



Foto: Edson Roberto Costenaro

COMUNICADO
TÉCNICO

371

Passo Fundo, RS
Julho, 2018



Resposta da soja ao dano provocado por queda de granizo

Osmar Rodrigues
Adão da Silva Acosta
Edson Roberto Costenaro
Romeo José Scipioni
Luis Fernando Tecchio
Dalvo Roberto Arcari

Resposta da soja ao dano provocado por queda de granizo¹

¹ Osmar Rodrigues, Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Adão da Silva Acosta, Engenheiro-agrônomo, Dr. em Ciência e Tecnologia de Sementes, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Edson Roberto Costenaro, Químico Industrial, Dr. em Química, Analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Romeo José Scipioni, Engenheiro-agrônomo, Coagrisol, Soledade, RS. Luis Fernando Tecchio, Engenheiro-agrônomo, Coagrisol, Soledade, RS. Dalvo Roberto Arcari, Técnico em Agropecuária, Emater, Mormaço, RS.

A queda de granizo em culturas, como a soja, pode levar à perda parcial ou total da produção, dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da cultura no momento do evento. Vários estudos têm sido conduzidos para prever o efeito do dano de granizo na produção da soja (Klein; Shapiro, 2011; Lucas et al., 2012; Nedel et al., 2012; Cera et al., 2016). Resultados desses estudos são usados preferencialmente por companhias de seguro para estimar perdas e repor prejuízos aos seus clientes. Também permitem o conhecimento da variabilidade genética da soja para suportar tais danos com menor perda possível, bem como o desenvolvimento de estratégias de manejo que possam auxiliar os produtores na tomada de decisão, principalmente em regiões com maior probabilidade de ocorrência de granizo. Nesse sentido, regiões de maior altitude e/ou continentalidade são mais propícias ao evento de queda de granizo (Berlato et al., 2000).

Os principais danos com o evento de granizo ocorrem na redução do estande, na redução da área foliar, danos no caule,

danos nas vagens e ápice de crescimento. Secundariamente, os danos levam a uma reduzida habilidade das plantas na competição com plantas daninhas, especialmente em danos precoces de perda de estande de plantas (Klein; Shapiro, 2011). Por outro lado, danos na área foliar (limbo foliar), apesar de comuns, não têm merecido grande atenção da pesquisa, talvez pelo fato de que estudos têm mostrado que a perda desta durante o estágio vegetativo tem pouco efeito na redução da produção. Contudo, esse fato tem sido pouco explorado sob ponto de vista da variabilidade genética para tal, bem como da estratégia de manejo para minimizar danos desse tipo de adversidade climática.

A área foliar da planta de soja por unidade de superfície do solo (IAF) é uma expressão da densidade do dossel e desempenha importante papel na formação do rendimento. De forma geral, tem sido demonstrado que o IAF em soja pode ser aumentado pelos aumentos da população de plantas, da utilização de fertilizantes e da irrigação (Liu et al., 2008). É necessário um IAF ótimo para

maximizar a interceptação da radiação solar e a produção de grãos. Entretanto, esse é complexo porque diferentes cultivares de soja têm diferentes tamanhos, formas e ângulo foliar, bem como distinto desenvolvimento foliar no dossel. Por outro lado, um elevado IAF (acima de 4,0) produz autossombreamento das folhas do terço inferior da planta, dificultando a transmissão de radiação dentro do dossel, com reflexo negativo na produção. Nessa condição, as folhas não recebem radiação suficiente para se manterem ativas e senescem, produzindo nós incapazes de produzir vagens, grãos (Liu et al., 2010) e ramificação lateral. Várias são as causas do excessivo crescimento foliar da soja e conseqüente autossombreamento. Entre elas, pode-se destacar a população de plantas acima do ideal recomendado para o ambiente, uso de cultivares de grupo de maturação inadequado para a época de semeadura, a latitude e as condições de ambiente (nutricional, climáticas).

Em comparação à cultura do milho, a soja caracteriza-se por possuir uma larga área foliar e um menor tamanho de planta, e, por conseqüência, um dossel mais compacto. Em decorrência, existe uma distribuição desigual de luz, onde os terços superior e central chegam a interceptar cerca de 85% da radiação total (Liu et al., 2008).

Diversas técnicas de manejo podem ser usadas para redução do autossombreamento inicial, na tentativa de eliminar a dominância apical e estimular a ramificação lateral, melhorando

a eficiência de produção da soja: uso de reguladores de crescimento, muito utilizado em gramíneas no início do desenvolvimento da soja para reduzir a área foliar, a exemplo do que ocorre em trigo (Rodrigues et al., 2003); herbicidas que inibem o crescimento da planta através da quebra da dominância apical e indução de ramos laterais (Gallon et al., 2016); utilização de equipamentos mecânicos para reduzir a área foliar e induzir a quebra da dominância apical e estimular a brotação lateral (The Response..., 2013).

A intensidade e qualidade da radiação interceptada pelo dossel são importantes determinantes do rendimento de grãos e de seus componentes em soja (Myers et al., 1987). Sombreamento no estágio reprodutivo reduz significativamente o número de vagens e grãos, reduzindo em até 28% a produtividade de soja (Liu et al., 2008). Assim, o aumento na disponibilidade de radiação no início do florescimento (R1) e no início da formação das vagens pode aumentar a produção de sementes de 144% a 252% (Mathew et al., 2000) e de 32% a 115% (Liu et al., 2008), respectivamente. Dessa forma, especialmente no ano de 2016, onde as condições climáticas favoreceram o crescimento inicial da cultura levando a um excessivo desenvolvimento foliar, danos causados pela queda de granizo no estágio vegetativo podem não ter sido tão prejudiciais à produtividade de grãos. Na região Norte do Rio Grande do Sul, a queda de granizo ocorrida no dia 13/12/2016 reduziu significativamente a área foliar em lavouras de soja que

se encontravam no final do estágio vegetativo e no início do reprodutivo (R1), pela escala de Fehr e Caviness (1977), podendo induzir um observador menos atento a uma superestimação das perdas. Nesse sentido, vários trabalhos têm demonstrado que o estágio reprodutivo, mais especificamente R5, é o mais sensível ao desfolhamento (Diogo et al., 1997; Barros et al., 2002; Pelúzio et al., 2002; Zuffo et al., 2015).

Estimativas de danos causados pela queda de granizo e seus reflexos na produtividade são fundamentais para que se possa desenhar estratégias de manejo adequadas para minimizar danos às plantas remanescentes e evitar maiores prejuízos aos produtores, bem como ao desenvolvimento de estratégias futuras de políticas públicas para a minimização de danos desse tipo de adversidade climática.

Avaliação de danos na soja por queda de granizo

Foram realizados ensaios a campo buscando estabelecer estratégias de manejo para minimizar danos de granizo que impactam a produtividade da soja, bem como avaliar o efeito de medidas de manejo para melhorar o crescimento e o desenvolvimento da soja afetada pelo granizo.

Para atender a esse objetivo, experimentos foram realizados na safra agrícola de soja de 2016/2017, nas propriedades dos agricultores Estefan Signor e Rafael Fontana Cherini, nos municípios de Mormaço, RS (Latitude: 28°41'32" Sul, Longitude: 52°41'32" Oeste; altitude: 410 metros) e Ibirapuitã, RS (Latitude: 28°37'24" Sul, Longitude: 52°30'58" Oeste; altitude: 604 metros), respectivamente. O clima das duas regiões é classificado como Cfa, segundo a classificação de Koppen, ou seja, temperado, úmido e com verão quente (Alvares et al., 2013).

Foram estabelecidos dois experimentos nas lavouras de soja dessas propriedades, em dois estádios de desenvolvimento (Fehr; Caviness, 1977) das plantas: no estágio V3 e no estágio V7, das cultivares Monsoy 5892 IPRO e Pioneer 95Y52, respectivamente. A parcela experimental locada nos experimentos foi de 10 m² (2 m x 5 m), das quais 4 m² foram colhidas para análises.

O experimento 1 foi instalado no dia 16/12/2016 na propriedade de Estefan Signor, onde a lavoura de soja da cultivar Monsoy 5892 IPRO (hábito semideterminado, GM 5.7) sofreu danos de granizo no estágio V3. A lavoura estava estabelecida com população de 20 plantas/m², em espaçamento de 0,45 m e com área foliar residual estimada de 10% (Figura 1A), após a queda de granizo. Nessas condições, foram estabelecidos os seguintes tratamentos: T1-testemunha: plantas remanescentes;

T2-plantas remanescentes + roçada a 10 cm de altura; T3-dessecação com Finale² + replantio de 20 pl/m² da cultivar BRS 5601RR; T4-após o rebrote das plantas remanescentes, aplicação de molibdênio (Mo), zinco (Zn) e cobre (Cu): Evo MoZiC (0,2 L/ha) + Acquamax Top (1 L/ha) + Spin (0,2 L/ha, para estimular o crescimento) e New (10 L/ha de N de liberação gradual); T5-ressemeadura de 10 pl/m² da cultivar BRS 5601RR sobre o estande original de plantas remanescentes; e T6-ressemeadura de 20 pl/m² da cultivar BRS 5601RR sobre o estande original de plantas remanescentes.

O experimento 2 foi estabelecido na propriedade de Rafael Fontana Cherini no dia 16/12/2016, onde a lavoura de

soja com a cultivar Pioneer 95Y52 (hábito indeterminado; GM 5.2) sofreu danos de granizo quando se encontrava no estágio V7. A população era de 28 plantas/m² em espaçamento entre fileiras de 45 cm e com área foliar residual estimada em 10% (Figura 1B). Nessas condições, os seguintes tratamentos foram estabelecidos: T1-testemunha: plantas remanescentes; T2-plantas remanescentes + 30 kg/ha de N na forma de ureia; T3-plantas remanescentes + óxido cuproso como cicatrizante (Cobre Red: 0,2 L/ha); T4-dessecação com Finale + ressemeadura da cultivar BRS 5601RR + 30 kg/ha de cloreto de potássio; T5-plantas remanescentes + roçada a 10 cm de altura; T6-após o rebrote das plantas



Fotos: Edson Roberto Costenato

Figura 1. Dano causado pela queda de granizo no dia 13/12/2016 em lavoura de soja no município de Mormaço, RS. (A) Visão geral da área onde foi localizado o experimento, e (B) visão parcial da lavoura. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

² **Finale:** herbicida à base de glucosinato de amônio (Bayer S.A.); **Evo MoZiC:** fertilizante foliar à base de Zn, Cu e Mo (472,44 g/L de Zn + 236,22 g/L de Cu + 59,52 g/L de Mo p/v) (GiroAgro LTDA.); **Acquamax Top:** adjuvante, contendo N e P e aditivos tensoativos/surfactantes (GiroAgro LTDA.); **Spin:** fertilizante foliar à base de N, P, K, Mo e aditivos (10,5 g/L de N + 21 g/L de P₂O₅ + 10,5 g/L de K₂O + 7,87 g/L de Mo) (GiroAgro LTDA.); **New:** fertilizante foliar contendo N de liberação gradual e aditivos (300 g/L de N + 12,5 g/L de S) (GiroAgro LTDA.); **Cobre Red:** produto à base de óxido cuproso micronizado (574,6 g/L de Cu) (GiroAgro LTDA.).

remanescentes, aplicação de Mo, Zn e Cu (Evo MoZiC: 0,2 L/ha) + Acquamax Top (1 L/ha) + Spin (0,2 L/ha, para estimular o crescimento) e New (N de liberação gradual, na dose de 10 L/ha); T7-tratamento 6 kg/ha + 30 kg/ha de cloreto de potássio; T8-ressemeadura de 10 pl/m² da cultivar BRS 5601RR sobre o estande original de plantas remanescentes; e T9-ressemeadura de 20 pl/m² da cultivar BRS 5601RR sobre o estande original de plantas remanescentes.

Em adição, avaliaram-se as produtividades das lavouras comerciais de soja após a ocorrência de granizo, nos produtores onde foram estabelecidos os experimentos e também de um terceiro produtor (André Casagrande Perin) no mesmo município, onde não foi instalado experimento. Neste, a área foi cultivada com a cultivar BMX Lança IPRO (hábito indeterminado), de grupo de maturação mais alto (GM 5.8), em estágio V7.

O rendimento de grãos e componentes (peso de mil grãos; vagens/m²; índice de colheita e grãos/m²) foram determinados em área de 4 m², colhida em cada uma das parcelas experimentais localizadas na área de cultivo dos produtores. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, ao nível de 5% de significância, e quando significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A queda de granizo na região provocou danos nas folhas (limbo foliares),

caules e ápice de crescimento, como pode ser visualizado na Figura 1A, das lavouras comerciais de soja nos municípios de Mormaço e de Ibirapuitã, RS. Para melhor visualização dos danos, amostra de planta foi fotografada também em laboratório (Figura 2). Danos dessa natureza foram apontados por Cera et al. (2016) após queda de granizo no município de Água Santa, RS. Durante o acompanhamento das lavouras e dos experimentos, verificou-se que a maioria das plantas



Foto: Edson Roberto Costenaro

Figura 2. Detalhe de danos no caule de planta de soja, causados pela queda de granizo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

apresentaram emissão de ramificações laterais, provavelmente estimuladas pelos danos no ápice de crescimento principal.

Nas lavouras comerciais onde os experimentos foram instalados após a queda de granizo, os produtores seguiram a condução e o manejo conforme haviam projetado e não foram detectados sintomas de estresses abióticos (sintomas morfológicos devidos, provavelmente à deficiência hídrica) e bióticos (controle de plantas daninhas, insetos e doenças realizado de acordo com as recomendações técnicas da cultura da soja) durante o transcorrer do ciclo da cultura.

Nos experimentos 1 e 2 não foi possível quantificar perdas na produtividade pelos danos de granizo, pois tratou-se de um evento natural que afetou uma região inteira sem a possibilidade de utilização de uma testemunha (sem o dano). Por outro lado, o estudo possibilitou avaliar medidas visando a mitigar o impacto do granizo nas lavouras, para posterior recomendação à assistência técnica, bem como indicar medidas preventivas nas regiões com maior probabilidade de queda de granizo.

As áreas comerciais avaliadas apresentaram produção distinta (Tabela 1), fato decorrente do uso de diferentes sistemas de manejo, cultivares e datas de semeaduras. Assim, o produtor Estefan Signor, utilizando a cultivar Monsoy 5892 IPRO (GM 5.7) colheu na área de lavoura, onde foi instalado o experimento 1, 66 sacas/ha. Já o produtor Rafael Fontana Cherini colheu 56 sacas/ha com a cultivar Pioneer 95Y52 (GM 5.2) na lavoura onde foi instalado o experimento 2. O terceiro produtor, André Casagrande Perin, em cuja área não foi locado experimento, produziu 72 sacas/ha com a cultivar BMX Lança IPRO (GM 5.8), mantendo também as plantas remanescentes após a queda de granizo (Tabela 1), sem tratamento adicional. Assim, como o dano de granizo atingiu as plantas antes do início da floração, reduzindo significativamente a área do limbo foliar, a hipótese é de que as cultivares de GM 5.8 e 5.7 tenham levado vantagem em relação à cultivar GM 5.2, principalmente porque a maior diferença entre esses grupos deve-se à duração do período vegetativo.

Tabela 1. Rendimento de grãos, peso de mil sementes (PMS), biomassa seca (MS), número de legumes (Leg) e de grãos (G) por área, de lavouras de soja atingidas por granizo em Mormaço e em Ibirapuitã, RS, na safra 2017/2018. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

Produtor	Local	Cultivar	Rendimento de grãos (kg/ha)	PMS (g)	MS (kg/ha)	Leg/m ²	G/m ²
André C. Perin	Mormaço	BMX Lança IPRO	5.517	155	10.237	1.326	3.102
Estefan Signor	Mormaço	Monsoy 5892 IPRO	4.645	136	9.046	1.226	2.972
Rafael F. Cherini	Ibirapuitã	Pioneer 95Y52	3.782	135	6.123	965	2.441

Nedel et al. (2012) propuseram medidas preventivas para as regiões de maior probabilidade de queda de granizo no Rio Grande do Sul (regiões do Alto Uruguai e Planalto Médio), as quais podem se constituir em estratégias muito eficazes. Nesse sentido, a utilização de cultivar de GM mais alto, com taxa de crescimento maior, como a cultivar BMX Lança IPRO (GM 5.8) foi mais adequada nessa região. Por outro lado, a cultivar Pioneer 95Y52 (GM 5.2), com taxa de crescimento menor, não parece ser a mais adequada, principalmente para o início da época de semeadura. Outra medida de manejo que pode minimizar os possíveis danos por queda de granizo, em regiões de alta probabilidade, é a utilização de espaçamentos reduzidos. Nesse sentido, tem sido proposto que espaçamento reduzido entre fileiras pode incrementar a massa seca, o IAF, reduzir a competição intraespecífica e, principalmente, possibilitar maior e mais rápida interceptação da radiação solar (Board et al., 1992; Board; Harville, 1996), permitindo que a cultura tolere níveis maiores de desfolhamento do que em espaçamentos amplos (Pires et al., 1998, Thomas et al., 1998; Ventimiglia et al., 1999).

Finalmente, a contratação de seguro agrícola constitui em medida adequada nas regiões de alta probabilidade de queda de granizo.

Experimento 1

Com relação ao rendimento de grãos (Tabela 2), observou-se que o

tratamento 5 (T5) foi o mais produtivo, superando de forma significativa a testemunha (T1). Tal tratamento consistiu de ressemeadura de 10 sementes/m² com a cultivar BRS 5601RR sobre a população remanescente de soja (Monsoy 5892 IPRO) no estádio V3, após a desfolhação pelo granizo. Cabe destacar que as plantas desse tratamento apresentaram atraso na maturação, em função de que a ressemeadura ocorreu no estádio V3 da cultivar remanescente. Em condições de campo, este tratamento (cultivar remanescente + ressemeadura da cultivar BRS 5601RR) deveria receber dessecação para realização da colheita mecânica, o que implicaria em uma pequena redução de rendimento na cultivar mais tardia na maturação. Assim, a ressemeadura sem dessecação das plantas remanescentes, com população de 20 sementes/m² (T6), foi estatisticamente semelhante ao T5.

Quando se comparou o tratamento de dessecação da soja remanescente e ressemeadura com BRS 5601RR (T3), observou-se que rendimento de grãos foi inferior ao tratamento 5 com apenas a ressemeadura de 10 sementes/m² na população remanescente. Cabe destacar que a dessecação e ressemeadura com BRS 5601RR (T3), tratamento considerado padrão quando da perda total da cultura remanescente, não superou a testemunha (T1), ou seja, a operação não mostrou vantagem em relação apenas a manutenção das plantas remanescentes no estádio V3. Esta queda de rendimento na ressemeadura pode ser atribuída à perda de potencial

produtivo decorrente do aumento da temperatura e encurtamento do fotoperíodo. Em situações de semeaduras tardias, independente do grupo de maturação e de disponibilidade hídrica, ocorre um forte encurtamento do período vegetativo (emergência-floração). Assim, as plantas terão um baixo crescimento, baixo número de ramificações e de nós, além do que terão um baixo IAF, que nem sempre alcança o nível crítico necessário (3,5 a 4,0) para o início da frutificação.

Esse comportamento poderia ser atribuído à grande capacidade da soja em tolerar a desfolha. Em Não-Me-Toque, RS, na safra 2007/2008, foram estudados níveis de desfolhação (33% a 100% de desfolha) em soja de hábito indeterminado no período vegetativo (Bueno et al., 2010), que constataram que nenhuma intensidade de desfolha reduziu significativamente a produção em relação à testemunha sem desfolha. Resultados semelhantes foram anteriormente relatados por Higley e Peterson (1996). Isso pode, eventualmente, ocorrer porque a perda foliar é compensada pela maior penetração da luz até as folhas inferiores, que antes estavam sombreadas, aumentando deste modo a produção de fotossintatos totais da planta, fazendo com que a mesma mantenha a produção de grãos semelhante à testemunha ou até mesmo ligeiramente superior (Turnipsee, 1972). Níveis altos de desfolha (67%-100%) tolerados pela cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade têm sido observados por

diversos autores (Begun; Eden, 1965; Gazzoni; Minor, 1979).

A utilização do tratamento 4 nas plantas remanescentes (nutrientes e hormônios de crescimento), apesar de não ter superado o rendimento de grãos da testemunha (T1), apresentou média de rendimento superior aos 4.000 kg/ha e estatisticamente equivalente ao melhor tratamento (T5). Importante ressaltar que o CV elevado do experimento (Tabela 2) não permitiu distinguir tratamentos com mais de 1.300 kg/ha de diferença, mas mostrou tendência de que a semeadura sobre plantas remanescentes tenha sido a melhor alternativa para contornar os danos de granizo.

Com relação à roçada das plantas remanescentes após o granizo, no estádio V3 (T2), verificou-se prejuízo significativo ao rendimento de grãos comparativamente aos demais tratamentos. Nesse estádio, a perda de área foliar pela roçada repercutiu negativamente na composição estrutural da planta e provocou mais lesões nos tecidos remanescentes.

Considerando a cultivar remanescente, o estádio de desenvolvimento da cultura (V3) no momento do sinistro e as condições de ambiente no ano agrícola, as seguintes conclusões podem ser apontadas:

a) Dessecação e ressemeadura (T3) não se mostram mais produtivas comparativamente à manutenção da cultura remanescente, após o dano de granizo (T1).

b) A ressemeadura direta de 10 pl/m² da cultivar BRS 5601RR sem dessecação (T5) mostra-se mais produtiva que a testemunha (T1) e que a dessecação + ressemeadura (T3).

c) A utilização de micronutrientes (Zn, Cu e Mo) mais enxofre e nitrogênio após o dano de granizo em soja (T4) não se mostra estatisticamente superior à testemunha (T1).

d) A roçada das plantas, a 10 cm da superfície do solo, após o dano de granizo no estágio V3 (T2), reduz o rendimento de soja.

Experimento 2

No estágio de desenvolvimento V7 da soja, os danos de granizo no rendimento de grãos foram maiores nos tratamentos 8 e 9, em função da ressemeadura tardia com 10 pl/m² e 20 pl/m² da cultivar BRS 5601RR, entre as fileiras de soja remanescente (Tabela 3). Como havia grande variação no desenvolvimento das plantas de soja remanescentes (V7), com a ressemeada (BRS 5601RR) ocorreu maior competição entre plantas, resultando em redução no rendimento de grãos, comparativamente ao tratamento sem ressemeadura (T1).

Tabela 2. Rendimento de grãos, índice de colheita (IC), peso de mil sementes (PMS), biomassa seca (MS), número de legumes e de grãos por área e componentes do rendimento da cultivar de soja Monsoy 5863 IPRO, após queda de granizo em Mormaço, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

Tratamento*	Rendimento (kg/ha)	IC (%)	PMS (g)	MS (kg/ha)	Leg/m ²	G/m ²
1	3.356 B**	52,9 A	145 AB	5.692 AB	833 C	1.994 B
2	1.805 C	43,5 A	144 AB	3.781 AB	477 D	1.089 C
3	3.119 BC	40,5 A	122 B	6.793 AB	1.008 BC	2.218 B
4	4.032 AB	50,2 A	151 A	6.997 AB	969 BC	2.334 AB
5	5.035 A	51,8 A	136 AB	8.668 A	1.400 A	3.207 A
6	4.426 AB	50,7 A	139 AB	7.631 A	1.244 AB	2.751 AB
CV (%)	17,9	12,3	7,5	24,2	15,5	16,9

* 1) Plantas remanescentes; 2) Plantas remanescentes + roçada a 10 cm de altura; 3) Dessecação (Finale: 0,2 L/ha) + ressemeadura BRS 5601RR (20 pl/m²); 4) Plantas remanescentes + Evo MoZiC (0,2 L/ha), New (10 L/ha), Acquamax Top (1 L/ha) e Spin (0,2 L/ha), aplicado após o rebrote; 5) Plantas remanescentes + ressemeadura BRS 5601RR (10 pl/m²); 6) Plantas remanescentes + ressemeadura BRS 5601RR (20 pl/m²);

** Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O tratamento 4, em que se utilizou dessecação, eliminando as plantas remanescentes, ressemeando a cultivar BRS 5601RR e acrescentando mais 30 kg/ha de cloreto de potássio, não superou em termos de produção o tratamento 1, provavelmente decorrente do estágio fenológico avançado da cultura remanescente (V7).

Com relação ao tratamento 6, onde foi utilizado Zn, Cu, Mo, nitrogênio e hormônio de crescimento (Evo MoZiC; Spin e New) procurando maximizar o crescimento, não se observou efeito no aumento do rendimento de grãos, comparativamente ao tratamento 1. Contudo, no tratamento 7, quando as plantas remanescentes receberam 30 kg/ha de cloreto de potássio além da aplicação de Zn, Cu, Mo, nitrogênio e hormônio, o rendimento de grãos aumentou significativamente em comparação ao tratamento 6.

Cabe destacar também que no tratamento 5, em que as plantas, após o desfolhamento pelo granizo (V7,) foram cortadas a 10 cm de altura, a biomassa obtida pelo rebrote foi suficiente para produtividade superior ao tratamento 4, considerado padrão pela assistência técnica nessa situação (dessecação e ressemeadura). Surpreendentemente, mesmo com o corte das plantas a 10 cm no tratamento 5, a produtividade foi semelhante ao tratamento 1 e apresentou maior peso de mil sementes do que o tratamento 4 (Tabela 3). A roçada das plantas nesse estágio (T5) pode ter possibilitado maior disponibilidade de luz e favorecido o estabelecimento da

ramificação lateral e reduzindo o aborto de flores, uma vez que esse tratamento foi um dos mais produtivos. Trabalho realizado por Mathew et al. (2000) destacou a importância da disponibilidade de luz em vários estádios de desenvolvimento da soja para aumento do número de legumes. Segundo os autores, o enriquecimento de luz, imposto durante os estádios iniciais de desenvolvimento da soja, poderia incrementar a disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento de estruturas reprodutivas e reduzir o aborto de flores e a abscisão de legumes, resultando em maior número final de legumes.

Finalmente, nos tratamentos 2 e 3, em que se utilizaram aplicações de nitrogênio e cobre, respectivamente, após os danos de granizo, o rendimento foi semelhante ao tratamento 7, que foi o mais produtivo.

Comparativamente aos tratamentos 1 e 2, onde houve a avaliação da reposição de nitrogênio (30 kg/ha), não se observou diferença significativa entre os tratamentos, indicando ausência de efeito da reposição de nitrogênio pela área foliar retirada pelo granizo, provavelmente pelo efeito negativo do nitrogênio na Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN).

Considerando a cultivar em estudo, o estágio de desenvolvimento da cultura e as condições de ambiente no ano agrícola, as seguintes conclusões podem ser apontadas:

a) A dessecação e a ressemeadura, mesmo com a suplementação com

cloreto potássio (T4), não melhoram o rendimento de grãos de soja após danos de granizo no estádio V7;

b) A aplicação de cicatrizante à base de cobre após o dano de granizo (T3) não é eficiente para o aumento do rendimento de grãos da cultura;

c) A utilização de cloreto de potássio melhora o rendimento da soja danificada por granizo, após a utilização de suplementação de Zn, Cu, Mo, N e hormônio de crescimento, em relação à ressemeadura de soja BRS 5601RR;

d) O cloreto de potássio associado a micronutrientes (Zn, Cu e Mo), nitrogênio e hormônio aumenta o rendimento de soja danificada por granizo em V7.

Considerações Finais:

Estádios de crescimento

Para estimar as perdas de produção da soja em função de danos associados ao granizo, é necessária a determinação

Tabela 3. Rendimento de grãos, índice de colheita (IC), peso de mil sementes (PMS), biomassa seca (MS), número de legumes (Leg) e de grãos (G) por área da cultivar de soja Pioneer 95Y52, após danos por granizo em Mormaço, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2018.

Tratamento*	Rendimento (kg/ha)	IC (%)	PMS (g)	MS (kg/ha)	Leg/m ²	G/m ²
1	3.824 AB**	43,6 AB	188 A	7.681 AB	878 BC	1.780 AB
2	3.747 AB	39,5 B	182 A	8.260 A	871 BC	1.792 AB
3	3.788 AB	43,4 AB	187 A	7.651 AB	850 BC	1.768 AB
4	3.405 BC	50,3 A	140 B	5.896 B	1044 A	2.108 A
5	3.960 AB	38,6 B	182 A	8.933 A	851 BC	1.892 AB
6	3.635 BC	39,4 B	190 A	8.075 AB	783 CD	1.668 BC
7	4.372 A	46,2 AB	189 A	8.295 A	953 AB	2.015 AB
8	3.561 BC	40,9 B	186 A	7.651 AB	797 CD	1.665 BC
9	3.072 C	39,9 B	191 A	6.803 AB	706 D	1.397 C
CV (%)	7,56	7,86	4,13	11,80	6,77	8,35

* 1) Testemunha: Plantas remanescentes (estádio V7; AF remanescente: <10%; estande: 28 pl/m²); 2) Plantas remanescentes + 30 kg/ha de N₂ (ureia); 3) Plantas remanescentes + Cobre Red (0,2 L/ha); 4) Dessecação (Finale) + ressemeadura (BRS 5601RR) + 30 kg/ha de KCl; 5) Plantas remanescentes + roçada a 10 cm de altura; 6) Plantas remanescentes + Spin (0,2 L/ha), Evo MoZiC (0,2 L/ha), New (10 L/ha), Acquamax Top (1 L/ha) (após rebrote); 7) Tratamento 6 + 30 kg/ha de KCl; 8) Plantas remanescentes + ressemeadura (BRS 5601RR) - 10 pl/m²; 9) Plantas remanescentes + ressemeadura (BRS 5601RR) - 20 pl/m².

** Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

precisa do estágio de crescimento da soja. Os resultados apresentados neste trabalho caracterizam dois estádios (V3 e V7) com comportamento de recuperação e medidas de manejo diferencial. Em condições de campo, o produtor deve caracterizar o estágio de desenvolvimento da cultura, em torno de sete dias após o sinistro, avaliando também a redução do estande e a extensão dos danos causados, para tomar a melhor decisão de manejo. Adicionalmente, deverá ficar atento à infestação por ervas daninhas, que poderá se constituir em grande problema em função da redução do estande ou da área foliar pelo granizo, e conseqüentemente, da habilidade das plantas na competição.

Taxa de crescimento

Para as regiões de maior probabilidade de queda de granizo no Rio Grande do Sul (regiões do Alto Uruguai e Planalto Médio), a utilização de cultivares de GM mais altos, com taxa de crescimento maior, é mais adequada, a exemplo da cultivar BMX Lança IPRO (GM 5.8). Por outro lado, o uso de cultivares com GM menores, a exemplo da cultivar Pioneer 95Y52 (GM 5.2), parece não ser o mais adequado, principalmente para semeaduras em outubro. Outra medida de manejo que pode minimizar possíveis danos por granizo, em regiões de alta probabilidade, é a utilização de espaçamentos reduzidos (25 cm entre fileiras).

Aspectos econômicos

A adoção de práticas de manejo, após dano de granizo na lavoura de soja, deve ser acompanhada por análise detalhada de aspectos econômicos adicionais envolvidos nas operações de ressemeadura, fertilização e proteção (herbicidas), bem como a disponibilidade no mercado de cultivares indicadas para o sistema tardio de semeadura (Rodrigues et al., 2016).

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- BARROS, H. B.; SANTOS, M. M.; PELUZIO, J. M.; ROCHA, R. N. C.; SILVA, R. R.; VENDRUSCO, J. B. Desfolha na produção de soja (*Glycine max* 'M-SOY 109'), cultivada no cerrado, em Gurupi-TO, Brasil. *Bioscience Journal*, v. 18, n. 2, p. 5-10, 2002.
- BEGUN, A.; EDEN, W. G. Influence of defoliation on yield and quality of soybeans. *Journal of Economic Entomology*, v. 58, n. 3, p. 591-592, 1965.
- BERLATO, M. A.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 8, n. 1, p. 121-132, 2000.
- BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Growth dynamics the vegetative period affects yield of narrow-row, late-planted soybean. *Agronomy Journal*, v. 88, n. 4, p. 567-572, 1996.
- BOARD, J. E.; KAMAL, M.; HARVILLE, B. G. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agronomy Journal*, v. 84, n. 4, p. 575-579, 1992.

- BUENO, A. F.; BATISTELA, M.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F.; NISHIKAWA, M.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; GARCIA, A.; CORBO, E.; SILVA, R. B. **Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem a ocorrência de prejuízos à produtividade**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 79).
- CERA, J. C.; STRECK, N. A.; ZANON, A. J.; ROCHA, T. S. M.; CARDOSO, A. P.; RIBEIRO, B. S.-M. R.; FERSTERSEIFER, C. A. J.; BECKER, C. C. Dano por granizo na cultura da soja em condições de lavoura: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, p. 211-217, 2016.
- DIOGO, A. M.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V. S.; SEDIYAMA, C. S. Influência da remoção de folhas, em vários estádios de desenvolvimento, na produção de grãos e em outras características agrônômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, v. 44, n. 253, p. 272-285, 1997.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 15 p. (Special report, 80).
- GALLON, M.; BUZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; DA SILVA, H. L. Ação de herbicidas inibidores da protox sobre o desenvolvimento acamamento e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 232-240, 2016.
- GAZZONI, D. L.; MINOR, H. C. Efeito do desfolhamento artificial em soja, sobre o rendimento e seus componentes. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1979. v. 2, p. 47-57.
- HIGLEY, L. G.; PETERSON, R. K. D. The biological basis of the EIL. In: HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P. (Ed.). **Economic thresholds for integrated pest management**. Lincoln: University of Nebraska Press, 1996. p. 22-40.
- KLEIN, R. N.; SHAPIRO, C. A. **Evaluating hail damage to soybeans**. Lincoln: University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2011. 8 p. EC128.
- LIU, X.; JIN, J.; WANG, G.; HERBERT S. J. Soybean yield physiology and development of high-yielding practices in Northeast China. **Field Crop Research**, v. 105, n. 3, p. 157-171, 2008.
- LIU, B.; LIU, X. B.; WANG, C.; JIN, J.; HERBERT, S. J.; HASHEMID, M. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. **International Journal of Plant Production**, v. 4, n. 1, p. 1735-8043, 2010.
- LUCAS, D. D. P.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; DALCIN, J. S.; LOOSE, L. H. Escala diagramática de quantificação de danos causado por granizo em folhas de girassol. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 822-826, 2012.
- MATHEW, J. P.; HERBERT, S. J.; SHUHUAN ZHANG, S.; RAUTENKRANZ, A. A. F.; LITCHFIELD, G. D. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 6, p. 1156-1161, 2000.
- MYERS, R. L.; BRUN, W. A.; BRENNER, M. L. Effect of raceme-localized supplemental light on soybean reproductive abscission. **Crop Science**, v. 27, n. 2, p. 273-277, 1987.
- NEDEL, A.; SAUSEN, T. M.; SAITO, S. M. Zoneamento dos desastres naturais ocorridos no estado do Rio Grande do Sul no período 1989 - 2009: granizo e vendaval. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 2, p. 119-126, 2012.
- PELÚZIO, J. M.; BARROS, H. B.; ROCHA, R. N. C.; SILVA, R. R.; NASCIMENTO, I. R. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1197-1203, 2002.
- PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 4, n. 2, p. 183-188, 1998.
- RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R. **População de plantas e espaçamento entre fileiras em sistemas precoce e tardio de semeadura de soja em Passo Fundo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 7 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 359). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147768/1/ID43769-2016CTO359.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, M. C. C.; ROMAN, E. S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 14). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPNT-2010/40353/1/p-ci14.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

THE RESPONSE of soybeans to simulated hail damage. Scott: Monsanto Learning Center, 2013. 2 p. Asgrow Demonstration Report. Disponível em: <<https://monsanto.com/app/uploads/2017/05/slc-ag-response-of-soybeans-to-simulated-hail-damage.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, v. 28, n. 4, p. 543-546, 1998.

TURNIPSEED, S. G. Response of soybeans to foliage losses in South Carolina. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 1, p. 224-229, 1972.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.

ZUFFO, A. M.; ZAMBIAZZI, E. V.; GESTEIRA, G. S.; REZENDE, P. M.; BRUZI, A. T.; SOARES, I. O.; GWINNER, R.; BIANCHI, M.C. Agronomic performance of soybean according to stages of development and level of defoliation. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 19, p. 2089-2096, 2015.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, Km 294
Caixa Postal 3081
Telefone: (54) 3316-5800
Fax: (54) 3316-5802
99050-970 Passo Fundo, RS
<https://www.embrapa.br/fale-conosco>

1ª edição
versão on-line (2018)



Comitê Local de Publicações da Embrapa Trigo

Presidente
Leila Maria Costamilan

Membros
Alberto Luiz Marsaro Júnior, Alfredo do Nascimento Junior, Anderson Santi, Genei Antonio Dalmago, Sandra Maria Mansur Scagliusi, Tammy Aparecida Manabe Kiihl, Vladirene Macedo Vieira

Normalização bibliográfica
Maria Regina Martins

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Fátima Maria De Marchi

Foto da capa
Edson Roberto Costenaro