

QUALIDADE DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA SOB REGULAGENS INTERNAS DE MÁQUINA

137

GRAIN QUALITY IN MECHANIZED SOYBEAN HARVESTING UNDER INTERNAL MACHINE SETTINGS

NILSON DIAS ROSA NETO

Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres / GO
nilsonneto33@gmail.com

ARIEL MUNCIO COMPAGNON

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Professor do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres / GO
ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

LUÍS SÉRGIO RODRIGUES VALE

Doutor em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Professor do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres / GO
luis.sergio@ifgoiano.edu.br

MATHEUS RAFAEL VAZ BARCELOS

Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres / GO
matheusrv.barcelos@gmail.com

DANIEL PEREIRA DE ARAUJO

Estudante de Agronomia, Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres / GO
daniel.85338348@gmail.com

Resumo: A soja é um dos produtos mais importantes do agronegócio mundial e tem papel de destaque na pauta de exportações brasileiras, e no processo produtivo, a colheita consiste em uma das etapas mais importantes, uma vez que, se realizada no momento incorreto e com as condições e regulagens erradas podem aumentar significativamente os prejuízos. Assim, objetivou-se avaliar as perdas qualitativas na colheita mecanizada da soja, sob diferentes regulagens de abertura de côncavo e rotação do rotor. O ensaio foi realizado em março de 2022, na fazenda Segredo, em Nova Crixás - GO. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por: 2 regulagens de côncavo (12 mm e 14 mm) e duas rotações do rotor de trilha (526 rpm e 620 rpm). Para avaliação da qualidade de grãos foram utilizadas as seguintes variáveis resposta: pureza, grãos rachados, grãos quebrados, grãos bandinha, grãos inteiros e emergência em campo. A abertura do côncavo e a velocidade de rotor afetaram a qualidade dos grãos em vários parâmetros avaliados. A regulagem de 620 rpm do rotor de trilha com 14 mm abertura do côncavo foi a que proporcionou a maior quantidade de grãos bandinha e rachados. A regulagem de 620 rpm rotor de trilha com 12 mm de abertura de côncavo afetou negativamente a emergência dos grãos, denotando perda de vigor por danos físicos. A combinação de 526 rpm do rotor de trilha com 14 mm abertura do côncavo foi a que apresentou os melhores resultados para os parâmetros qualitativos.

Palavras-chave: Grãos danificados. *Glycine max*. Rotação do rotor. Abertura do côncavo.

Abstract: Soybean is one of the most important products in world agribusiness and plays a prominent role in Brazilian exports, and in the production process, harvesting is one of the most important stages, since, if carried out at the wrong time and with the right conditions, and wrong settings can significantly increase losses. Thus,

the objective was to evaluate the qualitative losses in mechanized soybean harvesting, under different concave opening settings and rotor rotation. The test was carried out in March 2022, at the Segredo farm, in Nova Crixás - GO. The design used was completely randomized in a 2x2 factorial scheme, with four replications. The treatments were composed of: 2 concave adjustments (12 mm and 14 mm) and two threshing rotor rotations (526 rpm and 620 rpm). To evaluate grain quality, the following response variables were used: purity, cracked grains, broken grains, bandinha grains, whole grains and field emergence. Concave opening and rotor speed affected grain quality in several parameters evaluated. The 620 rpm setting of the threshing rotor with 14 mm concave opening was the one that provided the highest amount of bandinha and cracked grains. The 620 rpm threshing rotor setting with 12 mm concave opening negatively affected grain emergence, denoting loss of vigor due to physical damage. The combination of 526 rpm of the threshing rotor with 14 mm concave opening was the one that presented the best results for the qualitative parameters.

Keywords: Damaged grains. *Glycine max*. Rotor rotation, concave opening.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande relevância na balança comercial, devido ao seu valor socioeconômico, a ampla utilização dos seus produtos, subprodutos e expressão no mercado interno e externo, sendo considerada a principal *commodity* agrícola nacional (EMBRAPA, 2014). Na safra de 2021/22 foram produzidos aproximadamente 125 milhões de toneladas de soja em todo o território nacional, em uma área plantada de 40 milhões de hectares (CONAB, 2022). No Brasil, a soja consolidou-se como um dos principais produtos da agricultura, fortalecendo a posição do país como um dos principais *players* no comércio agrícola mundial (ARTUZO et al., 2018). No estado de Goiás, as exportações do complexo soja representaram aproximadamente 52% das exportações do agronegócio goiano, sendo os principais destinos: China (65,9%), Europa (12,4%) e Tailândia (6,5%) (AGROSTAT, 2021).

A colheita é uma das etapas de maior importância na produção de grãos, uma vez que consiste na retirada do produto final do campo, influenciando na qualidade do grão (CAMOLESE et al., 2015). Na colheita mecanizada da soja, as perdas podem ser classificadas como qualitativas e quantitativas, nas quais as quantitativas são as perdas na plataforma de corte e nos mecanismos internos da máquina (trilha, separação e limpeza), e as qualitativas são aquelas que afetam as características dos grãos e sementes, sendo mais preocupante em campos de produção de sementes, pois afetam a germinação das mesmas comprometendo o estande final de plantas. Ambas as perdas estão relacionadas ao maquinário utilizado e suas regulagens, que tendem a serem dinâmicas, devido à característica da cultura (CASSIA et al., 2015). A avaliação do processo de colheita de grãos de soja inclui, necessariamente, a

observação da danificação mecânica e da quantidade de sementes perdidas (HOLTZ; REIS, 2013).

Outro fator que pode ser determinante para a ocorrência de perdas durante o processo de colheita mecanizada são as regulagens dos mecanismos externos e internos da colhedora (SOARES et al., 2020). Dentre estas regulagens podem ser destacadas: rotação do rotor de trilha, abertura de côncavo e das peneiras, altura da plataforma de corte, rotação do molinete, rotação do ventilador e velocidade de deslocamento da máquina (COLET, 2016).

Pesquisas têm demonstrado que os danos qualitativos nas sementes estão relacionados com a velocidade do rotor e a abertura do côncavo da colhedora na operação de colheita, sendo que o acréscimo da velocidade do cilindro torna a colheita da lavoura mais rápida, mas resulta em maior percentual de sementes danificadas (LOPES et al., 2011; FERNANDES et al., 2020). O rotor e o côncavo possuem ação rígida, gerando ao mesmo tempo atrito, compressão e impacto sobre a massa de grãos colhidos (MAFINI, 2016).

A operação de colheita mecanizada de grãos normalmente é realizada sem que haja controle efetivo para que a variabilidade das perdas nesse processo fique dentro de padrões aceitáveis (SOARES et al., 2020). Portanto, é importante planejar e ajustar toda a operação de colheita para manter o índice de perdas dentro de uma faixa aceitável (FERNANDES et al., 2020), que segundo Portugal e Silveira (2021), é de 60 kg ha^{-1} , ou seja, 1 saco ha^{-1} . Segundo a EMBRAPA (1998), 80 a 85% das perdas quantitativas ocorrem na plataforma de corte das colhedoras, 12% são ocasionadas pelos mecanismos internos e apenas 3% são causadas por perdas naturais. Assim, estudos que verifiquem regulagens internas adequadas, visando a redução de perdas também na qualidade dos grãos de soja se fazem necessários.

Diante do que foi exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as perdas qualitativas na colheita mecanizada de soja sob diferentes regulagens do sistema de trilha da máquina.

Metodologia

O experimento foi realizado no período compreendido entre março a junho de 2022, na fazenda Segredo, município de Nova Crixás - GO. Na área de soja comercial estava plantada a cultivar NEO 790 IPRO, que apresenta um ciclo de maturação médio de 115 dias e

hábito de crescimento indeterminado. O sistema de plantio adotado na área foi o direto, que já é utilizado há 6 anos no local, em regime de sequeiro. O espaçamento adotado foi de 0,50 m entrelinhas e 12 sementes m⁻¹, obtendo um estande final de cerca de 240 mil plantas ha⁻¹.

Previamente à colheita mecanizada dos grãos, foi realizada a uniformização do talhão por meio da dessecação das plantas de soja com o herbicida comercial Spraykill (Diquat) na concentração de 2 L ha⁻¹, juntamente com 200 mL ha⁻¹ de óleo mineral comercial Sinfix. Para a colheita, realizada no mês de março de 2022, foi utilizada a colhedora modelo BC 7800 da marca Valtra, ano 2021, com plataforma *draper* com largura de 10,7 m (35 pés) modelo Valtra 635FD, com sistema de trilha axial TriZone, 450 cv de potência no motor e velocidade de trabalho de 6 km h⁻¹. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x2, sendo os tratamentos compostos por duas regulagens de côncavo (12 mm e 14 mm) e duas rotações do rotor de trilha (526 rpm e 620 rpm), com quatro repetições por tratamento.

Durante a operação de colheita foram coletadas amostras de soja em cada regulagem respectiva a cada tratamento, nas quais eram coletadas no tanque graneleiro da máquina, em um volume de 1 kg aproximadamente para cada tratamento. Os grãos foram acondicionados em sacos plásticos, identificados e levados para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. Posteriormente, cada amostra de 1 kg foi dividida em 4 subamostras, obtendo-se, portanto, 4 amostras de 250 g, nas quais foram utilizadas como repetições, sendo essas utilizadas para a realização dos seguintes testes em laboratório, conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).:

Teste de Pureza: realizado com uma amostra de 200 g de grãos para cada repetição. Foi feita a separação entre grãos puros, outros grãos e material inerte, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Grãos Rachados: para esse teste, foram avaliadas as amostras de grãos puros obtidos do teste de pureza. Foram considerados como rachados os grãos que apresentavam rachaduras ou fissuras em seus cotilédones devido ao rompimento do tegumento, nos quais foram avaliados utilizando lupa de aumento de 8x. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Grãos Quebrados: para esse teste, foram avaliadas as amostras de grãos puros obtidos do teste de pureza. Foram considerados como quebrados os grãos que apresentavam quebras

que geraram redução significativa de sua massa, analisados visualmente. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Grãos Bandinhas: foram avaliadas as amostras de grãos puros obtidos do teste de pureza. Foram considerados como bandinha os grãos que apresentaram quebra longitudinalmente na união dos cotilédones, separando-os, sendo estes, analisados visualmente. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Grãos Inteiros: foram avaliadas as amostras de grãos puros obtidos do teste de pureza. Foram considerados como inteiros, os grãos que não apresentaram nenhum dano ou avarias, sendo avaliados visualmente e posteriormente com o auxílio de uma lupa de aumento de 8x para validar a análise. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Teste de emergência em campo: para avaliação da emergência, realizou-se a semeadura dos grãos de soja em canteiros de areia, com quatro repetições de 50 grãos. As avaliações foram realizadas aos cinco dias (1^a contagem) e nove dias (2^a contagem). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F à 5% de probabilidade. Para os resultados significativos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do programa computacional Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2008).

Resultados e discussão

A pureza não foi afetada pela abertura do côncavo, bem como não houve interação entre os fatores (Rotação x Abertura). Porém, a rotação de 526 rpm do rotor proporcionou maior pureza dos grãos (tabela 1). De modo geral, todas as regulagens testadas, apresentaram valores médios de pureza elevados, acima de 99%, o que mostra que o sistema de limpeza da colhedora utilizada no ensaio foi eficiente, independente da regulagem adotada. Conforme Cavalcante et al. (2018), todos os tratamentos apresentaram médias dentro dos padrões de comercialização (acima de 90%).

Para a emergência em campo, constatou-se interação entre os fatores estudados, sendo o desdobramento apresentado na (tabela 2). Analisando o efeito das aberturas de côncavo dentro de cada nível de rotação de rotor, houve diferença somente para a regulagem 620 rpm

rotor de trilha + 12 mm de abertura de côncavo, em que se observou o menor percentual de emergência, atingindo apenas 86%. De acordo com Aguila et al. (2011), o ajuste adequado da abertura do côncavo e a velocidade do rotor são essenciais para diminuir os danos mecânicos nos grãos de soja, que se manifestam por danos físicos aos grãos e queda no poder germinativo por danos nos embriões e tegumento.

A combinação da menor abertura do côncavo e maior rotação do rotor aumentou consideravelmente o atrito dos grãos durante o processo de trilha, tanto com a superfície interna no sistema quanto com outros grãos. Esse atrito pode causar danos imediatos, que são aqueles que são facilmente caracterizados por meio da visualização a olho nu, e também podem ocorrer danos não perceptíveis nas sementes, como rachaduras microscópicas e/ou abrasões na semente ou a presença de danos internos no embrião, que são chamados de dano latentes. Os danos latentes, assim como os danos imediatos podem permitir inviabilizar a germinação das sementes ou então, permitir a germinação, mas reduzindo o vigor, o potencial de armazenamento da semente e o potencial fisiológico da semente na implantação da lavoura (FERNANDES et al., 2020).

Tabela 1. Análise de variância e teste de média para pureza e porcentagem de emergência em campo sob diferentes rotações do rotor e abertura de côncavo. 2023. Nova Crixás, GO.

Tratamentos	Pureza (%)	Emergência (%)
rpm do rotor (R)		
526 rpm	99,90 a	96,5 a
620 rpm	99,58 b	91,0 b
Abertura côncavo (A)		
12 mm	99,84	91,25 b
14 mm	99,63	96,25 a
Teste F		
R	10,502*	9,945*
A	4,613 ^{ns}	8,219*
R x A	4,723 ^{ns}	5,260*
CV (%)	0,20	3,72

* - Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; CV (%) - Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2023.

Tabela 2. Resultados médios obtidos do desdobramento para porcentagem de emergência em campo sob diferentes rotações do rotor e abertura de côncavo. 2023. Nova Crixás, GO.

Causas de variação		Abertura côncavo	
		12 mm	14 mm
rpm do rotor	526 rpm	96,0 A a	97,0 A a
	620 rpm	86,5 B b	95,5 A a
Teste F	5,260*		
CV (%)	3,72		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2023.

Apesar da porcentagem de emergência estar acima do mínimo exigido para a cultura da soja que é de 80%, conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), denota-se que a combinação da maior rotação do rotor e a menor abertura de côncavo foram as mais nocivas para a emergência da soja. As taxas médias de emergência para os demais tratamentos variaram de 86,5 a 99%, indicando que os grãos avaliados possuem alto vigor. A combinação 526 rpm rotor de trilha com 14 mm abertura do côncavo foi a que promoveu os melhores resultados, combinando a menor rotação do rotor e maior abertura do côncavo, o que possivelmente permitiu maior conformidade do sistema e consequente menores danos aos grãos.

Na avaliação de grãos bandinha, houve significância para os fatores avaliados de forma isolada e também em interação (tabela 3). Com isso, nota-se que a utilização da regulagem de 620 rpm rotor de trilha com 14 mm abertura do côncavo proporcionou a maior quantidade de grãos bandinha, provavelmente pelo atrito causado, em função do aumento de rotação do rotor associada ao aumento do fluxo de grãos (tabela 4). Essa regulagem propiciou um aumento de quase 400% na quantidade de grãos bandinha. Com o aumento da rotação do rotor, os grãos ficam expostos à fortes choques e impactos durante o processo de colheita, aumentando a quantidade de grãos partidos (BONFIM et al., 2019).

Tabela 3. Análise de variância e teste de média para porcentagem de grãos quebrados, inteiros, bandinha e rachados sob diferentes rotações do rotor e abertura de côncavo. 2023. Nova Crixás, GO.

Tratamentos	Quebrado (%)	Inteiros (%)	Bandinha (%)	Rachado (%)
rpm do rotor (R)				
526 rpm	0,03	53,76	1,21 a	6,66 a
620 rpm	0,21	51,91	2,69 b	9,94 b
Abertura côncavo (A)				
12 mm	0,06	54,46	1,39 a	6,79 a
14 mm	0,17	51,21	2,50 b	9,81 b
Teste F				
R	1,814 ^{ns}	0,166 ^{ns}	19,408*	34,595*
A	0,600 ^{ns}	0,454 ^{ns}	11,047*	29,097*
R x A	0,110 ^{ns}	0,309 ^{ns}	17,114*	14,116*
CV (%)	223,54	18,63	34,34	13,47

* - Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns - Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; CV (%) - Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2023.

Tabela 4. Resultados médios obtidos do desdobramento para porcentagem de grãos bandinha sob diferentes rotações do rotor e abertura de côncavo. 2023. Nova Crixás, GO.

Causas de variação		Abertura côncavo	
		12 mm	14 mm
rpm do rotor	526 rpm	1,35 A a	1,08 A a
	620 rpm	1,44 A a	3,94 B b
Teste F	17,114*		
CV (%)	30,10		

*Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2023.

A quantidade de grãos bandinha e rachados, em função das regulagens, apresentaram comportamentos semelhantes (tabela 5). A utilização da regulagem de 620 rpm rotor de trilha com 14 mm abertura do côncavo proporcionou um incremento de cerca de 78% na quantidade de grãos rachados em comparação às demais regulagens. Essas rachaduras devem-se

principalmente a sobrecargas dos sistemas em decorrência de uma elevada taxa de alimentação (FRANTZ et al., 2012). O aumento na abertura do côncavo pode não ter compensado a aumento da rotação do rotor, gerando um grande atrito pelo fluxo de grãos.

Tabela 5. Resultados médios obtidos do desdobramento para porcentagem de grãos rachados sob diferentes rotações do rotor e abertura de côncavo. 2023. Nova Crixás, GO.

Causas de variação		Abertura côncavo	
		12 mm	14 mm
rpm do rotor	526 rpm	6,20 A a	7,11 A a
	620 rpm	7,38 A a	12,50 B b
Teste F	14,116*		
CV (%)	13,47		

*Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2023.

Conclusão

A combinação de regulagens de rotor e abertura de côncavo influenciou na qualidade dos grãos colhidos.

Recomenda-se o uso da regulagem de 526 rpm do rotor com 14 mm de abertura de côncavo para maior qualidade dos grãos colhidos.

A regulagem 620 rpm rotor de trilha com 12 mm de abertura de côncavo afetou negativamente a emergência dos grãos.

Referências

AGROSTAT – Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. *Exportação Importação*. (2021). Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

AGUILA, L. S. H, AGUILA, J. S., THEISEN, G. **Perdas na colheita na cultura da soja**. Pelotas: Embrapa, 2011. 12 p.

ARTUZO, F. D., FOGUESATTO, C. R., SOUZA, Â. R. L. D. SILVA, L. X. D. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, n. 2, p. 273-294, 2018.

BONFIM, J. L., LIVAI, J., CARVALHO, T. C. Interferência de diferentes velocidades do rotor trilhador, de uma colhedora axial no atributo físico e fisiológico de sementes de soja. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 12, n. 3, p. 31-38, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa, 2009.

CAMOLESE, H. S., BAIIO, F. H. R., ALVES, C. Z. Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 1, p. 21-29, 2015.

CASSIA, M. T., VOLTARELLI, M. A., SILVA R. P., ZERBATO, C., LIMA P. H. Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1209-1214, 2015.

CAVALCANTE, R. M., CAVALCANTE, J. A., MENEGHELLO, G. E. Qualidade de sementes graníferas coletadas em estabelecimentos comerciais no Estado de Santa Catarina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 3, 322-327, 2018.

COLET, R. **Identificação de variáveis operacionais, que influenciam nas perdas da colheita mecanizada da cultura de soja**. Chapecó: Universidade Federal da Fronteira Sul – Bacharelado em Agronomia, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). (2022). Acompanhamento da safra brasileira grãos: 11º levantamento, agosto 2022: safra 2021/2022 Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2022/2022-08-10_levantamento-de-safras_conab-9.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). (2022). Boletim de safra de grãos 2021/2022. 7º levantamento terceira semana de março de 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 21 de abril de 2022.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil**. Recomendações Técnicas, 1998. 182 p.

EMBRAPA. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. 1. ed. Londrina: Soja, 2014.

FERNANDES, C. H. S., TEJO, D. P., BURATTO, J. S. Perdas na colheita da soja. **Agronomia: Jornadas Científicas**, v. 2, n. 1, p. 136-143, 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FRANTZ, U. G., FARIAS, M. S., RODRIGUES, F. A., SCHLOSSER, J. F., UHRY, D. Perda monitorada. **Cultivar Máquinas**, v. 11, n. 123, p. 17-19, 2012.

HOLTZ, V.; REIS, E. F. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 347-353, 2013.

MENDONÇA LOPES, M., OLIVEIRA DEDEMO PRADO, M., SADER, R. BARBOSA, R. M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 230-238, 2011.

MAFINI, H. **Danos mecânicos em sementes de soja causados por diferentes mecanismos de colheita**. Ijuí: Curso de Agronomia / Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2016.

PORTUGAL, F. A. F.; SILVEIRA, J. M. **Perdas na colheita**. Embrapa: Soja, 2021.

SOARES, W. M.; COMPAGNON, A. M.; PEREIRA FILHO, W. J.; NAVES, R. F.; JESUS, M. V.; FRANCO, F. J. B.; LEMES, L. M.; ROSA NETO, N. D. Perdas na colheita mecanizada direta do feijoeiro comum. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 12, p. 102450-102463, 2020.