

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Maryelza Wolinger Reche

Recuperação de plantas de soja após simulação de granizo

Curitibanos

2022

Maryelza Wolinger Reche

Recuperação de plantas de soja após simulação de granizo

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Agronomia do Centro de Curitibanos da Universidade
Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção
do título de Bacharel em Agronomia
Orientadora: Prof Dra. Naiara Guerra.

Curitibanos

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Reche, Maryelza
Recuperação de plantas de soja após simulação de granizo /
Maryelza Reche ; orientadora, Naiara Guerra, 2022.
38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Estudo do potencial de recuperação de
plantas de soja aos danos por simulação de granizo. I.
Guerra, Naiara. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Gaboardi km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC
TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

Maryelza Wolinger Reche

Recuperação de plantas de soja após simulação de danos por granizo

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do de Engenheiro Agrônomo e aprovado em sua forma final pelo Curso de Agronomia

Local, Curitibanos 14 de julho de 2022

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler,
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Naiara Guerra
Data: 15/07/2022 08:31:21-0300
CPF: 348.641.708-86
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a. Dra. Naiara Guerra,
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Kelen Cristina Basso
Data: 15/07/2022 13:30:56-0300
CPF: 097.664.788-56
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof^a. Dra. Kelen Cristina Basso,
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Douglas Adams Weiler
Data: 15/07/2022 08:34:49-0300
CPF: 008.111.820-10
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler,
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus avós, Rosa Reche e José Reche (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

Ao meu avô, José Reche (*in memorian*), por ter me ensinado valores que carrego comigo em todos os momentos. Minha avó, Rosa Reche por todo apoio, amor e por nunca medir esforços para a realização dos meus sonhos. Minha irmã Gabriela por todo o apoio.

Ao Vitor San Nakamura por todo apoio, carinho, dedicação, companheirismo e compreensão durante a realização deste trabalho.

Tia Cristiane e Sofia que se fizeram presentes me proporcionando tranquilidade e conforto. Julia e Priscila Reichert por todo amor e assistência sempre.

A minha psicóloga Jéssica Borges, por acompanhar minha evolução e acreditar em meus sonhos.

Às minhas amigas Camila, Bruna S., Bruna C., Karine, Raissa, Emanuelle e Laura Giorgi por serem alicerce para todas as minhas realizações.

Nicole, Carlos e Lidia que me acompanharam desde o primeiro dia de faculdade até o presente momento, foi muito bom compartilhar todos os momentos com vocês.

João Pedro Menegussi, por ser o melhor amigo que eu poderia ter, sempre com os melhores conselhos.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa em Fisiologia de Plantas Cultivadas, em especial Ana e Laura B. por todo o auxílio no desenvolvimento dessa e de outras pesquisas que agregaram muito em minha jornada acadêmica.

A Regina Pasinato por ser minha amiga, incentivadora e sempre estar presente mesmo de longe.

Ao meu orientador Prof. Dr. Samuel L. Fioreze, por toda a paciência, compreensão e todo conhecimento compartilhado.

A Prof. Dra. Naiara Guerra que em meio às adversidades me orientou com sua tranquilidade, dedicação e serenidade, o meu muito obrigada.

Às minhas colegas de faculdade que irei levar com muito carinho para a vida, Julia Ganem, Karina Goede e Sandy Dalla Rosa.

Agradecimento especial aos professores e servidores da Universidade Federal de Santa Catarina.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais culturas agrícolas em razão do seu potencial de produção e composição química que lhe proporcionam diversas utilidades e aplicações. Intempéries climáticas, como o granizo, podem levar à perda parcial ou total de produção, trazendo danos irreversíveis à cultura da soja. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar o potencial de recuperação de plantas de soja aos danos simulados de granizo no período vegetativo inicial. Para a realização do experimento foram utilizadas duas cultivares de soja, BMX Zeus e ST 591 Xtend, como primeiro fator de estudo, e para segundo fator as plantas de soja foram submetidas a danos simulados de granizo nos estágios V1 ou em V2. Seis formas de dano por granizo foram simuladas, divididas em duas intensidades. A intensidade 1 foi simulada pela remoção das folhas unifolioladas e do primeiro trifólio quando as plantas estavam em estágio V1, e a remoção do segundo trifólio quando em V2. Além da retirada do nó vegetativo de 50% das plantas, mantendo as estruturas nos outros 50%. A segunda intensidade foi simulada pela remoção do primeiro e segundo trifólio, mantendo-se o nó vegetativo, em 50% das plantas da parcela e retirada de todas as estruturas vegetativas acima do nó do cotilédone no restante das plantas. O número de ramificações, nós vegetativos e altura das plantas foram avaliados nos estágios R1 (início do florescimento) e R6 (grão verde ou vagem cheia) e ao final do ciclo da cultura foram estudados os componentes de rendimento (número de vagens, número de grãos e massa de grãos por planta) e componentes de produção da soja, sendo eles (i) altura de inserção da primeira vagem, (ii) número de vagens por planta, (iii) massa de 100 grãos e produtividade da parcela útil. Concluiu-se que a indução de estresse causado por danos simulados de granizo nos estágios iniciais do desenvolvimento vegetativo afeta significativamente o crescimento e a produtividade da cultura da soja, independentemente da cultivar utilizada. A redução do crescimento e da produtividade de grãos é independente do estágio (V1 e V2) e da intensidade do estresse provocado às plantas.

Palavras-chave: Estádios. Produtividade. Eventos Climáticos. Cultivar. Recuperação.

ABSTRACT

Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] is an herbaceous plant and one of the main agricultural crops, thanks to its potential of agricultural production and chemical composition that provide numerous applications and utilities for this type of grain. This crop has the influence of climatic events, such as the occurrence of hailing events. This type of climatic event may lead to partial or total loss of production, creating irreversible damage to a soybean crop. Therefore, the goal of this paper is to study the recovery potential in soybean plants when exposed to simulated damage caused by hailing in the initial vegetative stage. In order to develop the experiment, two varieties of soybean were used: BMX Zeus and 591 Xtend. These varieties were assumed to be the first study factor. As the second study factor, the plants were exposed to simulated damage caused by hailing in V1 or V2 stages. Six types of simulated hailing damage were used: (i) sample, (ii) plant in V1 stage with intensity 1, (iii) plant in V1 stage with intensity 2, (iv) plant in V2 stage with intensity 1, (v) plant in V2 stage with intensity 2 and (vi) V1 stage with intensity 3. Intensity 1 was simulated by considering the removal of the first trefoil in V1 stage and the removal of the second trefoil in V2 stage, as well as the unifoliate leaves. In addition, the vegetative node was removed in 50% of the plants from the portion, being the structure kept in the other half. Intensity 2 was simulated by considering the removal of the first and second trefoil, keeping the vegetative node in 50% of the plants in the portion and removing the totality of vegetative structures above the cotyledon node in the rest. Intensity 3 was simulated by considering the total removal of vegetative structures above the cotyledon node. The study evaluated the amount of ramifications, vegetative nodes and plant height during stages R1 (flowering start) and R6 (green grain or full pod). By the end of the crop cycle, both income components (amount of pods, amount of grains and grain mass per plant) and production components (insertion height for the first pod, amount of pods per plant, mass of 100 grains and productivity from the usable portion). It was possible to conclude that the stress induction, caused by the simulated hailing damage in the initial development stages, affects significantly the growth and productivity of the soybean crop, independently of the soybean variety used. The growth reduction and grain productivity do not depend on the stage (V1 or V2) and on the stress induced to the plants.

Keywords: Stages. Productivity. Climatic events. Crop. Recovery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados de precipitação ao longo da condução do experimento. Curitiba, SC, 2022.....	21
Figura 2. Dados de temperaturas máximas e mínimas ao longo da condução do experimento. Curitiba, SC, 2022.....	22
Figura 3. Demonstração dos danos por granizo simulado. Curitiba, SC, 2022.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das formas de danos simulados por granizo aplicadas à cultivares de soja, Curitiba, SC, 2022.....	22
Tabela 2. Resumo da análise de variância (valores de probabilidade do teste F), para os parâmetros de rendimento e os componentes da produção e produtividade de grãos de cultivares de soja submetidas à danos simulados de granizo, Curitiba, SC, 2022	26
Tabela 3. Resumo da análise de variância (valores de probabilidade do teste F), para os parâmetros biométricos de cultivares de soja submetidas à danos simulados de granizo, Curitiba, SC, 2022.....	28
Tabela 4. Desdobramento da interação entre cultivares de soja e danos simulados por granizo para altura de inserção da primeira vagem (AI) e massa de cem grãos (M100), Curitiba, SC, 2022.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NR - Número de ramificações

NN - Número de nós

AP - Altura da planta

AI - Altura de inserção da primeira vagem

NVP - Número de vagens por planta

NGP - Número de grãos por planta

NGV - Número de grãos por vagem

MGP - Massa de grãos por planta

M100 - Massa de 100 grãos

PROD - Produtividade da parcela útil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	A CULTURA DA SOJA	16
2.2	DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA	16
2.3	DANOS POR GRANIZO NA CULTURA DA SOJA	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	21
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.3	IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	23
3.4	AVALIAÇÕES.....	24
3.4.1	Avaliação morfológica	24
3.4.2	Componentes de rendimento e produção	24
3.5	ANÁLISE DE DADOS	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas agrícolas mundiais devido ao seu potencial de produção e composição química que lhe confere uma gama de utilidades e aplicações, sendo consumida por homens e animais (MAUAD *et al.*, 2010). A expansão da cultura intensificou-se na década de 1970, devido à ampliação da indústria do óleo e a demanda da exportação do grão (APROSOJA, 2021).

Dentre todas as culturas agrícolas, a soja foi a que apresentou maior desenvolvimento no Brasil nas últimas décadas. A produtividade média registrada na safra 2021/22 alcançou 3.026 kg ha⁻¹, contando com aproximadamente 41 milhões de hectáres e produção de 123.829,5 mil toneladas (CONAB, 2022). O Brasil foi o maior produtor e exportador mundial de soja na safra 2021/22, com um aumento de 3,65% acima do ano anterior (USDA, 2022.)

A produtividade da soja é definida com base em várias características, sendo as principais oriundas da interação entre planta, ambiente de produção, manejo e época de semeadura (MAUAD *et al.*, 2010), as quais resultam em efeitos sobre o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e o peso médio dos grãos (FAGERIA *et al.*, 2006). Além desses, a genética da cultivar e fatores ambientais como a disponibilidade de nutrientes e água, temperatura e radiação solar afetam a produtividade (SCHOU *et al.*, 1978). Dentre todos os fatores, nenhum fator cultural isolado influencia tanto as características agrônômicas da soja quanto a época de semeadura (ROCHA *et al.*, 1984; MARCOS FILHO, 1986; BHÉRING *et al.*, 1991).

As culturas agrícolas também são diretamente influenciadas pelos eventos climáticos, sendo fundamentais para uma produção adequada. Condições adversas como chuvas, ventos fortes, geadas, secas, temporais e granizo podem dizimar as lavouras (EMBRAPA, 2014). O granizo pode provocar danos irreversíveis, dependendo do tamanho das pedras de gelo, densidade por área, velocidade das pedras e duração do evento (MOTA, 1981).

Segundo De Lima e Alves (2008), a agricultura no Sul do Brasil é afetada devido aos eventos climáticos extremos que influenciam na produtividade e no manejo das culturas. A posição latitudinal da região Sul, ao sul do Trópico de Capricórnio, posiciona a região à uma área climática de transição, sujeita às alterações dos sistemas de circulação atmosféricos durante o ano (SARTORI, 2003).

Na cultura da soja os principais danos por granizo ocorrem nas folhas, hastes, ápice de crescimento, provocando uma redução da área foliar, que pode acarretar à morte das plantas.

Além disso, reduzem a habilidade das plantas na competição com plantas daninhas, especialmente em danos precoces de perdas de estande das plantas (KLEIN; SHAPIRO, 2011). Portanto, estimar os danos causados pela queda de granizo e o potencial de recuperação das plantas é fundamental para que se possa definir estratégias de manejo adequadas para minimizar os danos às plantas atingidas e reduzir significativamente prejuízo aos produtores.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar o potencial de recuperação de plantas de soja aos danos simulados de granizo no período vegetativo inicial.

1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar se o potencial de recuperação de plantas de soja varia em função do estágio de desenvolvimento da ocorrência do granizo simulado;

Determinar se a cultivar interfere no potencial de recuperação de plantas de soja em função de danos por granizo simulado.

1.2 JUSTIFICATIVA

Principal oleaginosa cultivada no mundo, a soja é matéria-prima para derivados como farelo e óleo, além de movimentar diversos setores econômicos que vão desde empresas de pesquisa a produtores rurais, cooperativas agroindustriais, usinas de biodiesel (EMBRAPA, 2014). No Brasil a soja representa o maior complexo agroindustrial que agrupa diversas empresas (ABRASEM, 2014; SINDIVEG, 2014).

Existe um crescimento significativo nas atividades antrópicas que alteram o clima no planeta (CHAKRABORTY, 2001). O desenvolvimento intenso gera um aumento nas mudanças climáticas, as quais afetam diretamente a produtividade das culturas agrícolas, o zoneamento e as técnicas de manejo (EPA, 1989).

A queda de granizo na cultura da soja pode levar à perda parcial ou total da produção, trazendo danos irreversíveis à cultura. A intensidade desses danos dependerá principalmente do

estágio fenológico da cultura e das características da cultivar. Além disso, ocorre a perda de estande e da área foliar e, ocasionalmente, reduz a habilidade das plantas em competir com plantas daninhas.

Em síntese, conhecendo o potencial de recuperação das plantas atingidas é possível evitar o replantio e diminuir custos financeiros aos produtores.

A importância de estudar os danos do granizo na cultura da soja vai desde prejuízos financeiros a decisões técnicas. Ademais, permite o conhecimento da variabilidade genética das cultivares de soja para suportar os danos com menor perda possível e desenvolver técnicas de manejo que auxiliem os produtores a tomar decisões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta que possui como características porte ereto, sendo uma planta herbácea anual, possui folhas alternas compostas por três folíolos. Pertencente à classe das dicotiledôneas e à família Fabaceae, possuindo como centro de origem a região leste da China (SHIBLES *et al.*, 1975), sendo a espécie cultivada a *Glycine max* (L.) Merril. O seu sistema radicular é formado por uma raiz principal pivotante, com ramificações ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. As flores são de fecundação autógama de cor branca ou roxa. Seus frutos são legumes levemente arqueados podendo conter de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de tegumento pálido (SEDIYAMA *et al.*, 2005).

Sendo considerada a principal *commodity* agrícola mundial atualmente, a soja teve sua introdução no Brasil em 1882 na Bahia, seguido do estado de São Paulo no ano de 1892 (ALAMBERT, 2010). O primeiro registro do cultivo de soja no Sul do Brasil foi em 1900 no estado de Rio Grande Do Sul, pois as características edafoclimáticas da região se demonstraram favoráveis ao desenvolvimento da cultura (EMBRAPA, 2003).

A produção da safra 2020/2021 do Brasil representou 37% da produção mundial, os Estados Unidos foram responsáveis por 31% da produção (USDA, 2021). O Brasil responde hoje por 50% do comércio mundial de soja. Em relação à safra 2021/22, a área brasileira apresentou um incremento em torno de 4,3% na área plantada, contou com aproximadamente 42 milhões de hectares de área colhida, frente aos Estados Unidos com 36,46 milhões de hectares e Argentina com 17 milhões de hectares (INDEX MUNDI, 2022).

2.2 DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA

São diversos os fatores que influenciam no desenvolvimento inicial da soja para um bom estabelecimento da cultura, dentre eles está a utilização de sementes de alta qualidade e com cultivares melhoradas, com tecnologias avançadas e um ótimo controle de qualidade (DE BARROS, 2016). A umidade do solo, temperatura e oxigênio disponíveis são fatores limitantes à fase de estabelecimento, que influenciará em como a planta será em produtividade. Temperaturas baixas e déficit hídrico por exemplo, podem retardar e até mesmo interromper o desenvolvimento dos nódulos e das folhas, o que irá diminuir o tempo necessário para atingir o

fechamento total do dossel (PURCELL, 2014). O crescimento, desenvolvimento e o rendimento dos grãos de soja são o resultado da interação entre cultivar e fatores do meio. Sensibilidade ao fotoperíodo e a temperatura são exemplos de fatores que induzem o florescimento, assim, esses irão determinar o crescimento e se todos os nós da planta passarão a gerar flores quando houver o estímulo floral. Sendo assim, para o crescimento satisfatório do número de nós são necessários estímulos ambientais (MUNDSTOCK, 2005).

Outro fator que influencia a produtividade da soja é a luz, desde a sua fotossíntese até o florescimento, pois a cultura possui resposta fotoperiódica a dias curtos (FARIAS, 2007). O fotoperíodo da soja induz a mesma apresentar sensibilidade à variação da latitude, além de ser influenciada por fatores ambientais como temperatura, precipitação, umidade e época de semeadura (MOTTA *et al.*, 2000). Além desses fatores, as cultivares de soja podem levar de 70 a 200 dias para completar seu ciclo, o que vai depender das características da mesma e do ambiente. Assim, para servir como ferramenta e auxiliar técnicos e produtores a entenderem os processos de desenvolvimento da soja de forma mais simples, Fehr e Caviness (1977) propuseram uma escala fenológica que divide os estágios de desenvolvimento de soja em vegetativos e reprodutivos. Os estágios vegetativos que se sucedem após a emergência (VE) e são contabilizados com base no último nó superior da haste com uma folha completamente desenvolvida, já a fase reprodutiva engloba o período do início da floração à maturação dos grãos.

As características morfofisiológicas se relacionam diretamente com a produtividade da planta de soja, pois os nós, comprimento e número dos ramos fazem parte da área fotossintetizante e são potenciais locais para o surgimento das flores (JUNIOR; COSTA 2002). Ademais, o número de nós é determinante nos componentes de rendimento da cultura, pois é através deste que se determinam o número de flores, conseqüentemente o número de vagens e locais potencialmente produtivos para o surgimento de flores (JIANG; EGLI, 1993).

De acordo com Leong (1980) a área foliar é extremamente importante para a produtividade de uma planta, pois é através dessa que ocorrem os processos de fotossíntese devido a interceptação da energia luminosa. Assim, a superfície foliar da planta é a base do rendimento potencial da cultura (PEREIRA *et al.*, 1997). Para Bord e Harville (1994), o desenvolvimento de gemas reprodutivas e o armazenamento de fotoassimilados dependem diretamente da interceptação luminosa e do arranjo de plantas.

A competição intraespecífica das plantas de soja determina o número de ramificações, o que faz com que os fotoassimilados sejam direcionados para o ramo principal e aumenta a

altura da planta, diminuindo conseqüentemente as ramificações laterais (MARTINS *et al.*, 1999). Assim, o número de ramificações reduz o número de nós e conseqüentemente o número de vagens (BORD; SETTIMI, 1986).

Em síntese, a perda da área foliar em plantas pode ser causada por diversos fatores, entre eles ataques de insetos, doenças, ou chuvas de granizo. A perda das estruturas no início do ciclo da soja associado à remoção da gema terminal, faz com que a planta regenere sua estrutura aérea através das gemas axilares, mediante à quebra da dominância apical (TAIZ; ZEIGER, 2012).

Outro fator importante no desenvolvimento da cultura é à densidade das plantas nas linhas e seu espaçamento entre linhas, pois a arquitetura das plantas e a aceleração do fechamento das entrelinhas decorre da melhor distribuição das plantas por área (TOURINO; RESENDE; SALVADOR, 2002). Rambo *et al.*, (2004) constataram por meio de estudos que o arranjo espacial das plantas pode influenciar positivamente no rendimento da cultura, pois, minimiza a competição intraespecífica. Ou seja, a perda de estande por fatores climáticos, faz com que o dossel das plantas diminua e conseqüentemente haja maior competição com plantas interespecíficas. Essa competição é importante, pois dependendo da densidade da cultura e da planta daninha, irão afetar a área foliar, acúmulo de massa seca e a área foliar específica. Esse estresse causado à cultura gera alterações morfofisiológicas nas plantas, refletindo diretamente na produtividade (LAMEGO *et al.*, 2005).

2.3 DANOS POR GRANIZO NA CULTURA DA SOJA

O granizo se forma em nuvens de grande desenvolvimento vertical, considerado extremamente prejudicial à agricultura por causar danos físicos a parte aérea das plantas (LUCAS *et al.*, 2012). O tamanho das pedras de granizo, densidade da chuva, a velocidade do vento e a fase de desenvolvimento da cultura irá interferir diretamente no nível dos danos do granizo às culturas agrícolas (MOTA, 1981).

Os principais impactos do granizo são o acamamento e a quebra de ramos, laceração de folhas e desfolhamento. Os danos por granizos danificam as folhas, ramos, flores e vagens, reduzindo drasticamente a área foliar em um momento do ciclo. Todavia, após os danos a planta tende a retomar seu crescimento normal (KALTON; WEBER; ELDREDGE, 1949). Esses impactos geram redução da área fotossintética ativa da planta, diminuição ou rompimento da circulação da seiva e criação de ambiente propício ao ataque de pragas e doenças

(WESTPHALEN, 1976). Segundo Cunha *et al.*, (2001), cerca de 1% da produção agrícola mundial é perdida por danos de granizo.

O granizo é considerado um dos estresses mais prejudiciais à cultura da soja, levando a lesões desde folhas arrancadas e desfiadas até corte de botões florais e abertura de vagens. A retirada de porções da folha e caules manualmente com o auxílio de tesouras pode simular os danos da desfolha por granizo, tendo uma grande precisão. Outro método é o de trituração ou batimento, onde são utilizados equipamentos com vários ganchos de arame (KALTON; WEBER; ELDREDGE, 1949).

O estresse nas plantas induz mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do vegetal, sendo um fator externo que interage com a produção agrícola (CASTRO, 1994). O estresse é um fator externo que traz uma desvantagem a produtividade da planta, esses podem ser classificados de natureza biótica ou abiótica (TAIZ; ZAGER, 2004). A capacidade da planta resistir ao estresse é feita através de mecanismos de tolerância ou escape, que envolvem reduzida atividade metabólica, levando a um estado de dormência (OSMOND, 1987; BRAY *et al.*, 2000; CAMARA; WILLADINO, 2005). As plantas que estiverem em estágios vegetativos possuem maior capacidade de recuperação, já as que estão em início da formação de vagens até o início da formação de grãos tendem a possuir maior redução de produtividade (GLIER *et al.*, 2015).

O estágio fisiológico em que a planta se encontra no momento da perda foliar causada pelo granizo irá induzir o tamanho da tolerância que a mesma terá. A soja possui característica de recuperação desde que a intensidade da desfolha não seja alta e a planta consiga manter sua taxa de fotossíntese para produção de energia (TAIZ; ZAGER, 2004). Para Bueno *et al.*, (2010) se, após a ocorrência dos danos, as plantas de soja possuírem área foliar para a realização da fotossíntese, a produtividade não será afetada. Cultivares que apresentam maior ciclo da semeadura até a colheita tendem a possuir maior probabilidade de recuperação, sendo que a perda será consideravelmente maior apenas em desfolhas com 75% da área foliar total.

Leon *et al.* (2018) constataram que o número de nós afeta o número de locais de floração em potencial e o número de vagens, e a combinação de comprimentos de entrenós e números de entrenós afetam a resistência a quebra do caule principal. Já Amarante *et al.*, (1995) constataram que quando há remoção dos cotilédones no estágio inicial de desenvolvimento da planta ocasionalmente podem ocorrer reduções significativas no crescimento da planta. De acordo com os autores, os cotilédones são responsáveis por iniciar a taxa de expansão e produção de clorofila na planta. Entretanto, quando os cotilédones são destruídos mais

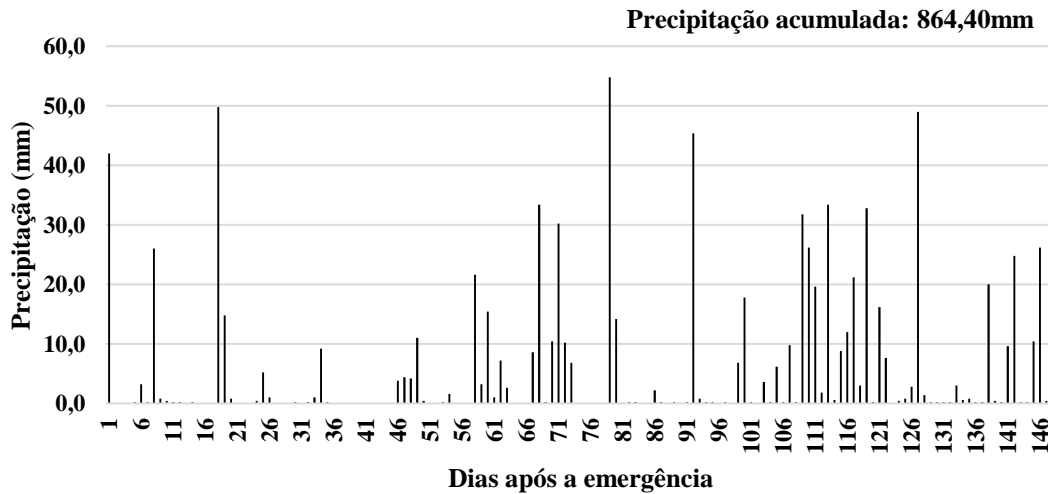
tardiamente a redução de crescimento não ocorre, muito provavelmente porque nesse estágio de desenvolvimento as plantas já possuem capacidade fotossintética adequada para suprir a perda dos cotilédones. Portanto, injúrias causadas no início do desenvolvimento da cultura podem e irão afetar o rendimento dos grãos da cultura. A região vascular da planta da soja é extremamente importante, pois é através dessa que os vasos conectam o eixo embrionário dos cotilédones, transportando materiais de reserva dos cotilédones à plântula em desenvolvimento nas fases de germinação e emergência, ou seja, se a região for afetada o vigor da planta poderá ser comprometido (EMBRAPA, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

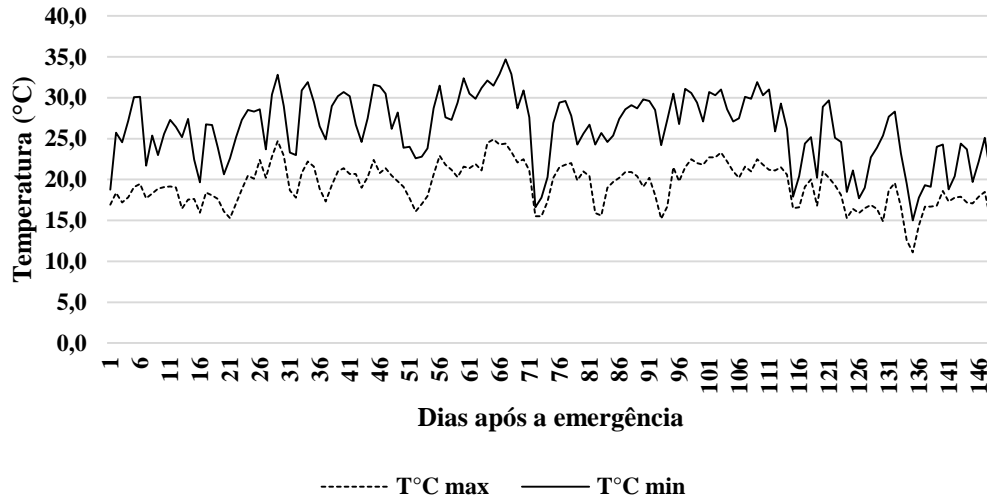
O estudo foi realizado em condições de campo na Área Experimental Agropecuária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Curitibanos - Santa Catarina, no período entre novembro de 2021 e abril de 2022. A área experimental se localiza nas coordenadas geográficas 27°16'26.55" S e 50°30'14.41" W, possui altitude média de 1000 metros em relação ao nível do mar. Segundo a classificação climática de Köppen, Curitibanos está em uma região de clima tipo Cfb - clima temperado, precipitação média anual de 1500 a 1700 mm, com verão ameno e temperaturas que variam entre 15°C e 25°C (CLIMATE-DATA, 2016). O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa (SANTOS *et al.*, 2013). As condições climáticas foram monitoradas por estação meteorológica automática que se encontra próximo ao local de realização do experimento (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Dados de precipitação ao longo da condução do experimento. Curitibanos (SC), 2022.



Fonte: Adaptado de EPAGRI/CIRAM; UFSC.

Figura 2 - Dados de temperaturas máximas e mínimas ao longo da condução do experimento. Curitiba (SC), 2022.



Fonte: Adaptado de EPAGRI/CIRAM; UFSC.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

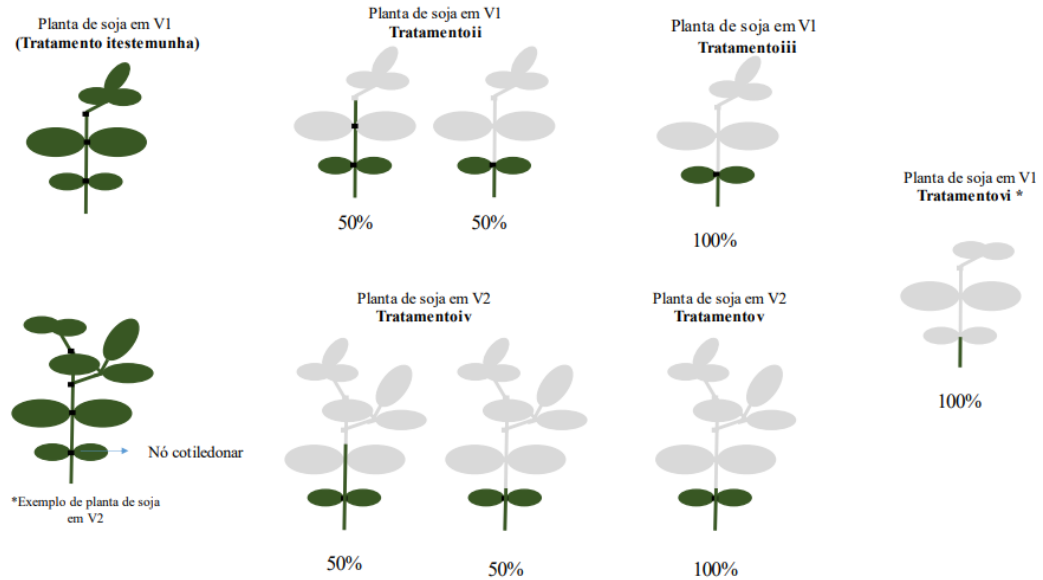
O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com esquema de parcela subdivididas. As parcelas foram compostas por duas cultivares de soja, BMX Zeus IPRO e SoyTech 591 I2X. As subparcelas foram formadas por 6 tipos de danos por granizo simulado, conforme descrito na Tabela 1 e ilustrado na Figura 3.

Tabela 1 - Descrição das formas de danos simulados por granizo aplicadas à cultivares de soja. Curitiba (SC), 2021.

Tratamento	Estádio ¹	Intensidade
T1		Testemunha
T2	V1	50% de plantas com 1º trifólio e folhas unifolioladas removidos 50% de plantas cortadas acima do nó cotiledonar
T3	V1	100% de plantas cortadas acima do nó cotiledonar
T4	V2	50% de plantas com 1º, 2º trifólio e folhas unifolioladas removidos 50% de plantas cortadas acima do nó cotiledonar
T5	V2	100% de plantas cortadas acima do nó cotiledonar
T6	V1	100% de plantas cortadas abaixo do nó cotiledonar

¹FEHR; CAVINESS, 1977

Figura 3 - Demonstração dos danos por granizo simulado



Fonte: A autora.

As parcelas constituíam-se por 5 linhas de semeadura, espaçadas em 0,40 m entre si e com 2 m de comprimento. A parcela útil possuía 2,4 m², composta pelas três linhas centrais de 2,0 m, com um total de 48 unidades experimentais.

3.3 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi implantado em sistema de semeadura direta, tendo o azevém (*Lolium multiflorum*) como cultura antecessora. A implantação foi realizada de maneira mecanizada através de um trator John Deere, modelo 5085E e semeadora-adubadora Vence Tudo, modelo AS 11500 disponíveis na Área Experimental Agropecuária. Devido as condições de fertilidade do local de implantação foi realizada a adubação de base com 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado 00-18-18 (N-P-K). A inoculação de sementes foi realizada com inoculante líquido no momento anterior a semeadura. O produto é composto das cepas SEMIA 5079 e SEMIA 5080, da bactéria fixadora de nitrogênio *Bradyrhizobium japonicum*. A semeadura ocorreu no mês de novembro com auxílio da semeadora. A densidade foi de 25 sementes por metro e após o desbaste foram mantidas 12 plantas por metro. As cultivares avaliadas foram BMX Zeus IPRO e SoyTech 591 I2X, a primeira com grupo de maturidade relativa 5.5, alto

potencial produtivo, material precoce com hábito de crescimento indeterminado, com resistência ao acamamento. A segunda cultivar apresenta grupo de maturidade relativa 5.9, hábito indeterminado, alto índice de pegamento de vagens e alta produtividade.

A colheita da cultivar BMX Zeus IPRO ocorreu no dia 07 de abril de 2022 e a SoyTech 591 I2X no dia 13 de abril, quando as plantas apresentavam prontas para colheita e 13 a 15% de umidade.

O manejo de pragas e plantas daninhas foram realizados conforme a demanda da cultura e indicações técnicas. Plantas daninhas foram manejadas de forma manual. No dia 01 de fevereiro de 2021 foi realizado uma aplicação de fungicida Fox Pro na quantidade de 500ml por hectare, as plantas se encontravam no estágio R1 (início do florescimento) conforme a escala de Fehr e Caviness (1977). Ao início das avaliações dos marcaram-se 10 plantas com o auxílio de barbantes, para reduzir os erros na hora de avaliar os parâmetros.

3.4 AVALIAÇÕES

3.4.1 Avaliação morfológica

As avaliações do número de ramificações, número de nós vegetativos e altura das plantas previamente identificadas foram realizadas nos estágios R1 (início do florescimento) e R6 (final do enchimento de grãos) (FEHR; CAVINESS, 1977).

Para a determinação do número total de nós (NN), ramificações (NR) foram avaliadas 10 plantas marcadas aleatoriamente na parcela útil. Na determinação do número de ramificações (NR) foram contadas todas as ramificações de todas as plantas. Em relação ao número de nós (NN), considerou-se todos os nós da haste principal e das ramificações. A altura das plantas (AP) foi medida através de fita métrica graduada.

3.4.2 Componentes de rendimento e produção

Os componentes do rendimento número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e massa de grãos por planta (MGP) foram avaliados ao final do ciclo da cultura. Para a determinação NVP foi realizada a contagem de todas as vagens de cada planta. O NGP foi realizado através da contagem de cada grão de todas as vagens da planta. A MGP foi obtida através da pesagem dos grãos em balança analítica. A altura de inserção da primeira

vagem (AI), determinada como auxílio de uma régua, sendo que esta altura correspondeu à distância entre a base da planta e o ápice da primeira vagem. A massa de 100 grãos (M100) foi obtida através da separação e secagem de 400 grãos, cuja massa foi determinada em balança de precisão e dividido por 4.

A quantificação da produtividade (PROD) da parcela útil foi realizada através da colheita da área útil das sub-parcelas, extrapolando-se para a área de 1 hectare. A mesma foi calculada após a correção do teor de umidade dos grãos em estufa a 60°C, até manter peso constante.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Quando detectadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$) para cultivares e pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para tratamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação as avaliações realizadas nos estádios fenológicos R1 e R6, não ocorreu interação entre os fatores estudadas (cultivar x tratamento), e nem efeito significativo do fator cultivar, exceto para a variável altura de plantas (AP) em R6 (Tabela 2). As intensidades de danos simulados por granizo na cultura (tratamentos) foram significativas para todas as variáveis analisadas, independente do estágio de desenvolvimento em que a planta se encontrava.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância (valores de probabilidade do teste F), para os parâmetros biométricos de cultivares de soja submetidas à danos simulados de granizo. Curitiba (SC), 2022.

Cultivar	Estádio R1			Estádio R6		
	NR	NN	AP	NR	NN	AP
BMX Zeus	3,6	10,9	38,8	4,7	24,7	101,6 b
ST 591	3,4	11,0	39,9	4,4	24,4	105,0 a
<i>p</i>	<i>0,17</i>	<i>0,82</i>	<i>0,20</i>	<i>0,21</i>	<i>0,35</i>	<i>0,00</i>
Tratamento	NR	NN	AP	NR	NN	AP
T1	4,4 a	12,3 a	46,1 a	5,6 a	28,1 a	108,1 a
T2	3,5 ab	9,8 ab	39,5 b	4,3 b	24,3 bc	105,6 ab
T3	3,7 ab	12,0 c	38,3 bc	4,5 b	23,8 bc	104,3 ab
T4	3,8 ab	10,8 abc	38,6 bc	4,9 ab	26,2 ab	102,0 bc
T5	3,4 b	11,3 ab	37,3 cd	4,6 b	23,2 bc	101,5 bc
T6	2,1 c	9,4 c	36,1 d	3,3 c	21,7 c	98,5 c
<i>p</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<i>p</i> (CxT)	<i>0,57</i>	<i>0,82</i>	<i>0,12</i>	<i>0,76</i>	<i>0,59</i>	<i>0,96</i>
CV ¹ (%)	7,51	10,22	5,82	12,37	3,99	0,79
CV ² (%)	18,28	9,80	3,39	13,24	8,18	2,78

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$) para cultivares e teste de Tukey ($p < 0,05$) para tratamentos. NR: número de ramificações; NN: número de nós; AP: altura da planta (cm). CV¹: coeficiente de variação da parcela; CV²: coeficiente de variação da subparcela; *p*: valor de probabilidade do teste F.

Em relação ao número de ramificações (NR) no estágio R1, os tratamentos diferiram-se entre si, as plantas que passaram por estresse mais intenso em V1 (T6) apresentaram menor número de ramificações (NR), diferindo significativamente de todos os demais. Para o estágio R6, o número de ramificações (NR) teve o menor valor quando 100% das plantas foram

cortadas abaixo do nó cotiledonar em V1 (T6), diferenciando significativamente da testemunha e dos demais tratamentos com danos.

No que diz respeito ao número de nós (NN) em estágio R1, houve diferença em relação ao tratamento com danos mais severos em V1 (T6), com menor valor, diferindo estatisticamente da testemunha e dos tratamentos T2, T4 e T5. Para o estágio R6, o NN, o tratamento 6 teve como menor valor com em média 7 nós a menos que o T1, se diferenciou estatisticamente do tratamento testemunha e do tratamento 4 em que 50% das plantas tiveram o primeiro e o segundo trifólio e as folhas unifolioladas removidas e 50% das plantas cortadas acima do nó cotiledonar em estágio V2. Os demais tratamentos não apresentaram diferença entre si. Segundo Carvalho *et al.*, (2002) o número de nós apresenta forte efeito na produtividade através do número de vagens. Para Silvarolla *et al.*, (1997) o número de nós (NN) indica a quantidade disponível de gemas reprodutivas, sendo um dos principais componentes da produtividade.

A altura de plantas (AP) no estágio R1 foi afetada por todos os níveis de danos. As plantas que passaram por estresse mais severo em V1 (T6) apresentaram menor altura de plantas, embora não tenham diferido do T5. Diogo *et al.*, (1997) e Peluzio *et al.*, (2004) em seus estudos constataram que a medida em que se limitava a área foliar, havia redução nos parâmetros de altura das plantas de soja. Isso é possível observar através do tratamento em que as plantas tiveram 100% das estruturas retiradas acima do nó cotiledonar em V1, onde havia maior intensidade de danos houve uma menor altura de plantas (AP), com média de 36,1 cm no estágio R1, redução de 10 cm em relação a testemunha sem danos. Esta redução de 10 cm na altura se manteve até a avaliação no estágio R6.

Comparando as cultivares BMX Zeus IPRO e SoyTech 591 i2x nota-se que houve diferença significativa durante o estágio R6 para a variável altura de plantas (AP), visto que a primeira cultivar possui um porte menor e com característica de alto engalhamento, enquanto que a SoyTech 591 i2x possui a particularidade de plantas com maior altura.

Para os parâmetros de rendimento e componentes da produção e produtividade, as variáveis altura de inserção da primeira vagem (AI) e massa de 100 grãos (M100) tiveram interação entre tratamento e cultivar (Tabela 3). As outras variáveis (NVP, NGP, NGV, MGP e PROD) não possuíram efeito significativo de cultivar e interação entre as os fatores estudados (cultivar x tratamento). Todavia as intensidades de estresse promoveram efeito significativo para todas as variáveis.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância (valores de probabilidade do teste F), para os parâmetros de rendimento e os componentes da produção e produtividade de grãos de cultivares de soja submetidas à danos simulados de granizo. Curitibaanos (SC), 2022.

Cultivar	AI	NVP	NGP	NGV	MGP	M100	PROD
BMX Zeus	17,9	38,8	88,2	2,3	26,6	16,6	3730,7
ST 591	23,5	35,7	90,1	2,5	23,8	13,0	3220,0
<i>p</i>	0,00	0,06	0,77	0,16	0,09	0,01	0,07
Tratamento	AI	NVP	NGP	NGV	MGP	M100	PROD
T1	15,6	56,4 a	151,3 a	2,7 a	32,6 a	24,8	6096,0 a
T2	23,4	35,4 b	80,7 b	2,3 b	25,3 b	13,4	2976,5 b
T3	22,2	33,4 b	82,7 b	2,5 ab	23,8 b	13,0	3061,2 b
T4	19,7	34,2 b	74,4 b	2,2 b	23,7 b	13,9	3152,0 b
T5	19,6	35,4 b	80,1 b	2,4 ab	23,7 b	13,7	3216,0 b
T6	23,7	28,7 b	65,7 b	2,3 b	21,9 b	9,7	2350,4 b
<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>p</i> (CxT)	0,01	0,64	0,66	0,72	0,95	0,00	0,07
CV ¹ (%)	6,13	10,51	23,83	17,54	16,13	14,29	18,18
CV ² (%)	10,04	14,92	15,40	11,78	10,68	17,57	20,19

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$). Legenda: AI: altura de inserção da primeira vagem (cm); NVP: número de vagens por planta; NGP: número de grãos por planta; NGV: número de grãos por vagem; MGP: massa de grãos por planta (g); M100: massa de 100 grãos (g); PROD: produtividade da parcela útil; CV: coeficiente de variação; *p*: valor de probabilidade do teste T.

Todas as intensidades de danos causaram redução significativa no número de vagens por planta, com média de redução de 59,25%. O número de vagens por planta (NVP) é determinado pela produção de flores e a proporção destas que se desenvolvem até a vagem, quando existem danos nas ramificações, reduz o número de nós potenciais e, conseqüentemente, o número de vagens na planta (AMORIM *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2013). Ribeiro & Costa (2000) corroboraram que o número de vagens por planta (NVP) é a característica agrônômica mais afetada quando há dano de desfolha por estresse abiótico durante a formação e o início do enchimento de grãos. Barriga & Oliveira (1982) mencionam que o número de vagens por planta é o parâmetro mais influenciado por alterações ambientais. Os danos por granizo afetam a área foliar da planta de soja que quando sujeitada à essa perda, fornece maior eficiência na taxa fotossintética que leva uma maior manutenção de legumes próximos as folhas mais ativas (LI *et al.*, 2006).

Todas as intensidades de danos reduziram o número de grãos por planta (NGP), diferenciando da testemunha sem dano (T1). O número de grãos por planta está atribuído à competição por fotoassimilados e fatores de ambiente (KUREK *et al.*, 2001). Ou seja, os fatores abióticos como o granizo influenciam diretamente na quantidade de grãos por planta.

Acerca do número de grãos por vagem (NGV), as plantas que não sofreram danos (T1), se diferenciaram de todos os tratamentos. Os tratamentos T3 e T5, que passaram por danos intensos em 100% das plantas diferiu dos tratamentos T2, T4 e T6. O número de grãos por vagem se mantém estável quando a planta de soja sofre perdas por estresse abiótico como o granizo, porém, reduz sua quantidade proporcionalmente com a redução da área foliar perdida (PELUZIO *et al.*, 2004).

Relativo à massa de grãos por planta (MGP) houve uma redução de cerca de 27,36% e notou-se que a testemunha se diferenciou dos tratamentos com dano por granizo simulado. Peluzio *et al.*, (2004) observaram que a massa dos grãos de soja é um dos fatores mais afetados por estresses abióticos que levam à redução do rendimento dos grãos. Segundo Ribeiro & Costa (2000), esses efeitos de redução de rendimento se acentuam quando a perda de área foliar por estresses abióticos, como o granizo, ocorre na fase reprodutiva da soja.

A produtividade (PROD) foi reduzida de maneira equivalente em relação às duas cultivares estudadas. Apenas a testemunha que não passou por nenhum tipo de dano por granizo simulado se diferenciou dos demais. Com redução de produtividade de até 48,41% quando houverem danos por granizo. Pratissoli *et al.*, (2001) observaram que plantas de soja submetidas à perda da área foliar por estresses abióticos tem a produtividade diretamente reduzida, devido ao baixo número de vagens, menor massa de grãos e de número de grãos por vagem, principalmente quando os danos ocorrem na fase reprodutiva. Neste trabalho foi possível observar que esses parâmetros também são afetados quando as plantas passam por estresses por granizo simulado no início da fase vegetativa.

Para as variáveis altura de inserção da primeira vagem (AI) e a massa de cem grãos (M100) ocorreu interação significativa entre as cultivares e os níveis de dano por granizo simulado (Tabela 4).

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre cultivares de soja e danos simulados por granizo para altura de inserção da primeira vagem (AI) e massa de cem grãos (M100). Curitiba (SC), 2022.

	AI (cm)		M100 (g)	
	BMX Zeus	ST 591	BMX Zeus	ST 591
T1	14,3 Ac	16,9 Ac	24,0 Aa	25,6 Aa
T2	21,9 Ba	24,9 Aab	15,0 Abc	11,9 Ab
T3	19,8 Bab	24,6 Aab	13,5 Ac	12,6 Ab
T4	17,3 Bbc	22,2 Ab	16,0 Abc	11,9 Bb
T5	15,9 Bbc	23,3 Ab	19,5 Aab	7,8 Bb
T6	18,5 Babc	28,9 Aa	11,5 Ac	7,9 Ab

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$) para cultivares (maiúscula) e teste de Tukey ($p < 0,05$) para tratamentos (minúscula).

Para a altura de inserção da primeira vagem (AI) não houve diferença para as cultivares em relação ao tratamento sem danos (T1). Observa-se que a cultivar ST 591 se destacou em valores, pois quanto maior o dano causado à planta, maior a altura de inserção da primeira vagem (AI). A altura de inserção da primeira vagem (AI) é uma característica importante para a colheita mecanizada (LANA *et al.*, 2003). Conforme Bonetti (1983), plantas que possuem a inserção de primeira vagem (AI) superior a 10 cm são desejáveis para a colheita mecânica; como o estudado, as plantas possuíram valor superior, isso indica que a cultivar produziu menos que o desejado, pois as vagens do baixeiro podem representar até 50% da produtividade da lavoura.

Tanto para a cultivar BMX Zeus quanto para ST591, os maiores valores de altura de inserção da primeira vagem (AI) foram observados em plantas onde o estresse ocorreu em V1 (T2, T3 e T6), enquanto o estresse aplicado no estágio V2 apresentou valores intermediários em relação à testemunha.

Em altura de inserção da primeira vagem (AI), não houve diferença entre as cultivares quando não houve o estresse. Para os tratamentos que sofreram danos em V2 (T4 e T5), existiu diferença entre cultivares, sendo que a cultivar BMX Zeus foi menor para essa variável.

Relativo à massa de 100 grãos (M100), todos os tratamentos para a cultivar BMX Zeus exceto o que 100% das plantas foram cortadas acima do nó cotiledonar (T5) diferiram da testemunha. Em outras palavras, a aplicação de estresse por granizo simulado reduz a massa de 100 grãos (M100), principalmente no tratamento em que as plantas sofreram maiores danos em V1 (T6) e quando as plantas sofreram danos intermediários, sendo removido as estruturas acima do nó cotiledonar (T3) em V1. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários. Para a cultivar ST 591, todos os tratamentos diminuíram os valores de massa de 100 grãos (M100), porém não diferiram entre si, isto significa que independente do estágio em que foi

aplicado o estresse para essa cultivar o efeito foi o mesmo. A massa de 100 grãos (M100) interfere diretamente no rendimento dos grãos, é relacionada a qualidade comercial das cultivares (BARBOSA *et al.*, 2016). Ou seja, essa discrepância entre as massas corresponde com as características agronômicas das duas cultivares, sendo que a BMX ZEUS possui o peso de mil sementes em média a 209 gramas, por possuir uma genética de porte mais robusto e grãos maiores e a ST 591 o peso médio de mil grãos de 190 gramas.

A cultura da soja é diretamente influenciada por fatores climáticos, como por exemplo o granizo, levando a perdas significativas na produção, trazendo danos irreversíveis à cultura. Os resultados obtidos no presente estudo permitem apontar a importância de estudar os danos do granizo na cultura e seu potencial de recuperação para possíveis tomadas de decisões. A agricultura apresenta incertezas, dessa forma, os seguros agrícolas trazem proteção aos produtores por perdas causadas em desastres naturais, como granizos, seca, alagamentos, entre outros (SKEES e BARNETT, 1999). A genética das cultivares também influenciam na capacidade de recuperação dos danos causados por granizo simulado. Há uma diminuição de aproximadamente 49,41% de produtividade em relação às testemunhas que passaram por danos simulados de granizo. Portanto, os estudos referentes aos danos causados por granizo devem ser empregados para o desenvolvimento de variabilidades genéticas que suportem danos com menores índices de perdas, técnicas de manejo que evitem perdas maiores à lavoura. A possibilidade de monitoramento das condições atmosféricas que possam levar à formação de nuvens que tenham potencial de formação de granizo, aumentando os instrumentos para agrônomos, extensionistas, consultores técnicos e seguradoras com quantificação dos efeitos do granizo para a cultura. Sendo que, quando a lavoura de soja sofrer danos por granizo em estádios vegetativos iniciais indica-se o replantio diminuindo as perdas dos valores investidos na safra pelos prejuízos causados pelo evento climático.

5 CONCLUSÃO

A indução de estresse causado por danos simulados de granizo nos estádios iniciais do desenvolvimento vegetativo afeta significativamente o crescimento e a produtividade da cultura da soja, independentemente da cultivar utilizada.

A redução do crescimento e da produtividade de grãos é independente do estágio (V1 e V2) e da intensidade do estresse provocado às plantas.

REFERÊNCIAS

- ALAMBERT, M. R. **Estimação estocástica de parâmetros produtivos da soja: uso do modelo PPDSO em um estudo de caso em Piracicaba/sp.** 2010. 108 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agroenergia) – Programa de Pós-graduação em Agroenergia, Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.
- ALLEN, L. H. JR. et al. Elevated temperature intensity, timing, and duration of exposure affect soybean internode elongation, mainstem node number, and pod number per plant. **The Crop Journal**. v. 6, ed. 2, abr. p. 148-161. 2018.
- AMARANTE, C. V. T. do; BISOGNIN, D. A; CANCI, P. C. 1995. Cotyledonary leaves contribution for initial growth of Cv. Tetsukabuto hybrid squash. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.17-21, 1995.
- AMORIM, F. A. *et al.* Época de semeadura no Potencial produtivo de Soja em Uberlândia-MG. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.1793-1802, 2011.
- APROSOJA. **A Soja**. 2021. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acessado em: 08 nov. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS – ABRASEM. **Estatísticas – 2014**. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anu%C3%A1rio-Abrasem-2014.pdf>. Acesso em 14 nov. 2021.
- BARBOSA; V. M. D. *et al.* Massa de 100 grãos e índice de grãos de genótipos selecionados de feijão-caupi da classe comercial "cores", na safra de verão-outono de 2016, no Norte de Minas Gerais. **Fórum de Ensino Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Montes Claros – FEPEG**. 2016.
- BARRIGA, R.H.M.P.; OLIVEIRA, A.F.F. de. Variabilidade genética e correlações entre o rendimento e seus componentes em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região amazônica. Belém: **Embrapa-CPATU**, 1982. 16p.
- BHÉRING, M.C. *et al.* Influência de épocas de plantio sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v.38, n.219, p.409-421, 1991.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.
- BORD, J. E.; HARVILLE, B. G.; A criterion for plant density. acceptance of narrow-row culture in soybean. **Agronomy Journal**. v.86, n. 6, p.1103-1106, 1994.
- BORD, J.E.; SETTIMI, J.R. Photoperiodo effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, p.995-1002, 1986.
- BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Biochemistry and molecular biology of plants. **Rockville: American Society of Plant Physiologists**, p. 1158-1203, 2000.

- BUENO, A. de F.; BATISTELA, M. J.; MOSCARDI, F. Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade. Embrapa. **Circular técnica** 79, Londrina, 2010. Acesso em: 10 nov. 2021.
- CAMARA, T.R.; WILLADINO, L. Compreendendo o estresse abiótico in vitro. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L.; CAVALCANTE, U.M.T. (eds). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife. MXM Gráfica e Editora. 2005. Parte.V, cap.29, p.325-335.
- CÂMARA, G.M.S.; SEDIYAMA, T. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 266p, 1991.
- CARVALHO, P. G. C. *et al.* Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.
- CASTRO, P.R.C. Comportamento do Citros sob déficit hídrico. **Laranja**, Corderópolis, v. 15, n.2, p.139- 154, 1994. p.47.
- CHAKRABORTY, S. Effects of climate change. In: WALLER, J. M. L.; WALLER, S. J. (Ed.). **Plant pathologist's pocketbook**. Wallingford: CAB International, 2001. p. 203-206
- CLIMATE-DATA. **Dados Climáticos para cidades mundiais**. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira 2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2022**. V.7, n.12, 2022.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Relatório de Preços 2021**. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- COSTA, J. A. *et al.* Redução no espaçamento entre linhas e potencial de rendimento da soja. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, p.22-28, 2002.
- CUNHA, G. R. da; SCHEEREN, P. L.; SÓ e SILVA, M. **Granizo e cereais de inverno no Rio Grande do Sul**. Embrapa Trigo. Documentos, 33. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2001. 24 p.
- DE BARROS FRANÇA-NETO, José *et al.* Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**. Londrina. n. 380. 2016. 82p.
- DE LEON, D. G. *et al.* Soybean cultivation supports a diverse arbuscular mycorrhizal fungal community in central Argentina. **Applied Soil Ecology**, v. 124, p. 289-297, 2018.

DE LIMA, Magda Aparecida; ALVES, Bruno José Rodrigues. Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**. v. 27. p. 315-352. 2008.

DIOGO, A. M. *et al.* Influência da remoção de folhas, em vários estádios de desenvolvimento, na produção de grãos e em outras características agronômicas da soja (*Glycine max* (L) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.253, p.272-285, 1997.

EGLI, D. B.; WIRALAGA, R. A.; BUSTAMAM, T.; YU, Z. W.; TEKRONY, D. M. Time of flower opening seed mass in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n.4, p. 697-699, July. 1987.

EMBRAPA. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC**. Brasília, DF. 2003. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_4_168200511157.html. Acesso em: 09 nov. 2021.

EMBRAPA SOJA. **Soja na Alimentação**. Londrina, 2007. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fv0xofuo02wx5eo0c9slraa4ux9qv.html>. Acesso em: 06 nov. 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja transgênica**. 2014a. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/index>>. Acesso em: 09 de junho de 2022.

EMBRAPA SOJA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Metodologia o teste de tetrazólio em sementes de soja**. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193315/1/Doc-406- OL.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. The potential effects of global climate change on the United States. Washington: EPA, 1989. Chapter 6. **Agriculture** (EPA-230-05-89-050), p. 93-121.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. Physiology of Crop Production. **New York: The Haworth Press**. 2006. 345p.

FARIAS, J. R. B. *et al.* **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa CNPSO, 2007. 9p. (Circular Técnica, Nº 48).

FUNDAÇÃO MERIDIONAL. Soja – Tecnologias - **Grupos de maturidade relativa**. Disponível em: <http://www.fundacaomeridional.com.br/soja/tecnologias>. Acesso em: 10 nov. 2021.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report 80).

GLIER, C. A. S. *et al.* Percentual de desfolha em duas cultivares de soja em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 6. p. 567-573, jun. 2015.

INDEX MUNDI. **Preços de Mercado**. INDEX MUNDI, 2012. Disponível em: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=soybean-oilseed&graph=imports>, acesso em: 18 jun. 2022.

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

KALTON, Robert Rankin *et al.* The effect of injury simulating hail damage to soybeans. **Agricultural Experiment Station**, Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts, 1949.

KLEIN, R.N.; SHAPIRO, C.A. Evaluating hail damage to soybean. **UNL Extension**. Lincoln-NE. 2011, 8 p. Univ. of Nebraska.

KUREK, A. *et al.* Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimentos de grãos em feijão. *Current Agricultural Science and Technology*. v. 7, n.1, 2001.

LAMEGO, F. P. *et al.* Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja: I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta daninha**, v. 23, p. 405-414, 2005.

LANA, R. M. Q. *et al.* Adubação superficial com fósforo e potássio para a soja em diferentes épocas em pré-semeadura na instalação do sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 04, n. 01-02, p. 53-60, 2003.

LEONG, W. **Canopy modification and its effects on the growth and yield of Hevea brasiliensis Muell. Arg.** 1980. 283 p. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Agriculture Sciences of Ghent.

LI, Y. *et al.* Life cycle assessment of soybean oil production. **Journal of Food Process Engineering**, v. 29, n. 4, pág. 429-445, 2006.

LUCAS, D.D.P. *et al.* Escala diagramática de quantificação de dano causado por granizo em folhas de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza. v. 43, p. 822–826, 2012.

MAUAD, Munir. *et al.* Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v.3, n.9, p.175-181, 2010. Acesso em: 05 nov. 2021.

MARCOS FILHO, J. Produção de sementes de soja. Campinas: **Fundação Cargill**, 1986. 86p

MARTINS, M.C. *et al.* Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba-SP, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.

MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Livraria Nobel, 1981. 376 p.

- MOTTA, I. S. *et al.* Características agronômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 02, p. 153-162, 2000.
- MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja**: fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 31 p. 2005.
- NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A.; Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 269-274, 2002.
- OSMOND, C.B. *et al.* Stress physiology and the distribution of plants. **Bioscience**, v. 37, p. 38-47, 1987.
- PELUZIO, J.M.; *et al.* Efeitos sobre a soja do desfolhamento em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n.297, p.575-585, 2004.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: Fealq, 1997. 183 p.
- PRATISSOLI, D. *et al.* Influência de desfolhas simuladas na produtividade e em outras características agronômicas do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.48, n.275, p.17-24, 2001.
- PURCELL, L. C.; SALMERON, M.; ASHLOCK, L.; Soybean Growth and Development. **Arkansas Soybean Production Handbook**. Chapter 2. University of Arkansas System, Division of Agriculture. 2014.
- RAMBO, L. *et al.* 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.
- RIBEIRO, A.L.P.; COSTA, E.C. Desfolhamento em estádios de desenvolvimento da soja, cultivar BR16, no rendimento de grãos. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 30, p. 767-771, 2000.
- RIO, A. D. Aquecimento Global – **Impactos na produtividade de soja e estratégias de manejo para sua minimização em diferentes regiões produtoras do sul do Brasil**. 2014. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – USP, Piracicaba-SP, 2014.
- ROCHA, V.S. *et al.* **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1984. 76p. (Boletim, 188).
- SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.
- SANTOS, H. G. dos. *et al.* (Ed.) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. **Melhoramento da soja**. In: Borém A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-600.

SKEES, J. R.; BARNETT, B. J.; Conceptual and Practical Considerations for Sharing Catastrophic Risks. **Review of Agricultural Economics**. v. 21, n. 2, p. 424-440. 1999.

SILVAROLLA, M.B. *et al.* Avaliação de progênies derivadas do híbrido de Timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, v.56, p.48-58, 1997.

SINDIVEG. Sindicato Nacional da Indústria de Defesa Vegetal. **Consumo de agrotóxicos no Brasil**. Disponível em: <http://sindiveg.org.br/estatisticas-dosetor/>. Acesso em 14 nov. 2021.

SHIBLES, R.M.; ANDERSON, I.C.; GIBSON, A.H. **Soybean**. In: EVANS, L.T. Crop physiology: some case histories. London: Cambridge University, 1975.

SCHOU, J.B; JEFFERS, D.L; STRETTER, J.G. Effects of reflectors, black boards or shades applied at different stages of plant development on yield of soybean. **Crop Science**. 1978.

SOUZA, C.A. *et al.* Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, v.29, n.3, p.634-643, 2013.

TAIZ, L.; ZAIGER, T trad. SANTARÉM, E. R. [et al.]. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed., Porto Alegre, Artemed, 2012. 722 p. 128-314.

TOURINO, C. C. M.; REZENDE, M. P.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v 37, n.8, ago. 2002.

USDA- **United States Department of Agriculture**. 2021. Disponível em: [https://aprosojams.org.br/sites/default/files/boletins/Boletim-USDA-Mar%C3%A7o2021\[1\]0.pdf](https://aprosojams.org.br/sites/default/files/boletins/Boletim-USDA-Mar%C3%A7o2021[1]0.pdf). Acesso em: 09 nov. 2021.

USDA – United States Department Of Agriculture. 2022. Disponível em: https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Oilseeds-and-Products-Annual_Brasilia_Brazil_BR2022-0026.pdf. Acesso em 15 jun. 2022.

WESTPHALEN, S.L. **Granizo e a lavoura de trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS – Faculdade de Agronomia, 1976. 21 p. Viamão, 1976.