período de floração e início do enchimento dos grãos, há

graves prejuízos ao desenvolvimento da planta e rendimento dos grãos, fato esse comprovado neste experimento.

No 2º experimento o monitoramento foi superior ao manejo de aplicação calendarizado. Portanto observa-se que o maior número de aplicações de fungicida não resultou em incremento de produtividade. Isso devido a uma fitotoxidade causada pelo fungicida aplicado em condições ambientais não favoráveis, sendo que no 2º ano estas condições se agravaram mais do que no 1º ano. Segundo BARROS et al. (2009) este problema tem sucedido principalmente em anos de ocorrência de algum tipo de estresse para a cultura, estando relacionado principalmente a períodos quentes e secos ocorridos antes ou logo após as aplicações.

Tabela 7: Produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) irrigada e não irrigada, submetida a diferentes manejos para determinação do momento de aplicação de fungicida. Itaquí, RS, 2019.

Anos agrícolas	2017/2018			2018/2019		
	com irrigação	sem irrigação	Médias	com irrigação	sem irrigação	Médias
Tratamentos	-----(kg ha^{-1})-----			-----(kg ha^{-1})-----		
Calendarizado	3925,6	2250,1	3087,8a*	3746,8	1663,0	2704,9b
Monitoramento	3486,6	2648,0	3067,3a	4552,6	2201,1	3376,8a
Testemunha	3240,0	2076,6	2658,3a	3524,2	1778,7	2651,4b
Médias	3550,7A	2324,9A		3524,2 ^a	1880,9B	
C.V. (%)	18,86			15,83		

*Valores seguidos por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott, a 5% de significância.

Nos experimentos conduzidos nos anos agrícolas de 2017/2018 e 2018/2019 nos indicam que o uso da irrigação no cultivo da soja em solos de terras baixas possibilitou um acréscimo na produtividade de grãos de 52,72% e 87,37%, respectivamente. Isso nos mostra o quão importante é a irrigação para a soja na região da fronteira oeste do RS, fato que pode determinar a viabilidade econômica deste cultivo.

O manejo fitossanitário da cultura regido pelo modelo de alerta fitossanitário proposto por DEL PONTE et al., (2006) se mostrou eficaz. Nos dois anos agrícolas com o modelo houve a redução no número de aplicações sem reduzir a produtividade. No entanto, ainda necessita-se de um modelo de alerta específico

para a região da fronteira oeste do RS, com isso se obteria mais precisão nos valores de SV Final, e mais segurança nas orientações de manejo com o alerta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A severidade de incidência da ferrugem asiática foi maior quando se fez o uso da irrigação no sistema. As menores severidades ocorreram na ausência da irrigação.

A irrigação proporcionou incremento no potencial de rendimento de grãos, pelo aumento do número de legumes por planta, média de grãos por legume e massa de 1000 grãos.

A produtividade da soja em terras baixas tem como fator mais limitante do seu potencial produtivo o estresse hídrico por falta de água, e o uso da irrigação possibilitou as maiores produtividades encontrada nos experimentos

No manejo de fungicida empregado para determinar o momento da aplicação, o monitoramento pelo alerta fitossanitário foi mais eficiente, pois possibilitou a redução no número de aplicações mantendo a produtividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. (2018).

Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: <http://Downloads/Boletim_Graos_marco_2018.pdf>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, (2014). **Custos da ferrugem-asiática.** Disponível em: <<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/conteudos/view/5>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.

DEL PONTE, E. M; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall model. **Phytopathology**, Saint Paul, USA, v. 96, p. 797-803, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 2000/01.** Londrina, 2000. 245p.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A.C. . Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 67-77, jan./mar. 2015

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; MOREIRA, E. N.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; FAVERO, F.; FEKSA, H. R.; ARAUJO JUNIOR, I. P.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; BELUFI, L. M. de R.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; VOLF, M. R.; GOUSSAIN, M.; DEBORTOLI, M. P.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2016/17: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Londrina: Embrapa Soja, 2017.

GODOY, C. V; SEIXAS, C. D. S; SOARES, R. M. MEYER, M. C; COSTAMILAN, L. M; ADEGAS, F. S. **Boas práticas para o enfrentamento da ferrugem-asiática da soja.** Londrina, 2017.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, 2006.

INSTITUTO RIOGRANDESO DO ARROZ – IRGA. **Boletim de resultados da lavoura de arroz safra 2018/19.** Disponível em: <<https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201909/05171808-relatorio-da-safra-2018-19-31-agosto-2019.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

KORTE, L. L.; SPECHT, J. E.; WILLIAMS, J. H.; SORENSEN, R. C. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny II: yield component responses. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 3, p. 528-533, 1983.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. Crop ecology: **productivity and management in agricultural systems**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1992. 520p.

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 2, n. 1, 2016.

MARCHETTI, M. A.; MELCHING, J. S.; BROMFIELD, K. R. **The effects of temperature and dew period on germination and infection by uredospores of Phakopsora pachyrhizi**. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, n. 6, p. 461- 463, 1976.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 31p.

NAVARRO, H. M. J.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 3, p. 275-279, mar. 2002.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1541-1547. ago. 2000.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. **Scientia Agraria**, v. 3, p. 79-85, 2000.

REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: UPF, 2004, 316p.

SARTORI, G.M.S; MARCHESAN, E; DAVID, R. D; CARLESSO, R; PETRY, M. T; DONATO, G; FILHO, A. C; SILVA, M. F. S. **Rendimento de grãos de soja em função de sistemas de plantio e irrigação por superfície em Planossolos** . Disponível em: < <http://www.irga.rs.gov.br> >. Acesso em: 08 mai. 2018.

SIONIT, N.; KRAMER, P. J. Effects of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy Journal, Madison**, v. 69, n. 2, p. 274-278, 1977.

UNITED STATES DEPARTMENTE OF AGRICULTURE – USDA. (2019). **Relatório USDA**. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br/pt-br/>>. Acesso em: 10 de nov. 2019.

WESTGATE, M. E.; SCHUSSLER, J. R.; REICOSKY, D. C. Effect of water deficits on seed development in soybean. **Plant Physiology, Lancaster**, v. 91, n. 2, p. 980-985, 1989.

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

ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., COSTA, H., PEREIRA, A.A. E CHAVES, G.M. Epidemiologia e controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.). In: Zambolim, L. (Ed.) **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa, Minas Gerais. Suprema Gráfica e Editora. 2002.