

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS DE FREDERICO WESTPHALEN
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:
AGRICULTURA E AMBIENTE

Fernanda Marcolan de Souza

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NA
SOJA: IMPACTO SOBRE CARACTERES AGRONÔMICOS E NA
PRODUTIVIDADE FINAL DE GRÃOS**

Frederico Westphalen, RS
2021

Fernanda Marcolan de Souza

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NA SOJA: IMPACTO
SOBRE CARACTERES AGRONÔMICOS E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE
GRÃOS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia, Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS
2021

de Souza, Fernanda Marcolan

Épocas de semeadura e aplicações de fungicida na soja:
impacto sobre caracteres agronômicos e na produtividade
final de grãos / Fernanda Marcolan de Souza.- 2021.

73 p.; 30 cm

Orientador: Claudir José Basso

Coorientador: Stela Maris Kulczynski

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós
Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2021

1. Ferrugem asiática da soja 2. fenologia 3.
desenvolvimento 4. plastocrono I. Basso, Claudir José
II. Maris Kulczynski, Stela III. Título.

Fernanda Marcolan de Souza

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NA SOJA: IMPACTO
SOBRE CARACTERES AGRONÔMICOS E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE
GRÃOS**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia, Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Aprovado em 22 de fevereiro de 2021:



Claudir Jose Basso, Dr. (UFSM)
(Orientador)



Gizelli Moiano de Paula, Dr^a (UFSM)



Carlos Alexandre Costa Crusciol, Dr (UNESP)

À minha mãe Iracema
Às minhas irmãs Marciane e Ani Paula
Ao meu esposo Bruno
À tia Claudia pelo exemplo

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela dádiva da existência.

À minha mãe Iracema pela vida. Obrigada pelo incentivo, apoio, pelas roupas lavadas, pelas comidas feitas, por me fazer acreditar que eu era capaz de coisas que nem eu imaginava. Gratidão por toda positividade vinda de ti, mãe!

Às minhas irmãs Marciane e Ani Paula que sempre foram meu suporte, meu incentivo e meu apoio em todos os momentos.

Ao Bruno, pelo amor, amizade, carinho, confiança, compreensão, companheirismo e apoio em todas as decisões... por me acompanhar sempre.

Ao professor Claudir José Basso, orientador e amigo, pela compreensão, dedicação, incentivo, pela confiança depositada em mim e pelos ensinamentos transmitidos. Obrigada pela oportunidade.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Plantas de Lavoura: Eduarda, Denise, Taylene, Janine, Chaiane, Ana Julia, Mateus, Rian, Gabriel e Marcelo... valeu cada risada, cada almoço, cada conversa, cada planta cultivada, colhida e avaliada. Vocês tornaram as lidas mais leves. Sou imensamente grata pela ajuda de todos.

Ricardo Bauer Pilla, Ezequiel Zibetti Fornari, Gutierre de Campos, Ronaldo Otero Giongo, Alencar Zachy da Fonseca, Caroline Baldin, Marina Cuchi, Jardel Pelegrin, Anderson Werner, Rodrigo Marin, Aline Primon, Eduardo Bellé, Lucas Gaviraghi, Alex Drews, Guilherme Araújo e tantos outros amigos que a UFSM me concedeu, obrigada por compartilharem momentos memoráveis comigo, sem vocês este tempo na universidade não teria o mesmo sentido.

Ao amigo Paulo Bellé por todo o suporte na implantação dos experimentos e a sua esposa Sandra pelas palavras de apoio e incentivo.

Aos professores Gizelli e Crusciol por participarem comigo deste momento.

À Universidade Federal de Santa Maria UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura e Ambiente (PPGAAA), pelo acesso ao curso de pós graduação. Também a CAPES pela concessão da bolsa. À todos os professores por todo o conhecimento compartilhado. E aos colegas do PPGAAA, pela convivência e troca de experiências.

Enfim, a todos familiares, amigos, colegas e professores que de alguma forma contribuíram e participaram da minha formação.

Obrigada!!!

*“Seja humilde, e permanecerás íntegro.
Curva-te, e permanecerás ereto.
Esvazia-te, e permanecerás repleto.
Gasta-te, e permanecerás novo.
O sábio não se exhibe, e por isso brilha.
Ele não se faz notar, e por isso é notado.
Ele não se elogia, e por isso tem mérito.
E, porque não está competindo, ninguém no mundo pode competir com ele”.*

Lao Tse

RESUMO

ÉPOCAS DE SEMEADURA E APLICAÇÕES DE FUNGICIDA NA SOJA: IMPACTO SOBRE CARACTERES AGRONÔMICOS E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE GRÃOS

AUTOR: Fernanda Marcolan de Souza

ORIENTADOR: Claudir José Basso

As condições ambientais impostas por diferentes épocas de semeadura exercem grande influência sobre o desenvolvimento da soja, com mudanças na morfologia, arquitetura e desempenho das plantas, além disso sobre a incidência de doenças e conseqüentemente no manejo químico. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o plastocrono, avaliar as características morfológicas e a produtividade da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e números de aplicação de fungicida. Foram desenvolvidos cinco experimentos com épocas de semeadura (19/09/2019 - E1; 12/10/2019 - E2; 16/11/2019 - E3; 12/12/2019 - E4; e, 15/01/2020 - E5) onde os tratamentos, constituídos dos manejos de fungicidas, foram dispostos de forma casualizada dentro dos cinco blocos: uma aplicação no estágio R1 (T1); duas aplicações, uma no estágio R1 e outra após 15 dias (T2); três aplicações, uma no estágio R1 e outras duas aplicações com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T3); quatro aplicações, uma no estágio R1 e outras três com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T4); e, uma testemunha, sem nenhuma aplicação de fungicida (T5). Foram avaliados o plastocrono, número final de nós na haste principal, altura final de planta, massa total de grãos por planta, índice de colheita, ciclo da cultura, altura de inserção do primeiro legume, número de ramificações, número de legumes por planta, número de grãos por planta, peso de mil grãos, e produtividade final de grãos. Independente da época de semeadura, não houve efeito da aplicação de fungicida nas variáveis avaliadas e na produtividade final de grãos da soja. As diferentes épocas de semeadura influenciaram as características morfológicas e todas as variáveis de plantas avaliadas, além da produtividade final de grãos. Menores valores de plastocrono foram encontrados quando as temperaturas médias do período foram maiores, onde a semeadura de 12/10 apresentou crescimento mais lento com maiores valores de plastocrono. O fotoperíodo influenciou no número final de nós, na altura final de plantas, sendo a semeadura de 15/11 a que apresentou plantas mais altas e com maior número de nós. A cultura da soja apresentou maiores produtividades na semeadura realizada na primeira quinzena de outubro.

Palavras-chave: Ferrugem asiática da soja, fenologia, desenvolvimento, plastocrono

ABSTRACT

SOWING SEASON AND FUNGICIDE APPLICATIONS IN SOYBEAN: IMPACT ON AGRONOMIC TRAITS AND FINAL GRAIN PRODUCTIVITY

AUTHOR: Fernanda Marcolan de Souza

ADVISOR: Claudir José Basso

Environmental conditions by different sowing date influence soybean development in the morphology, architecture, and plant behavior besides disease incidence and chemical management. We aimed to estimate the plastochron, evaluate the morphological characteristics and the soybean crop productivity submitted to different sowing dates and a different number of fungicide applications. We carried out a field experiment with sowing dates (19/09/2019 - E1; 12/12/2019 - E2; 11/15/2019 - E3; 12/15/2019 - E4; e, 01/15/2020 - E5) where the treatments, constituted by the management of fungicides, were arranged randomly within the five blocks: an application in stage R1 (T1); two applications, one in the stage R1 and the other after 15 days (T2); three applications, one in the R1 stage and two applications, with intervals of 15 days between them (T3); four applications, one at the R1 stage and three at intervals around 15 days between them (T4); and, a control, without any application of fungicide (T5). Plastochron, the final number of nodes on the main stem, final plant height, total grain weight per plant, harvest index, crop cycle, the first vegetable insertion height, number of branches, number of vegetables per plant, were evaluated the number of grains per plant, thousand-seed weight, and final grain yield. Regardless of the sowing time, there was no effect on fungicide application on the variables evaluated and the final soybean grain yield. The sowing dates influenced the morphological characteristics and all plant variables evaluated as well as the final grain yield. Higher temperatures had lower plastochron values, where the sowing of 12/10 showed slower growth with larger plastochron values. The photoperiod influenced the number of nodes, in the final plants' height. The 11/15 sowing showed the tallest plants and the largest number of nodes. The soybean crop showed higher yields when sowing in the first half of October

Keywords: Asian soybean rust, phenology, plant development, plastochron.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos dados de plastocrono, número final de nós (NFN), altura final de plantas (AFP) e massa total de grãos por planta (MTGP) submetidos a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares.	32
--	----

ARTIGO 2

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das variáveis agronômicas peso seco de grãos (PSG), rendimento biológico (RB), índice de colheita (IC), altura de inserção do primeiro legume (AIPL), número de ramificações (NR), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade final de grãos (PFG) da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares.....	52
Tabela 2 – Médias do peso seco de grãos, rendimento biológico e índice de colheita da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares..	54
Tabela 3 – Médias de altura de inserção do primeiro legume (AIPL), número de ramificações (NR) e número de legumes por planta (NLP) da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares.	55
Tabela 4 – Médias peso de mil grãos (PMG), produtividade final de grãos (PFG) da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares... ..	59

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 – Distribuição da precipitação pluviométrica, temperaturas máximas, mínimas e médias do ar correspondentes ao período de duração dos experimentos..... 29
- Figura 2 – Número de nós acumulados na haste principal da soja e a soma térmica acumulada (°C dia) utilizada para o cálculo do plastocrono em uma das repetições nas épocas de semeadura 12/10 (A), 16/11 (B), 12/12/2019 (C) e 15/01/2020 (D)..... 31
- Figura 3 – Médias de plastocrono da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade... 34
- Figura 4 – Médias de número final de nós da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade..... 36
- Figura 5 – Médias de altura final de plantas (cm) da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade..... 37
- Figura 6 – Médias da massa total de grãos por plantas da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade..... 38

ARTIGO 2

- Figura 1 – Distribuição da precipitação pluviométrica, temperaturas máximas, mínimas e médias do ar correspondentes a duração do experimento (2019/2020).. 46
- Figura 2 – Escala de intervalo de dias entre a semeadura e emergência (S-E), emergência e florescimento (E-F) e florescimento e maturação fisiológica (F-M) da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas. . 50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A CULTURA DA SOJA	14
2.2	ÉPOCAS DE SEMEADURA	15
2.3	PLASTOCRONO	19
2.4	MANEJO DE FUNGICIDAS	21
3	ARTIGO 1 – Épocas de semeadura e manejo de fungicidas: impacto sobre o plastocrono, características morfológicas e produtivas da soja	24
3.1	RESUMO	24
3.1	INTRODUÇÃO	25
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.4	CONCLUSÕES	39
3.5	REFERÊNCIAS.....	39
4	ARTIGO 2 – Épocas de semeadura e aplicações de fungicida na soja: impacto sobre caracteres agronômicos e na produtividade final de grãos	43
4.1	RESUMO	43
4.2	INTRODUÇÃO	43
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	45
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.5	CONCLUSÕES	61
4.6	REFERÊNCIAS.....	62
5	DISCUSSÃO GERAL	65
6	CONCLUSÃO GERAL	66
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

A soja é considerada uma das culturas responsáveis por impulsionar grandes mudanças na base da produção brasileira desde a década de 1960, sendo que em um curto espaço de tempo a cultura se tornou uma das principais espécies cultivadas neste país. A grande solidez do mercado, a disponibilidade de diferentes cultivares bem como o papel social na geração de emprego (LEITNER & ALVES FILHO, 2019), aliados as pesquisas e tecnologias desenvolvidas desde o início do seu cultivo, criaram um cenário favorável para a expansão da cultura em todo território brasileiro (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, com uma produção de 125 milhões de toneladas na safra 2019/2020 (CONAB, 2020). O Rio Grande do Sul passou para quarta posição no ranking nacional, e produz aproximadamente 10% da produção nacional em 5,9 milhões de hectares cultivados (CONAB, 2020).

Neste cenário, a região Noroeste do Rio Grande do Sul caracteriza-se por possuir principalmente pequenos e médios produtores, tendo na máxima utilização das áreas agricultáveis uma forma de fortalecer a permanência do agricultor no meio rural. Assim, verifica-se que muitos produtores estão organizando seus cronogramas de cultivo para que se consiga antecipar a semeadura da soja, visando realizar um segundo cultivo comercial de verão na mesma área. Da mesma forma, alguns produtores que tem como atividade a produção leiteira, buscam antecipar a semeadura do milho com a finalidade de no mês de janeiro, realizar uma segunda safra de soja (safrinha).

Quando o produtor determina a época de semeadura, ele está combinando a fenologia da cultura e a variação dos elementos do clima na região de implantação da lavoura (PEIXOTO et al., 2000). Desta forma, verifica-se que além de um calendário, há um padrão de características climáticas que proporcionam maiores produtividades e/ou menores riscos de perdas (ZANON et al., 2018).

O crescimento e desenvolvimento das plantas de soja são regulados pelo fotoperíodo e a precipitação pluviométrica, assim como sofrem grande influência da temperatura do ar (SILVA, et al., 2017), sendo estes os maiores responsáveis pelas variações na produtividade da cultura. Assim, a escolha da época de semeadura destaca-se como sendo o fator que isoladamente exerce maior influência sobre a soja (BARBOSA et al., 2013; MANDIĆ et al., 2020).

Acredita-se que com a semeadura realizadas de forma antecipada, se pode reduzir o número de aplicações foliares de fungicida, uma vez que ocorre uma menor incidência de

doenças como a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), já que a grande área de cultivo da cultura ocorre com sementeiras mais tardias. Em contrapartida, as sementeiras em regime de safrinha e tardias, além de sofrerem um efeito negativo em relação as condições climáticas, estão mais expostas a maiores quantidades de inóculo de doenças, podendo levar ao aumento do número de aplicações de fungicidas para seu manejo.

Com sementeiras realizadas em diferentes épocas, e ainda pelo fato da soja ser uma planta sensível ao comprimento do dia, as condições ambientais exercem influência sobre o número de legumes por planta, altura de plantas, inserção do primeiro legume, e assim, sobre o rendimento de grãos (AMORIM et al., 2011; FOLLMANN et al., 2017; KOMORI et al., 2002). Um melhor entendimento do desenvolvimento vegetal pode ser obtido através da soma térmica, uma vez que esta não leva em consideração os dias do calendário civil. A soma térmica resume-se na estimativa de energia disponível para a planta, sendo que as plantas se desenvolvem à medida que acumulam unidades térmicas acima de uma temperatura base (KANTOLIC, 2008; MIRANDA; CAMPELO JÚNIOR, 2010).

O plastocrono é o período de tempo entre a emissão de dois nós sucessivos na haste principal em função da soma térmica ou graus dia necessários para emissão de um nó ($^{\circ}\text{C dia nó}^{-1}$) e, tem sido empregado como parâmetro para determinar desenvolvimento vegetal (STRECK et al., 2008). O mesmo também pode variar de acordo com os manejos realizados na cultura, e é visto como uma importante avaliação fisiológica pois quantifica e caracteriza as mudanças de seus estádios fenológicos, apresentado através do acúmulo de graus dia necessários para que a planta emita um novo nó.

Neste contexto, o presente trabalho busca contribuir de forma positiva no conhecimento científico a respeito da antecipação da sementeira, bem como sementeiras realizadas em condições de safrinha quando comparadas a sementeiras na época preferencial da cultura da soja. A hipótese que fundamenta esse trabalho é de que existe resposta da soja à época de sementeira e ao número de aplicações de fungicidas sobre seu crescimento, desenvolvimento, características morfológicas e a produtividade final de grãos. Portanto, este estudo teve como objetivo estimar o plastocrono, avaliar as características morfológicas e a produtividade da cultura da soja submetido a diferentes épocas de sementeira e números de aplicações de fungicidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) pertence à família Fabaceae, e tem sua origem no sul da China, onde é produzida a centenas de anos. Produz um grão rico em proteína, que pode ser utilizado tanto para o consumo humano, quanto na fabricação de rações para animais, apresentando alta qualidade nutricional. Suas características nutricionais e industriais, aliadas à sua ampla adaptabilidade aos mais diversos cenários de produção, tornou a soja a cultura com maior importância no cenário agrícola mundial.

Os primeiros relatos da produção de soja no Brasil se deram na Bahia no ano de 1882, (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Porém, estes mesmos autores descrevem que foram nas condições do Rio Grande do Sul que a cultura encontrou condições climáticas que favoreceram seu desenvolvimento, pois estas eram semelhantes às do país de origem da oleaginosa, onde em 1914 na cidade de Santa Rosa, foi registrado o primeiro cultivo de soja comercial do Brasil.

Considerada uma das culturas responsáveis por impulsionar grandes mudanças na base da produção brasileira desde a década de 1960, a soja, em um curto espaço de tempo, se tornou uma das principais espécies cultivadas neste país. Com o passar dos anos, seu cultivo foi se disseminando por várias regiões do Brasil, devido a abertura de novas fronteiras agrícolas, sendo estas favorecidas pelas altas produtividades alcançadas aliado aos altos valores recebidos pela venda dos grãos.

Esta grande expansão do cultivo da soja, juntamente com a incorporação de sistemas de produção altamente tecnificados, possibilitou a otimização dos recursos naturais, abrindo espaço para outras culturas comerciais cultivadas em sucessão ou rotação (EMBRAPA, 2019) e que faz do Brasil hoje, o maior produtor de soja do mundo (CONAB, 2020). Esse cenário hoje vivido com a soja no Brasil, está associado em grande parte, às pesquisas e tecnologias desenvolvidas desde o início do seu cultivo no país e do melhoramento genético, que possibilitou seu cultivo em praticamente todo o território nacional (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

Na safra 2019/2020, a produção brasileira chegou a aproximadamente 125 milhões de toneladas da oleaginosa, tendo um acréscimo de 4,3% em relação à safra anterior, e apesar das condições adversas enfrentadas pelo Rio Grande do Sul, essa corresponde a terceira maior produtividade média registrada no país (CONAB, 2020). O Rio Grande do Sul é quarto maior

estado produtor brasileiro de soja, com produção de 11,44 milhões de toneladas, uma área cultivada de 5,90 milhões de hectares e produtividade média de 1.939 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

2.2 ÉPOCAS DE SEMEADURA

A soja é amplamente cultivada em todo território brasileiro, tendo assim uma grande variação nas condições de cultivo, principalmente no que diz respeito a precipitação pluvial, temperatura do ar e fotoperíodo. Uma vez que estes são os fatores que mais afetam a produtividade da cultura, fica evidente a importância da época de semeadura como o fator mais impactante para a produção de soja, pois esta interfere diretamente na maioria das condições ambientais e climáticas.

A escolha da época de semeadura destaca-se como sendo o fator que isoladamente exerce maior influência no crescimento e desenvolvimento das plantas e na produção da lavoura de soja (BARBOSA et al., 2013; MANDIĆ et al., 2020) e sua otimização é a prática menos dispendiosa que afeta a produtividade (KUMAGAI; TAKAHASHI, 2020). O acompanhamento do desempenho agrônômico da soja em diferentes épocas de semeadura e locais é fundamental para indicação dos períodos mais favoráveis para o seu cultivo (BARBOSA et al., 2013).

A época de semeadura é um fator de elevada importância, pois interfere também, e de modo acentuado, na arquitetura, bem como no crescimento e desenvolvimento da planta (AMORIM et al., 2011). Ao optar por uma determinada época de semeadura, o produtor estará combinando a fenologia da cultura e a variação dos elementos do clima na região em que está implantando a lavoura, sendo que esta interação é quem está diretamente relacionada aos altos índices de colheita (PEIXOTO et al., 2000).

No Brasil, as menores produtividades da soja são causadas principalmente pelo déficit hídrico, onde estas lacunas podem ser reduzidas através do manejo da cultura, a qual inclui a escolha da melhor época de semeadura (BATISTTI; SENTELHAS, 2015). Neste sentido, se evidencia a importância do produtor interferir na escolha da época de semeadura, sendo estas caracterizadas pelas melhores condições climática para o crescimento e desenvolvimento da cultura (KOMORI et al., 2004).

Com o intuito de amenizar os riscos causados pelas adversidades climáticas na agricultura brasileira, e dar aporte aos produtores através de créditos rurais e do seguro agrícola, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a partir do ano safra de 1996, implementou o Programa de Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). Este modelo leva em consideração a cultivar (grupo de maturidade relativa), tipo de solo e disponibilidade

hídrica. O ZARC estabelece que para o estado do Rio Grande do Sul, a época de semeadura indicada estende-se desde o mês de setembro até dia 31 de dezembro (BRASIL, 2019), sendo estes períodos alterados todos os anos.

Semeaduras realizadas de forma antecipada ou após a data recomendada pelo ZARC, podem causar perdas significativas de produtividade que pode variar de 30 a 70% quando comparada a semeaduras realizadas no período recomendado (BRACCINI et al., 2004; STÜLP et al., 2009). Assim, condições climáticas desfavoráveis durante o crescimento e desenvolvimento da soja, são uma das principais causas de baixas produtividades (MANDIĆ et al., 2017). Estes fatores levaram a adoção de épocas de semeadura em períodos onde as condições climáticas são as mais próximas possíveis das ótimas exigidas para a cultura em todo o seu período de crescimento e desenvolvimento, pois são estas que exercem maior importância para o desempenho produtivo da cultura (PEIXOTO et al., 2000), que é o resultado satisfatório esperado por todos os produtores.

Apesar do período recomendado para o cultivo da soja se estender por vários meses, os melhores resultados de rendimento e desempenho de plantas para o Sul do Brasil, na maioria dos anos, são obtidos nas semeaduras realizadas entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de novembro. Meotti et al. (2012), desenvolveram um estudo em Santa Catarina, onde em dois anos de estudo verificaram que a maioria das características agrônômicas, bem como a produtividade da cultura, foi maximizada para as semeaduras realizadas em 15 de outubro e 15 de novembro, no comparativo as semeaduras de dezembro e janeiro. Os autores observaram também que 77% da variabilidade da produtividade estava associada às condições climáticas em que as plantas foram expostas nas diferentes épocas de semeadura.

Nos últimos anos, pelo fato da soja se demonstrar uma cultura muito lucrativa, tendo seu grão grande facilidade de liquidez no mercado, e ainda, visando a máxima utilização das áreas agricultáveis, e também devido a ausência do vazio sanitário para o estado do Rio Grande do Sul, se tem observado que muitos produtores estão reorganizando o cronograma de produção das propriedades. Estes ajustes incluem implantações de lavouras de soja de forma antecipada com propósito de se realizar um segundo cultivo comercial de verão na mesma área. Da mesma forma, outros produtores antecipam a semeadura do milho para que se consiga realizar uma segunda safra de soja (safrinha).

As condições e necessidades de grande parte das propriedades do noroeste gaúcho, tanto para o cultivo de grãos quanto a produção de silagem, posicionam o milho de forma antecipada, ou seja, no mês de agosto ou início de setembro. Este cultivo do milho de forma antecipada

com colheita durante o mês de janeiro, favorece a semeadura de uma segunda safra de verão com a cultura da soja (FOLLMANN et al., 2017)

Esta segunda safra de soja é geralmente realizada após o período indicado pelo ZARC, deste modo, este cultivo ainda gera várias dúvidas, uma vez que não tem cobertura pelo seguro agrícola, ficando todos os riscos por conta do produtor. Neste sentido, Zanon et al. (2016) verificaram que em safras de sequeiro, as maiores perdas de rendimento em semeaduras tardias, se deve a um risco crescente de déficit hídrico. Desta forma, destaca-se a escolha da época de semeadura, também, como um mecanismo de escape do déficit hídrico nas fases da cultura em que são críticos e definitivos para a produtividade (CUNHA et al., 2001), como o caso do florescimento e enchimento de grãos.

A soja é uma cultura de dia curto, desta forma, quando semeada em meados de janeiro e fevereiro, tende a ter sua indução floral estimulada (CÂMARA et al., 1997), induzindo a planta a entrar em seu período reprodutivo ainda quando se encontra com uma pequena estatura, e por consequência, tem sua maturação antecipada. Por consequência, apresenta uma redução do número de legumes por planta, estatura, inserção dos primeiros legumes, e assim, apresentam menores rendimentos de grãos (AMORIM et al., 2011; KOMORI et al., 2002).

Independente do hábito de crescimento, as semeaduras realizadas no mês de dezembro (tardias) reduzem as características quantitativas e o desenvolvimento fenológico das plantas (PIEROZAN JUNIOR et al., 2015). Em contrapartida, Câmara et al. (1997) verificaram que como resultado de um período vegetativo maior, os quais são obtidos em semeaduras antecipadas, as plantas de soja foram até 103% maiores e apresentaram maior número de nós. Verifica-se assim a tendência de se ter um efeito do fotoperíodo mais acentuado sobre a época de semeadura da soja safrinha, uma vez que esta é cultivada após o comprimento do dia estar decrescendo (dias curtos), o que acaba interferindo além da altura da planta e produção de grãos, na redução do ciclo. Meotti et al. (2012) em um estudo realizado em Santa Catarina, afirmam que semeaduras realizadas dentro do período indicado pelo zoneamento de risco agroclimático, resultam em maior produtividade de grãos.

A expansão da área ocupada com a cultura da soja no RS, dentre outros fatores, se justifica pelo aumento das semeaduras realizadas de forma antecipada (ZANON et al., 2015). Semeaduras realizadas de forma precoce ou antecipadas, porém, podem aumentar a exposição da cultura a baixas temperatura, o que acaba afetando de forma negativa a emergência das plântulas, sendo este um fator importante para garantir a viabilidade econômica da cultura (LAMICHHANE JR et al., 2020).

Acredita-se que sementeiras realizadas de forma antecipada, porém dentro do período estabelecido pelo ZARC, além de proporcionarem boas produtividades, podem ter um menor custo de produção com a redução na aplicação de defensivos, uma vez que ocorre o escape das infecções mais intensas de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), evitando redução do potencial produtivo da lavoura. Enquanto, sementeiras tardias estão mais propensas a uma maior incidência de pragas e doenças, pois com a colheita ou até mesmo final de ciclo para a maioria das lavouras comerciais, os insetos e patógenos acabam migrando para estas áreas, causando danos severos e muitas vezes interferindo de forma negativa na produtividade destes cultivos.

A antecipação da sementeira também possibilita um melhor escalonamento das áreas das propriedades, através de uma melhor distribuição dos insumos, tratos culturais, mão de obra e implementos agrícolas além de favorecer a implantação de uma segunda safra de verão (FERNEDA et al., 2016).

Com sementeiras realizadas fora do período preferencial para o estado, e ainda pelo fato da soja ser uma planta sensível ao comprimento do dia, tem-se que as interferências das condições de ambiente sejam determinantes para o crescimento e desenvolvimento da cultura. Também, estas condições estão diretamente interligadas com suas limitações de cultivo, uma vez que a radiação solar está relacionada com a fotossíntese, ramificações, expansão foliar, pegamento de legumes e grãos e ainda, fixação biológica (LUDWIG et al., 2007; PEIXOTO et al., 2000).

Semear um genótipo de soja de forma precoce ou tardia, em relação a época indicada, influencia no desempenho agrônômico da cultura, e além deste estar em função do potencial genético, está diretamente ligada ao ambiente de cultivo (BARBOSA et al., 2013). Verifica-se que em função da duração do ciclo, da sensibilidade ao fotoperíodo, da duração do período juvenil ou do tipo de crescimento, cada cultivar responde de forma intrínseca à época de sementeira.

Destaca-se a importância de ensaios de forma regionalizada, uma vez que mesmo dentro do zoneamento, existe uma grande variação das condições fotoperiódicas, de radiação solar e de temperatura, sendo que estes exercem grande influência sobre a cultura (BORNHOFEN et al., 2015). Desta forma, quando se analisa o cultivo de soja em diferentes condições, deve-se priorizar para a premissa de maior importância que é otimizar a produtividade, fazendo coincidir os estádios fenológicos críticos com as condições ambientais mais favoráveis, onde as ocorrências de estresses nos estádios de maior vulnerabilidade das plantas sejam minimizadas.

A produtividade final de uma lavoura é o somatório de práticas promotoras do crescimento e desenvolvimento das plantas (PIRES et al., 2005). Porém, para definição da época de semeadura, não há um calendário definido para épocas preferenciais para a soja, mas há um padrão de características climáticas que proporcionam maiores produtividades e/ou menores riscos de perdas (ZANON et al., 2018).

2.3 PLASTOCRONO

O crescimento e desenvolvimento das plantas de soja são regulados pelo fotoperíodo e a precipitação pluviométrica, assim como sofrem grande influência da temperatura do ar (SILVA et al., 2017), sendo este último um dos elementos climáticos que provocam mudanças qualitativas na planta.

A soja tem maior desempenho e adaptação em locais onde a temperatura do ar varia de 20 a 33 °C, sendo esta a faixa considerada ótima para o desenvolvimento da cultura (SETIYONO et al., 2007), de acordo com os estádios fenológicos que estas plantas se encontram. Já, segundo Farias, et al. (2007), a soja se adapta melhor às regiões onde as temperaturas do ar oscilam entre 20 e 30°C, e tem sua temperatura ideal em torno de 30°C.

Estudos mostram que o crescimento da soja é reduzido ou nulo em locais onde as temperaturas do ar são iguais ou inferiores a 7,6° C (SETIYONO et al., 2007). Temperaturas do ar maiores que 40° C causam danos às flores e abortamento de legumes (MONTEIRO, 2009), ainda, tem-se evidências de uma emergência mais uniforme a 25 °C (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

A temperatura do ar está diretamente ligada ao crescimento e desenvolvimento das plantas, influenciando principalmente na quantidade de soma térmica acumulada durante o cultivo. O conceito de graus-dia ou soma térmica, e graus-dia acumulados ou soma térmica acumulada, foi introduzido para superar inadequações no calendário civil para caracterizar eventos fenológicos, e auxiliar a construção do zoneamento agroclimático das culturas (WAGNER et al., 2011).

A soma térmica resume-se na estimativa de energia disponível para a planta, sendo que as plantas se desenvolvem à medida que acumulam unidades térmicas acima de uma temperatura base, uma vez que plantas expostas a temperaturas inferiores a temperatura base, tem seu crescimento lento a ponto de possibilitar ser desprezado (KANTOLIC, 2008; MIRANDA; CAMPELO JÚNIOR, 2010).

O plastocrono é o período de tempo entre a emissão de dois nós sucessivos na haste principal em função da soma térmica ou graus dia necessários para emissão de um nó ($^{\circ}\text{C dia nó}^{-1}$) e, tem sido empregado como parâmetro para determinar desenvolvimento vegetal (STRECK et al., 2008) e caracterizar os estádios fenológicos da cultura. Desta forma, quando comparada ao calendário civil ou ao número de dias após a semeadura, a utilização da soma térmica apresenta-se mais eficiente, pois quantifica o efeito da temperatura do ar sobre o desenvolvimento vegetal (MCMMASTER et al., 2005), caracterizando o tempo biológico das plantas.

A contagem de nós na haste principal caracteriza a fase vegetativa da cultura, sendo que cada nó está associado a uma folha e esta, por sua vez, diretamente ligada a evolução da área foliar (TAGLIAPIETRA et al., 2018), e assim, a área foliar relacionada com a fotossíntese, que é responsável em converter luz em carboidratos (KLUGE; TEZOTTO-ULIANA; SILVA, 2015).

Segundo Lapera et al. (2018) a necessidade total de água na cultura da soja para obtenção de máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm ciclo⁻¹. Assim, o déficit hídrico é outro agente que intervêm no desenvolvimento da soja, fazendo com que ocorram variações no plastocrono, como já observado por Streck et al. (2008), onde o plastocrono foi maior no ano mais seco em comparação ao mais úmido.

A soja é sensível ao fotoperíodo (HAN et al., 2006), neste sentido, Martins et al. (2011), observaram diferenças de plastocrono em soja em função da época de semeadura, onde semeaduras tardias em Santa Maria (RS) resultaram em menor plastocrono e menor número final de nós. O número final de nós está ligado a duração do ciclo da planta (ROCHA et al., 2018) e este pode variar entre cultivares, de acordo com a época de semeadura e fotoperíodo (SETIYONO et al., 2007).

Diante do exposto, se verifica a grande influência do fotoperíodo, exigência hídrica e da temperatura do ar sobre o desenvolvimento vegetal, sendo de grande importância este entendimento para uma melhor compreensão do desenvolvimento da soja nas diferentes épocas de semeadura. Assim, a escolha da época de semeadura está diretamente ligada a produtividade final de grãos, e estas épocas podem apresentar condições diferentes de cultivo entre locais e anos e entre épocas para um mesmo local.

2.4 MANEJO DE FUNGICIDAS

As doenças estão entre os fatores que mais impactam a produtividade dos cultivos de soja, sendo que a importância econômica de cada patógeno varia para cada região e de acordo com as condições climáticas de cada safra (GODOY et al., 2009). Influências climáticas, ausência de cultivares resistentes e patógeno agressivo, exercem grande influência sobre a incidência das doenças, uma vez que estes fatores formam o triângulo das relações patógeno-hospedeiro-ambiente (AMORIM; BERGAMIN FILHO; REZENDE, 2018).

Atualmente, tem-se a ferrugem asiática da soja (FAS), causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, como a doença que causa maior impacto na cultura, podendo ocasionar perdas severas de até 90% nas lavouras (GODOY et al., 2016). Temperaturas do ar que variam de 18 a 26,5 ° C e molhamento foliar mínimo de 6 horas, são condições favoráveis para que o fungo tenha maiores condições de infectar as plantas, causando alto potencial de dano, aumentando sua taxa de progresso (MELCHING et al., 1989; YONG et al., 2011).

A chuva também possui grande influência sobre as epidemias da doença no campo (DEL PONTE et al., 2006), pois a umidade contínua das folhas, aliada a chuvas frequentes, podem disseminar a doença rapidamente, causando epidemias (YONG et al., 2011). Desta forma, se observa que as condições mais favoráveis para o desenvolvimento da cultura, são as ótimas para o desenvolvimento da doença (GODOY et al., 2016)

Diante da influência do ambiente sobre a doença, é impossível de se fazer uma única recomendação e definir o momento exato da primeira aplicação para manejar doenças em uma grande região, tampouco, definir o número de aplicações necessárias para todo o período de condução das plantas no campo. Desta forma, o uso de fungicidas aumentou muito depois dos primeiros registros da FAS do Brasil, em 2001 e, na maioria das vezes todo manejo de aplicações são direcionados para o controle desta doença.

Apesar de todos os esforços do melhoramento genético e da biotecnologia, ainda não se testou um método alternativo totalmente eficiente para reduzir o número de aplicações de produtos fitossanitários (TIVOLI et al., 2012), pois para manter sua produtividade, a cultura da soja ainda não pode dispensar a proteção química através de fungicidas. Pelo contrário, com o passar dos anos, e mediante a premissa das altas produtividades, o número de aplicações de produtos durante o ciclo de cultivo aumentou (GODOY et al., 2016), o que acaba gerando mais custos de produção e ainda, riscos de contaminações aos operadores e ao ambiente.

O controle de doenças de plantas com fungicida tem a finalidade de reduzir os danos e de não comprometer a produtividade, sendo que o uso destes produtos impacta diretamente no

custo de produção e no aumento do risco de seleção de fungos resistentes (REIS; REIS; ZANATTA, 2018). Os mesmos autores salientam que estes dois fatores, custo e resistência, são dependentes do número de aplicações.

Para garantir segurança de colheitas com elevado rendimento de grão e assegurar que os cultivos estarão livres de doenças, sem critério algum, se calendariza as aplicações de fungicida, sem levar em consideração o limiar de dano econômico preconizado pelo manejo integrado de doenças como critério para a primeira aplicação de fungicida (AMORIM; BERGAMIN FILHO; REZENDE, 2018). Assim, o elevado número de aplicações de fungicidas vem mostrando uma perda de eficiência dos produtos através de alterações na genética do fungo (KLOSOWSKI et al., 2016; SIMÕES et al., 2018).

A calendarização no controle da FAS se procede também, devido à dificuldade de identificar no campo a doença em sua fase inicial, o que pode potencializar perdas sob falhas no manejo por pulverizações atrasadas, diminuindo a eficiência do controle ou acarretando número de aplicações em demasia (GODOY et al., 2009; LEVY, 2005). Com esta mesma justificativa, na África do Sul, as pulverizações são realizadas de forma calendarizada, onde a primeira é realizada no florescimento (R1) e as outras com 21 dias de intervalo, sendo recomendadas três aplicações para áreas com grande severidade e duas para áreas com baixa severidade (LEVY, 2005). No Brasil, preconiza-se que são necessárias pelo menos três aplicações de fungicida por safra para o controle da FAS (GODOY et al., 2015).

Atualmente a ferramenta mais eficiente para manter a capacidade produtiva das plantas, é o manejo químico com fungicidas de ação protetora e curativa, conhecida a rapidez da evolução da doença. As perdas de produtividade na cultura da soja foram reduzidas significativamente nos últimos anos, devido a eficiência no controle da FAS com aplicações de fungicidas na parte aérea (GOULART; ROESE; MELO, 2015).

Por mais eficientes que os produtos fitossanitários utilizados para o controle de doenças na soja se tornaram, ainda existem alguns pontos críticos a serem observados, além do momento ideal para a primeira aplicação, que podem promover a redução do número de aplicações como a capacitação dos técnicos de campo para a correta identificação da doença, bem como para a utilização do manejo integrado de doenças como mais uma ferramenta eficiente.

Em Cachoeirinha – RS, comparando-se sementeiras realizadas em outubro, novembro e dezembro, foi observado que os primeiros sintomas da ferrugem da soja apareceram precocemente, ainda nos estádios vegetativos das plantas, em sementeiras realizadas de forma tardia (OGOSHI et al., 2019). Este comportamento da doença evidencia a exposição da planta por mais tempo a doença, e por consequência é necessário um maior número de aplicações de

fungicidas para não comprometer a produtividade. Assim, conforme as semeaduras vão se afastando do início do período recomendado, os esporos do fungo das primeiras áreas cultivadas se disseminam para estas lavouras mais tardias, o que faz com que a doença ocorra de forma antecipada levando a um maior número de pulverizações para seu controle.

Difícilmente as aplicações de fungicidas serão dispensáveis dentro do manejo da FAS. Portanto, para evitar a ineficiência dos produtos existentes no mercado (ISHII; HOLLOMON, 2015) e manter o retorno econômico, combinações com outras medidas estratégicas de manejo da doença devem ser agregadas (LANGENBACH et al., 2016), dentre elas pode-se destacar o uso de cultivares precoces semeadas no início da época de semeadura recomendada, com o intuito de evitar a exposição do cultivo do período de maior número de inóculo do fungo e ainda, evitar o cultivo de soja safrinha (YORINORI et al., 2005; GODOY et al., 2009). Além da rotação de cultura, eliminação de plantas tiguerras no período entressafras, rotação de grupos de fungicidas, e adotar limiar de dano econômico na tomada de decisão para a primeira aplicação (REIS; REIS; ZANATTA, 2018).

3 ARTIGO 1 – Épocas de semeadura e manejo de fungicidas: impacto sobre o plastocrono, características morfológicas e produtivas da soja

3.1 RESUMO

A época de semeadura relaciona as condições dos elementos do clima com a planta e os manejos adotados na cultura da soja, impactando no desenvolvimento e nas características produtivas. Objetivo do trabalho foi estimar o plastocrono, determinar as características morfológicas e produtivas de plantas de soja submetidas a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares. Foram realizados quatro experimentos de época de semeadura (12/10/2019, 16/11/2019, 12/12/2019 e 15/01/2020), onde os tratamentos, que constituíram de número de aplicações de fungicidas, foram dispostos de forma casualizada dentro de cada bloco. Os tratamentos utilizados foram: T1: uma aplicação no estágio R1; T2: duas aplicações (R1 e após 15 dias); T3: três aplicações (R1 e duas com intervalos de 15 dias); T4: quatro aplicações (R1 e três aplicações com intervalos de 15 dias); e, T5: testemunha. Avaliou-se o número final de nós, altura final de planta, massa total de grãos por planta e por fim, foi calculado o plastocrono. O plastocrono foi influenciado pela temperatura do ar, apresentando menores valores quando as temperaturas do ar foram maiores. As variáveis número final de nós e altura final de plantas sofreram influência do fotoperíodo, resultando em plantas mais altas e com maior número de nós por planta nas semeaduras realizadas em 16/11/2019. A maior massa de grãos por planta foi obtida com semeaduras realizadas na primeira quinzena de dezembro.

Palavras-chave: Desenvolvimento, Período vegetativo, *Glycine max*, Temperatura do ar.

24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

3.1 INTRODUÇÃO

A soja é o produto oriundo do agronegócio brasileiro de maior importância para o setor (Fante 2010), colocando o Brasil como maior produtor mundial com 37 % de toda soja produzida no mundo (Conab 2020). A soja é cultivada em todo o território brasileiros e dentro deste cenário, apresenta ampla variabilidade em seu crescimento e desenvolvimento em relação a época de semeadura (Follmann et al. 2017) além deste fator exercer grande influência sobre a produtividade final de grãos (Amorim et al. 2011) e na incidência de doenças na cultura (Ogoshi et al. 2019).

A escolha da época de semeadura estabelece a relação da fenologia da cultura com os elementos do clima (Caron et al. 2017), sendo o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica os principais fatores que exercem influência sobre o crescimento e desenvolvimento da soja, além da temperatura do ar (Zanon et al. 2016, Silva et al. 2017).

A unidade de tempo que melhor descreve o desenvolvimento vegetal é a soma térmica (°C dia) (Streck et al. 2008) pois, para que as espécies vegetais atinjam um certo estágio de desenvolvimento, a planta necessita de um determinado tempo térmico acima da temperatura base, sendo que abaixo desta, seu desenvolvimento é considerado inexistente ou nulo (Kantolic 2008).

Uma maneira de caracterizar e quantificar o desenvolvimento vegetal é através do acúmulo de graus dias necessários para que a planta emita um novo nó ou dois nós sucessivos na haste principal, sendo este parâmetro definido como plastocrono (Streck et al. 2008). Já, o número final de nós se relaciona com a duração do ciclo da planta (Rocha et al. 2012) e este pode variar de acordo com a época de semeadura e fotoperíodo (Setiyono et al. 2007).

O que vem se observando no sistema de produção, é que as condições ideais para o desenvolvimento da cultura também são as ótimas para o desenvolvimento da doença (Godoy et al. 2016). Conforme as semeaduras das áreas avançam, das primeiras áreas semeadas, são

49 disseminados esporos da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), principal doença da
50 cultura da soja (Langenbanch et al. 2016), para as áreas mais tardias, antecipando a ocorrência
51 de doenças, bem como, fazendo-se necessário um maior número de pulverizações para o seu
52 controle (Godoy et al. 2020).

53 Assim, acredita-se que além dos elementos do clima, o manejo de fungicida para o
54 controle das doenças pode influenciar no desenvolvimento das plantas, e estas duas variáveis
55 exercerem impacto sobre a morfologia e a produtividade das plantas de soja. Mediante o
56 exposto, este estudo teve como objetivo estimar o plastocrono, determinar as características
57 morfológicas e produtivas de plantas de soja submetidas a diferentes manejos de fungicidas
58 foliares e épocas de semeadura.

59

60

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

61 Foram desenvolvidos quatro experimentos na área experimental da Universidade
62 Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen, localizada na região do Alto Uruguai
63 do Rio Grande do Sul (27°23'51''S, 53°35'19''O) e com altitude de 490 m. O clima da região
64 é do tipo Cfa pela classificação climática de Köppen, ou seja, subtropical úmido com
65 temperatura média anual de 19,1°C, variando com máxima de 38°C e mínimo de 0°C,
66 apresentando uma precipitação média anual de 1.881 mm (Alvares et al. 2013).

67 O solo das áreas caracteriza-se como Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa
68 2018), na sucessão soja aveia a mais de 2 anos, o qual apresentava as seguintes características
69 antes da implantação do experimento: teor de argila: 650 g kg⁻¹ pH (H₂O): 5,6; P: 4,6 mg dm⁻³
70 (Mehlich⁻¹); K: 131,0 mg dm⁻³; Ca²⁺: 5,3 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 3,6 cmol_c dm⁻³; e, 35 g kg⁻¹ de
71 matéria orgânica.

72 A cultura da soja, cultivar DM 5958 RSF IPRO, de ciclo precoce e crescimento
73 indeterminado, foi semeada de forma mecanizada, com densidade de 12 sementes por metro

74 linear. A recomendação de fósforo e potássio foram realizadas de acordo com SBCS (2016),
75 sendo utilizados 311 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo depositados no sulco de semeadura e, 200
76 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio distribuídos a lanço logo após a semeadura.

77 Os experimentos constituíram de quatro épocas de semeadura: 12/10/2019 (Época 1),
78 16/11/2019 (Época 2), 12/12/2019 (Época 3) e 15/01/2020 (Época 4), com emergência em
79 19/10/2019, 23/11/2019, 20/12/2019 e 22/01/2020, respectivamente. As três primeiras épocas
80 estão dentro do período recomendado para a região, enquanto a última se encontra fora deste
81 período (Brasil 2019). Cada unidade experimental era composta de seis linhas de semeadura
82 espaçadas 0,45 m entre si e com cinco metros de comprimento. A área útil de cada parcela foi
83 de 7,2 m², constituindo-se de quatro linhas centrais, sendo eliminados 0,5 m de cada
84 extremidade (bordadura).

85 Os cinco tratamentos testados foram dispostos de forma casualizada dentro de cada
86 bloco, com cinco repetições, sendo que estes constituíram de número de aplicações de fungicida
87 foliares e são assim descritos: uma aplicação no estágio R1 (T1); duas aplicações, uma no
88 estágio R1 e outra após 15 dias (T2) ; três aplicações, uma no estágio R1 e outras duas
89 aplicações com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T3); quatro aplicações, uma no
90 estágio R1 e outras três com intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T4); e, uma
91 testemunha, sem nenhuma aplicação de fungicida (T5).

92 As aplicações de fungicida constituíram em um protocolo com diferentes ingredientes
93 ativos: primeira aplicação (R1) – Fluxapiraxade + Piraclostrobina + Mancozebe; segunda
94 aplicação (após 15 dias da primeira) - Trifloxistrobina + Protioconazol; terceira aplicação (após
95 15 dias da segunda) - Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe; quarta aplicação (após 15
96 dias da terceira) - Picoxistrobin + Ciproconazole + Fenpropimorfe. As doses de cada produto
97 seguiram a recomendação de cada fabricante. As pulverizações nas parcelas experimentais
98 foram realizadas com equipamento costal à base de CO₂, equipado com barra de 4 pontas tipo

99 cone, com vazão de 100 L ha^{-1} . Para o controle da deriva, foi utilizada uma lona plástica esticada
100 nas laterais de cada parcela pulverizada.

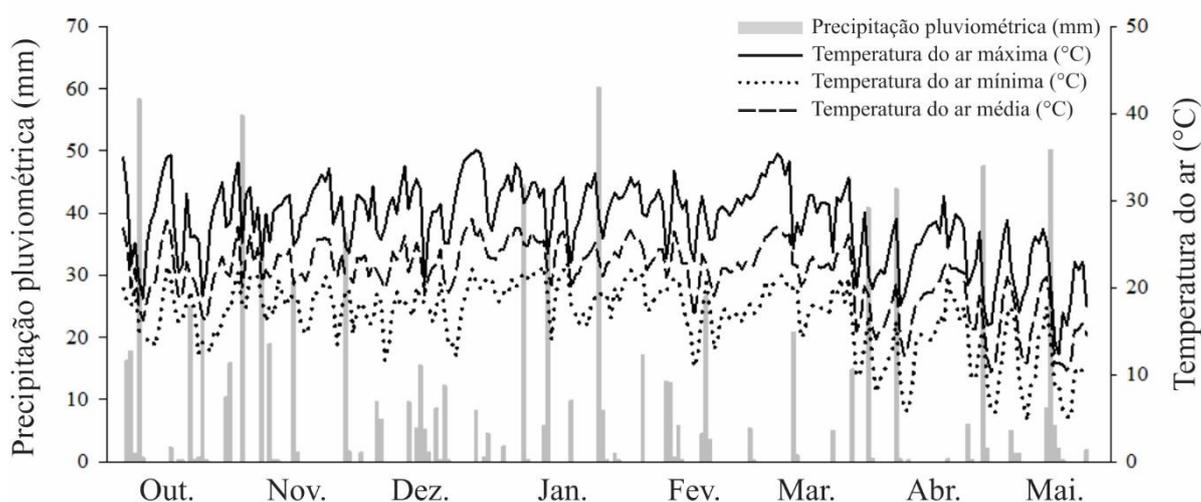
101 O controle de pragas e plantas daninhas foi de acordo com as recomendações técnicas
102 da cultura, e todos os procedimentos experimentais foram iguais para todas as épocas e unidades
103 experimentais. Ainda, em períodos onde ocorreram irregularidades pluviométricas na
104 distribuição de chuvas, foi realizada intervenções com irrigações de salvamento através de um
105 sistema de aspersores rotativos com vazão aproximada de 10 mm h^{-1} .

106 A emergência foi considerada quando 50 % das plântulas estavam visíveis acima do
107 nível do solo. Nas duas linhas centrais de cada parcela dos experimentos, foram identificadas
108 cinco plantas, de forma aleatória e, marcadas com cordão colorido, nas quais procedeu-se com
109 a contagem de número de nós visíveis na haste principal, com frequência de duas vezes por
110 semana, determinando também, os estádios fenológicos segundo a escala de Fehr & Caviness
111 (1977). Um nó foi considerado visível quando a folha associada a ele estava com as bordas de
112 pelo menos um limbo foliar desenrolado e não mais se tocando (Johnson 1997). No final do
113 experimento, determinou-se o número final de nós na haste principal (NFN) das plantas
114 identificadas.

115 Por ocasião da colheita, através da média de dez plantas tomadas aleatoriamente dentro
116 da área útil de cada parcela, realizou-se as avaliações: altura final de planta (AFP), obtida pela
117 medida em centímetros, do colo da planta até o ápice da haste principal; e, a massa total de
118 grãos por planta (MTGP), realizada através da debulha manual, limpeza e peso corrigido a 13%
119 de umidade das sementes de cada planta.

120 Os dados de temperatura do ar foram obtidos da Estação Climatológica do Instituto
121 Nacional de Meteorologia (INMET), situada a cerca de 300 m do experimento (Figura 1). A
122 temperatura média (T_{med}) diária foi calculada pela média aritmética das temperaturas do ar
123 instantâneas. A soma térmica diária (ST_d , $^{\circ}\text{C dia}$) foi obtida subtraindo-se a temperatura base

124 inferior (T_b) da T_{med} , sendo que a T_b considerada foi de $7,6^\circ\text{C}$ e temperatura ótima (T_{ot})
 125 $31,0^\circ\text{C}$ (Setiyono et al. 2007). A soma térmica diária (ST_d) foi acumulada a partir da
 126 emergência, resultando na soma térmica acumulada ($ST_a = \sum ST_d$). Assim, se obteve a regressão
 127 linear para os valores médios (média das plantas por parcela) do NN na haste principal e ST_a .
 128 Então, calculou-se o plastocrono pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear.
 129



130
 131 Figura 1. Distribuição da precipitação pluviométrica, temperaturas máximas, mínimas e médias
 132 do ar correspondentes ao período de duração dos experimentos.

133
 134 Por fim, a análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico R (R
 135 Core Team 2019), onde todos os dados obtidos foram submetidos a análise de variância de
 136 forma conjunta. Quando detectada diferença significativa pelo teste F ($p \leq 0,05$), foram
 137 efetuadas comparações de médias pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

138
 139

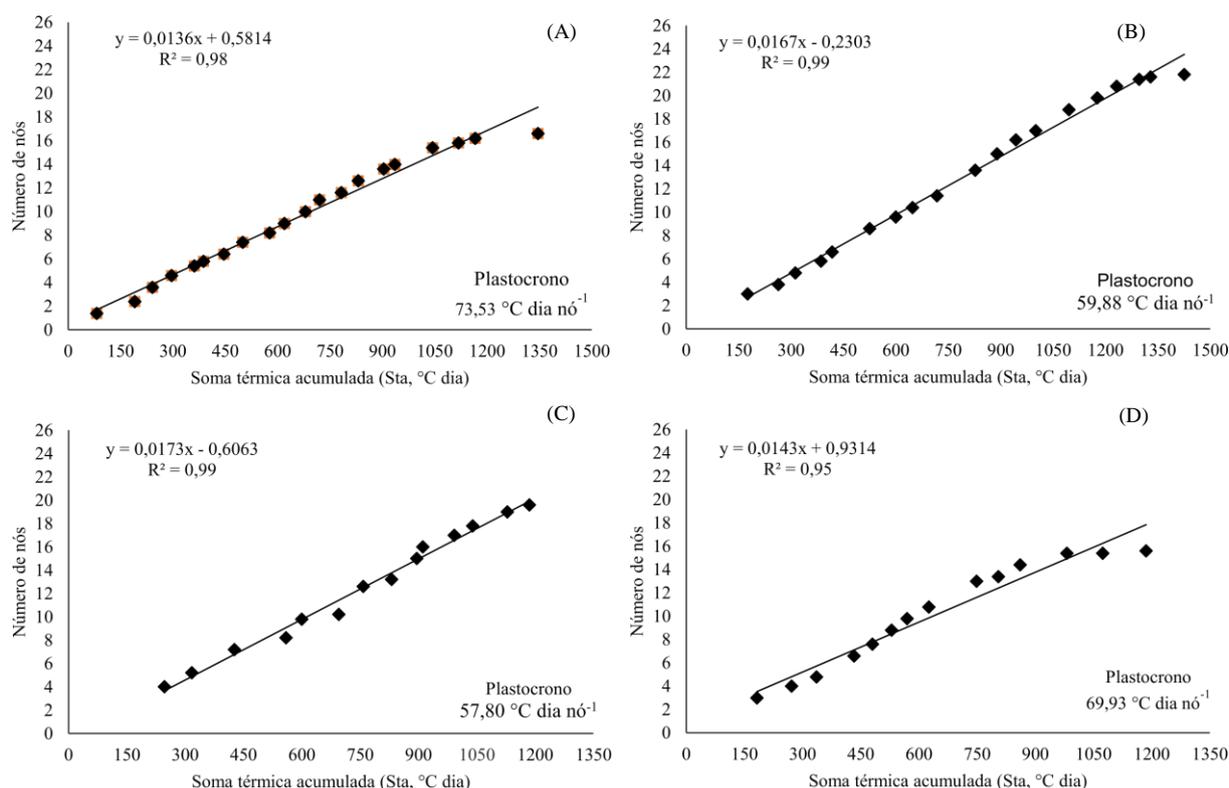
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157

As temperaturas médias diárias do ar registradas durante o período de condução dos experimentos foram 23,4 °C, 23,7 °C, 24,1 °C e 22,8 °C, respectivamente, para as sementeiras de 12/10, 16/11, 12/12/2019 e 15/01/2020 (Figura 1). Verifica-se que estas temperaturas sofreram um aumento gradativo até o mês de dezembro, voltando a decrescer na última sementeira (janeiro), porém, em todas as épocas de sementeira, estas estiveram dentro da faixa ótima para o desenvolvimento da cultura, que conforme Setiyono et al. (2007), variam de 20 a 33°C. Porém, quando analisada as temperaturas máximas, verifica-se que em grande parte dos dias, principalmente para os meses de dezembro e janeiro, estas temperaturas permaneceram acima de 28 °C. No mês de dezembro de 2019, ocorreram temperaturas superiores a 35 °C, ou seja, acima do ótimo para a cultura, mas não atingindo a temperatura máxima cardinal que, dependendo do estágio fenológico da soja, varia de 38 a 45 °C (Setiyono et al. 2007), onde o crescimento e desenvolvimento são consideravelmente menores ou inexistentes.

Foram verificados valores elevados do coeficiente de determinação para todas as repetições (Figura 2), mostrando que a relação entre o número de nós acumulados na haste principal e a soma térmica acumulada, indica que a temperatura do ar é o principal fator meteorológico que governa a emissão de nós em soja (Streck et al. 2008; Martins et al. 2011).

158



159

160 Figura 2. Número de nós acumulados na haste principal da soja (NN) e a soma térmica
 161 acumulada (°C dia) utilizada para o cálculo do plastocrono em uma das repetições nas
 162 épocas de semeadura 12/10 (A), 16/11 (B), 12/12/2019 (C) e 15/01/2020 (D).

163

164 Os resultados da análise de variância dos dados (Tabela 1), demonstram que não houve
 165 significância para a interação entre os fatores épocas de semeadura e número de aplicação de
 166 fungicidas. Significância foi possível observar para o fator época de semeadura para todas as
 167 variáveis em estudo, o que mostra a importância deste fator, em exercer forte influência no
 168 crescimento e desenvolvimento das plantas e na produtividade dos cultivos (Mandić et al.
 169 2020). A precisão do experimento pode ser classificada como alta, pois os coeficientes de
 170 variação foram todos inferiores ou muito próximos de 10 %, conforme explicado por Gomes
 171 (1997).

172 O manejo de fungicidas é uma das estratégias para o controle eficiente das doenças da
 173 cultura da soja (Langenbanch et al. 2016), porém, este fator não influenciou no
 174 desenvolvimento das plantas. Na ausência de condições ideais para o desenvolvimento de
 175 doenças, o uso de fungicidas se torna uma operação dispendiosa, agregando somente nos custos
 176 de produção com nenhum resultado no incremento da produtividade final de grãos, além de não
 177 exercer influência sobre as variáveis morfológicas das plantas. Assim, destaca-se a importância
 178 do monitoramento e acompanhamento da lavoura, pois mediante a influência do ambiente sobre
 179 a doença, o manejo integrado é crucial na tomada de decisão para a primeira aplicação de
 180 fungicida (Amorim et al. 2018) e assim sucessivamente para as demais se necessário. Esta
 181 medida tende a definir o número total de aplicações necessárias para garantir segurança de
 182 colheitas com elevada produtividade de grão, evitando a perda de eficiência dos produtos
 183 através de um elevado número de aplicações (Klosowski et al. 2016, Simões et al. 2018).

184

185 Tabela 1. Resumo da análise de variância dos dados de plastocrono, número final de nós
 186 (NFN), altura final de plantas (AFP) e massa total de grãos por planta (MTGP)
 187 submetidos a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares.

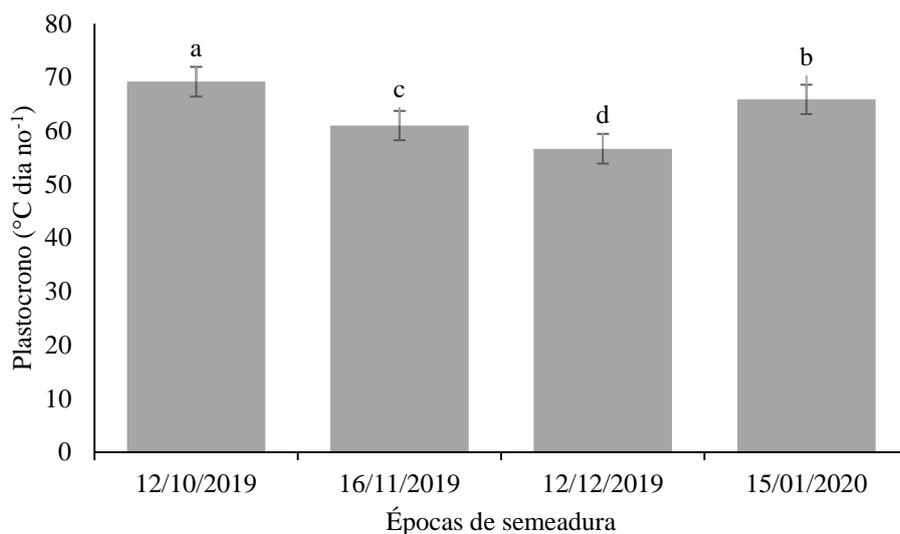
Fonte de variação	GL	Plastocrono (°C dia nó ⁻¹)	NFN	AFP (cm)	MTGP (g)
Blocos/ES	16	31,28	0,63	28,51	11,36
Número de aplicações	4	10,24	0,62	3,13	2,64
Épocas de semeadura	3	756,22*	196,53*	11.330,93*	744,10*
NA x ES	12	8,54	0,58	5,79	4,58
Resíduo	64	15,07	0,58	7,53	4,98
Médias		63,20	18,09	87,52	21,48
CV _{exp.} (%)		6,14	4,21	3,14	10,39

188 *Diferença significativa a 5% de probabilidade de erro. NA: número de aplicações. ES: época
189 de semeadura. GL: graus de liberdade. CV: coeficiente de variação.

190

191 Os valores de plastocrono diferiram entre as épocas de semeadura da soja sendo os
192 maiores observados para a semeadura de 12/10 quando comparadas as demais (Figura 3). O
193 elevado valor de plastocrono para esta época de semeadura demonstra um crescimento mais
194 lento das plantas, pois se necessitou de maior acúmulo de graus dias para emitir um nó. Este
195 fato está associado às temperaturas do ar mais amenas durante a fase de emissão de nós (Figura
196 1). Variação semelhante em relação ao plastocrono foram verificados por Rocha et al. (2018),
197 em semeaduras realizadas em Santa Maria RS em 22/09, 03/11, 01/12 de 2012 e 06/02/2013,
198 onde os autores verificaram que o plastocrono foi sendo reduzido da primeira até a terceira data
199 de semeadura, mas aumentou para a quarta data de semeadura. Rockenbach et al. (2016)
200 observaram que os menores valores de plastocrono estão atribuídos a um menor acúmulo de
201 soma térmica.

202



203

204 Figura 3. Médias de plastocrono da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura
205 e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras representam
206 médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de agrupamento
207 de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

208

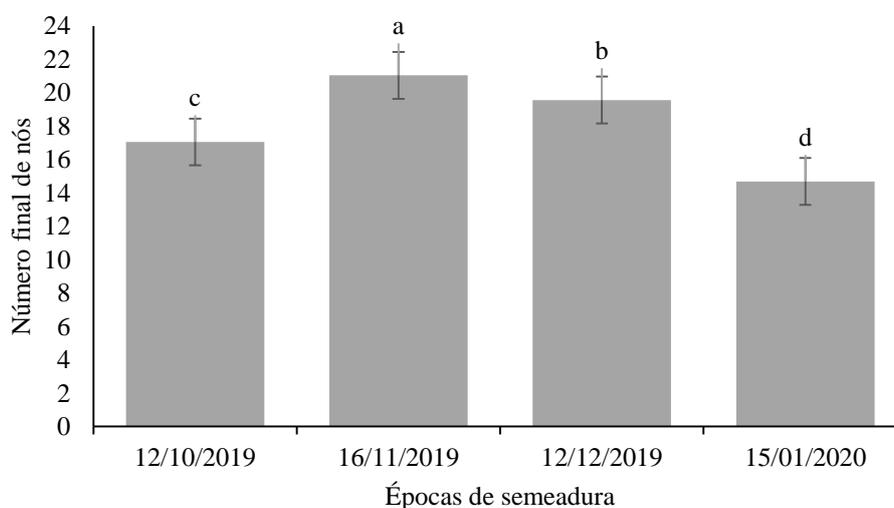
209 As variações nas médias do plastocrono entre as épocas de semeadura apresentam
210 aplicações práticas. Considerando-se as semeaduras realizadas em 16/11 e 12/12, estas
211 apresentaram plastocrono médio de 61,0 e 56,7 °C dia nó⁻¹, respectivamente (Figura 3), com
212 uma diferença de 4,3 °C dia nó⁻¹ entre essas duas épocas. Assim, o conhecimento do intervalo
213 necessário para o surgimento de um novo nó na cultura da soja é de grande importância para a
214 tomada de decisão de práticas de manejo na cultura (Rochenbach et al. 2016), os quais estão
215 diretamente relacionados com as aplicações de agroquímicos, uma vez que cada nó está
216 associado a uma folha e esta, por sua vez, diretamente ligada a evolução da área foliar
217 (Tagliapietra et al. 2018). A evolução da área foliar, além de determinar a interceptação da
218 radiação solar, tem relação com fechamento da entrelinha, influenciando no manejo de
219 fungicidas para o controle de doenças. Desta forma, salienta-se a importância de além da

220 escolha da época de semeadura, estudar e analisar o desempenho da cultura no ambiente em
221 que esta se desenvolve.

222 O número final de nós é influenciado pela época de semeadura da soja (Figura 4). Pelo
223 teste estatístico realizado, foi possível verificar que ocorreram diferenças significativas entre as
224 épocas de semeadura e que o número final de nós foi maior na semeadura realizada em
225 16/11/2019. Os resultados mostram que o número final de nós apresenta variação semelhante
226 ao que ocorre com o fotoperíodo (Setiyono et al. 2007) e desta forma varia de acordo com a
227 época de semeadura (Zanon et al. 2018). A cultura da soja é classificada como planta de dia
228 curto, ou seja, a redução do fotoperíodo acelera seu desenvolvimento. Assim, o NFN possui
229 relação com a duração do ciclo de desenvolvimento da planta, sendo que o atraso da semeadura
230 induz a redução do NFN quando comparadas com as realizadas em novembro (época
231 preferencial de semeadura para o estado) (Martins et al. 2011).

232 Semeaduras realizadas na segunda metade de outubro, expõe a soja a períodos
233 crescentes de fotoperíodo até o solstício de verão (fotoperíodo máximo), o que promove a
234 redução da taxa de desenvolvimento e por consequência, aumentando o NFN (Setiyono et al.
235 2007).

236



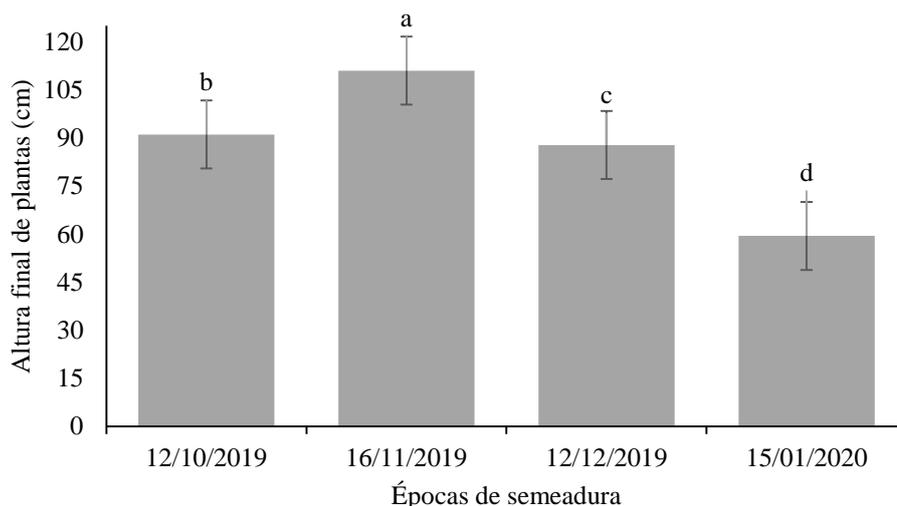
237

238 Figura 4. Médias de número final de nós da cultura da soja submetida a diferentes épocas de
239 semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras
240 representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de
241 agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

242
243 Para a altura final de planta, houve uma grande variação entre as quatro épocas de
244 semeadura (Figura 5), com diferença significativa para todas as épocas estudadas, onde fica
245 claro uma redução da altura de planta a medida que ocorre um atraso da semeadura em relação
246 ao período recomendado pelo zoneamento agrícola.

247 A altura de planta é um atributo importante para a soja, uma vez que se relaciona com o
248 acamamento de plantas (Rocha et al. 2012) e assim favorecendo um melhor rendimento
249 operacional das colhedoras. Na época preferencial de semeadura da cultura (novembro), se
250 observa uma altura média de 111,04 cm, significativamente superior aos 87,8 e 59,4 cm
251 observados para a semeadura de dezembro e janeiro, representando uma redução de 20,9 e
252 46,6% respectivamente. Frequentemente, as condições de ambiente que influenciam o número
253 final de nós são as mesmas que exercem influência sobre a altura final de planta (Egli 2013),
254 assim, plantas mais altas tendem a produzir um maior número de nós. Em contrapartida, Souza
255 et al. (2013), mencionam que plantas com alturas reduzidas podem resultar em um incremento
256 no número de grãos por legume, grãos por planta e massa de grãos, contribuindo desta forma
257 para que se consiga atingir elevadas produtividades.

258



259

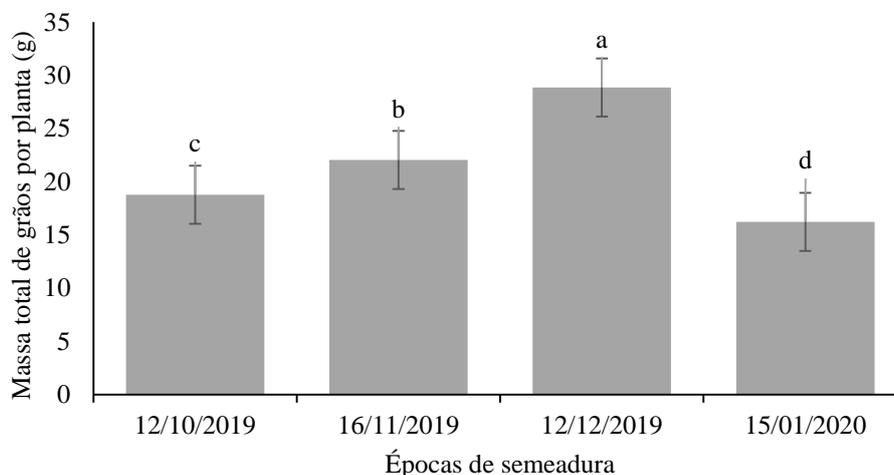
260 Figura 5. Médias de altura final de plantas (cm) da cultura da soja submetida a diferentes épocas
261 de semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as barras
262 representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério de
263 agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

264

265 A maior massa total de grãos por planta foi obtida na semeadura de 12/12/2019, sendo
266 essa 43,7% superior quando comparada a época de menor produção (15/01/2020), com 16,24 g
267 de grãos por planta. A semeadura realizada no mês de janeiro, sofre grande influência ambiental
268 em relação ao período de safra (Câmara 2015), estando estas mudanças relacionadas a redução
269 do fotoperíodo durante o desenvolvimento destas plantas (Silva et al. 2015). Esperava-se que
270 na semeadura realizada em novembro (época preferencial) as plantas fossem apresentar o
271 melhor desempenho em produtividade por planta pois, para estas condições de
272 desenvolvimento das plantas, o fotoperíodo é ideal, além de ser o período preferencial de
273 semeadura para o estado do Rio Grande do Sul. Embora a demanda hídrica tenha sido suprida
274 pelas irrigações, e não fosse possível verificar sintomas aparentes de deficiência hídrica nas
275 folhas, as temperaturas altas associadas a baixa umidade relativa do ar promoveram uma queda
276 prematura das folhas, por conseguinte, maturação forçada das sementes conforme também

277 colocado por Pardo et al., (2015), que, além de comprometer a qualidade dessas sementes,
278 ocasiona redução da produtividade.

279



280

281 Figura 6. Médias da massa total de grãos por plantas da cultura da soja submetida a diferentes
282 épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares. As letras diferentes entre as
283 barras representam médias pertencentes a um grupo diferente, de acordo com o critério
284 de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

285

286 Os fatores ambientais e fisiológicos estão estritamente relacionados com o crescimento
287 e desenvolvimento das plantas, e estes determinam o potencial produtivo das culturas (Caron
288 et al. 2017). Assim, cada ano é único nas condições meteorológicas e ambientais e, são estas
289 condições que definem o calendário para épocas preferenciais de semeadura da soja, não
290 existindo um padrão de características climáticas que proporcionam maiores produtividades e
291 ou menores riscos de perdas (Zanon et al. 2018).

292

293 Os resultados obtidos no presente estudo poderão ser utilizados em experimentos
294 relacionados ao plastocrono em soja, bem como na obtenção de dados sobre o desenvolvimento
da cultura em diferentes épocas de semeadura, importante na tomada de decisão em relação aos

295 manejos, como a aplicação de fungicida em anos em que as condições climáticas se
296 apresentarem desfavoráveis ao surgimento da principal doença da cultura, a ferrugem asiática.

297

298 3.4 CONCLUSÕES

299 Maiores valores de plastocrono foram encontrados quando as temperaturas médias do
300 período foram menores, com crescimento mais lento das plantas com semeadura em 12 de
301 outubro.

302 Semeaduras realizadas na primeira quinzena de novembro, resultaram em plantas mais
303 altas e com maior número de nós por planta.

304 A massa total de grãos por planta sofreu influência das condições ambientais em que as
305 plantas foram expostas.

306

307 3.5 REFERÊNCIAS

308 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.;
309 SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische*
310 *Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

311
312 AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, O.T.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q; HAMAWAKI, C. D.
313 L. Época de semeadura no potencial produtivo de soja em Uberlândia – MG. *Semina:*
314 *Ciências Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1793-1802, 2011.

315
316 AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M. *Manual de Fitopatologia*. 7.
317 ed. São Paulo: Ceres, 2018. 573 p.

318
319 BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento: Secretaria de Política Agrícola.
320 Portaria nº 76, de 11 de julho de 2019. Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático
321 para a cultura de soja no Estado do Rio Grande do Sul, ano-safra 2019/2020. *Diário Oficial*
322 *da União*, Brasília, DF, 19 jul. 2019. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-76-de-11-de-julho-de-2019-198612468>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

324
325 CÂMARA, G.M.S. Preparo do solo e plantio. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F. E BORÉM, A.
326 *Soja do plantio à colheita*. 1.ed. Viçosa, MG: UFV, 2015, cap. 4, p. 66-109.

327
328 CARON, B. O.; OLIVEIRA, D. M. DE.; ELLI, E. F.; ELOY, E.; SCHWERZ, F.; SOUZA,
329 V.Q. de. Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho
330 em diferentes épocas de semeadura. *Científica*, v. 45, n. 2, p. 105-114, 2017.

331

- 332 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira:*
333 *grãos. Décimo segundo levantamento, v. 7, safra 2019/2020, setembro, 2020. Brasília:*
334 *CONAB, 2020. Publicação Mensal.*
335
- 336 EGLI, D. B. The Relationship between the number of nodes and pods in soybean
337 communities. *Crop Science*, v. 53, n. 4, p. 1668-1678, 2013.
338
- 339 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema*
340 *brasileiro de classificação de solos*. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
341
- 342 FANTE, C. A.; ALVES, J. D.; GOULART, P. F. P.; DEUNER, S.; SILVEIRA, N. M.
343 Respostas Fisiológicas em cultivares de soja submetidas ao alagamento em diferentes
344 estádios. *Bragantia*, v. 69, n. 2, p. 253-261, 2010.
345
- 346 FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State
347 University of Science and Technology, 1977. 15p. (Special Report, 80).
348
- 349 FOLLMANN, D. N.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SOUZA, V. Q. de.; NARDINO, M.;
350 CARVALHO, I. R.; DEMARI, G. H.; FERRARI, M. PELEGRIN, A. J. de; SZARESKI, V. J.
351 Relações lineares entre caracteres de soja safrinha. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 40, n. 1,
352 p. 213-221, 2017.
353
- 354 GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. *Ferrugem-asiática da*
355 *soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência*. 1. ed. Londrina: Embrapa
356 Soja, 2020. 39 p.
357
- 358 GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.;
359 MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and
360 future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.
361
- 362 GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.
363 JOHNSON, S.R. *How a soybean plant develops*. Ames: Iowa State University of Science and
364 Technology, and Cooperative Extension Service, 1997. 18p. (Special Report, 53).
365
- 366 KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos
367 sobre el rendimiento y la adaptación de genótipos. *Revista Facultad de Agronomía*, v. 28, p.
368 63-88, 2008.
369
- 370 KLOSOWSKI, A. C.; MAY DE MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.;
371 STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora*
372 *pachyrhizi*. *Pest Management Science*, v. 72, p. 1211-1215, 2016.
373
- 374 LANGENBACH, C.; CAMPE, R.; BEYER, S. F.; MUELLER, A. N.; CONRATH, U.
375 Fighting Asian soybean rust. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, n. 797, 2016.
376
- 377 MANDIĆ, V.; ĐORĐEVIĆ, S.; ĐORĐEVIĆ, N.; BIJELIĆ, Z.; KRNJAJA, V.;
378 PETRIČEVIĆ, M.; BRANKOV, M. Genotype and sowing time effects on soybean yield and
379 quality. *Agriculture*, v. 10, n. 11, p. 502, 2020.
380

- 381 MARTINS, J. D.; RADONS, S. Z.; STRECK, N. A.; KNIES, A. E.; CARLESSO, R.
382 Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura.
383 *Ciência Rural*, v. 41, n. 6, p. 954-959, 2011.
384
- 385 OGOSHI, C.; ZANON, A. J.; UHRY JUNIOR, D. F.; BITTECOURT, C. R. C.; ULGUIM, A.
386 R.; CARLOS, F. S. Progresso temporal da ferrugem asiática em função de épocas de
387 semeadura e de cultivares de soja em terras baixas. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n.
388 9, p. 17102-17114, 2019
389
- 390 PARDO, F. F.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D.; COSTA, E. Qualidade fisiológica de
391 sementes de soja esverdeadas em diferentes tamanhos. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.
392 2, n. 3, p. 39-43, 2015.
393
- 394 ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.
395 Desempenho agrônômico de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude
396 em Teresina-PI. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2012.
397
- 398 ROCHA, T. S. M.; STRECK, N. A.; BEXAIRA, K. P.; RIBAS, G. G.; TAGLIAPIETRA, E.
399 I.; WINCK, J. E. M.; WEBER, P. S.; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R.; ALVES, A.F.;
400 RIBEIRO, B. S. M. R.; ZANON, A. J. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja
401 em diferentes épocas de semeadura. *Agrometeoros*, v. 26, n. 1, p. 247-256, 2018.
402
- 403 ROCKENBACH, A. P.; PAULA, G. M.; CARON, B. O.; SCHNEIDER, J. R.; ELLI, E. F.;
404 ENGROFF, T. D.; MEIRA, D. Plastochron in soybean cultivars under the space
405 arrangements. *International Journal of Current Research*, v. 8, n. 11, p. 41515-41519, 2016
406
- 407 SETIYONO, T. D.; WEISS, A.; SPECHT, J. E.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G.;
408 DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on
409 soybean phenology under high-yield conditions. *Field Crops Research*, v. 100, p. 257-271,
410 2007.
411
- 412 SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A. Exigências edafoclimáticas. In: SEDIYAMA,
413 T.; SILVA, F.; BORÉM, A. *Soja do plantio à colheita*. 1. ed. Viçosa: UFV, 2015, cap. 3, p.
414 54-65.
415
- 416 SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a
417 SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. *Journal of Plant*
418 *Diseases and Protection*, v. 125, n. 1, p. 21-26, 2018.
419
- 420 SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). Comissão de Química e
421 Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC. *Manual de calagem e adubação para os estados do Rio*
422 *Grande do Sul e Santa Catarina*. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do
423 Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016.
424
- 425 SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T.; SANGOI, L.
426 Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento.
427 *Bioscience Journal*, v. 29, n. 3, p. 634-643, 2013.
428
- 429 STRECK, N. A.; PAULA, G. M. de; CAMERA, C.; MENEZES, N. L.de; LAGO, I.
430 Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. *Bragantia*, v. 67, n. 1, p. 67-73, 2008.

- 431
432 TAGLIAPIETRA, E. L.; STRECK, N. A. ; SILVA, M. R. ; ROCHA, T. S. M. ; CERA, J. C.;
433 GUEDES, J. V. C. ; RICHTER, G. L. ; ZANON, A. J. Optimum leaf area index to reach
434 soybean yield potential in subtropical environment. *Agronomy Journal*, v. 110, n. 3, p. 932-
435 938, 2018.
- 436
437 ZANON, A. J.; SILVA, M. R; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J.C.; BEXAIRA, K. P.;
438 RICHTER, G. L.; DUARTE, A. J.; ROCHA, T. S. M.; WEBER, P. S.; STRECK, N. A.
439 *Ecofisiologia da Soja Visando Altas Produtividades*. 1. ed. Santa Maria: Palloti, 2018. 136p
440
- 441 ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; GRASSINI, P. Climate and management factors influence
442 soybean yield potential in a subtropical environment. *Agronomy Journal*, v. 108, n. 4, p.
443 1447-1454, 2016.
444

4 ARTIGO 2 – Épocas de semeadura e aplicações de fungicida na soja: impacto sobre caracteres agronômicos e na produtividade final de grãos

4.1 RESUMO

A cultura da soja tem seu crescimento e desenvolvimento influenciados pela época de semeadura, sendo este fator crucial para a escolha dos períodos mais favoráveis para o seu cultivo, além de ser uma ferramenta na tomada de decisão no manejo de doenças e aplicações de fungicidas. Assim, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a influência da época de semeadura e do número de aplicações de fungicidas foliares sobre caracteres agronômicos e a produtividade da cultura da soja. Foram realizadas duas épocas de semeadura antecipadas (19/09 e 12/10/2019), uma no período preferencial (16/11/2019), uma tardia (12/12) e uma após o período indicado (15/01/2020). Os tratamentos foram: T1: uma aplicação no estágio R1; T2: duas aplicações (R1 e após 15 dias); T3: três aplicações (R1 e duas com intervalos de 15 dias); T4 quatro aplicações (R1 e três aplicações com intervalos de 15 dias); e, T5: testemunha. Foi avaliado o ciclo da cultura, a altura de inserção do primeiro legume, número de ramificações por planta, número de legumes por planta, número de grãos por planta, índice de colheita, peso de mil grãos e produtividade. O número de aplicações de fungicida não influenciou nos caracteres agronômicos avaliados e na produtividade final de grão da cultura da soja. A semeadura realizada em 12/10/2019 foi a mais produtiva (4.626,27 kg ha⁻¹).

Palavras-chave: *Glycine max*, Ferrugem asiática, Rendimento de grãos, *Phakopsora pachyrhizi*.

4.2 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a leguminosa que em pouco tempo se tornou a espécie anual de maior área cultivada no Brasil, sendo seu cultivo possível em todo o território

26 nacional. O Brasil responde hoje por aproximadamente 37% da produção mundial de soja
27 (Conab 2020). Assim, pesquisas sempre estão sendo desenvolvidas com o intuito de alcançar
28 maiores produtividades aliadas a redução dos custos de produção (Amorim et al. 2011), como
29 por exemplo o estudo de ambientes regionalizados de produção e manejo sanitário dos cultivos.

30 Pelo fato da soja ser sensível ao fotoperíodo e a temperatura do ar, as condições
31 ambientais exercem grande influência sobre suas características agronômicas, bem como sobre
32 o ciclo da cultura (Zanon et al. 2015), produção de matérias seca (Board & Kahlon 2012) e
33 assim sobre a produtividade final de grãos (Meotti et al. 2012). Ao escolher uma determinada
34 época de semeadura, estamos combinando o conjunto de fatores ambientais e sua interação com
35 a planta, pois além de um calendário civil, temos características climáticas que proporcionam
36 maiores desempenhos produtivos e menores perdas (Board & Kahlon 2012).

37 No decorrer dos últimos anos, o que vem se observando é um aumento considerável da
38 área com semeadura antecipada da soja no estado do Rio Grande do Sul. Isso pode ser uma
39 estratégia para redução da incidência da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e assim,
40 com menor número de aplicações de fungicida para seu controle, reduzir o custo de produção.
41 Em contrapartida, a soja semeada de forma tardia, além do período desfavorável para o
42 desenvolvimento das plantas, pode expor estas a um maior número de inóculo da doença,
43 proporcionando um aumento no número de aplicações de fungicida e conseqüentemente, um
44 aumento no custo financeiro para o seu controle. Em seu trabalho, Kandel et al. (2016)
45 evidenciaram que, embora ocorra aumento da produtividade através do tratamento foliar com
46 fungicidas, os custos com a aplicação podem limitar a lucratividade.

47 A ferrugem asiática da soja é uma das doenças que mais causam danos na cultura, e sua
48 severidade pode variar em função da época de semeadura e do controle químico, causando
49 danos de até 90% nos cultivos (Godoy et al. 2016). O elevado potencial de dano através do
50 aumento da taxa de progresso da doença, ocorre em condições de temperatura ideais (18 a 26,5

51 °C) e molhamento foliar mínimo de 6 horas (Young et al. 2011). Por outro lado, altas
52 temperaturas (acima de 30°C) aliadas ao baixo molhamento foliar, são condições desfavoráveis
53 para a ocorrência da doença (Kochman 1979).

54 A ferramenta mais eficaz para o controle da ferrugem da soja é o controle químico,
55 através da aplicação de fungicida na parte aérea (Goulart et al. 2015). Porém, ainda existem
56 alguns pontos a serem melhor estudados, como é o caso do número de aplicações necessárias
57 para não comprometer a produtividade, apesar de alguns estudos preconizarem que pelo menos
58 três aplicações de fungicida por safra são necessárias para o controle da doença (Godoy et al.
59 2020).

60 Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da época de
61 semeadura e do número de aplicações de fungicidas foliares sobre caracteres agrônômicos e a
62 produtividade final de grãos da cultura da soja.

63

64 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

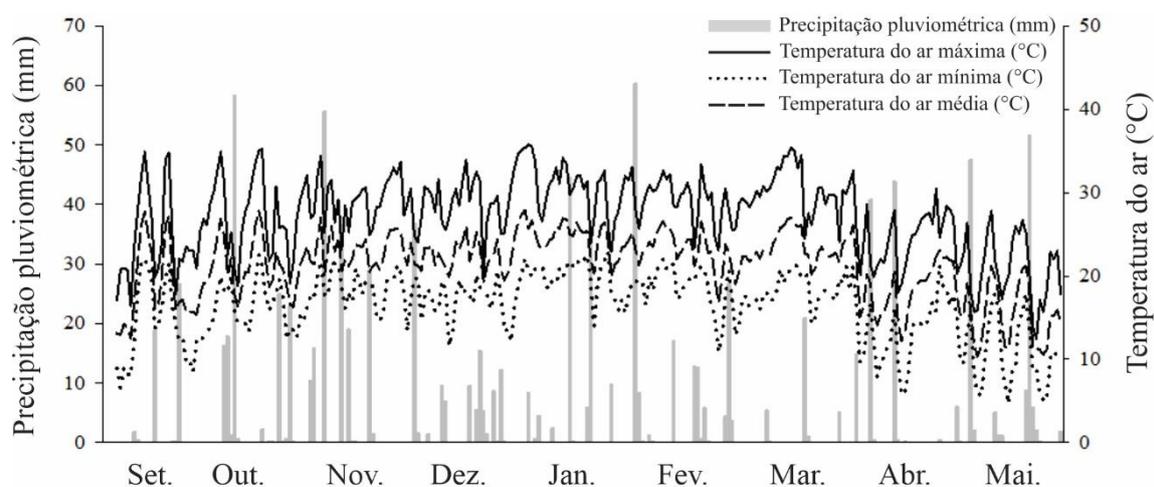
65 Os experimentos foram conduzidos na área da Universidade Federal de Santa Maria,
66 Campus Frederico Westphalen RS. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima
67 da região é Cfa, ou seja, subtropical úmido com temperatura média do ar de 19,1°C, variando
68 com máxima de 38°C e mínimo de 0°C, apresentando uma precipitação média de 1.881mm
69 (Alvares et al. 2013).

70 O solo da área experimental caracteriza-se como Latossolo Vermelho distrófico típico
71 (Embrapa 2018), na sucessão soja aveia a mais de 2 anos, o qual apresentava as seguintes
72 características antes da implantação do experimento: teor de argila: 650 g kg⁻¹; pH (H₂O): 5,6;
73 P: 4,6 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); K: 131,0 mg dm⁻³; Ca²⁺: 5,3 cmolc dm⁻³; Mg²⁺: 3,6 cmolc dm⁻³;
74 e, 35 g kg⁻¹ de matéria orgânica. A adubação foi calculada conforme SBCS (2016). Desta forma,
75 foram utilizados 311 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo distribuído por ocasião da instalação do

76 experimento no sulco de semeadura e, 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio aplicado manualmente
77 e a lançar logo após a semeadura.

78 Os dados de temperatura do ar (mínima, média e máxima) e precipitação pluviométrica
79 referente ao período de condução dos experimentos, foram coletados na Estação Climatológica
80 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada a 300 m da área experimental (Figura
81 1).

82



83

84 Figura 1. Distribuição da precipitação pluviométrica, temperaturas máximas, mínimas e médias
85 do ar correspondentes a duração do experimento (2019/2020).

86

87 A cultura da soja, cultivar DM 5958 RSF IPRO, que apresenta tipo de crescimento
88 indeterminado e grupo de maturidade relativa 5.8, foi semeada de forma mecanizada,
89 utilizando-se uma densidade de semeadura de 12 sementes por metro linear. Cada unidade
90 experimental era composta de seis linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m entre si, com cinco
91 metros de comprimento. A área útil de cada parcela foi de 7,2 m², constituindo-se de quatro
92 linhas centrais, sendo eliminados 0,5 m de cada extremidade (bordadura).

93 Os cinco ensaios constituíram de diferentes épocas de semeadura, com cinco tratamento
94 (número de aplicações de fungicida) e cinco repetições. Foram realizadas duas épocas de

95 semeadura antecipadas (19/09 – E1, 12/10 – E2), uma no período preferencial (16/11 – E3),
96 uma tardia, no final da época indicada (12/12 – E4) e uma simulando uma segunda safra de
97 verão (safrinha) (15/01/2020 – E5).

98 Os tratamentos com número de aplicações de fungicida testados foram dispostos de
99 forma casualizada dentro de cada bloco, das diferentes épocas de semeadura, e são assim
100 descritos: uma aplicação no estágio R1 (T1); duas aplicações, uma no estágio R1 e outra após
101 15 dias (T2); três aplicações, uma no estágio R1 e outras duas aplicações com intervalos
102 aproximados de 15 dias entre elas (T3); quatro aplicações, uma no estágio R1 e outras três com
103 intervalos aproximados de 15 dias entre elas (T4); e, uma testemunha, sem nenhuma aplicação
104 de fungicida (T5).

105 As aplicações de fungicida constituíram em um protocolo com diferentes ingredientes
106 ativos: primeira aplicação (R1) – Fluxapiraxade + Piraclostrobina + Mancozebe; segunda
107 aplicação (após 15 dias da primeira) - Trifloxistrobina + Protioconazol; terceira aplicação (após
108 15 dias da segunda) - Picoxistrobina + Tebuconazol + Mancozebe; quarta aplicação (após 15
109 dias da terceira) - Picoxistrobin + Ciproconazole + Fenpropimorfe. As doses de cada produto
110 seguiram a recomendada pelos fabricantes. As pulverizações nas parcelas experimentais foram
111 realizadas com equipamento costal à base de CO₂, equipado com barra de 4 pontas tipo cone,
112 com vazão de 100 L ha⁻¹. Para o controle da deriva, foi utilizada uma lona plástica esticada nas
113 laterais de cada parcela pulverizada.

114 O controle de pragas e plantas daninhas foi realizado de acordo com as recomendações
115 técnicas da cultura e todos os procedimentos experimentais foram iguais para todas as épocas
116 e unidades experimentais. Ainda, em períodos onde ocorreram irregularidades pluviométricas
117 na distribuição de chuvas, de modo que o crescimento e o desenvolvimento das plantas
118 ocorressem sem deficiência hídrica, foram realizadas irrigações de salvamento através de um
119 sistema de aspersores rotativos com vazão de aproximadamente 10 mm h⁻¹.

120 Ao longo da condução do experimento foram realizadas as seguintes avaliações: número
121 de dias para a emergência, considerada quando 50% das plantas ou mais estiverem com os
122 cotilédones acima do nível do solo; número de dias para o florescimento, compreendida quando
123 50% das plantas apresentarem flor aberta na haste principal; número de dias para a maturação,
124 observado na data em que aproximadamente 95% dos legumes se apresentarem maduros, ou
125 seja, se encontrarem no estágio R8; e, ciclo total da cultura.

126 Por ocasião da colheita, através da média de dez plantas tomadas aleatoriamente dentro
127 da área útil de cada parcela, procedeu-se as avaliações de altura de inserção do primeiro legume,
128 número de ramificações, número de legumes por planta, número de grãos por planta, peso de
129 mil grãos e produtividade final de grãos.

130 Após a realização das avaliações das variáveis, as dez plantas de cada parcela foram
131 divididas em seus componentes vegetativos e reprodutivos para processar a secagem a 60 °C
132 num período de 48 horas. A soma do peso do caule, ramos, legumes sem os grãos e dos grãos
133 resultou no rendimento biológico (Braga & Costa 1983). Desta forma, o índice de colheita foi
134 obtido através da divisão do peso seco de grãos pelo rendimento biológico, e por fim,
135 multiplicando-se o resultado obtido por 100, sendo o resultado expresso em porcentagem.

136 A colheita foi realizada de modo manual e a trilha de forma mecanizada através de um
137 conjunto estacionário (trator + batedor de cereais). Para avaliação da produtividade de grãos foi
138 efetuada a colheita de três metros das duas fileiras centrais da parcela útil, perfazendo uma área
139 de 2,7 m². Após a trilha, as amostras foram limpas, pesadas, e determinação da umidade, sendo
140 o peso final corrigidos a 13% de umidade e convertido em kg ha⁻¹. Feito isso, se procedeu com
141 a determinação do peso de mil grãos, onde este foi obtido por meio da contagem de oito
142 amostras de 100 grãos e pesados em balança de precisão.

143 Por fim, a análise estatística foi realizada com o auxílio do programa estatístico R (R
144 Core Team 2020), onde todos os dados obtidos foram submetidos a análise de variância de

145 forma conjunta. Após, quando detectada diferença significativa pelo teste F ($p \leq 0,05$), foram
146 efetuadas comparações de médias pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

147

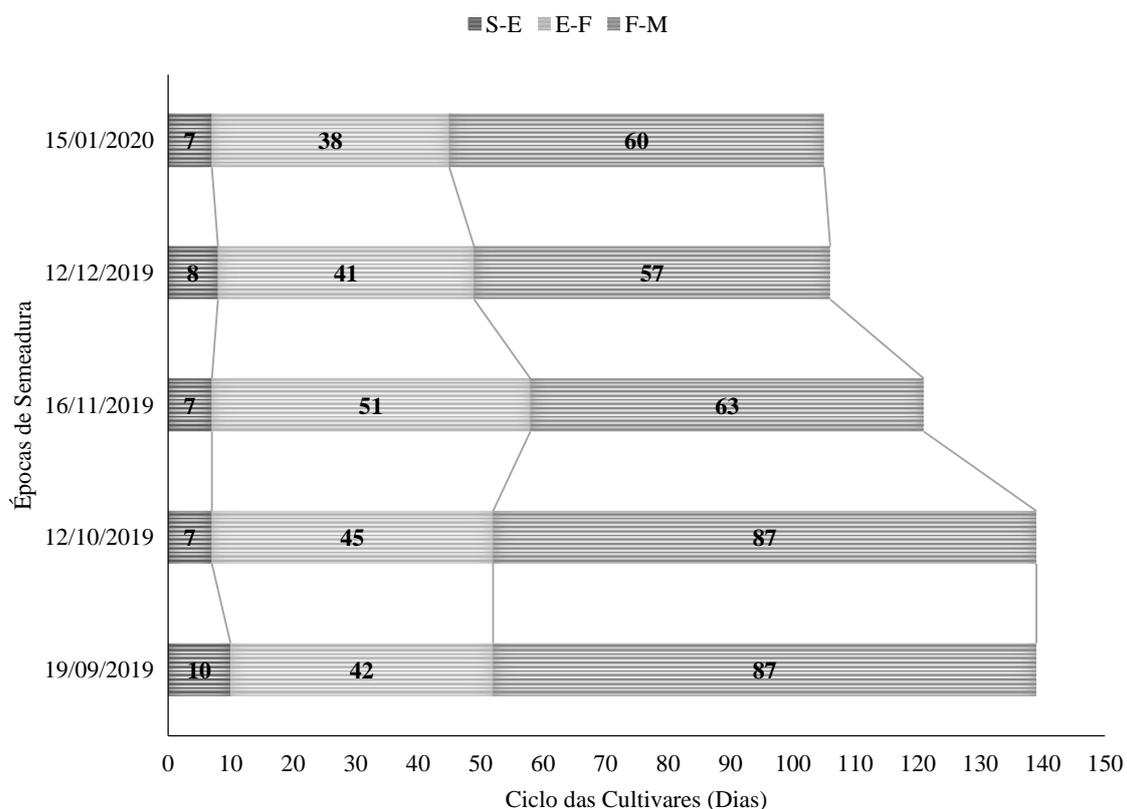
148 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

149 As precipitações pluviométricas foram irregulares durante a maior parte do tempo de
150 condução do experimento, sendo que somente para as épocas de semeaduras de 19/09/2019 e
151 12/10/2019 as precipitações chegaram a aproximadamente 600 mm durante toda a condução do
152 experimento. Para as demais épocas (16/11/2019, 12/12/2019, e 15/01/2020), choveu o
153 equivalente a 385 mm, 351mm e 338 mm, respectivamente (Figura 1). A necessidade total de
154 água na cultura da soja varia entre 450 a 800 mm ciclo⁻¹ (Lapera et al. 2018), por esse motivo
155 foram realizadas irrigações de salvamento nos períodos de baixa precipitação, assim, assegura-
156 se que as plantas não tiveram estresse hídrico.

157 As temperaturas médias registradas durante este período variaram de 12 a 26°C, porém,
158 vários dias no decorrer do crescimento e desenvolvimento da cultura, foram registradas
159 temperaturas acima de 27°C, chegando a temperaturas maiores de 35°C no mês de dezembro,
160 o que pode ter influenciado no crescimento da cultura e no desenvolvimento de doenças.

161 As avaliações do período vegetativo e reprodutivo estão representadas na Figura 2. O
162 intervalo entre a semeadura e emergência da soja na época de 19/09/2019 foi superior (10 dias)
163 as demais (7 e 8 dias). O que se observou neste período foi uma redução da temperatura do ar
164 (Figura 1), sendo este um fator externo que de forma indireta afeta a temperatura do solo. Desta
165 forma, essa diferença em dias da emergência provavelmente está relacionada a temperatura do
166 solo, pois a medida em que se observa no solo um acréscimo na temperatura média, também
167 ocorre aumento da velocidade de emergência, até atingir uma temperatura ótima (29°C)
168 (Schneider et al. 1987), nestas condições ocorre aumento nas atividades metabólicas das
169 sementes e conseqüentemente maior velocidade de emergência das plântulas.

170



171

172 Figura 2. Dias entre a semeadura e emergência (S-E), emergência e florescimento (E-F) e
 173 florescimento e maturação fisiológica (F-M) da soja submetida a diferentes épocas de
 174 semeadura e manejos de fungicidas

175

176 Semeaduras realizadas de forma precoce ou antecipadas, aumentam a possibilidade de
 177 exposição da cultura a baixas temperatura com impacto negativo na emergência das plântulas,
 178 podendo comprometer o bom estabelecimento da lavoura, fator esse, importante para garantir
 179 a viabilidade econômica da cultura.

180 O ciclo de desenvolvimento da cultura nas diferentes épocas de semeadura variou de
 181 139 dias (19/09/2019 e 12/10/2019) a 105 dias (15/01/2020) (Figura 2), sendo que este não
 182 sofreu influência quanto ao número de aplicações de fungicida. De forma geral e, considerando
 183 que a soja é uma planta de dia curto, o comportamento do ciclo da cultura é consequência do

184 fotoperiodismo (Sinclair et al. 2005). Assim, se observa uma tendência da redução do ciclo total
185 de desenvolvimento da cultura à medida que a semeadura foi sendo atrasada, principalmente
186 em decorrência do encurtamento do período reprodutivo. Amorim et al. (2011), também
187 observaram forte influência da época de semeadura na redução do número de dias para a
188 floração e maturação e conseqüentemente, encurtamento no ciclo da cultura da soja com o
189 atraso da semeadura.

190 O conhecimento dos estádios de desenvolvimento da soja nas diferentes épocas de
191 semeadura possibilita o entendimento das suas características morfológicas e fisiológicas que
192 se relacionam com o clima, auxiliando na tomada de decisão quanto aos tratos culturais
193 decorrentes do seu cultivo. Além disso, torna possível o posicionamento da cultura no campo
194 com a escolha da melhor época de semeadura, buscando minimizar o impacto do ambiente nos
195 períodos mais críticos (florescimento e enchimento de grãos), e ainda, possibilita a avaliação
196 do impacto das condições de qualquer fenômeno adverso que ocorra no meio.

197 O resultado da análise de variância conjunta indicou que não houve interação entre os
198 fatores em estudo, havendo diferença apenas entre as épocas de semeadura em todas as
199 variáveis estudadas (Tabela 1). Desta forma, o número de aplicações de fungicida não exerceu
200 influência sobre as características agronômicas das plantas, bem como sobre a produtividade
201 final de grãos, não interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas, independente da
202 época de semeadura. Com isso, fica evidente a importância da escolha da época de semeadura
203 como sendo o fator, que isoladamente, exerce maior influência sobre o crescimento e
204 desenvolvimento da soja, bem como na produtividade (Mandić et al. 2020).

205

206 Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis agronômicas peso seco de grãos (PSG),
 207 rendimento biológico (RB), índice de colheita (IC), altura de inserção do primeiro
 208 legume (AIPL), número de ramificações (NR), número de legumes por planta (NLP),
 209 número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade final de
 210 grãos (PFG) da cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos
 211 de fungicidas foliares.

FV	GL	PSG (g)	RB (g)	IC (%)	AIPL (cm)	NR
Blocos/ES	20	966,65	3.220,88	3,87	4,86	0,50
NA	4	214,32	836,30	1,66	0,64	0,31
ES	4	60.231,80*	211.868,04*	266,82*	594,88*	33,17*
NA x ES	16	227,43	821,92	2,09	1,80	0,28
Resíduo	80	339,51	1.221,18	2,22	1,48	0,46
Médias		191,42	372,00	51,50	19,73	5,12
CV _{exp.} (%)		10,44	9,39	2,89	6,19	13,21
Continuação						
FV	GL	NLP	NGP	PMG (g)	PFG (kg ha ⁻¹)	
Blocos/ES	20	103,93	651,37	85,99	212.699,60	
NA	4	37,56	158,58	10,08	60.798,24	
ES	4	7,217,08*	55.102,55*	5.490,98*	17.343.663,67*	
NA x ES	16	41,43	212,50	37,25	94.918,27	
Resíduo	80	34,49	200,61	43,66	95.206,04	
Médias		65,61	147,77	147,01	3.620,96	
CV _{exp.} (%)		8,95	9,58	4,49	8,52	

212 *Diferença significativa a 5% de probabilidade de erro. FV: fontes de variação; Na: número de
213 aplicações. ES: época de semeadura. GL: graus de liberdade. CV: coeficiente de variação

214

215 Estudos desenvolvidos por Yorinori et al. (1982), já mencionavam que em caso de
216 ocorrência de veranicos durante o ciclo da cultura, a incidência de doenças é reduzida, o que
217 torna a aplicação de fungicida desnecessária. Em um estudo no estado de Santa Catarina nos
218 municípios de Zortea e Capinzal, Dalla Pasqua et al. (2019), com semeaduras de soja no mês
219 de novembro e dezembro, também não observaram a incidência de ferrugem asiática na soja na
220 safra 2013/2014. Quanto a aplicação foliar de fungicida, Kandel et al. (2016) verificaram
221 durante seis anos de estudos, que esta prática foi lucrativa em apenas 14% dos anos-locais
222 estudados. Os mesmos autores afirmam, que embora a produtividade possa aumentar com estes
223 tratamentos foliares, em anos de baixa incidência da doença, a lucratividade se torna limitada.
224 Por outro lado, Knebel et al. (2019), demonstraram que a produtividade de grão de soja reduziu
225 35% quando nenhuma aplicação de fungicida foi realizada, o que mostra a importância da
226 assertividade na estratégia de manejo dessa doença.

227 Os valores obtidos para o índice de colheita (Tabela 2) demonstram que esta variável é
228 sensível ao ambiente, de forma semelhante a produtividade final de grãos (Braga & Costa 1983)
229 uma vez que este fator pode influenciar nos períodos de desenvolvimento e acúmulo de matéria
230 seca total (Board e Kahlon, 2012), que pode ser observado através do rendimento biológico
231 (Tabela 2).

232

233 Tabela 2. Médias do peso seco de grãos, rendimento biológico e índice de colheita da cultura
 234 da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares.

Época de Semeadura	Peso Seco de Grãos (g)	Rendimento Biológico (g)	Índice de Colheita (%)
19/09/2019	156,78 d	334,04 c	46,90 d
12/10/2019	178,92 c	333,67 c	53,61 b
16/11/2019	205,14 b	416,36 b	49,28 c
12/12/2019	269,51 a	507,37 a	53,10 b
15/01/2020	146,77 d	268,58 d	54,59 a
CV (%)	10,44	9,39	2,89

235 * Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo, de
 236 acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente
 237 de variação.

238 Se observa um maior índice de colheita para a semeadura em 15/01/2020 (54,59%),
 239 sendo esta época a que apresentou menor peso seco de grãos (Tabela 2) e também produtividade
 240 final de grãos (Tabela 5). Corroborando com estes resultados, Board e Maricherla (2008)
 241 também encontraram relação inversa entre o índice de colheita e o rendimento. O índice de
 242 colheita expressa a eficiência no transporte de fotoassimilados para os grãos, desta forma, pode-
 243 se afirmar que a semeadura realizada em 15/01/2020 foi mais eficiente, diferindo
 244 significativamente das demais épocas de semeadura.

245 Uma interação negativa ente índice de colheita e o acúmulo de matéria seca também foi
 246 observado por Braga & Costa (1983), mostrando que quando a cultura apresenta maior vigor
 247 vegetativo, esta converte menor proporção do rendimento biológico à produção de grãos.
 248 Assim, as semeaduras realizadas de forma antecipada tendem a apresentar maior acúmulo de
 249 fotoassimilados nos órgãos não-reprodutivos resultando em menores valores de índice de

250 colheita. Por fim, Braga & Costa (1983), afirmam que a correlação não significativa entre o
 251 índice de colheita e o rendimento de grãos define este coeficiente como impróprio para analisar
 252 produtividade na cultura da soja, fator este atribuído as variações no rendimento biológico.

253 A altura de inserção do primeiro legume é uma característica importante, uma vez que
 254 esta diretamente relacionada as perdas no processo de colheita, pois os legumes que ficam muito
 255 próximos ao solo, abaixo do nível da barra de corte, permanecem ligados ou fixados na haste
 256 da planta que permanece aderida ao solo após a passagem da colhedora. A maior média na
 257 altura de inserção do primeiro legume foi observada nas plantas oriundas da semeadura
 258 realizada em 16/11/2020 (25,66 cm), sendo esta estatisticamente superior as demais (Tabela 4).
 259 Todas as épocas de semeadura difeririam quanto a esta variável, com menor valor (13,24 cm)
 260 observado na semeadura de 15/01/2020.

261
 262 Tabela 3. Médias de altura de inserção do primeiro legume (AIPL), número de ramificações
 263 (NR) e número de legumes por planta (NLP) e número de grãos por planta (NGP) da
 264 cultura da soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas
 265 foliares.

Época de Semeadura	AIPL (cm)	NR	NLP	NGP
19/09/2019	17,80 d	5,38 b	56,65 c	117,90 d
12/10/2019	23,33 b	4,00 c	51,26 d	113,43 d
16/11/2019	25,66 a	3,84 c	66,61 b	150,44 b
12/12/2019	18,62 c	6,30 a	94,35 a	227,76 a
15/01/2020	13,24 e	6,08 a	59,16 c	129,34 c
CV (%)	6,19	13,21	8,95	9,58

266 *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo, de
267 acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente
268 de variação.

269

270 A variável altura de inserção do primeiro legume pode variar de 10 a 12 cm, sendo ideal
271 para a maioria das condições de cultivo de soja, que esta seja em torno de 15 cm, o que
272 possibilita a redução das perdas pela barra de corte durante o processo de colheita, embora que
273 as colhedoras modernas possam efetuar a colheita com legumes a 10 cm do solo (Carvalho et
274 al. 2010). Desta forma, todas as épocas de semeadura apresentaram altura de inserção do
275 primeiro legume superior a 13 cm, ou seja, dentro dos limites citados na literatura para se
276 reduzir perdas durante o processo da colheita mecanizada.

277 Estes resultados podem ser justificados pelo fato de que nas épocas de semeadura 12/10
278 e 16/11, se observa que os fatores temperatura do ar, radiação solar e fotoperíodo favoreceram
279 o desenvolvimento da cultura (Meotti et al. 2012), diferentemente das semeaduras precoces e
280 tardias onde as plantas foram submetidas a menores índices de radiação solar e fotoperíodo
281 incompatível com as ideias para a cultura, condições essas, que interferiram na expressão de
282 algumas características morfológicas da soja, como é o caso da altura de inserção do primeiro
283 legume.

284 Quanto a média do número de ramificações, os maiores valores foram observados para
285 as semeaduras em 12/12/2019 (6,30) e 15/01/2020 (6,08) não diferindo entre si e sendo superior
286 estatisticamente as demais épocas de semeadura. Em relação as duas épocas anteriores e para
287 o valor médio de ramificação, plantas com semeadura em 16/11/2019 apresentaram uma
288 redução média 38% no número de ramificações. Esta variável é considerada como um fator
289 intrínseco da cultivar e desta forma alterada principalmente pela distribuição espacial entre as
290 plantas, uma vez que as cultivares possuem efeito compensatório através da produção de ramos,

291 porém, o ambiente em que estas plantas foram submetidas (épocas de semeadura) também
292 podem exercer influência sobre esta variável, verificando-se no presente estudo que as
293 semeaduras tardias e em condições e safrinha apresentaram plantas com maior número de
294 ramificações.

295 Apesar do número de ramificações ser maior nas semeaduras tardias em condições de
296 safrinha e, esta característica morfológica afetar o índice de área foliar, e conseqüentemente,
297 interferir no manejo e na produtividade da soja, Zanon et al. (2015) verificaram que com o
298 atraso na época de semeadura ocorre também a redução da contribuição das ramificações no
299 índice de área foliar, e que esta característica não interfere na captação de radiação solar e
300 indiretamente na produtividade da cultura. A escolha da época de semeadura relaciona a
301 variação dos elementos meteorológicos e o desenvolvimento das plantas de um determinado
302 local, exercendo influência sobre o crescimento vegetativo e a emissão de ramificações da soja
303 (Setiyono et al. 2011), o que também pode explicar a variação da variável reprodutivo número
304 de legumes por planta (Tabela 3), sendo este considerado o mais importante componente de
305 rendimento da cultura (Kahlon & Board 2012).

306 O maior número de legumes por planta foi observado para a semeadura de 12/12/2019
307 (Tabela 3), sendo este superior estatisticamente as demais épocas de semeadura reduzindo
308 drasticamente para a semeadura em 12/10/2019. A determinação do número de legumes por
309 planta ocorre pelo balanço entre a produção de flores e a proporção destas que se desenvolvem,
310 porém, um maior número de flores não garante uma produção maior de legumes pois 75% das
311 flores podem não gerar frutos (óvulos fecundados) (Navarro Júnior & Costa 2002), uma vez
312 que este fator também é dependente das condições ambientais. Lima et al. (2009), afirmaram
313 que o fotoperíodo interferiu na quantidade de flores no período do florescimento, afetando o
314 número de legumes. Porém, algumas cultivares expressam sua produção através da alta

315 porcentagem de legumes fixados, resultando em um elevado número deste componente por
316 planta (Navarro Júnior & Costa 2002).

317 Como um dos principais componentes de produtividade, o número de legumes por
318 planta deve estar associado a variáveis como o número de grãos por legumes, pois estas são
319 características genotípicas atribuídas as diferentes cultivares (Peixoto et al. 2000). Assim, a
320 estreita relação do número total de grãos por planta ao número de legumes por planta, demonstra
321 que a variação destas duas variáveis foi semelhante, de forma que a semeadura de 12/12/2019
322 também apresentou o maior número de grãos por planta, como observado na tabela 3. Por outro
323 lado, semeaduras em 12/10/2019 apresentaram menores números tanto para legumes quanto
324 para grãos por planta, porém, tais resultados não implicaram em menores produtividades de
325 grãos, assim como observado por Stülp et al. (2009).

326 O desempenho das variáveis peso de mil grãos e produtividade final de grãos, também
327 não sofreram efeito significativo do número de aplicações de fungicida sendo impactadas
328 somente pela época de semeadura (Tabela 4). Como um importante componente da
329 produtividade de grãos de soja, o peso de mil grãos da semeadura em 12/10/2019 foi maior em
330 comparação as demais épocas. Ressalta-se que o peso de cada grão é resultante da duração e
331 das condições do período efetivo de enchimento e crescimento do grão, que por fim são
332 dependentes de fatores que controlam a oferta de assimilados para o seu pleno enchimento,
333 indicando que as condições ambientais geram diferenças na variação do peso de mil grãos.

334

335 Tabela 4. Médias peso de mil grãos (PMG), produtividade final de grãos (PFG) da cultura da
 336 soja submetida a diferentes épocas de semeadura e manejos de fungicidas foliares.

Época de Semeadura	PMG (g)	PFG (kg ha ⁻¹)
19/09/2019	151,31 b	3.127,72 d
12/10/2019	169,02 a	4.626,27 a
16/11/2019	148,05 b	4.088,18 b
12/12/2019	133,65 c	3.773,40 c
15/01/2020	133,01 c	2.490,24 e
CV (%)	4,49	8,52

337 *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo, de
 338 acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente
 339 de variação.

340
 341 A produtividade de grãos na semeadura realizada em 12/10/2019 foi aproximadamente
 342 11,6% superior quando comparada a semeadura realizada em 16/11/2019 e 46 % superior em
 343 relação a soja safrinha (15/01/2020), sendo que nesta última época se obteve a menor
 344 produtividade. Esta diferença pode estar relacionado com o peso de mil grãos, mostrando que
 345 a época preferencial (16/11/2019) não foi a mais favorável para a produção de grãos. As
 346 elevadas temperaturas ocorridas durante a segunda quinzena de dezembro até o mês de
 347 fevereiro, associado também ao volume reduzido de chuva, que mesmo não sendo visível nas
 348 plantas sintomas de déficit hídrico em função da irrigação de salvamento, pode ter afetado de
 349 forma mais significativa o estágio reprodutivo das plantas na semeadura de 16/11/2019.
 350 Avaliando épocas de semeadura no Paraná, Stülp et al. (2009), também observarem este mesmo
 351 desempenho quanto a época de semeadura realizada na primeira quinzena de novembro,

352 atribuindo seus resultados em função do severo estresse por deficiência hídrica, somado a altas
353 temperaturas.

354 A temperatura exerce influência direta sobre o metabolismo vegetal, onde o estresse
355 térmico provocado por altas temperaturas em alguns horários do dia, pode ocasionar danos e
356 injúrias às plantas até mesmo em plantas irrigadas (Morando et al. 2014). Nestas situações,
357 através do aumento da temperatura do ar e redução da umidade relativa, a transpiração se
358 intensifica, uma vez que a perda de água é uma consequência inevitável da necessidade de
359 assimilação de CO₂ da atmosfera, além deste fluxo transpiratório ter como principal efeito o
360 resfriamento das folhas (Pimentel 2004). A fim de evitar a perda excessiva de água, ou quando
361 a transpiração superou a velocidade de absorção de água pelas raízes, os estômatos começam a
362 fechar, reduzindo não somente a transpiração como a fotossíntese (Lopes & Lima 2015). Desta
363 forma, uma vez que o fluxo transpiratório auxilia o transporte e absorção de nutrientes, este
364 estresse pode ter causado a redução na translocação de fotoassimilados pela planta e morte
365 prematura da mesma, causando a maturação precoce das sementes, sementes esverdeadas e
366 conseqüentemente ocasionando redução da produtividade das lavouras (França-Neto et al.
367 2012).

368 Em contrapartida, para a época de semeadura 12/10/2019, as condições de temperatura
369 do ar, radiação solar e fotoperíodo favoreceram o desenvolvimento da cultura. Corroborando
370 com este trabalho, Meotti et al. (2012), desenvolveram um estudo em Santa Catarina, onde
371 verificaram que a maioria das características agrônômica, bem como a produtividade da cultura,
372 foi maximizada para as semeaduras realizadas em 15/10 e 15/11, em relação a semeaduras
373 realizadas em dezembro e janeiro. Os autores atribuíram associação de 77% da variabilidade da
374 produtividade às condições climáticas em que as plantas foram expostas nas diferentes épocas
375 de semeadura.

376 As produtividades obtidas em todas as épocas de semeadura foram superiores as médias
377 do estado do Rio Grande do Sul (1.939 kg ha^{-1}) no ano agrícola 2019/2020 (Conab 2019). Já
378 para a média nacional (3.379 kg ha^{-1}) de produtividade da soja (Conab 2019), somente as
379 semeaduras realizadas de forma antecipada (19/09/2019) e safrinha (15/01/2020) foram
380 inferiores, o que mostra que foi um ano com boas produtividades de soja, e que as mesmas,
381 para cada época de semeadura, podem estar associadas as condições climáticas pontuais de
382 exposição das plantas nos momentos mais críticos para a cultura, impactando diretamente no
383 seu potencial produtivo.

384 Considerando-se as condições atípicas do ano agrícola 2019/2020, sugere-se que sejam
385 realizados outros estudos a fim de expor a cultura a outras condições de ambiente. Dificilmente
386 as aplicações de fungicidas serão banidas do manejo da ferrugem asiática da soja, porém, fica
387 evidente a necessidade e importância do monitoramento das lavouras na tomada de decisão
388 quanto a aplicação de produtos fitossanitários, bem como das condições do clima em que as
389 plantas estão sendo expostas.

390

391 4.5 CONCLUSÕES

392 Independente da época de semeadura, não houve efeito da aplicação de fungicidas nas
393 variáveis avaliadas e na produtividade final de grão da soja.

394 Semeaduras realizada na primeira quinzena de outubro e novembro resultam em maior
395 produtividade da cultura da soja.

396

4.6 REFERÊNCIAS

- 398 ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.;
 399 SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*,
 400 v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- 401
 402 AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, O.T.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q; HAMAWAKI, C. D.
 403 L. Época de semeadura no potencial produtivo de soja em Uberlândia – MG. *Semina: Ciências*
 404 *Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1793-1802, 2011.
- 405
 406 BOARD, J. E; KAHLON, C. S. Contribution of remobilized total dry matter to soybean yield.
 407 *Journal of Crop Improvement*, n. 5, v. 26, p. 641-654, 2012.
- 408
 409 BOARD, J. E.; MARICHERLA, D. Explanations for decreased harvest index with increased
 410 yield in soybean. *Crop Science*, v. 48, n. 5, p. 1995-2002, 2008.
- 411
 412 BRAGA, N. R.; COSTA, J. A. Avaliação de dez cultivares de soja pelo índice de colheita.
 413 *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 18, n. 3, 1983.
- 414
 415 CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M. DE; OGOSHI, F.G. A.; BOTREL, E. P.;
 416 ALCANTARA, H. P.; SANTOS, J. P. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.)
 417 Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. *Ciências Agrotécnicas*, v. 34, n. 4, p. 892-
 418 899, 2010.
- 419
 420 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos*.
 421 Décimo segundo levantamento, v. 7, safra 2019/2020, setembro, 2020. Brasília: CONAB, 2020.
 422 Publicação Mensal.
- 423
 424 DALLA PASQUA, S.; PERIRA, T.; FRANCESCHI, G. J. Número de aplicações de fungicida
 425 sobre o desenvolvimento de doenças foliares e rendimento da soja. *Magistra*, v. 27, n. 3/4, p.
 426 363-371, 2015.
- 427
 428 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema brasileiro*
 429 *de classificação de solos*. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- 430
 431 FRANÇA-NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; KRZYZANOWSK, F. C.; CARVALHO, M. L. M.;
 432 HENNING, A. A.; LORINI, I. Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o
 433 desempenho fisiológico-Série Sementes. *Embrapa Soja*, Londrina, Circular Técnica, n. 91,
 434 2012. 16 p.
- 435
 436 GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES. R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.;
 437 MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and
 438 future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, p. 407-421, 2016.
- 439
 440 GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; LOPES, I. de O. N.
 441 D., DIAS, A. R.; PIMENTA, C. B.; ANDRADE JUNIOR, E. R.; MORESCO JUNIOR, E.;
 442 SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C; JULIATTI, F. C.; FAVARO, F.; ARAUJO, I. P.; CHAVES,
 443 I. C. P. V.; ROY, J. M. T.; GRIGOLLI, J. F. J.; NAVARINI, L.; SENGER, M.; BELUFI,
 444 L.M.DE R.; SILVA, L. H. C. P.; SATO, L. N.; GOUSSAIN, M.; DEBORTOLI, M. P.;
 445 MARTINS, M. C.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, T.; CARLIN, V. J.;

- 446 VENANCIO, W. S. *Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja,*
447 *Phakopsora pachyrhizi, na safra 2019/2020: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.*
448 Londrina, PR: Embrapa, 2020. 20 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 160).
449
- 450 GOULART, A. C. P.; ROESE, A. D.; MELO, C. L. P. DE. Integração do tratamento de
451 sementes com pulverização de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja. *Bioscience*
452 *Journal*, v. 31, n. 3, p. 737-747, 2015.
453
- 454 KAHLON, C. S.; BOARD, J. E. Growth Dynamic Factors Explaining Yield Improvement in
455 New Versus Old Soybean Cultivars. *Journal of Crop Improvement*, n. 2, v. 26, p. 282-299,
456 2012.
457
- 458 KANDEL, Y. R.; MUELLER, D. S.; HART, C. E.; BESTOR, N. R. C.; BRADLEY, C. A.;
459 AMES, K. A.; GIESLER, L. J.; WISE, K. A. Analyses of yield and Economic Response from
460 Foliar Fungicide and Insecticide Applications to Soybean in the North Central United States.
461 *Wise Plant Health Progress*, v. 17, n. 4, p. 232-238, 2016.
462
- 463 KNEBEL, D. F.; SILVA, D. R. O.; DEMAR, G. H.; CARVALHO, I. R.; SZARESKI, V. J.;
464 SANTOS, L. A.; PELEGRIN, A. J.; MURARO, D. S.; BARBOSA, M. H.; SILVA, A. D. B.;
465 LAUTENCHLEGER, F.; PIMENTE, J. R.; TROYJACK, C.; VILLELA, F. A.; SOUZA, V. Q.
466 Economic efficiency and soybean yield due to the use of different fungicide combinations.
467 *Plant Omics*, v. 12, p. 9-14, 2019.
468
- 469 KOCHMAN, J.K. The effect of temperature on development of soybean rust (*Phakopsora*
470 *pachyrhizi*). *Australian Journal of Agricultural Research*, n. 30, p. 273-277, 1979.
471
- 472 LAPERA, C. A. I.; LIMA, M. W. de P.; VILARINHO, M. S. *Ecofisiologia de culturas*
473 *agrícolas: ecofisiologia da soja.* Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo
474 Horizonte, 2018. 120p
475
- 476 LOPES, N. F.; LIMA, A. G. S. *Fisiologia da produção.* 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. 492
477 p.
478
- 479 MANDIĆ, V.; ĐORĐEVIĆ, S.; ĐORĐEVIĆ, N.; BIJELIĆ, Z.; KRNJAJA, V.;
480 PETRIČEVIĆ, M.; BRANKOV, M. Genotype and sowing time effects on soybean yield and
481 quality. *Agriculture*, v. 10, n. 502, p. 1-9, 2020.
482
- 483 MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. S.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de
484 semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*,
485 v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.
486
- 487 MORANDO, R.; SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. P. M. A. Déficit hídrico:
488 efeito sobre a cultura da soja. *Journal of Agronomic Sciences*, v. 3, n. especial, p.114-129, 2014.
489
- 490 NAVARRO JUNIOR, H. M., COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do
491 rendimento para produção de grãos em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 3, p.
492 269-274, 2002.
493

- 494 PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.;
495 GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I.
496 Componente da produção e rendimento de grãos. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.
497
- 498 PIMENTEL, C. *A relação da planta com a água*. 1. ed. Rio de Janeiro: Edur, 2004. 191 p.
499
- 500 R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R
501 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
502
- 503 SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A.B.; MANFROR, P.A.; SACCOL,
504 A.V.; ESTEFANEL, V. Temperatura base e soma térmica do subperíodo semeadura-
505 emergência para algumas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista*
506 *Centro de Ciências Rurais*, v. 4, n. 17, p. 299-309, 1987.
507
- 508 SETIYONO, T. D., BASTIDAS, A. M., CASSMAN, K. G., WEISS, A., DOBERMANN, A.;
509 SPECHT, J. E. Nodal leaf area distribution in soybean plants grown in high yield environments.
510 *Agronomy Journal*, v. 4, n. 103, p. 1198-1205, 2011.
511
- 512 SINCLAIR, T. R.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L. Comparison
513 of vegetative development in soybean cultivars for low latitude environments. *Field Crops*
514 *Research*, v. 92, n. 1, p. 53-59, 2005.
515
- 516 SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). Comissão de Química e
517 Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC. *Manual de calagem e adubação para os estados do Rio*
518 *Grande do Sul e Santa Catarina*. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do
519 Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016.
520
- 521 STÜLP, M; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.;
522 SCHUSTER, I. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de
523 semeadura em duas safras. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 5, p. 1240-1248, 2009.
524
- 525 YORINORI, J. T. Doenças da soja no Brasil. In: *A soja no Brasil Central*, 2. ed. Campinas:
526 Fundação Cargill, 1982.
527
- 528 YOUNG, H. M., MAROIS, J. J., WRIGHT, D. L., NARVÁEZ, D. F.; O'BRIEN, G. K.
529 Epidemiology of soybean rust in soybean sentinel plots in Florida. *Plant Disease*, v. 95, n. 6, p.
530 744-750, 2011.
531
- 532 ZANON, A. J.; WINCK, J. E.M.; STRECK, N.A.; ROCHA, T.S.M.; CERA, J. C.;
533 RICHTER, G. L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; GUEDES, J. V. C.;
534 MARCHESAN, E. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação
535 e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. *Bragantia*, v. 74, n. 4, p. 400-411, 2015.

5 DISCUSSÃO GERAL

A grande expansão do cultivo da soja, juntamente com a incorporação de sistemas de produção especializados, fez da soja a cultura responsável por promover grandes mudanças na produção brasileira. Produtividades elevadas, aliadas ao alto valor recebido pelos grãos tem favorecido seu cultivo por todo o país, o que fez o Brasil se tornar recentemente o maior produtor mundial dessa oleaginosa.

Diante dos resultados obtidos com o presente estudo, verifica-se a influência de se estudar a cultura em cada ambiente de cultivo, e a importância do monitoramento como estratégia para tomada de decisão como uma das premissas para se alcançar ótimo desempenho das plantas, altas produtividades com sustentabilidade do sistema de produção sob o ponto de vista social, econômico e ambiental.

Precipitação pluviométrica, temperatura do ar e fotoperíodo são os fatores que mais interferem no crescimento e desenvolvimento da cultura da soja, e importantes na determinação da melhor época de semeadura da soja. Ressalta-se que semeaduras realizadas de forma antecipada ou após o período recomendado podem causar perdas significativas de produtividade, porém, as condições ambientais e de manejos podem ser distintas para diferentes regiões e anos agrícolas. A importância de se desenvolver estudos de forma regionalizada se acentua cada vez mais, uma vez que mesmo dentro do zoneamento de risco agroclimático, existe uma enorme variação das condições fotoperiódicas, disponibilidade hídrica, de radiação solar e de temperatura, evidenciando a existência de variações microclimáticas entre estas diferentes áreas de cultivo e assim, desempenhos variados de uma mesma cultivar exposta a diferentes regiões. Além destas características climáticas serem diferentes entre os anos agrícolas, acredita-se que cada safra possui suas características próprias de clima e incidência de doenças, então, as safras anteriores podem auxiliar na tomada de decisão, porém dificilmente um as condições de um ano agrícola serão igual ao outro.

Quando se analisa o cultivo de soja em diferentes condições, prioriza-se o que todo produtor busca, que são maiores produtividades. Assim, verificou-se no presente estudo que a semeadura realizada em 12 de outubro apresentou os maiores resultados em produtividades, mostrando que estudos futuros, aliadas a um número maior de informações bem como de cultivares, podem estar alterando o período preferencial de semeadura da cultura da soja para a região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Deve-se entender o desenvolvimento das plantas nos mais diversos cenários, de forma que se consiga coincidir os estádios fenológicos críticos com as condições ambientais mais

próximas das ótimas para a cultura. Porém, leva-se em consideração que o ambiente mais favorável para a cultura também é o excelente para a ocorrência da ferrugem asiática, que ainda é a doenças que mais impactam de forma negativa a produtividade da cultura.

Mediante o observado nesse estudo quanto ao impacto do ambiente sobre a doença, é impossível fazer recomendações de aplicações de fungicidas de forma antecipada, bem como prever o número de aplicações utilizadas para o seu controle de forma antecipada. O controle químico da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) dificilmente deixará de ser efetuado no manejo da doença, porém, cada vez mais se preconiza para práticas como o monitoramento, fazendo desta uma ferramenta eficiente e utilizada para a tomada de decisão quanto a aplicações de fungicida.

O monitoramento tende a dar segurança para a primeira e assim para as demais aplicações, bem como definir aplicações suficientes para garantir colheitas com elevada produtividade de grãos. Porém, além do controle químico e do monitoramento, práticas como a utilização de cultivares precoces, remoção das plantas voluntárias no período entressafras, entre outras, podem ser utilizadas para que os cultivos sofram menores danos mediante a agressividade do patógeno.

Na ausência de condições ideais para o desenvolvimento de doenças, o uso de fungicidas se torna uma operação dispendiosa, agregando somente nos custos de produção, demonstrando nenhum resultado no incremento da produtividade, além de não exercer influência sobre as variáveis morfológicas e produtivas das plantas.

Diante do exposto, acredita-se que cada vez mais e, para cada ambiente dentro de uma região, pode-se esperar a cada ano variações nas condições ambientais de cultivo, mostrando mais uma vez a importância de se desenvolver vários anos de estudos em diferentes regiões para assim dar suporte no auxílio da tomada de decisão, tanto para produtores como técnicos envolvida na cadeia produtiva da soja.

6 CONCLUSÃO GERAL

Semeadura de 16/11 a que apresentou as maiores alturas de planta e o maior número de nós. Menores valores de plastocrono foram encontrados quando as temperaturas médias do período foram maiores, se observando um crescimento mais lento das plantas na semeadura de 12/10 com maiores valores de plastocrono.

As diferentes épocas de semeadura apresentaram influência sobre todos os caracteres de plantas avaliados bem como nas suas características morfológicas e na produtividade final de

grãos. Por outro lado, independente da época de semeadura, não houve efeito da aplicação de fungicidas nas variáveis avaliadas e na produtividade final de grão da soja. As maiores produtividades da cultura da soja foram observadas nas semeaduras de 12 outubro e 16 novembro.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q; HAMAWAKI, C. D. L. Época de semeadura no potencial produtivo de soja em Uberlândia - MG. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n. 4, p.1793-1802. 2011.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**. Ed. Ceres, 5. ed. 2018. 573 p
- BARBOSA, M. C.; LUCCA, A. de; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; PICCININ, G. G.; ZUCARELI, C. Desempenho agrônômico e componentes da produção de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no arenito caiuí. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 945-960, 2013.
- BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. Drought tolerance of Brazilian soybean cultivars simulated by a simple agrometeorological yield model. **Experimental Agriculture**, v. 51, n. 2, p. 285-298, 2015.
- BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; GALVAN, D.; FLORES, M. F. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 46-55, 2015.
- BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. de S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. do C.; ÁVILA, M. R.; MESHEDE, D. K. Características agrônômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 81-92, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Política Agrícola. Portaria nº 76, de 11 de julho de 2019. Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de soja no Estado do Rio Grande do Sul, ano-safra 2019/2020. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jul. 2019.
- CÂMARA, G. M. S. SEDIYAMA, T.; DOURADO NETO, D. BERNANDES, M. S. Influence of photoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia agrícola**, v. 54, n. spe, p. 149-154, 1997.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Décimo segundo levantamento, v. 7, safra 2019/20, setembro, 2020. Brasília: CONAB, 2020. Publicação Mensal.
- CUNHA, G. R.; BARNI, N. A.; HAAS, J. C.; MALUF, R. T.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PIRES, J. L. F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, RS, v. 9, n. 3, p.446-459, 2001.
- DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, v. 96, n. 7, p. 797-803, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Diagnóstico da produção de soja na macrorregião sojícola 4**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 119 p

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Circular Técnica 48. Londrina: Embrapa Soja, setembro, 2007.

FERNEDA, B. G.; BOEING, E.; SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; SILVA, S. G.; MARTIM, C. C.; PALADINO, F. G.; TANAKA, A. A. Graus-dias na estimativa das taxas de crescimento de quatro cultivares de soja em diferentes épocas de plantio. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 121-127, 2016.

FOLLMANN, D. N.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R.; DEMARI, G. H.; FERRARI, M. PELEGRIN, A. J. de; SZARESKI, V. J. Relações lineares entre caracteres de soja safrinha. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 213-221, 2017.

GODOY, C. 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**, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; SOARES, R. M.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; MEYER, M. C.; COSTAMILAN, L. M. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 407-421, 2016.

GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M.; MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D. S.; BORGES, E. P.; ANDRADE JUNIOR, E. R. de; SIQUERI, F. V.; JULIATTI, F. C.; FEKSA, H. R.; GRIGOLLI, J. F. J.; NUNES JUNIOR, J.; CARNEIRO, L. C.; SILVA, L. H. C. P. da; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; MADALOSSO, M.; GOUSSAIN, M.; MARTINS, M. C.; BALARDIN, R. S.; FURLAN, S. H.; MONTECELLI, T. D. N.; CARLIN, V. J.; VENANCIO, W. S. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos.** Circular Técnica 111. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 6 p

GOULART, A. C. P.; ROESE, A. D.; MELO, C. L. P. Integração do tratamento de sementes com pulverização de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 737-747, 2015.

HAN, T.; WU, C.; TONG, Z.; MENTREDDY, R.S.; TAN, K.; GAI, J. Postflowering photoperiod regulates vegetative growth and reproductive development of soybean. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, n. 1, p. 120-129, 2006.

ISHII, H.; HOLLOMON, D.W. **Fungi resistance in plant pathogens.** Principles and guide to practical management. Springer Japan, 2015, 490p.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genótipos. **Revista Facultad de Agronomía UBA**, v. 28, n. 1, p. 63-88, 2008.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. **Revista Virtual Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.

KOMORI, E.; HAMAWAKI, O. T.; SOUZA, M. P.; SHIGIHARA, D.; BATISTA, A. M. Influência da época de semeadura e população de plantas sobre características agronômicas na cultura da soja. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 13-19, 2004.

KLOSOWSKI, A. C.; MAY DE MIO, L. L.; MIESSNER, S.; RODRIGUES, R.; STAMMLER, G. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest Management Science**, v. 72, p. 1211-1215, 2016.

KUMAGAI, E.; TAKAHASHI, T. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Yield reduction due to late sowing as a function of radiation interception and use in a cool region of Northern Japan. **Agronomy**, v. 10, n. 66, p. 2-14, 2020.

LAMICHHANE, J. R.; AUBERTOT, J. N.; CHAMPOLIVIER, L.; DEBAEKE, P.; MAURY, P. Combining experimental and modeling approaches to understand genotype x sowing date x environment interaction effects on emergence rates and grain yield of soybean. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1-16, 2020.

LANGENBACH, C.; CAMPE, R.; BEYER, S.F.; MUELLER, A.N.; CONRATH, U. Fighting asian soybean rust. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 797, 2016.

LAPERA, C. A. I.; LIMA, M. W. de P.; VILARINHO, M. S. **Ecofisiologia de culturas agrícolas: ecofisiologia da soja**. Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. 120p

LEITNER, C. P. S.; ALVES FILHO, A. G. Applying the operations strategy construct to rural grain-producing enterprises: a theoretical framework. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 1, p. 1-15, 2019.

LEVY C. Epidemiology and chemical control of soybean rust in Southern Africa. **Plant Disease**, v. 89, n. 6, p. 669-674, 2005.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D.; FARIAS, J. R.; LOSEKANN, M. E.; STEFANELO, C.; LUCCA FILHO, O. A. Efeito da densidade de semeadura e genótipos no rendimento de grãos e seus componentes na soja após a época indicada. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 13-22, 2007.

MANDIĆ, V.; BIJELIĆ, Z.; KRNJAJA, V.; SIMIĆ, A.; RUŽIĆ-MUSLIĆ, D.; DRAGIČEVIĆ, V.; PETRIČEVIĆ, V. The rainfall use efficiency and soybean grain yield under rainfed conditions in Vojvodina. **Biotechnology Animal Husbandry**, v. 33, n. 4, p. 475-486, 2017.

MANDIĆ, V.; ĐORĐEVIĆ, S.; ĐORĐEVIĆ, N.; BIJELIĆ, Z.; KRNJAJA, V.; PETRIČEVIĆ, M.; BRANKOV, M. Genotype and sowing time effects on soybean yield and quality. **Agriculture**, v. 10, n. 11, 502, 2020.

MARTINS, J. D.; RADONS, S. Z.; STRECK, N. A.; KNIES, A. E.; CARLESSO, R. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 954-959, 2011.

- MCMASTER, G. S. Phytomers, phyllochrons, phenology and temperate cereal development. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, n. 2-3, p. 137-150, 2005.
- MELCHING J. S.; DOWLER, W. M.; KOOGLE, D. L.; ROYER, M. H. Effect of duration, frequency, and temperature of leaf wetness period on soybean rust. **Plant Disease** v. 73, n. 2, p. 117-122, 1989.
- MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. S.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.
- MIRANDA, M. N.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Soma térmica para o subperíodo semeadura-maturação de feijão cv. carioca em Colorado do Oeste, Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p.180-185, 2010.
- MONTEIRO, J. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009.
- OGOSHI, C.; ZANON, A. J.; UHRY JUNIOR, D. F.; BITTECOURT, C. R. C.; ULGUIM, A. R.; CARLOS, F. S. Progresso temporal da ferrugem asiática em função de épocas de semeadura e de cultivares de soja em terras baixas. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 17102-17114, 2019.
- PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componente da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.
- PIEROZAN JUNIOR, C.; KAWAKAMI, J.; BRIDI, M.; MÜLLER, M. M. L.; CONTE, M. V. D.; MICHALOVICZ, L. Phenological and quantitative plant development changes in soybean cultivars caused by sowing date and their relation to yield. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 6, p. 515-523, 2015.
- PIRES, J. L. F; COSTA, J. A.; RAMBO, L.; FERREIRA, F. G. Métodos para a estimativa do potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 337-344, 2005.
- REIS, E. M; REIS, A. C.; ZANATTA, M. Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 289-292, 2018.
- ROCHA, T. S. M.; STRECK, N. A.; BEXAIRA, K. P.; RIBAS, G. G.; TAGLIAPIETRA, E.; WINCK, J. E. M.; WEBER, P. S.; RICHTER, G. L.; SILVA, M. R.; ALVES, A. F.; RIBEIRO, B.S.M.R.; ZANON, A.J. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura. **Agrometeoros**, v. 26, n. 1, p. 247-256, 2018.
- SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015.

- SETIYONO, T. D.; WEISS, A.; SPECHT, J.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G.; DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, v. 100, p. 257-271, 2007.
- SILVA, E. H. F. M.; PEREIRA, R. A. A.; ANTOLIN, L. A. S.; FATTORI JUNIOR, I. F.; MARIN, F. R. Análise de sensibilidade com base em parâmetros relacionados à temperatura e fotoperíodo no modelo DSSAT/CROPGRO-SOYBEAN. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, p. 1-8, 2017.
- SIMÕES, K.; HAWLIK, A.; REHFUS, A.; GAVA, F.; STAMMLER, G. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 125, n. 1, p. 21-26, 2018.
- STRECK, N. A.; PAULA, G. M. de; CAMERA, C.; MENEZES, N. L.de; LAGO, I. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 67-73, 2008.
- STÜLP, M.; BRACCINI, A. L. de; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; SCHUSTER, I. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1240-1248, 2009.
- TAGLIAPIETRA, E. L.; STRECK, N.A.; SILVA, M. R.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; RICHTER, G. L.; ZANON, A. J. Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 3, p. 932-938, 2018.
- TIVOLI, B.; CALONNEC, A.; RICHARD, B.; NEY, B.; ANDRIVON, D. Current knowledge on plant/canopy architectural traits that reduce the expression and development of epidemics. **European Journal of Plant Pathology**, v. 135, n. 3, p. 471-478, 2012.
- WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O.; LIMA, A. dos S.; POTT, C. A.; SUCHORONCZEK, A. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 4, n. 1, p. 135-149, 2011.
- 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, n. 6, p. 675-677, 2005.
- YOUNG, H. M.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L.; NARVÁEZ, D. F.; O'BRIEN, G. K. Epidemiology of soybean rust in soybean sentinel plots in Florida. **Plant Disease**, v. 95, n. 6, p. 744-750, 2011.
- ZANON, A. J.; SILVA, M. R.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J.C.; BEXAIRA, K. P.; RICHTER, G. L.; DUARTE, A. J.; ROCHA, T. S. M.; WEBER, P. S.; STRECK, N. A. **Ecofisiologia da Soja Visando Altas Produtividades**. 1. ed. Santa Maria: Palloti, 2018. 136p

ZANON, A. J.; WINCK, J. E.M.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; RICHTER, G. L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; GUEDES, J. V. C.; MARCHESAN, E. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v. 74, n. 4, 2015.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; GRASSINI, P. Climate and management factors influence soybean yield potential in a subtropical environment. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 4, p. 1447-1454, 2016.