

## **ANÁLISE QUALITATIVA DAS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DIRETA DE FEIJÃO**

52

### **QUALITATIVE ANALYSIS OF LOSSES IN DIRECT MECHANIZED HARVESTING OF BEANS**

**WALTER JOSÉ PEREIRA FILHO**

Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres / GO  
pereirafilho123@outlook.com

**ARIEL MUNCIO COMPAGNON**

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

**LUÍS SÉRGIO RODRIGUES VALE**

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e  
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

**NILSON DIAS ROSA NETO**

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

**Resumo:** Objetivou-se com esse trabalho avaliar as perdas qualitativas na colheita mecanizada direta de feijão sob diferentes velocidades de operação da colhedora e teor de água dos grãos. O ensaio foi realizado no período compreendido de julho a dezembro de 2020 no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. Os grãos foram colhidos em área de produção comercial de feijão no município de São Luiz do Norte - GO. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 velocidades de colheita (3,5, 4,5 e 5,5 km h<sup>-1</sup>) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%, base úmida), com quatro repetições. Foram avaliadas as qualidades dos grãos colhidos por meio dos testes de pureza, porcentagem de grãos quebrados e danificados, condutividade elétrica, germinação e emergência em campo. A pureza dos grãos, o percentual de grãos quebrados e a emergência em campo não foram afetadas pelo teor de água dos grãos bem como pelas velocidades da colhedora. A colheita com os grãos apresentando 14% de teor de água proporcionou menor percentual de grãos danificados e menores valores de condutividade elétrica. A germinação e a pureza foram elevadas para todos os tratamentos avaliados.

**Palavras-chave:** Danos mecânicos. *Phaseolus vulgaris*. Qualidade dos grãos. Umidade dos grãos.

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the qualitative losses in direct mechanized bean harvesting under different harvester operating speeds and grain water content. The test was carried out from July to December 2020 at the Seed Analysis Laboratory of the Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. The grains were harvested in a commercial bean production area in the municipality of São Luiz do Norte - GO. The experiment was carried out in a completely randomized design in a 3 x 2 factorial scheme, with 3 harvest speeds

(3.5, 4.5 and 5.5 km h<sup>-1</sup>) and two grain water contents (12 and 14%, wet basis), with four replications. The qualities of the harvested grains were evaluated through tests of purity, percentage of broken and damaged grains, electrical conductivity, germination and emergence in the field. Grain purity, percentage of broken kernels and field emergence were not affected by grain moisture content or harvester speeds. Harvesting grains with 14% water content provided a lower percentage of damaged grains and lower electrical conductivity values. Germination and purity were high for all evaluated treatments.

**Keywords:** Mechanical damage. *Phaseolus vulgaris*. Grain quality. Water content.

## Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande importância econômica e social para a agricultura nacional. É cultivado em todo o território nacional por grandes e pequenos produtores nos mais diversos sistemas de produção, servido como alimento base na dieta da população brasileira (SILVA et al., 2018). De acordo com estimativas da CONAB (2023), nessa safra a produção nacional deverá atingir 2,951 milhões de toneladas, em uma área plantada de 2,758 milhões de hectares.

Uma das principais etapas dentro do processo produtivo da cultura do feijoeiro é a colheita. Essa demanda muitos cuidados, pois se for realizada de forma inadequada, pode levar a excessiva perda de grãos em campo, além de lhe causar danos mecânicos, deixando o produto com aparência e qualidade comprometidas, reduzindo o seu valor comercial (HOLTZ et al., 2019).

A umidade dos grãos é um fator fundamental a ser considerado durante a colheita mecanizada de feijão. O teor de água ideal para trilha deve estar entre 15 e 18%, sendo que grãos colhidos com alta umidade estão sujeitos a amassamento e dificultam a debulha pelo sistema de trilha. Por outro lado, o baixo teor de água implica na ocorrência de rachaduras e quebras aos grãos, impactando diretamente na qualidade do produto (PEREIRA FILHO et al., 2021).

A qualidade dos grãos de feijão é um parâmetro bastante relevante para comercialização e processamento. A presença de danos mecânicos (grãos quebrados e partidos) reduzem o valor comercial do produto e a aceitação pelos consumidores, bem como dificultam o armazenamento (OLIVEIRA et al., 2021).

Diante desse contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as perdas qualitativas na colheita mecanizada de feijão sob diferentes velocidades de operação da colhedora e teor de água dos grãos.

## Metodologia

O experimento foi conduzido no período compreendido de julho a dezembro de 2020 no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) dos Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Os grãos de feijão foram colhidos em área de produção comercial, localizada no município de São Luiz do Norte – GO, com coordenadas 49°21'31" S e 14°54'15".

A cultivar de feijão analisada foi a BRS Estilo, sendo todos os tratamentos culturais realizadas na área conforme recomendação do Engenheiro Agrônomo responsável. A colheita foi realizada por uma colhedora marca John Deere, modelo S540, com plataforma do tipo convencional de 25 pés (7,62 m) e sistema de trilha axial. A máquina operou em segunda marcha, com motor, rotor, ventilador e molinete nas respectivas rotações de 2400, 300, 840 e 27 rpm (rotações por minuto), côncavo com abertura de 20 mm e peneiras superior e inferior respectivamente, com 23 e 13 mm.

O ensaio foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, sendo três velocidades de deslocamento da colhedora (3,5, 4,5 e 5,5 km h<sup>-1</sup>) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%), com quatro repetições por tratamento. O grau de umidade dos grãos foi determinado pelo método da estufa, conforme Brasil (2009).

Para avaliação da qualidade dos grãos, no momento da colheita, foram coletadas quatro amostras por tratamento no tanque graneleiro da máquina. Posteriormente, essas amostras foram misturadas, obtendo-se ao final uma amostra composta para cada tratamento e que foi utilizada para a realização dos seguintes testes em laboratório:

**Teste de Pureza:** realizado com quatro amostras de 200 g de grãos para cada tratamento. Foi feita a separação entre grãos puros, outros grãos e material inerte e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009)

**Teste Padrão de Germinação (TPG):** foi feito com oito repetições de 50 grãos para cada tratamento em rolo de papel *germitest* umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Foi utilizado o germinador com temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco dias (1° contagem) e nove dias (2° contagem), de acordo com os critérios estabelecidos por Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Emergência em Campo:** foi realizado com quatro repetições de 50 grãos para cada tratamento e semeados em canteiros com areia. A contagem das plântulas emergidas ocorreu aos nove dias após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

**Condutividade Elétrica:** utilizou-se quatro repetições de 50 grãos por tratamento. Os grãos foram pesados em balança eletrônica com precisão de três casas decimais, em seguida colocadas em copos descartáveis com 75 mL de água destilada. Os recipientes foram levados para a B.O.D. à temperatura de 25 °C, por 24 horas. Após, foi feita a medição da condutividade elétrica com um condutivímetro eletrônico modelo DDS - 120 W, e os resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de grão (FESSEL et al., 2010).

**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 divididos em seus cotilédones, devido ao rompimento do tegumento (SILVA et al., 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

**Grãos Danificados:** realizado conforme a metodologia descrita por Silva et al. (2009), onde foram avaliadas as amostras de grãos puros obtidos do teste de pureza. Foram considerados como danificados os grãos que estavam descascados, trincados ou amassados. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F à 5% de probabilidade e as médias dos tratamentos comparados no teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional Sisvar versão 5.6.

## Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância e teste de média para pureza dos grãos, porcentagem de grãos quebrados e danificados. Verifica-se que a pureza não foi afetada pelas velocidades e teores de água analisados, bem com a interação entre esses fatores não foi significativa. Esse resultado difere dos obtidos por Silva et al. (2009), que avaliando o desempenho de uma colhedora automotriz axial na colheita de feijão verificaram elevação da pureza dos grãos com o incremento da velocidade. Por outro lado, Silva et al. (2013),

avaliando as perdas qualitativas na colheita mecanizada de soja observaram redução do percentual de sementes puras com o aumento da velocidade de 4 para 7 km h<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Análise de variância e teste de média para pureza, porcentagem de grãos quebrados e porcentagem de grãos danificados sob diferentes velocidades de deslocamento da colhedora e teores de água dos grãos.

Tratamentos	Pureza (%)	Grãos quebrados (%)	Grãos danificados (%)
Teor de água (U)			
12 %	99,81	1,53	25,70
14 %	99,91	1,64	23,73
Velocidade (V)			
3,5 km h <sup>-1</sup>	99,90	1,60	23,24
4,5 km h <sup>-1</sup>	99,95	1,87	26,15
5,5 km h <sup>-1</sup>	99,77	1,29	24,72
Teste F			
U	2,864 <sup>ns</sup>	0,306 <sup>ns</sup>	9,191*
V	3,193 <sup>ns</sup>	2,629 <sup>ns</sup>	6,66*
U x V	2,763 <sup>ns</sup>	0,264 <sup>ns</sup>	10,162*
CV (%)	0,12	31,59	6,45

<sup>ns</sup> - Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; CV (%) - Coeficiente de variação.

Fonte: autores.

Souza et al. (2010) estudando a distribuição espacial do teor de água dos grãos em colheita semimecanizada de feijão observaram que o aumento do teor de água proporcionou aumento da impureza do produto, independentemente de sua origem. Holtz et al. (2019) em estudos com colheita mecanizada direta de feijão verificaram aumento das impurezas nos horários de menor umidade dos grãos. Isso é explicado pelo fato de que o material vegetal mais seco, ao passar pelo sistema de trilha, sofre maior fragmentação, resultando em maior quantidade de material inerte no sistema de limpeza.

De modo geral, os dados médios de pureza obtidos foram elevados, acima de 99%, o que mostra que o sistema de limpeza da colhedora foi muito eficiente. De acordo com Brasil (2008), que regulamenta tecnicamente a qualidade do feijão, quando os grãos apresentam porcentagem de matérias estranhas e impurezas superior a 4%, esses são desclassificados para comercialização, devendo ser submetido às máquinas de separação e limpeza, para adequá-lo a essa condição. Desse modo, observa-se para todos os tratamentos avaliados, os grãos se enquadram dentro do padrão para comercialização.

A porcentagem de grãos quebrados também não foi afetada por nenhum dos tratamentos estudados (Tabela 1). A interação também não se mostrou significativa. De modo geral, os resultados para grãos quebrados foram baixos, o que mostra que a rotação do rotor

da máquina estava adequada para as condições da cultura. Vieira et al. (2006) afirmam que o grau de danificação da semente colhida se reduz sensivelmente quando se utilizam máquinas equipadas com o sistema de trilha de fluxo axial, em função desse sistema ser menos agressivo quando comparado ao tangencial.

Silva et al. (2009) avaliando o desempenho de uma colhedora automotriz axial submetida a três velocidades de operação, em dois períodos de colheita de duas cultivares de feijão, observaram que independentemente da cultivar, a colheita realizada no período da tarde proporcionou maior quantidade de grãos quebrados quando comparada a colheita feita no período da manhã. Esse fato está diretamente relacionado à redução do teor de água dos grãos do período da manhã para o da tarde, que deixou os grãos mais quebradiços. Os mesmos autores também observaram redução no percentual de grãos quebrados ao se elevar a velocidade da colhedora de 3 km h<sup>-1</sup> para 5 km h<sup>-1</sup>.

Para a porcentagem de grãos danificados houve interação entre os tratamentos estudados, sendo o desdobramento apresentado na Tabela 2. Analisando o efeito dos teores de água dentro de cada nível de velocidade, observa-se que para as velocidades de 3,5 e 4,5 km h<sup>-1</sup>, a maior porcentagem de grãos danificados foi obtida quando a colheita ocorreu com os grãos apresentando teor de água de 12%. Para velocidade de 5 km h<sup>-1</sup>, não se verificou diferença entre as umidades.

Tabela 2. Resultados médios obtidos do desdobramento para porcentagem de grãos danificados sob diferentes velocidades de colheita e teores de água dos grãos.

Causas de variação		Teor de água	
		12%	14%
Velocidade	3,5 km h <sup>-1</sup>	25,60 abA	20,88 bB
	4,5 km h <sup>-1</sup>	27,80 aA	24,50 aB
	5,5 km h <sup>-1</sup>	23,70 bA	25,80 aA

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.

Holtz et al. (2019) avaliando as perdas qualitativas dos grãos na colheita mecanizada direta de feijão em diferentes horários, verificaram que, quando a colheita ocorreu nos períodos de menor umidade, houve maior quantidade de grãos danificados. Marcondes et al. (2010) também relataram maiores danos mecânicos para sementes de soja da cultivar BRS 184, quando essas foram colhidas em condições de baixa umidade (12%). Para Andrade et al.



(1999) e Queiroz et al. (2012), o teor de água é um fator de grande influência na porcentagem final de danos mecânicos em sementes, pois, sementes secas têm maior susceptibilidade a danos mecânicos que úmidas.

Analisando o efeito das velocidades dentro de cada nível de teor de água (Tabela 2), verifica-se que na umidade de 12%, houve diferença somente entre as velocidades de 4,5 e 5,5 km h<sup>-1</sup>. A menor velocidade proporcionou maior quantidade de grãos danificados. Para a umidade de 14%, os menores resultados foram obtidos quando a máquina operou à 3,5 km h<sup>-1</sup>.

Tertuliano et al. (2009) avaliando a qualidades física e fisiológica de sementes de feijão-carioca Iapar 81, colhidas em sistema semimecanizado, observaram que houve aumento do índice de danos mecânicos visíveis com o incremento da velocidade de deslocamento até aproximadamente 8,8 km h<sup>-1</sup>, quando, a partir daí a tendência foi de ligeira queda. Os mesmos autores atribuem esse resultado ao fato do aumento da velocidade de deslocamento elevar a taxa de alimentação da máquina, o que promove maior preenchimento do espaço entre o cilindro e o côncavo com a palha, fazendo assim com que ocorra uma redução do impacto direto dos grãos com as partes metálicas do sistema de trilha e, por conseguinte, a ocorrência de danos.

Segundo Camolese et al. (2015), o aumento dos danos mecânicos pode influenciar a taxa germinativa, assim como diminuir o tempo de armazenamento em função de injúrias no tegumento. Aliado a isso, Holtz et al. (2019) afirmam que quanto menor a porcentagem de impurezas e grãos quebrados na massa colhida, mais rápido será o beneficiamento e com menor custo. Dessa forma, para obtenção de grãos com boa qualidade é recomendado ao produtor observar sempre as condições da cultura a ser colhida, para ajustar a máquina antes de iniciar a operação em campo.

A Tabela 3 contém o resumo da análise de variância e teste de média para a condutividade elétrica, germinação e emergência em campo. Verifica-se que a condutividade elétrica foi afetada pelos dois fatores analisados. Em relação aos teores de água, os maiores resultados para essa variável foram observados quando a colheita ocorreu com os grãos apresentando 12% de água. Isso pode ser explicado pelo fato dos grãos que foram colhidos na menor umidade apresentarem maior quantidade de danos no tegumento, o que leva a uma maior exsudação de íons, açúcares e metabólitos na água durante o teste (FESSEL et al., 2010).

Tabela 3. Análise de variância e teste de média para condutividade elétrica, germinação, emergência em campo de grãos feijão colhidos sob diferentes velocidades de deslocamento da colhedora e teores de água dos grãos.

Tratamentos	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )	Germinação (%)	Emergência em campo (%)
Teor de água (U)			
12 %	946,58 a	93,75	98,33
14 %	843,87 b	95,50	99,16
Velocidade (V)			
3,5 km h <sup>-1</sup>	969,56 a	93,25	99,00
4,5 km h <sup>-1</sup>	908,15 b	96,37	98,25
5,5 km h <sup>-1</sup>	807,97 c	94,25	99,00
Teste F			
U	51,48*	3,922 <sup>ns</sup>	0,926 <sup>ns</sup>
V	43,29*	4,349*	0,333 <sup>ns</sup>
U x V	0,302 <sup>ns</sup>	5,630*	2,481 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,92	3,23	2,15

<sup>ns</sup> - Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; CV (%) - Coeficiente de variação.

Fonte: autores.

Em relação às velocidades, observa-se que houve uma redução da condutividade elétrica de grãos com o incremento da velocidade. Tertuliano et al. (2009) estudando a influência da velocidade de deslocamento e da rotação do cilindro trilhador na qualidade de sementes de feijão, observaram comportamento decrescente desse atributo até 7,7 km h<sup>-1</sup>, enquanto, a partir dessa velocidade, a tendência foi de acréscimo. Paixão et al. (2017) avaliando a qualidade física e fisiológica de sementes de soja em três velocidades da colhedora (4,5, 5,0 e 5,5 km h<sup>-1</sup>), observaram menor condutividade elétrica para a velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup>.

A emergência em campo (Tabela 3) não foi influenciada pelos teores de água e velocidades analisadas, bem como a interação entre esses fatores não foi significativa. Esses resultados corroboram com os obtidos por Vieira et al. (2006), que não verificaram influência da velocidade, bem como da rotação do cilindro de trilha na emergência em areia de sementes de soja. Por outro lado, Silva et al. (2013), avaliando as perdas qualitativas na colheita mecanizada de soja em duas colhedoras de anos diferentes (3 e 4 anos) e duas velocidades de operação (4 e 7 km h<sup>-1</sup>), observaram que o aumento da velocidade influenciou positivamente a emergência em areia para a colhedora mais antiga (4 anos) e negativamente para a colhedora mais nova (3 anos).



Para a germinação, constatou-se interação entre os fatores estudados, sendo o desdobramento da interação apresentado na Tabela 4. Analisando o efeito dos teores de água dentro de cada velocidade, houve diferença somente para 4,5 km h<sup>-1</sup>. A maior germinação foi obtida na umidade de 14%. Para as velocidades dentro de cada teor de água houve significância somente para 14%. A maior germinação foi obtida na velocidade de 4,5 km h<sup>-1</sup>, tendo 3,5 e 5,5 km h<sup>-1</sup> não se diferido.

Tabela 4. Resultados médios obtidos do desdobramento para germinação de grãos de feijão colhidos sob diferentes velocidades de colheita e teores de água dos grãos.

Causas de variação		Teor de água	
		12%	14%
Velocidade	3,5 km h <sup>-1</sup>	94,25 aA	92,25 bA
	4,5 km h <sup>-1</sup>	93,75 aB	99,00 aA
	5,5 km h <sup>-1</sup>	93,25 aA	95,25 bA

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

Fonte: autores.

Tertuliano et al. (2009) avaliando a influência da velocidade de deslocamento e da rotação do cilindro de trilha na qualidade física e fisiológica de sementes de feijão carioca Iapar 81, verificaram uma ligeira diminuição da germinação com o incremento da velocidade, independente das rotações do cilindro trilhador. Silva et al. (2009) avaliando a colheita de feijão feita por colhedora automotriz provida de plataforma de corte flexível e sistema de trilha axial, verificaram aumento no percentual de germinação com elevação da velocidade da colhedora para aproximadamente até 6 km h<sup>-1</sup>. Carvalho e Novembre (2012) não observaram variação na germinação de sementes de soja colhidas com 15,9% e 12% de umidade.

Verifica-se que a germinação obtida para todos os tratamentos foi elevada, variando de 92 a 99%, o que demonstra que os grãos avaliados apresentam alto vigor. Com esse resultado pode-se utilizar esses grãos na semeadura de feijão, quando o agricultor não encontrar sementes no mercado.

## Conclusão

A pureza dos grãos, o percentual de grãos quebrados e a emergência em campo não foram afetadas pelo teor de água dos grãos e velocidades da colhedora.

A colheita com os grãos apresentando 14% de teor de água proporcionou menor percentual de grãos danificados e menores valores de condutividade elétrica.

A germinação e a pureza foram elevadas para todos os tratamentos avaliados.

## Referências

ANDRADE, E. T.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; ALVARENGA, E. M. (1999). Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, 3(1), 54-60.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2008). Regulamento Técnico do Feijão. Instrução Normativa Nº 12, de 28 de março de 2008, Seção 1, 11-14.

CAMOLESE, H. S.; BAILO, F. H. R.; ALVES, C. Z. (2015). Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, 9(1), 21-29.

CARVALHO, T. C.; NOVENBRE, A. D. L. C. (2012). Qualidade de sementes de soja colhidas de forma manual e mecânica com diferentes teores de água. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 33(1), 155-166.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. (2023). Acompanhamento da safra brasileira Grãos. Safra 2022/23 - Sétimo levantamento, Brasília, 10(7), 1-107. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos>

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. B.; VIEIRA, R. D. (2010). Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. Bragantia, Campinas, 69(1), 207-214.

HOLTZ, V.; SOKOLOWSKI, K. J. O.; ALENCAR, R. G.; JARDIM, C. C. S.; MASSOLA, M. P.; OLIVEIRA, D. G. (2019). Perdas na colheita mecanizada direta de feijão cultivado em área irrigada por pivô central. Revista Agrotecnologia, Ipameri, 10(1), 10-19.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. (2010). Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 30(2), 315-321.

OLIVEIRA, D. P.; ATAIDES, G. M.; BARBOSA, U. C.; BERGLAND, A. C. R. O.; OLIVEIRA, D. C.; OLIVEIRA, D. E. C.; FURQUIM, M. D.; SOUSA JÚNIOR, J. C. (2021). Análise e modelagem gradual de um aplicativo para classificação de grãos soja, milho, feijão e sorgo. Research, Society and development, 10(1), 1-14.

PAIXÃO, C. S. S.; CHRISPIN, C. P.; SILVA, R. P.; GIRIO, L. A. S.; VOLTARELLI, M. A. (2017). Physical and physiological quality of soybean seeds at three speeds of the harvester. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, 21(3), 214-218.

PEREIRA FILHO, W. J.; COMPAGNON, A. M.; FRANCO, F. J. B.; ROSA NETO, N. D., LEMES, L. M. (2021). Perdas quantitativas na colheita mecanizada de feijão. Research, Society and development, 10(5), 1-8.

QUEIROZ, J. R.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; FARIAS, P. A.; ALMEIDA, R. D.; CAVALCANTI, R. F. R. R. M. (2012). Simulação de danos mecânicos em feijão carioca durante o processo de beneficiamento. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 14, 435-444.

SILVA, F. V. P.; CASIMIRO, E. L. N.; LAZARETTI, N. S. (2018). Avaliação de perdas de grãos e qualidade fisiológica na colheita mecanizada do feijão. Cultivando o Saber, 1(4), 32-34.

SILVA, J. G.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. (2009). Colheita direta de feijão com colhedora automotriz axial. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, 39(4), 371-379.

SILVA, R. P.; SILVA, B. M. S.; BARROZO, L. M.; SALUM, J. D.; ROSA, M. S.; GOMES, D. P. (2013). Perdas qualitativas na colheita mecanizada de sementes de soja. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 34(2), 477-484.

SOUZA, C. M. A.; BOTTEGA, E. L.; VILELA, F. V.; RAFULL, L. Z. L.; QUEIROZ, D. M. (2010). Espacialização de perdas e da qualidade do feijão em colheita semimecanizada. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, 32(2), 201-208.

TERTULIANO, P. C.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. C. F.; ROBAINA, A. D. (2009). Qualidade de sementes de feijão colhidas por colhedora autopropelida em sistema semimecanizado. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 29(1), 81-90.

VIEIRA, B. G. T. L.; SILVA, R. P.; VIEIRA, R. D. (2006). Qualidade física e fisiológica de sementes de soja colhidas com sistema de trilha axial sob diferentes velocidades de operação e rotações do cilindro trilhador. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 26(2), 478-482.