

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO  
GRANDE DO SUL CÂMPUS IBIRUBÁ**

**EFEITO DA ÉPOCA E DENSIDADE DE SEMEADURA NA PRODUTIVIDADE  
DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA**

**CASSIO RICARDO KERSTING SILVA**

**Ibirubá, Agosto de 2021**

**CASSIO RICARDO KERSTING SILVA**

**EFEITO DA ÉPOCA E DENSIDADE DE SEMEADURA NA PRODUTIVIDADE  
DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA**

Trabalho de conclusão de curso II apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Jardel Henrique Kirchner

**Ibirubá, Agosto de 2021**

## RESUMO

A soja apresenta-se como principal commodity agrícola de nosso país, sendo que esta cultura demonstra grande importância tanto econômica como social, gerando renda com as altas produtividades alcançadas. Os fatores como duração do fotoperíodo e quantidade de precipitação de uma região podem interferir nos desempenhos produtivos finais, acarretando em menores rendimentos. O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é uma ferramenta de dimensionamento do risco que proporciona uma melhor classificação quanto à região de cultivo e quais cultivares poderão ser utilizados com menor risco de intempéries climáticas. A escolha adequada do grupo de maturidade relativa (GMR) possibilita a adequação das cultivares referente ao posicionamento geográfico, variando conforme o comprimento do dia e a latitude. A época de cultivo deve ser levada em consideração, principalmente pelas variáveis hidrológicas da região, também como as temperaturas médias. A densidade de semeadura pode influenciar na capacidade de rendimento dos grãos, também como na alteração das características morfológicas da planta, tais como capacidade de emissão de legumes e grãos, além da competição intraespecífica. Visto isso, levando em consideração a ampla recomendação de cultivares, torna-se necessário a classificação mais centrada para as microregiões específicas de cultivo, com base nas características climáticas locais e com ênfase na melhor produtividade para um local em específico, diferentemente do modelo baseado das macroregiões agrícolas. O objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade produtiva da soja de diferentes grupos de maturidade relativa semeada em diferentes épocas e densidades de semeadura para a microrregião de Ibirubá – RS. O trabalho foi realizado na área do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, no ano agrícola de 2018/2019. Os tratamentos consistiram de quatro cultivares de soja com distintos GMR, quatro densidades e três épocas de semeadura. Foram avaliados componentes morfológicos como estatura de plantas, quantidade de legumes e quantidade de grãos, também avaliou-se o peso de mil grãos e a produtividade em kg/ha. Observou-se que a época de semeadura ocasionou diferenças de produtividade em função da variabilidade do fotoperíodo e de maiores temperaturas registradas. Apesar de cultivares de maior grupo de maturação permanecerem mais tempo a campo. A densidade de semeadura apresentou pouca relevância para a alteração de produtividade, o que possibilita a utilização de menores densidades com ênfase no custo-benefício da lavoura. A quantidade do número de legumes e grãos apresentou diferentes valores frente às densidades e épocas de cultivo, o mesmo ocorreu para a estatura de plantas, sendo a competição intraespecífica e as condições climáticas, juntamente com a atuação do fotoperíodo os fatores de grande influência nestes aspectos morfológicos.

**Palavras-chave:** Zoneamento Climático, Variabilidade, Fotoperíodo, Componentes Morfológicos, Rendimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço pela oportunidade de realização da pesquisa na instituição IFRS e pelos anos de aprendizado e diferentes experiências vividas, tanto em projetos de extensão como de pesquisa, mas em especial à possibilidade de intercâmbio. Também sou grato aos meus familiares e todos amigos que me prestaram apoio e me incentivaram ao longo da jornada acadêmica.

Aos professores Juliano Dalcin Martins e Jardel Henrique Kirchner, agradeço pelas orientações referentes a este trabalho, pelo incentivo à busca pelo conhecimento e pela disponibilidade de auxílio tanto nas atividades práticas de campo como também nas teóricas. Aos demais professores, agradeço pelas experiências práticas de ensino, ensinamentos e esclarecimentos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Grupos de maturidade relativa de acordo com a adaptação às diferentes regiões do país.....	15
Figura 2: Fotoperíodo (horas) ao longo do ano em função da latitude do local.....	16
Figura 3: Imagem aérea do trabalho via satélite.....	22
Figura 4: Croqui do trabalho. ....	23
Figura 5: Estádios fenológicos da cultura da soja. ....	25
Figura 6: Forma de medição da estatura de plantas de soja. ....	26
Figura 7: Legumes destacados da planta para contagem.....	26
Figura 8: Grãos destacados dos legumes da planta para contagem. ....	27
Figura 9: Plantas de cada parcela identificadas e coletadas para posterior avaliação. ....	27
Figura 10: Correção de umidade e pesagem de amostras.....	28
Figura 11: Sub-amostras de soja para determinação do peso de mil grãos. ....	28
Figura 12: Temperaturas médias diárias e precipitações diárias ao longo de todo período do experimento. ....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estádios fenológicos das diferentes cultivares para cada época de semeadura ao longo do período do trabalho. Ibirubá/RS, 2018 .....	30
Tabela 2: Estatura das plantas (cm) para cada grupo de maturidade relativa nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018. ....	31
Tabela 3: Estatura das plantas (cm) para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.....	32
Tabela 4: Quantidade de legumes por planta para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.....	34
Tabela 5: Número de grãos por planta para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.....	36
Tabela 6: Dados de produtividade em kg/ha-1, para cada grupo de maturidade relativa nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.....	37
Tabela 7: Dados de produtividade em kg/ha-1, para cada densidade nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.....	38
Tabela 8: Dados de produtividade em kg/ha-1, para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018. ....	39
Tabela 9: Dados de produtividade média nacional e estadual em kg/ha -1, para diferentes safras agrícolas de soja. ....	40
Tabela 10: Dados de peso de mil sementes em gramas para as diferentes cultivares. ....	41
Tabela 11: Dados do peso de mil grãos (g), para cada grupo de maturidade relativa nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.....	41

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1. OBJETIVO GERAL .....	10
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1. CULTURA DA SOJA .....	11
2.2. ORIGEM E HISTÓRIA DA SOJA NO BRASIL.....	12
2.3. GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA .....	13
2.4. ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO .....	16
2.5. ÉPOCA DE SEMEADURA .....	18
2.6. POPULAÇÃO DE PLANTAS .....	20
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	21
3.1. LOCALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	21
3.2. SEMEADURA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	22
3.3. MANEJO .....	24
<b>3.3.1. Estatura de plantas</b> .....	25
<b>3.3.2. Legumes por planta</b> .....	26
<b>3.3.3. Grãos por planta</b> .....	26
<b>3.3.4. Peso de mil grãos e produtividade</b> .....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	29
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO.....	29
4.2. ESTATURA DAS PLANTAS.....	31
4.3. NÚMERO DE LEGUMES POR PLANTA.....	34
4.4. NÚMERO DE GRÃOS POR PLANTA .....	35
4.5. PRODUTIVIDADE .....	37
4.6. PESO DE MIL GRÃOS.....	40
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	44

# 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constitui-se em um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira, devido ao seu potencial produtivo e a sua composição química e valor nutritivo, que lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e animal, com relevante papel sócio-econômico, além de se constituir em matéria-prima indispensável para impulsionar diversos complexos agroindustriais (MAUAD et. al., 2010).

Com a economia globalizada, há maior exigência da elevação do rendimento de grãos, e com a limitação de áreas agricultáveis para expansão, há a necessidade de maximizar a utilização dos fatores ambientais, pelo uso de práticas de manejo (FONTANA, 2016).

Conforme afirma Guimarães et al. (2008), a produtividade de um cultura é obtida através da interação entre fatores como genótipo da planta, o ambiente de produção e o manejo, sendo que se um destes fatores estiverem indisponíveis, possivelmente isto afetará nos resultados alcançados. Desta forma, deve-se incorporar técnicas produtivas que atendam de forma eficaz a necessidade de um bom gerenciamento das atividades agrícolas.

As condições meteorológicas tem sido atualmente um dos temas que mais tem causado impacto na tomada de decisão referente a escolhas técnicas e também administrativas nas atividades agrícolas desenvolvidas. O clima tem sido fator de incertezas para o desenvolvimento desta atividade econômica, afetando nas decisões que serão realizadas.

Assim, ferramentas que possam auxiliar nos processos de decisão são de grande relevância para a agricultura. Diante das diferentes adversidades de risco e incertezas relacionadas ao clima, o zoneamento climático apresenta-se como uma ferramenta de manejo para contornar e minimizar os riscos impostos por estes transtornos.

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) é um conjunto de técnicas que visa indicar ao produtor o que, onde e quando semear na tentativa de fugir dos eventos climáticos generalizados, tais como: déficit hídrico e chuva em excesso, considerando as características da planta e das condições edafoclimáticas, a partir de metodologia validada pela Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (BRASIL, 2017).

A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além de exigências hídricas e térmicas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Por esta razão, a soja é considerada de dia curto (FARIAS et. al., 2007).

A sensibilidade da soja ao fotoperíodo ainda é uma importante restrição para uma



adaptação mais ampla da soja. Em função desta característica, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul, variando sua latitude (FARIAS et. al., 2007).

O território brasileiro possui uma extensa área ocupada com o cultivo de soja, destacando-se na segunda posição do ranking mundial de produção (BALBINOT JÚNIOR et al., 2017). Diante dessa imensidão, caracteriza-se também uma grande diversidade de ambientes com condições climáticas, ecossistemas e tipos de solos diferentes. A expressão fenotípica das cultivares de soja, dependem da interação entre o seu genótipo e o ambiente. Portanto, é de suma importância o posicionamento dessas cultivares em ambientes que permitam a expressão do seu máximo potencial genético (GAZOLA et al., 2016).

Um importante marco para auxiliar no processo de inscrição de cultivares no registro nacional de cultivares foi a configuração das macrorregiões sojícolas e das regiões edafoclimáticas (KASTER et al., 2012). Além da regionalização do território nacional, segundo suas peculiaridades, o posicionamento deve ser ainda mais estratégico, segmentando as regiões em microrregiões com características edafoclimáticas ainda mais semelhantes.

Nesse contexto, destaca-se a importância da Fitotecnia através da avaliação minuciosa de cada propriedade, considerando principalmente a época de semeadura, fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica. A interpretação desses componentes proporciona uma analogia as cultivares de soja disponíveis que podem atender à essas exigências, visando sempre a correlação entre o máximo rendimento do material e às condições do ambiente (DECICINO et al, 2016).

Um fator que possui relação direta com o zoneamento climático são os Grupos de Maturidade Relativa (GMR). Compreende-se como grupo de maturidade relativa a duração do ciclo de desenvolvimento da soja, ou seja, o número de dias que a cultura leva para chegar a maturidade, do período da semeadura até a sua maturidade fisiológica. O mesmo é determinado pela resposta ao fotoperíodo e temperatura média do ar sendo que a sensibilidade para ambas, depende da genética da cultivar. Devido a isso, as cultivares são classificadas quanto a duração do seu ciclo, em grupos de maturidade (MARCHESAN, 2015; BEXAIRA et al., 2018).

Essa duração é influenciada pela resposta ao fotoperíodo, práticas de manejo e adaptação das cultivares de soja. Nesse sentido, uma dessas práticas determinante para a produtividade é a época de semeadura, que quando combina as melhores condições ambientais com os períodos críticos de desenvolvimento, proporciona rendimentos potenciais em diferentes GMR (ZANON et al., 2018).

A coincidência desses períodos de desenvolvimento com a maior disponibilidade de

radiação solar é fundamental para altas produtividades, cabe ressaltar que isso dependerá do grupo de maturação da cultivar e da época de semeadura.

Dessa forma, a época de semeadura é fator preponderante para o sucesso da lavoura, pois resulta em alterações das relações hídricas, bem como, da temperatura, do fotoperíodo e da radiação solar disponíveis às plantas (POPP et al., 2002; SUBEDI et al., 2007).

Além da escolha de cultivares adequados para a região de cultivo que se pretende implantar a cultura da soja, outro fator de importante relevância que também se destaca é a população de plantas. A densidade de semeadura é fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia o crescimento da soja (MARTINS et al., 1999). Assim, a densidade de semeadura interfere na competição inter e intra-específica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al., 2001).

Um estande de plantas adequado é fundamental para a obtenção de bons rendimentos, portanto, devem ser levados em consideração a distância entre sementes no momento da semeadura, também como a profundidade que a mesma é inserida no solo, adequando assim um melhor arranjo entre plantas.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade produtiva da soja de diferentes grupos de maturidade relativa semeada em diferentes épocas e densidades de semeadura para a microrregião de Ibirubá – RS.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as variabilidades existentes entre as diferentes populações de plantas e densidades de semeaduras utilizadas, verificando a disparidade entre os valores recomendados para cada uma e a diferença encontrada frente aos valores avaliados.
- Identificar a cultivar com o grupo de maturidade relativa mais adaptada para cada época de semeadura de acordo com a microrregião de estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CULTURA DA SOJA

A soja apresenta-se como um produto agrícola de grande interesse mundial graças à versatilidade de aplicação de seus produtos na alimentação humana e animal e ao seu valor econômico nos mercados nacional e internacional. O Brasil figura entre os maiores produtores de soja do mundo, sendo a leguminosa cultivada em várias regiões do País (SILVA et al., 2006).

A espécie que cultivamos hoje é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2020a).

O grão de soja tem sido estudado devido as suas características nutricionais, como o elevado teor de proteínas, boa qualidade nutricional e conteúdo significativo de minerais e fibras (GRIESHOP, 2001). A soja é um alimento calórico-proteico importante para diminuir a desnutrição no mundo. A maioria das cultivares de soja apresenta um teor médio entre 36% e 40% de proteína, podendo atingir conteúdos superiores a 45%, no caso de cultivares especiais utilizadas em cruzamentos genéticos como fonte para alto teor de proteínas (MANDARINO, 2017).

No final da década de 60, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a observar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção do grão. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e a soja surgia como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um esforço para produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no País (EMBRAPA, 2020a).

Ao longo do tempo, o cultivo da soja tem mostrado produtividades crescentes, além de um contínuo aumento de áreas cultivadas. De acordo com dados da safra de soja de 2018/2019, neste período a cultura apresentou uma produção de aproximadamente 115 milhões de toneladas (CONAB, 2019). Já na safra 2019/2020, o Brasil apresentou-se como o maior produtor mundial do grão, apontando uma produção de 124,845 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 36,950 milhões de hectares, com o registro de uma produtividade média de 3.379 kg/ha (CONAB, 2020).

Segundo Farias et al., (2007), na atual agricultura globalizada, incrementos nos rendimentos e redução dos custos e dos riscos de insucesso passaram a ser exigências básicas à competitividade. De todos os fatores inerentes à produção agrícola, o clima aparece como aquele de mais difícil controle e maior ação sobre a limitação às máximas produtividades.

Estresses abióticos como a seca, o excesso de chuvas, temperaturas muito altas ou baixas, baixa luminosidade, etc., podem reduzir significativamente rendimentos em lavouras e restringir os locais, as épocas e os solos onde espécies comercialmente importantes devem ser cultivadas. Dos elementos climáticos, a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica são os que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja (FARIAS et al., 2007).

## 2.2. ORIGEM E HISTÓRIA DA SOJA NO BRASIL

A soja que hoje cultivamos é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtse, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2020 b).

A primeira referência sobre soja no Brasil foi em meados de 1882, na Bahia, em relato de Gustavo D'utra. As cultivares introduzidas dos Estados Unidos não tiveram boa adaptação numa latitude em torno de 12 graus Sul (Bahia). Mais tarde, em 1891, novas cultivares foram introduzidas na latitude 22 graus Sul (Campinas), apresentando melhor desempenho. As cultivares mais específicas para consumo humano foram trazidas pelos primeiros imigrantes japoneses em 1908. Entretanto, oficialmente, a cultura foi introduzida no Rio Grande do Sul em 1914 na chamada região pioneira de Santa Rosa, onde foram iniciados os primeiros plantios comerciais a partir de 1924 (MANDARINO, 2017).

Os investimentos em pesquisa levaram à "tropicalização" da soja, permitindo, pela primeira vez na história, que o grão fosse plantado com sucesso, em regiões de baixas latitudes, entre o trópico de capricórnio e a linha do equador (EMBRAPA, 2020 b). A implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil possibilitou o avanço da cultura para estas regiões, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptados por meio da incorporação de genes que atrasam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, conferindo a característica de período juvenil longo (KIIHL & GARCIA, 1989).

Um importante papel no progresso da soja no Brasil deve ser creditado, também e

obviamente aos diversos programas de melhoramento genético. Como exemplo deste trabalho, no início da década de 70, a Secretaria de Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul e o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul (IPEAS) lançaram as primeiras cultivares brasileiras originadas de cruzamento em material introduzido principalmente do Sul dos Estados Unidos (MANDARINO, 2017).

Essa conquista dos cientistas brasileiros revolucionou a história mundial da soja e seu impacto começou a ser notado pelo mercado a partir do final da década de 80 e mais notoriamente na década de 90, quando os preços do grão começaram a cair (EMBRAPA, 2020 b).

### 2.3. GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA

A soja apresenta cultivares de diferentes grupos de maturidade relativa. No primeiro trabalho científico utilizando a abordagem de GMR no Brasil, Alliprandini et al. (2009) avaliaram um grupo de cultivares comerciais em vários locais (diferentes latitudes e altitudes) visando quantificar a interação genótipo x ambiente, e classificá-las em diferentes GMRs de acordo com a duração do ciclo de desenvolvimento, e foram denominadas de “cultivares padrões”.

A partir desse trabalho, os programas de melhoramento genético de soja no Brasil utilizam essas “cultivares padrão” para classificar as cultivares que são lançadas anualmente no mercado de soja brasileiro, sendo as cultivares com menor GMR (4.0 a 7.0) recomendadas para a região Sul do Brasil, enquanto as cultivares com GMR de 8.0 a 10.0 indicadas para as regiões próximas da linha do Equador (BEXAIRA et al., 2018).

Os termos utilizados tradicionalmente para classificar as cultivares de soja, em função do seu tempo de maturação, eram conhecidos por superprecoce, precoce, semiprecoce, médio e tardio. No entanto, uma cultivar precoce em determinada região poderia ser tardia em outra, e vice-versa (FELICETI, 2019).

Assim, para ajustar esses efeitos, houve uma organização do ciclo das cultivares em grupos de maturidade relativa (GMR), desenvolvido nos Estados Unidos. Esta nova classificação em GMR's, permitiu representar de forma mais realista os fatores que afetam a duração do ciclo (MONSOY, 2016; BEXAIRA et al., 2018). Deste modo, as cultivares de soja foram separadas em grupos de acordo com a região de melhor adaptação, segundo a disponibilidade de fotoperíodo na época de cultivo. Quanto menor for o GMR, mais precoce é a cultivar (MONSOY, 2016).

Cada grupo de maturação se ajusta melhor em determinada faixa de latitude, em função de sua resposta ao fotoperíodo, variando de acordo com a quantidade de horas/luz a que é exposta. Quanto mais perto do Equador, na primavera e verão, a quantidade de horas/luz é menor em relação às regiões mais ao sul. Para a planta de soja, quanto menor a quantidade de luminosidade que ela recebe, mais rapidamente entrará na fase reprodutiva (florescimento), encurtando assim seu ciclo e reduzindo a altura das plantas (MONSANTO, 2000).

O uso do conceito de GMR apresenta como vantagem a possibilidade de adaptação de cultivares frente à variação do fotoperíodo para o melhor desenvolvimento possível no ambiente produtivo em que se é trabalhado, especialmente para as diferentes latitudes em que estes materiais serão posicionados.

Dessa forma, a utilização de uma cultivar com GMR adequado para cada região de recomendação é crucial para a obtenção de elevados rendimentos de grãos. A utilização de um cultivar com GMR muito precoce ou muito tardio pode reduzir drasticamente o rendimento de grãos (ZDZIARSKI, 2018).

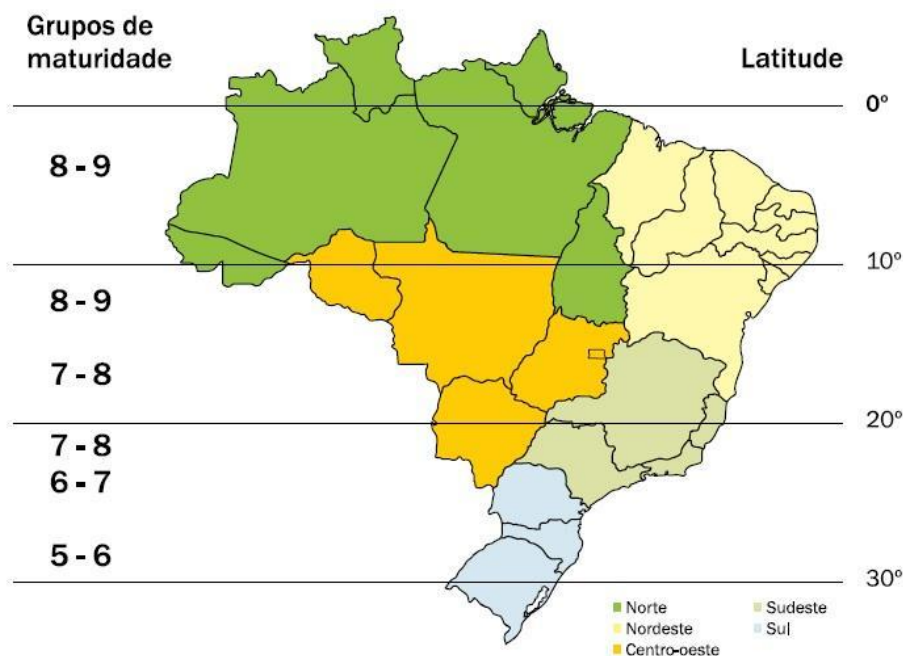
Os programas de melhoramento genético de plantas, em geral, enfrentam problemas relacionados à recomendação de cultivares. Normalmente buscam-se genótipos estáveis, que apresentem pouca variação frente às mudanças de locais e/ou épocas de semeadura, e com alta produtividade nesses ambientes, o que usualmente não ocorre. Um dos fatores que muito contribui para isto é a interação de genótipos com ambientes (GxA), que faz com que o comportamento relativo dos genótipos se expresse diferentemente diante das variações ambientais (JÚNIOR, 2013).

Para que se possa avaliar o comportamento das cultivares e a presença ou não da interação GxA, os locais em que estas são avaliadas são selecionados considerando a dissimilaridade dos ambientes. A resposta dos genótipos aos ambientes é, então, utilizada para decidir sobre a escolha de recomendações generalizadas ou a oportunidade da exploração de recomendações particulares de cultivares para ambientes ou regiões (CHAVES, 2001).

Por isso, os estudos de interação GxA devem ser realizados em locais representativos das regiões de cultivo da espécie, no intuito de aproveitar de maneira eficiente os efeitos variáveis das respostas dos materiais genéticos, a fim de melhor caracterizar sua adaptabilidade e estabilidade (JÚNIOR, 2013).

Devido à sensibilidade da soja (*Glycine max*) ao fotoperíodo, a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida em que se desloca o seu cultivo em direção ao sul ou ao norte, ou seja, quando varia a latitude. Portanto, cada cultivar tem uma faixa limitada de adaptação em função do seu grupo de maturidade (CARNEIRO et al., 2014). A figura 1 apresenta os grupos de

maturidade relativa de acordo com a adaptação às diferentes regiões do país.



**Figura 1: Grupos de maturidade relativa de acordo com a adaptação às diferentes regiões do país.**

Fonte: adaptado de Alliprandini et al. (2009).

A sensibilidade ao fotoperíodo é o principal fator limitante a expansão da soja para áreas de baixas latitudes, pois a soja é uma planta de dias curtos. Para mensurar a sensibilidade da soja ao fotoperíodo, o conceito de grupos de maturidade relativa (GMR) foi sugerido como um sistema mais adequado para classificar as cultivares de soja quanto ao tempo entre a semeadura e a maturação (ciclo de vida da soja) (ZDZIARSKI, 2018).

Nas cultivares de soja sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa, e não absoluta, o que significa que a floração ocorrerá de qualquer modo. No entanto, o tempo requerido para tal dependerá do comprimento do dia, sendo mais rápida a indução com dias curtos do que com dias longos (RODRIGUES et al., 2001b).

Quanto mais próximo da linha do Equador, menor é a amplitude do fotoperíodo ao longo do ano, conforme pode ser visualizado na Figura 2. Para solucionar o problema de baixa amplitude, pode se optar pela introdução de cultivares que apresentam a característica de “período juvenil longo”. Cultivares com esta característica apresentam uma adaptabilidade mais ampla, possibilitando sua utilização em faixas mais abrangentes de latitudes (locais) e de épocas de semeadura (FARIAS et. al., 2007).

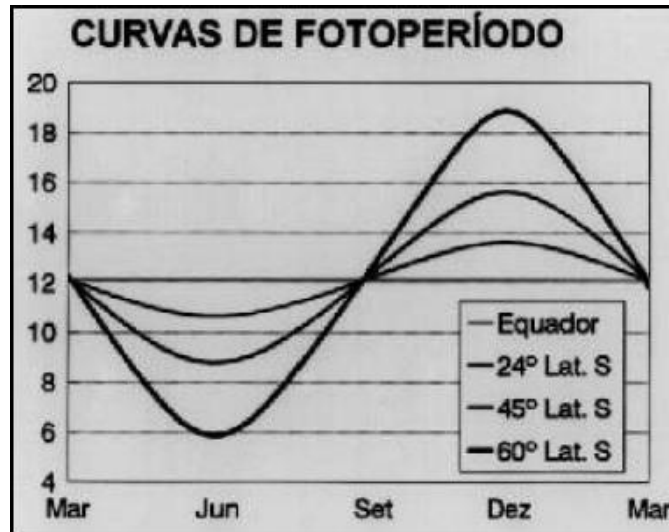


Figura 2: Fotoperíodo (horas) ao longo do ano em função da latitude do local.  
Fonte: Farias et al., 2007.

O período juvenil longo (P JL) é uma fonte não tradicional de florescimento tardio. Uma cultivar de soja com período juvenil longo permanece vegetativa por mais tempo do que cultivares que não possuem essa característica, quando expostas a dias curtos, mas poderá florescer mais cedo do que algumas cultivares sem P JL sob dias longos, o que reduz o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, o rendimento de grãos. Assim, as cultivares com período juvenil longo parecem ser menos sensíveis ao fotoperíodo do que a maioria das que não possuem esta característica em seu material genético (FARIAS et. al., 2007).

Destaca-se que quando as cultivares são semeadas nas regiões onde estão recomendados o seu GMR, a duração do ciclo de desenvolvimento é próxima de 125 a 140 dias para todos os GMRs. Mas, quando são semeadas cultivares com diferentes GMRs no mesmo local, espera-se que quanto maior o GMR, maior será a duração do ciclo de desenvolvimento da cultivar (ZANON et al., 2015).

#### 2.4. ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO

Pode-se entender o risco como a possibilidade de se obter um resultado insatisfatório em relação ao esperado. A agricultura é uma das ações humanas que mais envolvem riscos, cujos efeitos negativos acarretam sérios danos às sociedades, desde a segurança alimentar até crises econômicas. O desenvolvimento agrícola colaborou para a redução dos riscos, que passaram não apenas a ser presumidos, mas quantificados a partir de cálculos probabilísticos, sobretudo graças à inauguração do que se convencionou denominar agricultura moderna, com a contribuição da ciência e da incorporação da alta tecnologia no campo (DOS SANTOS et. al.,



2016).

No Brasil, há 30 anos, os níveis de produtividade, que em muitas regiões não chegavam à metade do que se observa atualmente, aumentaram por causa do aprimoramento das técnicas de cultivo, do melhoramento genético e das práticas de manejo do solo (ASSAD et. al., 2008).

Diante das adversidades climáticas que ocorrem constantemente no Brasil, e da interferência negativa que essas causam na produção agrícola e na economia do país, instituições de pesquisas passaram a partir da década de 70 a desenvolver no Brasil mecanismos que permitissem indicar, com maior margem de segurança, o local e a data mais apropriada para semear determinada cultura, nas mais diversas regiões brasileiras, como também a cultivar mais adequada para cada região (EMBRAPA, 2020 c).

Outro fator que pode ser listado como uma importante ferramenta para o auxílio à obtenção de maiores rendimentos e melhoria no aprimoramento da tomada de decisão no setor agropecuário foi a aplicação no conhecimento em climatologia, modelagem e análise espacial, para a elaboração de zoneamentos agrícolas, permitindo definir as melhores épocas de semeadura para diferentes cultivares e tipos de solo (ASSAD et. al., 2008).

O zoneamento agrícola de risco climático divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura, que está sob a responsabilidade da Coordenação-Geral de Zoneamento Agropecuário, subordinada ao Departamento de Gestão de Risco Rural, da Secretaria de Política Agrícola do MAPA (EMBRAPA, 2020 c).

É um programa que indica para cada município o que semear, onde semear e quando semear. Foi realizado através de estudos de caráter espaço-temporal, para a identificação das áreas de maior risco para a agricultura brasileira. Os calendários de semeadura que compõem o zoneamento agrícola são revisados e atualizados, anualmente, com a inclusão de novas culturas e cultivares, aumento das bases de dados climáticos e uso de novas técnicas de interpolação (ASSAD et. al., 2008).

Diferentemente de outros zoneamentos existentes, que foram elaborados com base nos conceitos de potencialidade e aptidão, para o zoneamento agrícola de risco climático, além das variáveis analisadas (clima, solo e planta), aplicam-se funções matemáticas e estatísticas (frequentistas e probabilísticas) com o objetivo de quantificar o risco de perda das lavouras com base no histórico de ocorrência de eventos climáticos adversos, principalmente a seca (EMBRAPA, 2020 c).

De modo geral, conforme a metodologia desenvolvida pela Embrapa, a operacionalização da qual o ZARC é resultante precisa definir quais são as características do clima e do tempo meteorológico para determinado conjunto de lugares no território nacional e que sejam satisfeitas questões do que determinada planta precisa para se desenvolver e, principalmente, de quanta água ela necessita e quais são as temperaturas máxima e mínima toleradas para o seu pleno desenvolvimento (DOS SANTOS et. al., 2016).

Há também condições de incorporar nos zoneamentos as previsões climáticas para a próxima safra, e adaptá-las o quanto possível às realidades daquele ano. A revisão e a atualização do zoneamento agrícola aumentam a precisão dos seus resultados e tornam-se cada vez mais úteis aos agricultores e aos órgãos de gestão agrícola (ASSAD et. al., 2008).

Desse modo, em relação à planta, é necessária a definição dos condicionantes do comportamento fenológico da cultura acerca de produtividade, ciclo de maturação fisiológica e épocas de semeaduras. O outro aspecto a ser abordado é a delimitação das temperaturas máxima, média e mínima, da umidade relativa do ar, dos níveis de precipitação de chuva e de estiagem para o recorte espacial estabelecido, com base em séries históricas superiores a 20 anos de registros diários de dados meteorológicos (DOS SANTOS et. al., 2016).

As épocas de semeadura indicadas para a microregião em que foi realizado o estudo variam de 01 de outubro a 31 de dezembro (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2021).

## 2.5. ÉPOCA DE SEMEADURA

Existe grande variabilidade entre as cultivares com relação à sensibilidade a época de semeadura e à mudanças na região de cultivo (latitudes). Essa característica é muito importante nos casos em que o produtor necessite semear mais cedo ou mais tarde, da mesma forma que para novas regiões que irão iniciar o cultivo da soja. Provavelmente, nenhuma prática cultural isolada é mais importante para a soja do que a época de semeadura. A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, promovendo variações no rendimento e afetando outras características agronômicas (PEIXOTO et. al., 2000).

Entre os principais fatores do clima que determinam a melhor época de semeadura da soja está a umidade e a temperatura do solo por ocasião da implantação da cultura e, especialmente, durante a fase reprodutiva. Para que isso ocorra plenamente, deve haver adequada condição de umidade e aeração do solo e a semeadura deve propiciar o melhor contato

possível entre solo e semente (GARCIA et al., 2007).

A deficiência hídrica e a resposta ao fotoperíodo de cultivares são fatores indispensáveis que devem ser levados em consideração na escolha da época de semeadura. O estresse hídrico e a influência do comprimento dos dias são variáveis que podem ser modificadas e assim interferir na produtividade final da cultura (FIETZ et al., 2008).

A época de semeadura é um dos fatores que mais influenciam no porte das plantas e no rendimento da soja. Trata-se de uma espécie termo e fotossensível, sujeita a alterações fisiológicas e morfológicas, quando as suas exigências, nesse sentido, não são satisfeitas. A época de semeadura determina a exposição da soja à variação dos fatores climáticos. Assim, semeaduras em épocas fora do período mais indicado podem afetar o porte, o ciclo e o rendimento das plantas e podem contribuir para aumentar as perdas na colheita (GARCIA et al., 2007).

Pesquisas realizadas no Brasil, demonstram que a época de semeadura é a variável que produz maior impacto sobre o rendimento da cultura da soja. Para as condições brasileiras, a época de semeadura varia em função da cultivar, região de cultivo e condições ambientais do ano agrícola, geralmente apresentando uma faixa recomendável de outubro a dezembro. Ao optar por uma determinada época de semeadura, o produtor está escolhendo uma certa combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos elementos do clima na região de produção, que poderá resultar em elevado ou reduzido rendimento (PEIXOTO et al., 2000).

Ou seja, a melhor época de semeadura para soja é a que permite, na maioria dos anos, que a implantação da lavoura, o crescimento e a reprodução das plantas ocorram sob as condições favoráveis de umidade e temperatura, conforme exigido por esta espécie. Nesse sentido, na maioria das regiões produtoras, o melhor período de semeadura da soja é aquele que se inicia assim que as chuvas da primavera repuserem a umidade do solo e a temperatura permitir uma germinação e emergência das plântulas entre 5 e 7 dias e que haja, na maioria dos anos, umidade para as plantas crescerem e produzirem em níveis que tornem a atividade viável economicamente (GARCIA et al., 2007).

Para a região Centro-Sul do país, a época de semeadura indicada para a maioria das cultivares, estende-se de 15/10 a 15/12, sendo que o vazio sanitário da cultura é estabelecido até 10/10. Os melhores resultados para rendimentos, na maioria dos anos e para a maioria das cultivares, são obtidos nas semeaduras realizadas de final de outubro a final de novembro. De modo geral, as semeaduras da segunda quinzena de outubro apresentam menor porte e maior rendimento do que as da primeira quinzena de dezembro (GARCIA et al., 2007).

## 2.6. POPULAÇÃO DE PLANTAS

A semeadura de uma lavoura deve ser muito bem planejada pois determina o início de um processo que afetará todas as operações envolvidas, além de determinar as possibilidades de sucesso ou insucesso da lavoura. A densidade de semeadura varia, basicamente, com a cultivar e com a disponibilidade de água e nutrientes (DE ASSIS et. al., 2014).

Algumas espécies de soja apresenta uma grande plasticidade quanto à resposta à variação no arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações e de legumes por planta e o diâmetro do caule, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas (GARCIA et al., 2007). Para Pires et. al. (2000), a plasticidade é a capacidade que a planta tem de alterar sua morfologia e seus componentes de rendimento, a fim de adequá-los às condições ambiental e de manejo.

Uma análise das cultivares de soja disponíveis mostra que a densidade normalmente recomendada pode variar entre 300.000 a 320.000 plantas por hectare ou 30 a 32 plantas por m<sup>2</sup>. Variações de 20% nesse número, para mais ou para menos, não alteram significativamente o rendimento de grãos para a maioria dos casos, desde que as plantas sejam distribuídas uniformemente, sem muitas falhas (DE ASSIS et. al., 2014).

Em cultivares em que há o comportamento da plasticidade, isso ocorre porque a soja apresenta alta plasticidade de crescimento, em função da disponibilidade de espaço e recursos do ambiente, ou seja, as plantas moldam a sua arquitetura em função da intensidade de competição com as plantas vizinhas. Em baixa densidade de semeadura, as plantas emitem maior quantidade de ramos, em maior tamanho e com maior ângulo em relação à haste principal. Nessa situação, também há aumento do diâmetro do caule e maior emissão de folhas por planta, compensando espaços vazios. (EMBRAPA SOJA, 2020).

A escolha de uma adequada população de plantas poderá proporcionar uma variação na produtividade da cultura. Conforme constatado por Ball et al. (2000) e posteriormente por Ludwig et al. (2007), para minimizar o problema relacionado a rendimentos inferiores da cultura da soja, o aumento da densidade de semeadura em associação com o atraso da semeadura melhorou a interceptação de luz, reduzindo o período da emergência ao início do crescimento exponencial, influenciando no rendimento, independente do espaçamento utilizado.

Tanto a redução como o aumento da população de plantas quando comparados com a população indicada ou buscando a população ideal têm que ser bem estudados, pois as características intrínsecas ao genótipo e as condições ambientais interferem nos resultados

(LUDWIG et al., 2011). Em regiões que apresentam elevada altitude e temperaturas mais amenas, há alto potencial de crescimento, tolerando menores densidades. Contudo, em regiões baixas e quentes, a capacidade de crescimento das plantas de soja é reduzida em razão do maior gasto energético pela respiração (EMBRAPA SOJA, 2020).

A maior expressão do potencial produtivo das cultivares depende das condições do meio onde as plantas irão desenvolver-se. Assim, alterações relacionadas com a população de plantas podem reduzir ou aumentar os ganhos em produtividade, pois essa característica é consequência da densidade das plantas nas linhas e do seu espaçamento entre as linhas (ENDRES, 1996).

Em regiões mais quentes, em que é comum a soja apresentar limitação de altura de planta, especialmente em semeaduras realizadas mais cedo, a utilização de populações maiores, em torno de 400 mil plantas/ha ou um pouco mais, pode contribuir para aumentar o porte das plantas e, principalmente contribuir para o fechamento mais rápido das entrelinhas. De modo geral, cultivares de porte alto e de ciclo longo requerem populações menores. O inverso também é verdadeiro (GARCIA et al., 2007; LUDWIG et al. 2007).

O cuidado com a distribuição de sementes nas fileiras, a profundidade de semeadura e o espaçamento entre fileiras são fatores determinantes para a obtenção da máxima qualidade de semeadura e seu efeito sobre as operações subsequentes e a produtividade da lavoura (DE ASSIS et. al., 2014).

Para que a demanda produtiva seja atendida, boas práticas de manejo devem ser empregues, principalmente aos fatores que podem interferir no desenvolvimento vegetal da cultura da soja, dos quais podem ser manejados, como principalmente a densidade e época de semeadura já citados acima.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. LOCALIZAÇÃO DO TRABALHO**

O trabalho foi conduzido na área agrícola do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá no ano de 2018/2019. A área está situada em latitude de 28°38'58" S e longitude 53°06'14" W, com altitude de cerca de 400 metros acima do nível do mar. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região caracteriza-se como "Cfa" subtropical úmido, com precipitações abundantes bem distribuídas ao longo do ano e estações bem definidas.

A precipitação média anual da região é de, aproximadamente, 1810,1 mm e a temperatura média anual do município é de 19,1°C (INMET, 2020). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (EMBRAPA, 2006). Referente a composição das parcelas, cada unidade experimental possuía 9,45m<sup>2</sup>, sendo esses 3 metros de comprimento por 3,15 metros de largura e, um espaçamento entre linhas de 0,45 metros. A área total de estudo foi de 907,2 m<sup>2</sup>. Na Figura 3, pode-se observar a área na qual o trabalho foi instalado.



**Figura 3: Imagem aérea do trabalho via satélite.**

Fonte: Google Earth, 2018.

### 3.2. SEMEADURA E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi trifatorial e de blocos ao acaso, em que os tratamentos consistiram na relação de quatro Grupos de Maturidade Relativa (5.0, 5.5 , 5.8 e 6.8), três datas de semeadura (08/10/2018 - época 1, 13/11/2018 - época 2 e 24/12/2018 - época 3), das quais situam-se dentro das épocas indicadas pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a microregião de Ibirubá-RS. A semeadura contou com quatro diferentes densidades utilizadas (11 sementes/m<sup>2</sup>, 22 sementes/m<sup>2</sup>, 33 sementes/m<sup>2</sup> e 44 sementes/m<sup>2</sup>), apresentando um total de 48 tratamentos, dispostos em 2 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais (Figura 4).

### ÉPOCA 1

R-D1-1	I-D1-1	L-D1-1	E-D1-1	R-D1-2	I-D1-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D2-1	I-D2-1	L-D2-1	E-D2-1	R-D2-2	I-D2-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D3-1	I-D3-1	L-D3-1	E-D3-1	R-D3-2	I-D3-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D4-1	I-D4-1	L-D4-1	E-D4-1	R-D4-2	I-D4-2	L-D1-2	E-D1-2

BLOCO 1

BLOCO 2

### ÉPOCA 2

R-D1-1	I-D1-1	L-D1-1	E-D1-1	R-D1-2	I-D1-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D2-1	I-D2-1	L-D2-1	E-D2-1	R-D2-2	I-D2-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D3-1	I-D3-1	L-D3-1	E-D3-1	R-D3-2	I-D3-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D4-1	I-D4-1	L-D4-1	E-D4-1	R-D4-2	I-D4-2	L-D1-2	E-D1-2

BLOCO 1

BLOCO 2

### ÉPOCA 3

R-D1-1	I-D1-1	L-D1-1	E-D1-1	R-D1-2	I-D1-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D2-1	I-D2-1	L-D2-1	E-D2-1	R-D2-2	I-D2-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D3-1	I-D3-1	L-D3-1	E-D3-1	R-D3-2	I-D3-2	L-D1-2	E-D1-2
R-D4-1	I-D4-1	L-D4-1	E-D4-1	R-D4-2	I-D4-2	L-D1-2	E-D1-2

BLOCO 1

BLOCO 2

**Figura 4: Croqui do trabalho.**

Fonte: o autor, 2021.

As cultivares utilizadas foram BMX Raio IPRO (GMR 5,0), BMX Elite IPRO (GMR 5,5), BMX Lança IPRO (GMR 5,8) e BMX Ícone IPRO (GMR 6,8).

A cultivar BMX Raio apresenta um hábito de crescimento indeterminado e um grupo de maturidade relativa 5,0, caracterizando-se cultivar superprecoce. Conforme a detentora Brasmax, a população de plantas finais por hectare indicadas para esta cultivar para as macroregiões sojícolas 103 e 104 do estado do Rio Grande do Sul varia de 250 a 330 mil. A época indicada para sua semeadura varia de 15 de outubro a 01 de dezembro e a duração de seu ciclo apresenta em média cerca de 117 dias.

Com um grupo de maturidade relativa de 5,5, a cultivar BMX Elite apresenta um hábito de crescimento indeterminado. Conforme indicação da detentora, a época para seu cultivo dentro da macroregiões sojícolas 103 e 104 do Rio Grande do Sul varia de 25 de outubro a 30 de novembro, sendo que a duração média do seu ciclo é de 125 dias. A população final de plantas por hectare varia de 200 a 250 mil.

Para a semeadura da cultivar BMX Lança, a recomendação no estado varia de 20 de outubro a 01 de dezembro, dentro das macroregiões sojícolas 103 e 104. A detentora indica a população de 220 a 280 mil plantas finais por hectare, sendo que a duração do seu ciclo é em média de 129 dias. Esta cultivar apresenta um grupo de maturidade de 5,8 e um hábito de crescimento indeterminado.

A recomendação da população final de plantas por hectare para a cultivar BMX Ícone

de acordo com a detentora varia de 180 a 250 mil, dentro das macroregiões sojícolas 103 e 104 do estado do Rio Grande do Sul. A época de semeadura recomendada, apresenta-se de 15 de outubro a 15 de dezembro, sendo que a duração média do seu ciclo é de 144 dias. A cultivar BMX Ícone apresenta um hábito de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa de 6.8 (BRASMAX GENÉTICA, 2018).

A semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, nas diferentes épocas, sob restos culturais de trigo. A semeadora utilizada foi a Vence-Tudo Panther SM, com diferentes densidades e adubação realizada com 400kg do adubo 02-23-23.

### 3.3. MANEJO

Durante o ciclo da soja, buscando manter a sanidade fisiológica da cultura foram realizadas aplicações de produtos fitossanitários, estas visaram às plantas daninhas, doenças e pragas indesejadas que estavam na área da pesquisa. As práticas de manejo da cultura e as aplicações destes produtos foram realizadas de acordo com as recomendações técnicas da cultura para o estado do Rio Grande do Sul.

### 3.4. AVALIAÇÕES

Para a avaliação das diferentes características agronômicas da soja, com base na grande quantidade de parcelas do experimento, foram selecionadas aleatoriamente duas plantas da linha central de cada parcela, que foram submetidas a análises para distintos atributos morfológicos, sendo eles: estatura da planta, número de legumes e número de grãos. Também foram avaliadas produtividade (kg/ha) e peso de mil grãos.

Os componentes que compõem o rendimento de grãos da soja são: número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por legume e o peso de grãos, sendo que dentre esses, o mais influenciado pelo ambiente de produção é o número de legumes por planta (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

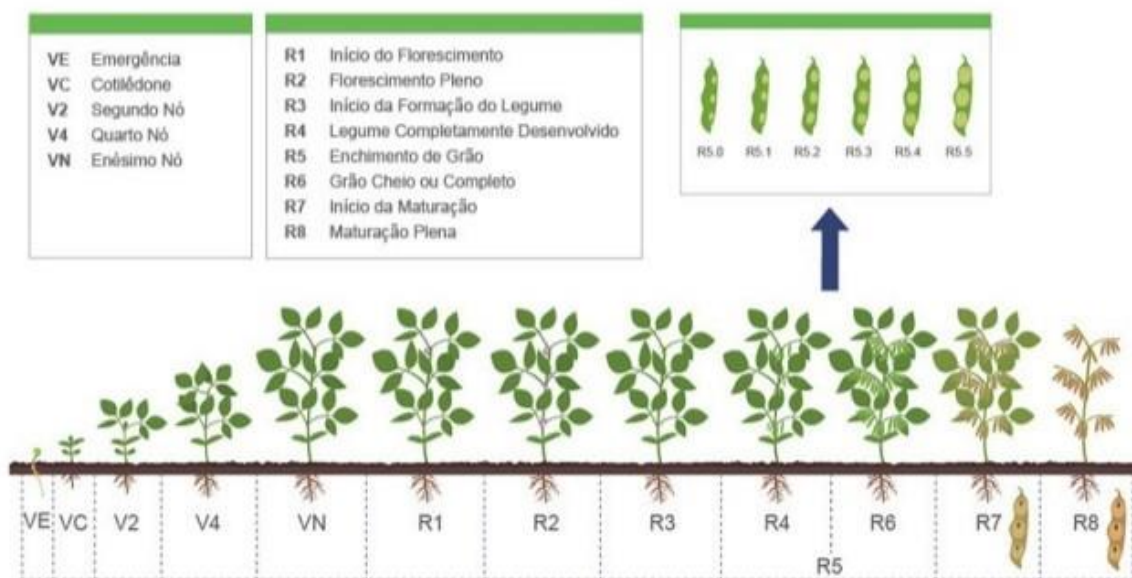
Considerando as características morfológicas selecionadas para a avaliação, cada uma apresenta diferentes importâncias agronômicas a serem levadas em consideração. A estatura de plantas de soja é decisiva no momento de escolha de uma cultivar para determinado local e época de semeadura, devido ao fato de ter relação com controle de invasoras, índice de acamamento, produtividade de grãos e perdas ocasionadas na colheita mecanizada (ZANON et al., 2018).



A estatura de plantas varia, dependendo das condições do ambiente e da cultivar. A estatura ideal está entre 60 a 110 centímetros, o que, em lavouras comerciais, pode facilitar a colheita mecânica e evitar o acamamento (EMBRAPA, 2013).

A característica peso de mil grãos é importante para dimensionar antecipadamente a produtividade de uma lavoura, tendo como base a quantidade de quilogramas por hectare, baseando-se nesse peso para a estipulação em um determinado local. Por vezes também pode ser utilizada para estimar a população de plantas de uma lavoura. Empresas detentoras de cultivares estabelecem valores de Peso de Mil Sementes (PMS) com finalidade de semeadura, porém para grãos com a finalidade comercial podem ocorrer discrepâncias de valores

Todas as avaliações experimentais deste trabalho foram realizadas após a maturação da cultura da soja (R8), esta definida de acordo com a literatura de Fehr e Caviness (1977) (Figura 5).



**Figura 5: Estádios fenológicos da cultura da soja.**

Fonte: adaptado de Fehr e Caviness, 1977.

### 3.3.1. Estatura de plantas

A estatura média das plantas foi medida com o auxílio de uma trena, no final do ciclo da cultura, medindo-se a distância entre a superfície do solo e o ápice do caule (Figura 6).



**Figura 6: Forma de medição da estatura de plantas de soja.**  
Fonte: o autor, 2021.

### **3.3.2. Legumes por planta**

O quantidade de legumes por planta foi obtida pela contagem de legumes com um ou mais grãos. Estes foram destacados dos ramos e da haste principal e separados para a posterior contagem (Figura 7).



**Figura 7: Legumes destacados da planta para contagem.**  
Fonte: o autor, 2021.

### **3.3.3. Grãos por planta**

A contagem do número de grãos por planta foi avaliado através da debulha manual de todos os grãos de cada legume da planta (Figura 8).



**Figura 8: Grãos destacados dos legumes da planta para contagem.**

Fonte: o autor, 2021.

### **3.3.4. Peso de mil grãos e produtividade**

A avaliação do peso de mil grãos e de produtividade para cada tratamento foi realizada através da colheita manual de todas as plantas contidas em 3 metros de 3 linhas centrais semeadas de cada parcela. Estas plantas foram trilhadas, e estas avaliações realizadas posteriormente em laboratório (Figura 9).



**Figura 9: Plantas de cada parcela identificadas e coletadas para posterior avaliação.**

Fonte: o autor, 2021.

Para a amostra de grãos de cada parcela, realizou-se com o auxílio do equipamento de medição de umidade de grãos Gehaka G650i a correção de umidade para 13% (Figura 10).

Inicialmente foi selecionada a soja como cultura a ser analisada no equipamento, colocou-se a amostra de grãos e posteriormente, obteve-se a Umidade da amostra (Ua%). Em seguida foi realizado o cálculo para saber o peso, em quilogramas, do peso da amostra para umidade desejada (Ud%). A fórmula utilizada pode ser representada da seguinte forma:

- Peso corrigido para Ud% =  $\text{Peso úmido} \times (100 - Ua\% / 100 - Ud\%)$ , em que:
- Ud% = Umidade desejada, em porcentagem e Ua% = Umidade da amostra, em porcentagem.

Posteriormente, utilizando o peso da amostra com a umidade corrigida, realizou-se o cálculo para obtenção de produtividade em quilogramas por hectare e em seguida a extrapolação da produtividade em sacas por hectare.



**Figura 10: Correção de umidade e pesagem de amostras.**

Fonte: o autor, 2021.

Após a debulha de todas as plantas, os grãos foram limpos (retiradas às impurezas) para a determinação do peso de 1000 grãos em gramas, segundo metodologia descrita por BRASIL (2009), utilizando-se 8 sub-amostras de 100 grãos para a realização da média (Figura 11).



**Figura 11: Sub-amostras de soja para determinação do peso de mil grãos.**

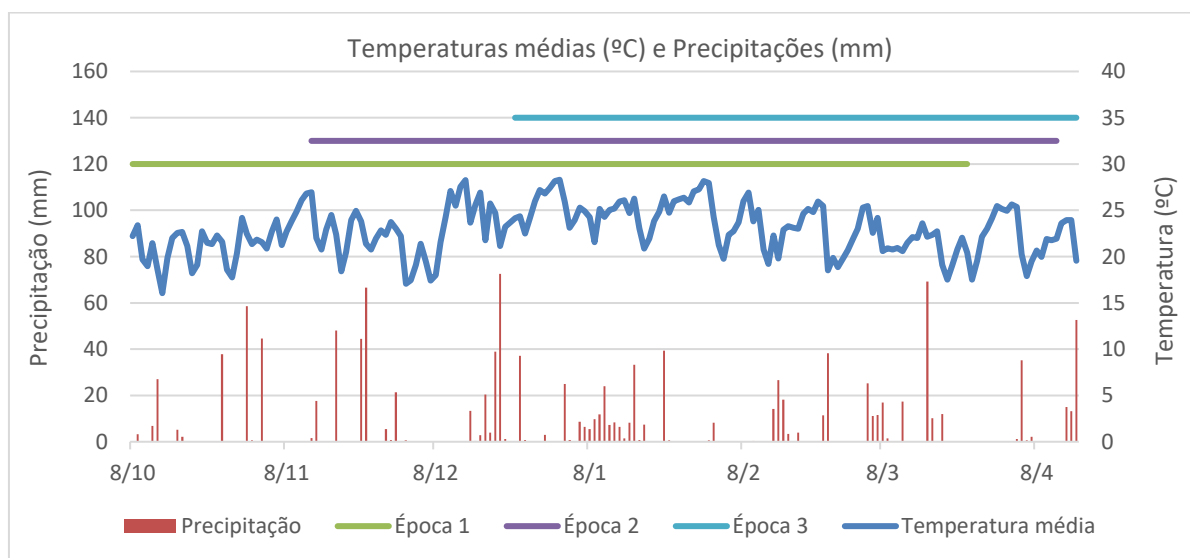
Fonte: o autor, 2021.

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística através do teste de Tukey, considerando 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas com auxílio do software Sisvar.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO

Ao longo do trabalho realizado, diferentes condições climáticas influenciaram a morfologia e desenvolvimento das plantas. Como elementos determinantes do crescimento e desempenho da cultura da soja, foram analisadas as variações dos fatores de temperatura e precipitação durante o experimento. Na Tabela 12, são apresentadas as temperaturas médias diárias e precipitações diárias desde a semeadura, até a colheita das cultivares.



**Figura 12: Temperaturas médias diárias e precipitações diárias ao longo de todo período do experimento.**  
Fonte: o autor, 2021.

Pode ser observado que para o índice de precipitação registrado ao longo do experimento, houveram poucos períodos em que são apresentados baixos acúmulos de precipitações, sendo que estes, não apresentaram grandes interferências frente aos resultados dos componentes morfológicos e de rendimento da cultura.

Segundo Farias et. al. (2007), a soja necessita de cerca de 450 a 800 mm de água durante seu ciclo para obter seu rendimento máximo de produção (FARIAS et. al., 2007). Todas as épocas de semeadura apresentaram precipitações das quais satisfizeram a necessidade hídrica

para obter o desenvolvimento ideal da cultura da soja. Para a época de outubro, a precipitação apresentou um volume acumulado de 1095 mm. Consequentemente, a época de novembro apresentou uma precipitação acumulada de 948,4 mm. Já a última época de semeadura, em dezembro, teve uma precipitação total de 628mm.

De acordo com Sedyama et al. (2015), acréscimos na temperatura na fase vegetativa da planta, antecipam o florescimento da soja e reduzem a altura das plantas. A soja se adapta melhor em regiões onde as temperaturas oscilam entre 20°C a 30° C (FARIAS et. al., 2007). No período do trabalho, pode ser observado de maneira geral, que para as diferentes épocas as temperaturas médias mantiveram-se dentro da faixa preferencial de desenvolvimento, entretanto, foram observadas temperaturas mais baixas em algum momento das diferentes épocas (Figura 12).

De acordo com a escala fenológica (Figura 5), o início da formação de legumes apresenta-se no estágio fenológico R3. Conforme a Tabela 1, para a maioria das cultivares, este estágio de desenvolvimento não sofreu grandes impactos graças ao acúmulo de precipitações anteriores e durante esta fase, possibilitando que as plantas desenvolvessem adequadamente suas estruturas reprodutivas. Desta forma, as baixas precipitações já mencionadas no período da pesquisa apresentaram baixa influência no desenvolvimento das plantas.

**Tabela 1: Estádios fenológicos das diferentes cultivares para cada época de semeadura ao longo do período do trabalho. Ibirubá/RS, 2018**

Época de semeadura	Cultivar	Estádio fenológico				
		VE	V3	R1	R5	Colheita
	Raio		<b>07/11/2018</b>	12/12/2018	<b>10/01/2019</b>	11/03/2019
	Ícone		<b>14/11/2018</b>		<b>31/01/2019</b>	
	Lança		<b>07/11/2018</b>		<b>22/01/2019</b>	
	Elite		<b>14/11/2018</b>		<b>31/01/2019</b>	
	Raio		<b>03/12/2018</b>	27/12/2018	<b>07/02/2019</b>	22/03/2019
	Ícone				<b>26/02/2019</b>	
	Lança				<b>07/02/2019</b>	
	Elite				<b>13/02/2019</b>	
	Raio			<b>31/01/2019</b>	11/03/2019	16/04/2019
	Ícone			13/02/2019	15/03/2019	03/05/2019
	Lança			<b>07/02/2019</b>	11/03/2019	
	Elite			13/02/2019	15/03/2019	

\*Os períodos dos estádios fenológicos destacados em **negrito** podem ter presenciado as baixas precipitações durante a condução trabalho.

Fonte: o autor, 2021.

## 4.2. ESTATURA DAS PLANTAS

Na avaliação da característica morfológica estatura de plantas houve diferença estatisticamente significativa para a interação entre os fatores época de semeadura x cultivar e para densidades de semeadura x cultivar. Observaram-se maiores estaturas de plantas na época de novembro, também como uma grande diferença de estaturas conforme ocorreu aumento do grupo de maturidade relativa entre as cultivares.

Para a interação entre época de semeadura e cultivares utilizados, salienta-se que os maiores valores foram obtidos na segunda época (13/11) para a cultivar BMX Ícone, de grupo de maturação 6.8 (Tabela 2).

**Tabela 2: Estatura das plantas (cm) para cada grupo de maturidade relativa nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.**

Época	Cultivar				Média das épocas
	BMX Raio (5.0)	BMX Elite (5.5)	BMX Lança (5.8)	BMX Ícone (6.8)	
8/10	66,75 Bc	119,87 Ab	128,25 Aab	134 Aa	112,22
13/11	106 Ac	126,25 Ab	108,00 Bc	138,75 Aa	119,75
24/12	55,62 Cb	71,25 Ba	73,25 Ca	76,12 Ba	69,06
Médias das cultivares	76,12	105,79	103,17	116,29	
CV (%)			7,71		
Fc			26,866		
Pr > Fc			0,0000		

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

Fonte: o autor, 2021.

Ocorreu diferença estatisticamente significativa para a variável estatura de plantas entre as épocas de semeadura e entre as cultivares avaliadas no presente trabalho (Tabela 1).

Para todas as épocas e densidades de semeadura, a cultivar BMX Ícone destacou-se apresentando um porte mais elevado, o que pode ser característico da morfologia ou estar relacionado a fatores climáticos, bem como, potencial da cultivar. A terceira época de semeadura (24/12) apresentou-se como época de menor porte de estatura quando comparada às duas anteriores de outubro e novembro, para todas as cultivares.

Isto pode ser explicado devido a presença de temperaturas mais elevadas e conseqüentemente da alternância do fotoperíodo para os períodos de outubro e novembro, sendo que a duração do dia modifica-se conforme a época do ano, além da influência do comprimento do dia no fotoperíodo crítico capaz de provocar a floração. De maneira geral, a época de semeadura que apresentou maiores estaturas de plantas foi a de novembro, tendo como exceção a cultivar BMX Lança, que teve como maior estatura de plantas a época de outubro.

As maiores estaturas dentre as cultivares pode ser explicado devido ao fato de que cultivares de grupos de maturidade relativa maiores permanecem mais tempo em campo favorecendo a planta, pois conseguem se recuperar do estresse hídrico, ocasionando o crescimento das plantas. Plantas de ciclos tardios crescem mais devido ao maior período vegetativo, maior acúmulo de reserva, proposto pelo período juvenil longo (AMORIM et al., 2011).

As cultivares apresentaram crescimento inferior em relação à estatura de plantas quando semeada em época mais tardia (dezembro). Este resultado ocorreu possivelmente devido a diminuição do fotoperíodo e consequentemente diminuição do período juvenil, uma vez que estas variáveis interferem na duração do ciclo e consequentemente no período de crescimento das plantas à campo. Resultados semelhantes foram observados por Peixoto et al. (2001), Prado et al. (2001) e Ludwig et al. (2007).

Verificaram-se diferenças de estatura entre as cultivares, podendo estas serem explicadas pelas diferenças morfológicas originadas da genética específica de cada material utilizado. A limitação para o desenvolvimento de estatura de plantas para o período de dezembro pode estar relacionada a má adaptabilidade de cultivares frente ao fotoperíodo nesta época, pois conforme anteriormente citado, a disponibilidade hídrica não se apresentou como um fator limitante para o melhor desenvolvimento das estaturas.

Os resultados da interação entre cultivares e densidade estão apresentados na Tabela 3. Com isso, a seleção de cultivares utilizadas a campo e seu estabelecimento adequado demonstra importância no porte final de plantas, uma vez que a modificação destas variáveis podem influenciar em sua morfologia e arquitetura, induzindo a maior capacidade de emissão de ramos ou até mesmo o acamamento de plantas ou estiolamento do colmo.

**Tabela 3: Estatura das plantas (cm) para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.**

Cultivar	Densidade de semeadura (sementes/m <sup>2</sup> )				Médias das cultivares
	11	22	33	44	
BMX Raio (5.0)	67,66 Cb	73,50 Cab	78,00 Cab	85,33 Ba	76,12
BMX Elite (5.5)	109,50 Aba	102,66 Ba	100,83 Ba	110,16 Aa	105,79
BMX Lança (5.8)	97,66 Ba	106,66 Ba	107,33 Ba	101,00 Aa	103,16
BMX Ícone (6.8)	115,16 Aa	120,33 Aa	119,83 Aa	109,83 Aa	116,29
Médias das densidades	97,50	100,79	101,50	101,58	
CV (%)	7,71				
Fc	3,631				
Pr > Fc	0,0016				

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

Fonte: o autor, 2021



Analisando a interação entre cultivares e densidades de sementes utilizadas, destacou-se com maior estatura de plantas a cultivar BMX Ícone, na densidade de 22 sementes por metro quadrado. Esta cultivar foi a única dentre as demais que apesar de se apresentar com alta estatura nesta densidade, não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado às outras densidades de semente estudadas. Como mencionado anteriormente, esta cultivar pode ter apresentado maiores estaturas em função de se apresentar com um ciclo mais longo em relação às demais.

A cultivar BMX Raio apresentou maior estatura de plantas para as maiores densidades de semente. Resultados semelhantes foram encontrados por Balbinot Junior et al. (2015) e Mauad et al. (2010), onde observaram que o aumento da densidade de plantas proporciona consequentemente maiores estaturas de plantas, pois com o aumento da densidade, a competição intraespecífica por luz aumenta, fazendo com que as plantas atinjam maiores alturas nas maiores densidades.

Consequentemente, observa-se que somente a BMX Raio apresentou alterações em sua estatura conforme ocorreu o aumento da densidade de semente, sendo que isto pode estar relacionado principalmente pela maior capacidade de adaptabilidade das demais cultivares através do comportamento de plasticidade, compensando as menores densidades.

A cultivar BMX Ícone foi a que se destacou com maior estatura de plantas, de maneira geral. Este resultado pode ser explicado devido ao fato de que normalmente cultivares de grupo de maturação precoce, (BMX Raio), possuem menor estatura quando comparadas com cultivares com grupo de maturação médio e longo (BMX Ícone).

Desta forma, conforme maior o grupo de maturidade relativa da cultivar, maior é o período de crescimento e consequentemente maior será a estatura de plantas, além de que cultivares de grupo de maturidade relativa menor apresentam menores números de entrenós pelo menor tempo da fase vegetativa, de acordo com estudos baseados em Meotti et al. (2012).

Através destes resultados, é possível caracterizar a importância do estabelecimento do momento adequado de semente e de utilização de uma cultivar com grupo de maturidade relativa mais adaptada para a microregião de inserção, uma vez que, a estatura de plantas é um importante parâmetro para ser avaliado o crescimento e acúmulo foliar da cultura em seus estádios fenológicos de desenvolvimento.

### 4.3. NÚMERO DE LEGUMES POR PLANTA

Esta característica morfológica analisada apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada entre as densidades analisadas, como também para as cultivares. Através destes resultados, considera-se importante a adequação dos grupos de maturidade relativa frente à capacidade produtiva de formação de legumes ao longo do período de desenvolvimento das cultivares, dos quais são influenciados diretamente pelo florescimento precoce ou tardio das plantas.

Além disso, a adaptação da densidade de semeadura interfere na modificação da competição intraespecífica, podendo influenciar na absorção de luminosidade e nutrientes, assim como na emissão de legumes e rendimentos da cultura. O maior número de legumes foi observado para a cultivar BMX Raio, quando semeado a uma densidade de 11 sementes por metro quadrado (Tabela 4).

**Tabela 4: Quantidade de legumes por planta para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.**

Cultivar	Densidade de semeadura (sementes/m <sup>2</sup> )				Média das cultivares
	11	22	33	44	
BMX Raio (5.0)	82 Aa	72 Aa	47 Ab	53 Ab	64
BMX Elite (5.5)	55 Ba	64 ABa	46 Aa	47 Aa	53
BMX Lança (5.8)	77 Aa	60 ABa	39 Ab	41 Ab	54
BMX Ícone (6.8)	44 Ba	49 Ba	37 Aa	37 Aa	42
Média das densidades	65	61	42	45	
CV (%)	32,77				
Fc	2,298				
Pr > Fc	0,0193				

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

Fonte: o autor, 2021.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, para as cultivares BMX Raio e BMX Lança, a quantidade de legumes apresentou uma variação inversamente proporcional quando comparada à alteração da densidade de plantas, sendo que foi observado a diminuição do número de legumes quando ocorreram aumentos da densidade de semeadura. Isto pode ser explicado devido ao fato da planta se adaptar aos espaços disponíveis, através da alteração morfológica nas ramificações à medida que as plantas possuem maior espaço de desenvolvimento. Estes resultados foram similares aos encontrados por Garcia (1992), Carpenter & Board (1997) e Peixoto (1998).

Estes resultados também foram encontrados por Balbinot Junior et al. (2015), em que estas constatações indicam que a quantidade de legumes por planta é muito influenciada pela

densidade, ocasionando a redução do número de legumes conforme se aumenta a densidade de plantas na lavoura.

Conforme demonstra a Tabela 4, observou-se a diminuição do número de legumes com o aumento do grupo de maturidade relativa. As cultivares BMX Raio e BMX Ícone apresentam-se com valores distintos, sendo que a cultivar de maior precocidade apresenta-se com maior possibilidade de emissão de legumes, possivelmente pela sua maior adaptabilidade em relação ao fotoperíodo da região.

Observou-se conseqüentemente, que a influência do grupo de maturidade relativa para o número de legumes apresentou maior efeito sobre as densidades de semeaduras mais baixas (11 e 22 sementes por metro quadrado), apresentando valores de maior discrepância quando comparados os efeitos dos grupos de maturidade relativa em relação às maiores densidades. Desta forma, o emprego de maiores densidades de semeadura minimizaram a diferença de potencial produtivo no uso de cultivares com diferentes grupos de maturidade relativa.

#### 4.4. NÚMERO DE GRÃOS POR PLANTA

O período de enchimento de grãos caracteriza o início da formação desta estrutura reprodutiva, da qual apresenta desenvolvimento inicial no estágio fenológico R5. Tanto para o início do enchimento como também para sua evolução até a fase de grãos cheios ou completos, observou-se baixa influência dos períodos de menores precipitações para este componente de rendimento. O acúmulo de precipitação ao longo dos estádios anteriores permitiu que as plantas sofressem menor impacto com as baixas precipitações referente à formação de grãos (Tabela 4).

Para a característica agrônômica número de grãos por planta observaram-se diferenças significativas para as épocas de semeaduras utilizadas e para a interação entre as densidades e cultivares (Tabela 5).

**Tabela 5: Número de grãos por planta para cada densidade de semeadura nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.**

Cultivar	Densidade de semeadura (sementes/m <sup>2</sup> )				Média das cultivares
	11	22	33	44	
BMX Raio (5.0)	194,91 Aa	170,91 Aa	106,66 Ab	114,70 Ab	146,80
BMX Elite (5.5)	113,54 Ba	137,75 ABa	102,70 Aa	102,87 Aa	114,22
BMX Lança (5.8)	169,04 Aa	134,91 ABa	84,08 Ab	89,04 Ab	119,27
BMX Ícone (6.8)	92,16 Ba	106,25 Ba	78,62 Aa	78,08 Aa	88,78
Média das densidades	142,41	134,50	93,01	96,17	
CV (%)					34,29
Fc					2,860
Pr > Fc					0,0039

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

Fonte: o autor, 2021.

Através deste resultado, é possível caracterizar a importância da adequação ideal das densidades e épocas para o melhor desenvolvimento das estruturas vegetais da planta, tal como o número de grãos. Desta forma, a planta poderá exercer seu máximo potencial produtivo originando um elevado número de grãos em condições atreladas à melhor disponibilidade hídrica e densidade de plantas mais adequadas, apresentando conseqüentemente maior capacidade de aproveitamento do material vegetal semeado.

A cultivar de ciclo mais curto e de grupo de maturação menor destacou-se com a maior produção de grãos para todas as densidades analisadas. A maior adaptabilidade deste cultivar frente ao fotoperiodismo da região pode ter colaborado na melhor formação de grãos e capacidade de desenvolvimento destes.

Cada cultivar utilizada possui características próprias de arquitetura, podendo apresentar variações na quantidade de grãos presentes em seus legumes. Destaca-se a importância das cultivares e seu adequado posicionamento a campo quanto ao ajuste ao fotoperíodo da região referente ao grupo de maturidade relativa, possibilitando que a planta apresente seu máximo potencial produtivo.

A cultivar BMX Ícone apresentou o menor número de grãos por planta dentre os demais, fato que foi observado dentro de todas as densidades de semeadura analisadas. Esta cultivar tinha o maior grupo de maturidade relativa dentre os materiais estudadas neste trabalho, comprovando que grupos de maturidade relativa mais altos e com maior duração do ciclo interferem na produção de grãos frente ao fotoperíodo da região.

Conseqüentemente, em densidades mais altas, a cultivar BMX Lança apresentou menores números de grãos. Este fato pode estar ligado à maior competição intraespecífica entre plantas, e com isso, a menor capacidade de absorção de nutrientes para formação de grãos.

Salienta-se que a densidade é um dos fatores que interfere na capacidade de absorção de

nutrientes e fotoassimilados, sendo assim, o ajuste da população também pode ocasionar alterações na capacidade de formação dos grãos, uma vez que a morfologia e arquitetura de plantas é influenciada ao alterar este parâmetro.

Pode ser observado na Tabela 5, que a quantidade de grãos está relacionada ao número de legumes, pois estas apresentam variações semelhantes. A quantidade de legumes e grãos diminuem conforme se aumenta a densidade de plantas. Esta tendência de variação também foi observada por Marchiori (1998).

#### 4.5. PRODUTIVIDADE

Na avaliação da produtividade, observou-se a diferença estatisticamente significativa entre: época de semeadura x cultivar; época de semeadura x densidade; e GMR x densidade. Os resultados da interação entre as épocas de semeadura e cultivares estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6: Dados de produtividade em kg/ha-1, para cada grupo de maturidade relativa nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.**

Época	Cultivar				Médias das épocas
	BMX Raio (5.0)	BMX Elite (5.5)	BMX Lança (5.8)	BMX Ícone (6.8)	
8/10	3544,56 Ab	3683,03 Ab	4490,41 Aa	3325,76 Ab	3760,94
13/11	3753,83 Aa	3288,27 Aa	3798,79 Ba	2466,71 Bb	3326,90
24/12	3325,55 Aa	1653,94 Bc	2706,05 Cab	2087,96 Bbc	2443,38
Médias das cultivares	3541,31	2875,08	3665,08	2626,81	
CV (%)	19,17				
Fc	11,112				
Pr > Fc	0,0000				

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

Fonte: o autor, 2021.

Destaca-se que o rendimento de grãos da cultura é influenciado pelos índices pluviométricos da região, além da duração de horas-luz do dia, que exerce influência na absorção de energia fotossintética e assim podem influenciar na produtividade final. A época de outubro apresentou a maior produtividade média entre as cultivares, e a cultivar BMX Lança apresentou maior rendimento médio entre as épocas. O maior valor de produtividade encontrado foi obtido na época de outubro, com a cultivar BMX Lança (Tabela 6).

Este maior rendimento pode ser explicado pela maior adaptabilidade das cultivares ao fotoperíodo nesta época de cultivo, além do maior acúmulo de precipitação registrado nesta época (Figura 12).

Analisando a Tabela 1, pode ser observado que os intervalos fenológicos destacados estão relacionados dentro de pelo menos uma das semanas de menores precipitações. Os baixos índices de precipitação do trabalho coincidiram em algum momento tanto nos estágios vegetativos iniciais, como também nos estágios reprodutivos, dos quais destacam-se as fases de florescimento e enchimento de grãos.

Apesar disso, a influência das baixas precipitações nestes períodos de desenvolvimento da cultura apresentou mínima interferência nos resultados potenciais da cultura, uma vez que o acúmulo de precipitação ideal para o desenvolvimento da cultura da soja foi atendido, conforme já visto anteriormente.

Os dados de produtividade para a interação entre os fatores densidade de semeadura e época demonstraram diferença estatisticamente significativa. A Tabela 7 demonstra que os maiores valores para esta interação foram obtidos na época de cultivo de outubro, para a densidade de 22 sementes por metro quadrado. Quando comparados os valores produtivos entre as densidades para esta mesma época, entretanto, observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre elas.

**Tabela 7: Dados de produtividade em kg/ha-1, para cada densidade nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.**

Época	Densidade de semeadura (sementes/m <sup>2</sup> )				Média das épocas
	11	22	33	44	
8/10	3749,40 Aa	3980,05 Aa	3464,66 Aa	3823,82 Aa	3754,48
13/11	3166,84 Ba	3593,94 Aa	3338,11 Aa	3182,02 Ba	3320,23
24/12	3045,09 Ba	2239,58 Bb	2729,19 Bab	2576,30 Cab	2647,54
Média das densidades	3320,44	3271,19	3177,32	3194,04	
CV (%)	19,17				
Fc	3,274				
Pr > Fc	0,0050				

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

Fonte: o autor, 2021.

No fator época de semeadura observa-se que a de outubro demonstrou valores maiores que as demais. Isso pode ter ocorrido devido essa época ter sido beneficiada com chuvas no estágio vegetativo e acúmulo de água no solo proporcionado pelo regime de chuvas, favorecendo o aumento da produção de massa seca e contribuindo para uma maior produtividade.

Para a densidade não foram observadas diferenças significativas para as duas primeiras épocas de cultivo, o que demonstra que as cultivares testadas apresentam a capacidade de compensação de rendimento em densidades abaixo do recomendado, através do aumento da

produção por planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Peixoto (1998), em que cita que a maior variação da população de plantas é explicada pela compensação de maior produção de legumes e conseqüentemente de grãos.

Quando comparada a interação entre as densidades de sementes utilizadas e grupos de maturidade relativa, pode ser observado que a densidade não exerceu grande influência sobre o rendimento final de grãos para a maioria dos grupos de maturidade relativa, também como para as densidades estudadas, com exceção da cultivar BMX Raio na densidade de 11 sementes por metro quadrado, que apresentou grande diferença de produtividade (Tabela 8).

Este comportamento pode ser explicado devido a plasticidade de soja, que apresenta-se como a capacidade de mudança morfológica de planta e conseqüentemente componentes de rendimento de acordo com a população utilizada (RAMBO et al., 2004).

Em contrapartida, a diferença de rendimento entre os distintos grupos de maturidade relativa utilizados apresentou maiores influências na produtividade final. Desta forma, pode se dizer que o fotoperíodo possui maior influência no rendimento final do que a densidade de plantas utilizadas. As condições fotoperiódicas para a região demonstraram-se menos favoráveis para o ciclo de maturação tardio, o que pode ter colaborado no rendimento mais baixo da cultivar BMX Ícone em relação às demais.

**Tabela 8: Dados de produtividade em kg/ha-1, para cada densidade de sementeira nos diferentes grupos de maturidade relativa. Ibirubá/RS, 2018.**

Cultivar	Densidade de sementeira (sementes/m <sup>2</sup> )				Média das cultivares
	11	22	33	44	
BMX Raio (5.0)	4075,64 Aa	3261,04 ABb	3440,39 ABab	3449,09 Aab	3556,54
BMX Elite (5.5)	2972,82 BCa	3255,50 ABa	2875,18 BCa	3373,73 Aa	3119,31
BMX Lança (5.8)	3657,14 ABa	3900,47 Aa	3769,96 Aa	3239,38 Aa	3641,74
BMX Ícone (6.8)	2558,81 Da	2910,01 Ba	2589,83 Ca	2965,85 Aa	2756,13
Média das densidades	3316,10	3331,80	3168,84	3257,01	
CV (%)					19,17
Fc					2,684
Pr > Fc					0,0069

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

Fonte: o autor, 2021.

Foi observada maior variação de produtividade nas diferentes densidades para a cultivar BMX Raio. Também para esta cultivar, foi constatada elevação da produtividade quando a população de plantas foi menor, o que pode estar relacionado à maior interceptação de radiação obtida e maior índice de ramificações.

Conforme constatado por Lunkes et al. (2020), o rendimento de grãos com a utilização de menores densidades de sementeira apresenta-se próximo à quando utilizadas altas

densidades, podendo estar relacionado a compensação da planta por meio da sua adaptação às condições ambientais e de manejo populacional através de modificações na morfologia das plantas e dos componentes de produção.

Analisando as produtividades obtidas no trabalho de acordo com a Tabela 8, pode ser observado que a cultivar BMX Raio, de grupo de maturidade relativa mais baixo apresentou boas produtividades quando comparadas às médias nacionais e estaduais do cultivo (Tabela 9), apresentando até mesmo valores superiores às médias registradas, fato que demonstra a maior adaptabilidade de cultivares de menor GMR para a região.

Em contrapartida, a cultivar BMX Ícone de maior grupo de maturidade relativa da pesquisa, apresentou as menores produtividades para todas as densidades de semeadura estudadas. Em nenhuma das densidades utilizadas para esta cultivar observou-se rendimentos médios próximos aos das médias nacional e estadual, evidenciando o impacto da escolha do grupo de maturidade relativa adequado no rendimento final de grãos de soja.

**Tabela 9: Dados de produtividade média nacional e estadual em kg/ha -1, para diferentes safras agrícolas de soja.**

Safra agrícola	Média nacional (kg/ha -1)	Média estadual (kg/ha -1)
2017/2018	3.393,39	3.263,71
2018/2019	3.206,32	3.183,49
2019/2020	3.378,94	2.920,32
2020/2021	3.529,61	3.477,33

Fonte: CONAB - Portal de informações agropecuárias, 2021.

Conforme pode ser observado na Tabela 8 que os resultados mais elevados de produtividade foram obtidos para as cultivares BMX Raio e BMX Lança. Levando em consideração a produtividade média de outras safras agrícolas (Tabela 8), incluindo a safra estadual de 2019/2020 que sofreu com períodos de estiagem e que reduziu a produtividade de grãos da cultura devido ao déficit hídrico, pode-se perceber que os rendimentos obtidos dentro do período experimental do trabalho foram satisfatórios, ocorrendo até mesmo maiores produtividades quando comparadas às demais safras.

#### 4.6. PESO DE MIL GRÃOS

As precipitações registradas no trabalho (Figura 12) possibilitaram o adequado enchimento de grãos, uma vez que o período de cultivo apresentou um bom acúmulo de precipitação, e portanto, a demanda hídrica, que caracteriza-se como a principal limitação à



expressão do potencial de rendimento (FARIAS et. al., 2007) foi contemplada com as precipitações ao longo do trabalho, destacando-se como um fator não limitante para os resultados obtidos de peso de mil grãos. O peso de mil sementes fornecidos pela detentora Brasmax para as cultivares utilizadas no trabalho estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10: Dados de peso de mil sementes em gramas para as diferentes cultivares.**

Cultivar	Peso de mil sementes (g)
BMX Raio	201,00
BMX Elite	169,00
BMX Lança	177,00
BMX Ícone	185,00

Fonte: Brasmax genética, 2018.

Analisando a característica produtiva de peso de mil grãos, observou-se que houve diferença estatisticamente significativa para a interação entre as épocas de semeadura e cultivares utilizados. A terceira época de semeadura apresentou valores abaixo do peso de mil grãos para ambas as cultivares, comparados aos valores de referências fornecidos pela detentora. Também foram observados valores abaixo da referência para as cultivares BMX Ícone e BMX Raio.

Destacaram-se com maiores valores de peso de mil grãos as cultivares BMX Elite e BMX Raio na época de cultivo de outubro e novembro. O maior valor encontrado para este caractere produtivo foi obtido para a época de outubro, para a cultivar BMX Elite (Tabela 11).

**Tabela 11: Dados do peso de mil grãos (g), para cada grupo de maturidade relativa nas diferentes datas de semeadura. Ibirubá/RS, 2018.**

Época	Cultivar				Médias das épocas
	BMX Raio (5.0)	BMX Elite (5.5)	BMX Lança (5.8)	BMX Ícone (6.8)	
8/10	183,32 Ab	221,37 Aa	198,40 Ab	179,97 Ab	195,77
13/11	187,46 Aab	200,43 Aa	180,90 Aab	170,62 Ab	184,85
24/12	173,95 Aa	144,26 Bb	154,38 Bab	137,31 Bb	152,48
Média das cultivares	181,58	188,69	177,90	162,63	
CV (%)	13,08				
Fc	4,772				
Pr > Fc	0,0002				

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

Fonte: o autor, 2021

A cultivar BMX Ícone apresentou o menor peso de grãos. Isto pode ser explicado devido ao seu alto grupo de maturidade relativa, que pode ter influenciado pelo atraso do período

reprodutivo frente à baixa adaptabilidade fotoperiódica na região.

Segundo Sedyama et. al (1972), quando uma cultivar desenvolvida para dada região é submetida a cultivo em regiões com menor latitude ou tem sua semeadura retardada, podem ocorrer modificações morfológicas das plantas e com isso a possível diminuição de produtividade da cultura. O posicionamento inadequado de cultivares de acordo com sua exigência fotoperiódica pode afetar a taxa fotossintética da planta, sua produção de energia (glicose) e conseqüentemente sua capacidade produtiva.

A época de outubro apresentou o maior peso de mil grãos, com exceção da cultivar BMX Raio. Esta não foi a época que apresentou maiores precipitações ao longo da pesquisa, todavia, como já pôde ser observado para o número de legumes, o maior peso de mil grãos pode ter sido obtido pela maior adaptabilidade das cultivares ao fotoperíodo nesta época de cultivo.

Pode ser observado que a época de dezembro apresentou o menor peso de mil grãos quando comparada às demais épocas. Desta forma, a semeadura tardia para os grupos de maturidade relativa estudados para esta região evidencia que esta época de cultivo não apresenta boa adaptabilidade para estes materiais, possivelmente por conta do comportamento negativo frente à resposta periódica nesta época.

## **5. CONCLUSÃO**

Observou-se impacto significativo para a variação de densidade de semeadura e época de semeadura para a microregião de Ibirubá. A variação dos diferentes grupos de maturidade relativa utilizados também ocasionou diferenças morfológicas e de produtividade. Grupos de maturidade relativa mais baixos demonstraram-se mais aptos para a região de cultivo.

Para o mês de outubro, recomenda-se, com base nos melhores rendimentos para a região, a semeadura da cultivar BMX Lança. Para épocas de semeadura de novembro nesta microregião agrícola, as cultivares BMX Raio e BMX Raio são recomendadas por conta das suas maiores produtividades obtidas. Conseqüentemente, na época mais tardia de dezembro, a cultivar BMX Raio é a mais indicada para esta época de cultivo.

As diferenças de densidade de semeadura apresentaram variação na produtividade de grãos para a região somente para a cultivar BMX Raio, demonstrando que as demais cultivares trabalhadas apresentam uma maior adaptação as variações de densidade por conta do comportamento de mudanças morfológicas. A soja apresenta alta plasticidade, de forma com que o aumento de espaço entre plantas pode proporcionar o maior número de legumes, compensando o baixo número de plantas por metro linear.

O zoneamento climático demonstrou-se como uma ferramenta fundamental de seleção de cultivares para a região. A antecipação de semeadura, também como a utilização de grupos de maturidade relativa mais baixos e precoces pode se tornar viável.

Dentre as populações recomendadas pela detentora, estas variaram dentro de 180 a 330 mil plantas finais por hectare levando em consideração todas as cultivares analisadas. Dentro desta perspectiva, a variação da menor população de 111 mil plantas e o aumento para 444 mil plantas não influenciou grandes variações dentro do rendimento da cultura. Desta forma, pode ser viável a utilização de menores densidades de semeadura de maneira a otimizar a ramificação e produção de legumes nas plantas sem ter de utilizar maiores quantidades de sementes para o cultivo, tendo em vista o custo benefício do produtor.

Destaca-se a importância da adequação dos materiais vegetais de acordo com o grupo de maturidade relativa, além da seleção de época de semeadura baseada em históricos satisfatórios de precipitações ao longo dos anos, dos quais podem proporcionar maior capacidade de desenvolvimento de plantas e conseqüentemente melhor rendimento na lavoura. A adaptação dos materiais vegetais na região de cultivo foi afetada principalmente pelo fotoperíodo, fator este que está relacionado aos índices de radiação e comprimento do dia de acordo com a época de semeadura.

## 6. REFERÊNCIAS

ALLIPRANDINI, L. F. et al. Understanding soybean maturity groups in brazil:environment, cultivar classification and stability. **Crop Science, Madison, v.49, p.801-808, 2009.**

AMARAL, T.; FONSECA, A. B.; DA COSTA, B. M.; MESQUITA, I. S. B.; MARTINS, C. L. **Crescimento e desenvolvimento da soja de crescimento indeterminado em diferentes densidades populacionais.** III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2018.

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.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOL, L. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte.** Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

ASSAD, E. D.; MARIN, F. R.; PINTO, H. S. P.; JÚNIOR, J. Z. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos do Brasil: base teórica, pesquisa e desenvolvimento.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.29, n.246. p. 47-60, set./out. 2008.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; HIRAKURI, M. H.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R. H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016).** Embrapa Soja-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2017.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCÓPIO, S. de O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. **Densidade de plantas na cultura da soja.** Embrapa Soja, Londrina-PR, p. 36, 2015.

BALL, R.A.; PURCELL, L.C.; VORIES, E.D. **Optimizing soybean plant population for a short-season production system in the southern USA.** Crop Science, Madison, v.40, p.757-764, 2000.

BEXAIRA, K. P.; STRECK, N. A.; ZANON, A. J.; ROCHA, T. S. M. da; RICHTER, G. L., SILVA, M. R. da; TAGLIAPIETRA, E. L.; WEBER, P. S.; DUARTE JUNIOR, A. J.; CERA, J. C.; RIBAS, G. G.; UHRY JUNIOR, D.F.; MEUS, L.D.; ALVES, A.F.; BALEST, D. **Grupo de maturidade relativa: Variação no ciclo de desenvolvimento da soja em função da época de semeadura.** Anais do VIII Congresso Brasileiro de Soja. Goiânia – GO, Brasil. 2018.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento agrícola de risco climático.**(2017). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscosseguro/riscoagropecuario/zoneamento-agricola>> Acesso em: 17/12/2020.

CARNEIRO, G. E. S.; PÍPOLO, A. E.; DE MELO, C. L. P.; DE LIMA, D.; FOLONI, J. S. S.; MIRANDA, L. C.; PETEK, M. R.; BORGES, R. S.; GOMIDE, F. B.; DALBOSCO, M.;

DENGLER, R. U. **Cultivares de Soja – Macroregiões 1, 2 e 3 – Centro-Sul do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2014, 32p.

CARPENTER, A. C.; BOARD, J. E. **Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations**. *Crop Science*, Madison, v. 37, n. 5, p. 1520- 1526, 1997.

CHAVES, L. J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.675-712.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Grãos Setembro 2019 – Resumo**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> > Acesso em 21/12/2020.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Grãos Fevereiro 2020 – Resumo**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> > Acesso em 21/12/2020.

DE ASSIS, R. T.; ZINELI, V. P., DA SILVA, R. E., DA COSTA, W. C. A., OLIVATO, I. **Arranjo espacial de plantas na cultura da soja**. Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH) – Araxá – MG, maio. 2014.

DECICINO, T. MONSOY. **Importância do posicionamento de cultivares de soja para o sucesso da cultura**. 2016. Disponível em: [https://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/job\\_02\\_97\\_informativos\\_tecnicos4\\_ano4\\_n9\\_ok\\_atualizado\\_ok.pdf](https://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/job_02_97_informativos_tecnicos4_ano4_n9_ok_atualizado_ok.pdf) Acesso em 10/02/2021.

DELOUCHE, J. C. **Seed maturation**. In: HANDBOOK of seed technology. Mississippi: Mississippi State University, 2002.

DOS SANTOS, W. G.; MARTINS, J. I. F. **O Zoneamento Agrícola de Risco Climático e sua contribuição à agricultura brasileira**. *Revista de Política Agrícola*, ano XXV – nº 3 – Jul./Ago./ Set. 2016. 22p.

ENDRES, V. C. **Espaçamento, densidade e época de semeadura**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). *Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso*. Dourados, 1996. p. 82-85. (Circular Técnica, 3).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EMBRAPA a – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>> Acesso em 21/12/2020.

EMBRAPA b – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História da Soja**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>> Acesso em 16/01/2021.

EMBRAPA c – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agrícola de risco climático: instrumento de gestão de risco utilizado pelo seguro agrícola no Brasil**. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento\\_agricola\\_000fl7v6vox02wyiv80isprruh04mek.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento_agricola_000fl7v6vox02wyiv80isprruh04mek.pdf)> Acesso em 23/01/2021.

EMBRAPA SOJA. **Sistemas de produção: tecnologias de produção de soja**. 1ª ed., Londrina, 347p., 2020.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. E.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007, 10p. Embrapa Soja. Circular Técnica 48.

FELICETI, M. L. **Desempenho de sementes de genótipos de soja com grupos de maturação contrastantes em função da época de semeadura**. UTFPR, 2019. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR. 68p.

FEHR, W.R., CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80).

FIETZ, C. R.; RANGEL, M. A. S. **Época de semeadura da soja para a região de Dourados – MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.4, p. 666-672, out./dez. 2008.

FONTANA, E. **Rendimento de grãos de cultivares de soja em diferentes formas de semeadura e densidade de plantas**. UPF, 2016. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Área de concentração em Produção Vegetal. 72p.

GARCIA, A. **Época de semeadura**. Embrapa Soja. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fv6nbpq002wx5eo0c9slrah3apwqs.html#:~:text=A%20%C3%A9poca%20de%20semeadura%20indicada,outubro%20a%20final%20de%20novembro.>>. Acesso em: 18 jan. 2021.

GARCIA, A.; PÍPOLO, A. E.; LOPES, I. O. N.; PORTUGAL, F. A. F. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Londrina: Embrapa Soja, 2007, 12p. Embrapa Soja. Circular Técnica 51.

GARCIA, A. **Manejo da cultura da soja para alta produtividade**. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fealq, 1992. p. 213-235.

GAZOLA, E.; LEMOS, L. B.; FARINELLI, R.; CAVARIANI, C. **Comportamento de cultivares de soja em função de épocas de semeadura**. Brazilian journal of agriculture-Revista de Agricultura, v. 85, n. 3, p. 227-236, 2016.

GRIESHOP, Christine. M.; FAHEY JR., George. C. **Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and the United States**. J. Agric. Food Chem., v. 49, n. 5, p. 2669-2673, 2001.

GUIMARAES, F. de S. et al. **Cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG**. Ciência e Agrotecnologia. 2008, v. 32, n. 4, pp. 1099-1106.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>> Acesso em: 01/02/2021.

JORNAL DIA DE CAMPO. **Manejo da Soja**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=22901&secao=Manejo>>. Acesso em: 18 jan. 2021.

JÚNIOR, L. A. C. **Uso de ferramentas de geoprocessamento para obtenção de mapas de recomendação de cultivares para a macrorregião sojícola 3 do Brasil**. UFGO, 2013. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Goiânia, GO, 2013. 101p.

KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja-terceira Aproximação**. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2012.

KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. **The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars**. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., p. 994-1000, 1989.

LUDWIG, M.P.; DUTRA, L. M. C.; FILHO, O. A. L.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. **Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready™**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 58, n.3, p. 305-313, mai/jun, 2011.

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

LUNKES, R. H. R.; DALPOSSO, M. A.; MULLER, A. L.; MENEZES, R. V.; CERUTTI, G. K. **Resposta de três cultivares de soja sob diferentes densidades populacionais**. Agricultura Em Foco - Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais - Volume 3, 2020.

MANDARINO, J. M. G.; **Composição química média da soja e valor nutricional das suas proteínas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Composi%C3%A7%C3%A3o+q%C3%ADmica+m%C3%A9dia+e+valor+nutricional+dos+gr%C3%A3os+de+soja.pdf/60519771-341d-19ee-6e85-1e62073166b2>> Acesso em 21/12/2020.

MANDARINO, J. M. G. **Origem e história da soja no Brasil**. Blog da Embrapa Soja. abr. 2017. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>> Acesso em: 16/01/2021.

MARCHIORI, L. F. S. **Desempenho vegetativo e produtivo de três cultivares de soja em cinco densidades populacionais nas épocas normal e safrinha**. Piracicaba, 1998. 55p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C.P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. **Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja**. Scientia Agricola, Piracicaba-SP, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. **Influência da densidade de**

**semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja.** Revista Agrarian, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agronômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **ZARC – Zoneamento Agrícola de Risco Climático.** Disponível em: <<https://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>>. Acesso em: 16 set. 2021.

MONSANTO, A. P. **Soja: cultivares no lugar certo.** Jornal Informações Agronômicas, n. 90, 2 p., jun. 2000.

MONSOY. **A importância do posicionamento de cultivares de soja para o sucesso da cultura.** Disponível em: <[http://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/job\\_02\\_97\\_informativos\\_tecnicos4\\_ano4\\_n9\\_ok\\_atualizado\\_ok.pdf](http://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/job_02_97_informativos_tecnicos4_ano4_n9_ok_atualizado_ok.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **SOJA: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, p. 31, 2005.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantio.** 1998. 151 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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: componentes da produção e rendimento de grãos.** Scientia Agricola, Piracicaba-SP, v. 57, n. 1, 2000.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S. **Características agronômicas e rendimento de soja em diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas.** Magistra, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 77-86, 2001.

PIRES, J. L. F.; COSTA J.A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER A.R. **Efeitos de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35:1541-1547, 2000.

POPP, M. O.; KEISLING, T. C.; MCNEW, R. W.; OLIVER, L. R.; DILLON, C. R.; WALLACE, D. M. **Planting date, cultivar, and tillage system effects on dryland soybean production.** Agronomy Journal, v.94, p.81-88, 2002.

PRADO, E. E.; HIROMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; RAMALHO A. R. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. **Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja.** Revista



Agro@mbiente, Boa Vista, v.8, n.2, p.212-221, 2014.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCINELLO, G.; FERREIRA, F. G. **Rendimento de grãos de soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico.** *Scientia Agrária*, Curitiba, v.3, n. 1-2, p. 79-85, 2002.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. **Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.1, p.33-40, 2004.

REVISTA RURAL. **Determinando o indeterminado.** Disponível em: <[https://www.revistarural.com.br/Edicoes/2011/Artigos/rev165\\_indeterminado.htm](https://www.revistarural.com.br/Edicoes/2011/Artigos/rev165_indeterminado.htm)>. Acesso em: 18 jan. 2021.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R.; AVOZANI, A. **Rendimento de grãos de soja em semeadura tardia.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 26p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento Online, 66).

SEDIYAMA, T., SILVA, F. L., BORÉM, A. **Soja do plantio a colheita (2015).** Viçosa:UFV, 333p.

SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ESTEVÃO, H.H. **Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja.** *Experientiae*, v.14, n.5, p.117-141, 1972.

SILVA, M. S.; NAVES, M. M. V.; DE OLIVEIRA, R. B.; LEITE, O. DE S. M. **Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja.** *Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*, SP, 2006.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L.; XUE, A. G. **Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat.** *Crop Science*, v.47, p.36-47, 2007.

THOMAS, A. L. **Soja: tipos de crescimento da planta.** Porto Alegre: UFRGS, 2018. 59p.

TOURINO, M. C. C.; Rezende, P.M.; Salvador, N. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.37, n.8, p. 1071 – 1077, ago. 2002.

ZANON, A. J. et al. **Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades.** 1ª ed., Santa Maria, 136 p., 2018.

ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M. da; CERA, J. C.; RICHTER, G. L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M. dos; MACIEL, L. da 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, Campinas, 2015.

ZDZIARSKI, A. D. **Grupos-chave de maturidade relativa e formação de mega-ambientes para cultivo e melhoramento de soja no Brasil.** UTFPR, 2018. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2018. 115p.