

Perdas quantitativas na colheita mecanizada de feijão

Quantitative losses in mechanized bean harvesting

Pérdidas cuantitativas en la cosecha mecanizada de frijol

Recebido: 23/03/2021 | Revisado: 29/03/2021 | Aceito: 16/04/2021 | Publicado: 29/04/2021

Walter José Pereira Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5335-4716>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: pereirafilho123@outlook.com

Ariel Muncio Compagnon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3133-046X>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

Felipe José Barbosa Franco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1792-6443>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: felipejose85franco@gmail.com

Nilson Dias Rosa Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3924-7946>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: nilsonneto33@gmail.com

Luíla Macêdo Lemes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1787-9176>
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil
E-mail: luilamacedolemes.lml@gmail.com

Resumo

A colheita constitui-se com uma das principais etapas dentro do processo produtivo do feijão, uma vez que apresenta alto custo agregado e se realizada da maneira incorreta pode ocasionar perdas significativas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar as perdas quantitativas na colheita mecanizada de feijão sob diferentes velocidades da colhedora e teor de água dos grãos. O ensaio foi conduzido de julho a novembro de 2019. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, sendo três velocidades de colheita (3,5, 4,5 e 5,5 km h⁻¹) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%, base úmida), com seis repetições. Foram mensuradas as perdas naturais, por deficiência de corte, nos mecanismos internos e totais. O fator velocidade não foi significativo em nenhuma das perdas avaliadas, embora os valores médios de perdas totais obtidos para as todas as velocidades estudadas estejam acima do limite aceitável. O teor de água afetou as perdas internas e totais, sendo os maiores resultados obtidos com 14%.

Palavras-chave: Colhedora; *Phaseolus vulgaris* L; Teor de água; Velocidade de operação.

Abstract

Harvesting constitutes one of the main stages within the bean production process, since it has a high aggregate cost and if carried out in the wrong way can cause significant losses. The objective of this work was to evaluate the quantitative losses in the mechanized harvest of beans under different speeds of the harvester and moisture content of the grains. The experiment was conducted from July to November 2019. The design used was completely randomized in a 3x2 factorial scheme, with three harvest speeds (3.5, 4.5 and 5.5 km h⁻¹) and two moisture contents grains (12 and 14%), with six replications. Natural losses, due to cutting defects, in the internal and total mechanisms were measured. The speed factor was not significant in any of the assessed losses, although the average values of total losses obtained for all studied speeds are above the acceptable limit. The moisture content affected the internal and total losses, with the highest results obtained with 14%.

Keywords: Harvester; *Phaseolus vulgaris* L; Moisture content; Operating speed.

Resumen

La cosecha es una de las principales etapas del proceso de producción del frijol, ya que tiene un alto costo agregado y si se realiza de manera incorrecta puede ocasionar pérdidas importantes. El objetivo de este trabajo fue evaluar las pérdidas cuantitativas en la cosecha mecanizada de frijol a diferentes velocidades de la cosechadora y contenido de agua de los granos. El experimento se realizó de julio a noviembre de 2019. El diseño utilizado fue completamente al azar en un esquema fatorial 3x2, con tres velocidades de cosecha (3.5, 4.5 y 5.5 km h⁻¹) y dos niveles de agua de los granos (12 y 14%), con seis repeticiones. Se midieron las pérdidas naturales, por defectos de corte, en los mecanismos internos y totales. El factor velocidad no resultó significativo en ninguna de las pérdidas evaluadas, aunque los valores

medios de las pérdidas totales obtenidas para todas las velocidades estudiadas se encuentran por encima del límite aceptable. El contenido de agua afectó las pérdidas internas y totales, con los mayores resultados obtenidos con 14%.
Palabras clave: Cosechadora; *Phaseolus vulgaris* L; Contenido de agua; Velocidad de operación.

1. Introdução

O Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura que ocupa posição de destaque socioeconômico na agricultura brasileira, sendo utilizado principalmente no abastecimento do mercado interno (Silva et al., 2016). É cultivado em todo território nacional em três safras: primavera/verão, verão/outono e outono/inverno, e de acordo com dados da CONAB (2020), na safra 2019/20, a produção brasileira atingiu 3,22 milhões de toneladas, o que corresponde a um aumento de 7% em relação à safra passada.

Entre as etapas do processo produtivo do feijão, a colheita é uma das mais importantes, uma vez que apresenta alto custo agregado e se for mal processada, pode acarretar em perdas, danos mecânicos e provocar o escurecimento dos grãos, interferindo de maneira decisiva na qualidade do produto e no custo de produção (Chicati et al., 2018).

De acordo com Soares et al. (2020), a colheita do feijão pode ser realizada de forma manual, semimecanizada e mecanizada, sendo a última mais praticada atualmente em função de possibilitar o trabalho em grandes áreas, proporcionar maior rendimento operacional e diminuir os custos onde a mão de obra é onerosa. Por outro lado, essa também apresenta desvantagens, como aumento das perdas de grãos, riscos de danos mecânicos e por exigir cultivares de feijão com porte mais ereto.

De acordo com Souza et al. (2010), as perdas quantitativas durante a colheita mecanizada são influenciadas por diversos fatores, entre os quais pode-se destacar a umidades dos grãos, semeadura inadequada, deiscência das vagens, acamamento das plantas, presença de plantas daninhas, velocidade de deslocamento da máquina e velocidade do molinete.

Dentre os fatores mencionados, o teor de água dos grãos e a velocidade de deslocamento da máquina merecem uma atenção especial. O teor de água dos grãos para a trilha deve estar entre 15 e 18% (Holtz et al., 2018). Os grãos colhidos com altos teores de água estão sujeitos a danos latentes e perdas nos mecanismos internos da máquina, enquanto que, baixos valores de teor de água durante a colheita implicam na ocorrência de danos imediatos (quebras) e perdas na plataforma de corte (Silveira e Conte, 2013).

Em a relação à velocidade, Silva et al. (2009) recomendam que a colheita seja realizada entre 3 e 5 km h⁻¹, e que altas velocidades podem ocasionar perdas significativas de grãos. De acordo com Cunha & Zandbergen (2007), a determinação da velocidade ideal deve ser realizada levando em consideração a produtividade da cultura e a capacidade da máquina de processar a massa vegetal colhida. Ao tomar decisão de aumentar ou diminuir a velocidade, é muito importante verificar se os níveis de perdas estão dentro do limite aceitável para a cultura.

Segundo Toledo et al. (2008), a colheita mecanizada de cereais normalmente é realizada sem que haja controle efetivo para que a variabilidade das perdas fique dentro dos padrões toleráveis. Além disso, Schanoski et al. (2011) afirmam que a ocorrência de perdas durante a colheita de cereais tem diversas implicações econômicas, sendo necessário dessa forma, a realização de levantamentos de dados e análise de causas e consequências.

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

2. Metodologia

O experimento foi realizado de julho a novembro de 2019, em área de produção comercial de feijão da Fazenda Bom Sucesso, com as coordenadas 49°21'31" S e 14°54'15" O, localizada no município de São Luiz do Norte - GO. O solo da área

é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2018) de textura média, com topografia plana e relevo suavemente ondulado.

A cultivar de feijão foi a BRS Estilo, com ciclo de maturação de aproximadamente 92 dias. A cultura foi implantada em área irrigada que se encontra sob plantio direto há 11 anos, com espaçamento de 0,50 m entrelinhas e densidade de semeadura de 12 sementes m^{-1} , obtendo no final um estande de aproximadamente 240 mil plantas por hectare. Antes da colheita foi realizada a dessecação da cultura com o herbicida Reglone (Diquat) na dose de 1,5 L ha^{-1} .

A colhedora utilizada foi da marca John Deere, modelo S540, com plataforma do tipo convencional de 25 pés (7,62 m) e sistema de trilha axial. Na barra de corte da plataforma foi instalado um conjunto de dedos para o levantamento das plantas acamadas no momento da colheita. 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 experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2, com três velocidades de colheita (3,5, 4,5 e 5,5 $km\ h^{-1}$) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%, base úmida), com seis repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. As unidades experimentais estavam espaçadas a uma distância de 50 metros.

Foram coletadas em três pontos aleatoriamente, todas as plantas existentes em duas linhas de três metros para caracterização da cultura, onde foi medida a altura das plantas e a altura de inserção da primeira vagem, bem como realizada a trilha para determinação da produtividade da cultura. Os valores foram extrapolados para $kg\ ha^{-1}$ e corrigidos para o teor de água de 13% (base úmida). Os dados médios obtidos de altura de inserção da primeira vagem e altura de planta foram respectivamente de 0,11 m e 1,3 m. Em relação à produtividade média do feijão foi de 3.300 $kg\ ha^{-1}$.

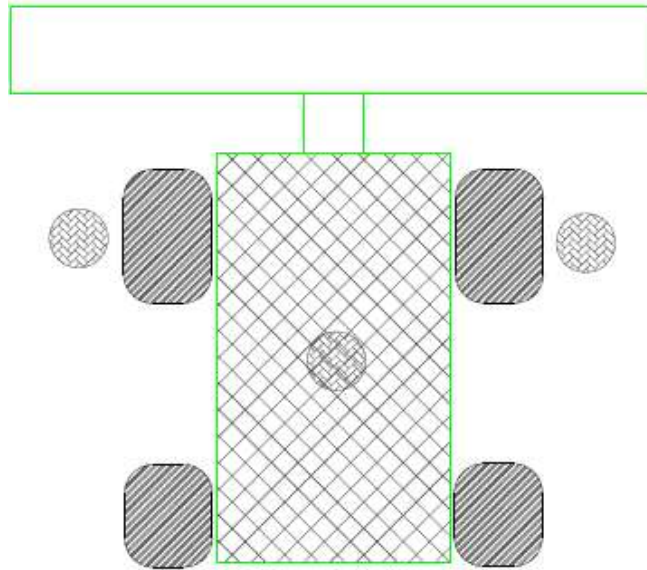
A colheita do feijão foi realizada no dia 1 de julho de 2019. Foram mensuradas as variáveis quantitativas perdas naturais, por deficiência na altura de corte, na plataforma de corte, nos mecanismos internos e totais da colhedora e da colheita. As perdas naturais foram determinadas antes do início da colheita com uma armação retangular com medidas de 0,26 m de largura e 7,62 m de comprimento, ajustada com a mesma largura da plataforma de corte da colhedora em estudo, com uma área interna de 2,0 m^2 . Em cada ponto amostrado, a armação era colocada entre as plantas e todos os grãos que estavam caídos ao solo coletados (Mesquita et al., 1998).

Para determinar as perdas na plataforma e nos mecanismos internos, utilizou-se um conjunto de gabaritos em forma de peneiras circulares com área útil conhecida (0,25 m^2 cada). Em cada ponto amostrado, os gabaritos eram arremessados, sendo um posicionado ao centro da máquina e os outros, um à direita e outro à esquerda da colhedora, próximos aos pneus dianteiros, por onde a plataforma de corte já havia passado, conforme Figura 1. Os grãos caídos sob a peneira correspondem às perdas internas, enquanto que os grãos que ficaram debaixo da peneira, descontando-se as perdas naturais, referem-se às perdas da plataforma.

As perdas por deficiência de altura de corte foram obtidas coletando-se as vagens que estavam presas em partes remanescentes de caule ou resteva que não foram colhidas pela máquina. As perdas totais foram determinadas fazendo-se o somatório das outras perdas quantificadas anteriormente.

Após a avaliação em campo, os grãos coletados das perdas em cada repetição, foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres. Foi feita a pesagem e os resultados extrapolados para $kg\ ha^{-1}$. Para a determinação do teor de água dos grãos foi utilizado o método da estufa a $105 \pm 3\ ^\circ C$ durante 24 horas (Brasil, 2009), com os dados de perdas corrigidos para 13% de teor de água.

Figura 1. Esquema de posicionamento dos gabaritos durante a amostragem das perdas.



Fonte: Autores.

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise pela estatística descritiva, na qual foram calculadas as medidas de posição (média, mediana), medidas de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação), medidas de assimetria, medidas de curtose e teste de normalidade de Anderson-Darling com o auxílio do programa Minitab 17. A variável perda por deficiência de altura de corte não apresentou normalidade pelo teste de Anderson Darling, sendo esta então transformada utilizando a opção de transformação de $\sqrt{x+1}$, conforme recomendações de Banzatto (2006).

Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F à 5% de probabilidade e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

Não foi constatada durante a execução do experimento a ocorrência de perdas naturais, embora o feijoeiro seja uma planta com tendência a deiscência das vagens. Esse resultado pode ser explicado pelo bom manejo que foi executado na área, com a realização da colheita no momento correto. Para Aguila et al. (2011), a principal causa para a ocorrência desse tipo de perda é o retardamento da colheita.

A Tabela 1 contém os parâmetros de estatística descritiva para os atributos analisados. Observa-se que para as perdas por altura de corte (PA) houve um afastamento entre média e mediana e altos valores de desvio padrão e coeficiente de variação. Os coeficientes de assimetria (Cs) e curtose (Ck) foram distantes de zero, o que é um indicativo de distribuição assimétrica dos dados que foi comprovada pelo Teste de Anderson Darling. Soares et al. (2020) avaliando as perdas na colheita mecanizada direta de feijão também verificaram distribuição assimétrica para a variável PA.

Para os demais atributos, apesar de ter ocorrido o afastamento entre média e mediana e alta amplitude dos resultados, os valores de Cs e Ck foram baixos, proporcionando assim uma distribuição normal dos dados, que foi verificada no teste de Anderson Darling.

Tabela 1. Parâmetros de estatística descritiva para perdas por altura de corte (PA), perdas na plataforma de corte (PP), perdas internas (PI) e perdas totais (PT).

Variável	Média	Med ⁽¹⁾	A ⁽²⁾	σ ⁽³⁾	CV ⁽⁴⁾	Cs ⁽⁵⁾	Ck ⁽⁶⁾	AD ⁽⁷⁾
PA (kg ha ⁻¹)	6,71	0	179,39	30,61	456,32	5,48	31,17	11,663 ^A
PP (kg ha ⁻¹)	77,08	67,07	181,48	42,02	54,52	0,92	0,72	0,667 ^N
PI (kg ha ⁻¹)	115,2	99,1	223,4	66,6	57,80	0,58	-0,75	0,748 ^N
PT (kg ha ⁻¹)	199	191,9	309,9	84	42,22	0,30	-0,88	0,530 ^N

⁽¹⁾: mediana; ⁽²⁾: amplitude; ⁽³⁾: desvio padrão; ⁽⁴⁾: coeficiente de variação (%); ⁽⁵⁾: coeficiente de assimetria; ⁽⁶⁾: coeficiente de curtose; ⁽⁷⁾: valor do teste de normalidade de Anderson-Darling; ^A: distribuição Assimétrica; ^N: distribuição Normal. Fonte: Autores.

Analisando os valores de coeficiente de curtose, observa-se que as perdas por altura de corte e da plataforma apresentam uma curva de distribuição dos dados do tipo leptocúrtica, com um pico mais alto e afunilado que a curva de distribuição normal. Já as perdas internas e totais apresentaram distribuição platicúrtica, ou seja, mais achatada que a curva de distribuição normal.

De modo geral, todos os tipos de perdas apresentaram coeficiente de variação elevado (Tabela 1), acima de 30% (Fonseca & Martins, 2010). Segundo Holtz & Reis (2013), experimentos com avaliação de perdas quantitativas em colheita mecanizada tendem a apresentar coeficientes de variação elevados, sendo esse diretamente relacionado com a metodologia empregada.

Conforme Tabela 2, para todos os tipos de perdas avaliadas, não houve interação entre os fatores teor de água e velocidade, e esses, foram analisados de forma isolada. Para as perdas por deficiência de altura de corte, verifica-se que não houve influência de nenhum dos fatores estudados. Soares et al. (2020) avaliando as perdas quantitativas na colheita mecanizada direta de feijão também não verificaram influência da velocidade nesse tipo de perda.

A ocorrência de perdas por altura de corte é um fato que está intimamente relacionada com a topografia do terreno, bem como com a altura de inserção da primeira vagem. Em áreas com solo muito irregular, assim como variedades de feijão com baixa inserção das vagens tendem a contribuir de maneira significativa para o aumento das perdas.

Os valores de PA obtidos para os tratamentos avaliados de maneira geral foram baixos. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a colhedora durante a colheita ter operado com a barra de corte bem próximo ao solo em função da baixa inserção das vagens e o acamamento das plantas (Silva et al., 2009). Aliado a isso, a máquina utilizada no ensaio apresenta um sistema de controle automático da altura de corte da plataforma, o que reduz a possibilidade de ocorrer corte ineficiente (Toledo et al., 2008).

Para as perdas na plataforma de corte (PP) (Tabela 2), também não houve significância entre os fatores analisados. Esse resultado corrobora com os obtidos por Camolese et al. (2015), que também não verificaram influência do teor de água nesse tipo de perda realizando estudos com a cultura da soja, porém sem incluir o fator velocidade.

Souza et al. (2001) avaliando as perdas em uma colhedora de fluxo axial para feijão, verificaram elevação das perdas na plataforma com o incremento da velocidade de 4 para 10 km h⁻¹. Holtz e Reis (2013) avaliando perdas na colheita mecanizada de soja em função de diferentes horários do dia, verificaram menores valores de PP no período da manhã em função da maior umidade que proporciona menor abertura das vagens durante o contato com o molinete da máquina.

Tabela 2. Análise de variância e teste de média para perdas por deficiência de altura de corte (PA), perdas na plataforma de corte (PP), perdas internas (PI) e perdas totais (PT), em colheita mecanizada de feijão sob diferentes velocidades de deslocamento da colhedora e teores de água dos grãos.

Tratamentos	PA (kg ha ⁻¹)	PP (kg ha ⁻¹)	PI (kg ha ⁻¹)	PT (kg ha ⁻¹)
Teor de água (TA)				
12%	9,96	69,00	68,86 b	147,83 b
14%	3,44	85,16	161,47 a	250,08 a
Velocidade (V)				
3,5 km h ⁻¹	0,00	89,11	97,74	186,85
4,5 km h ⁻¹	16,51	80,71	122,18	219,42
5,5 km h ⁻¹	3,60	61,41	125,58	190,60
Teste F				
U	0,056 ^{ns}	1,320 ^{ns}	36,804*	19,872*
V	0,980 ^{ns}	1,360 ^{ns}	1,321 ^{ns}	0,805 ^{ns}
U x V	0,823 ^{ns}	0,346 ^{ns}	2,252 ^{ns}	0,335 ^{ns}
CV (%)	146,88	54,73	39,76	34,58

^{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.

Nas perdas internas (PI) (Tabela 2), verifica-se que houve influência do teor de água, no qual o maior valor de PI foi observado no tratamento de 14%, que proporcionou uma perda 2,34 vezes maior quando comparada com 12%. Souza et al. (2010) também verificaram aumento das perdas nos mecanismos internos da máquina com incremento da umidade ao avaliarem a distribuição espacial do teor de água sobre as perdas em colheita semimecanizada de feijoeiro. Segundo Camolese et al. (2015), em condições de maior umidade, tem-se o aumento da resistência à desagregação entre a massa vegetal e os grãos no sistema de separação e limpeza. Assim, a debulha das vagens torna-se mais difícil, ocorrendo dessa forma elevação das perdas.

Em relação à velocidade nas perdas internas, observa-se que não houve significância. Magalhães et al. (2009) verificaram o mesmo comportamento ao avaliar o desempenho de duas colhedoras sob diferentes velocidades (4,5 e 6,5 km h⁻¹) em colheita mecanizada de soja. Mesmo não ocorrendo diferença, nota-se que as perdas internas aumentaram à medida que houve incremento da velocidade. Esse fato está associado com a taxa de alimentação da máquina, que com a elevação da velocidade tende a aumentar e, por conseguinte, pode comprometer a capacidade operacional do sistema de separação e limpeza. Agindo assim, o sistema não consegue processar toda a massa vegetal quando há um grande fluxo de material.

Nas perdas totais (PT) (Tabela 2), têm-se que o teor de água dos grãos afetou significativamente. No tratamento de 14% obteve-se a maior perda, cerca de 7,57% em relação à produtividade da cultura. O resultado está acima da perda tolerável para a colheita de feijão, que é de 3 a 5% (Garcia et al., 2005). Em relação à velocidade, verifica-se que não houve significância, porém, os resultados de perdas obtidos também estão acima do limite aceitável, na ordem de 5,66%, 6,64% e 5,77%, respectivamente, para as velocidades de 3,5, 4,5 e 5,5 km h⁻¹.

Os resultados obtidos diferem dos encontrados por Silva et. al (2009). Os autores avaliaram o desempenho de uma colhedora automotriz axial na colheita de feijão e verificaram maiores perdas em condições de maior velocidade e menor

umidade dos grãos. Silva et al. (2008) trabalhando com o conjunto trator recolhedora-trilhadora encontraram os menores resultados de perdas na velocidade de 4,9 km h⁻¹, porém, não avaliaram o fator umidade.

A maior contribuição para as perdas totais neste ensaio foi oriunda das perdas internas, que representaram de 46 a 66% da PT. Este resultado é um indicativo que é necessário um melhor ajuste das regulagens internas na máquina, como abertura do côncavo e peneiras, para que ocorra a minimização das perdas. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Silva et al. (2008), que avaliando o desempenho de um recolhedora-trilhadora de feijão observaram que no sistema de trilha, separação e limpeza as perdas ocorreram na faixa de 42 a 58% das perdas totais. Por outro lado, Holtz et al. (2018) avaliando a colheita mecanizada direta de feijão em área de pivô central verificaram maiores perdas na plataforma de corte (90,5%).

4. Conclusão

O teor de água afetou as perdas internas e totais. As maiores perdas foram obtidas com a colheita realizada com os grãos apresentando 14%.

A velocidade da colhedora não influenciou nas perdas avaliadas, embora os resultados de perdas totais obtidos para todas as velocidades estejam acima do limite aceitável.

As perdas internas foram que mais contribuíram nas perdas totais.

Sugere-se, para trabalhos futuros, experimentos com regulagens dos componentes internos da máquina, bem como na plataforma de corte.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Ceres pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor. Aos proprietários da Fazenda Bom Sucesso, Srs. Moacir, Reginaldo e Rayan Naves pelo suporte oferecido para a execução do experimento.

Referências

- Aguila, L. S. H., Aguila, J. S., & Theisen, G. (2011). *Perdas na colheita na cultura da soja*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1-12.
- Banzatto, D. (2006). *Experimentação Agrícola*. FUNEP.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). Regras para análise de sementes. Mapa.
- Camolese, H. S., Baio, 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.
- Chicati, M. S., Chicati, M. L., Furlanetto, R. H., & Freitas, G. L. S. C. (2018). Colheita do feijoeiro: qual é o melhor sistema a ser escolhido? *Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias*, 13(1), 27-37.
- Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). Acompanhamento da safra brasileira Grãos. Safra 19/20 – Décimo primeiro levantamento, Brasília, 7(11), 1-66. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>
- Cunha, J. P. A. R., & Zandbergen, H. P. (2007). Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Brasil. *Bioscience Journal*, 23(4), 61-66.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.
- Ferreira, D. F. (2008). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, (35)6, 1039-1042.
- Fonseca, J. S., & Martins, G.A. (2010). Curso de estatística. Atlas.
- Garcia, R. F., Queiroz, D. M., Fernandes, H. C., & Peternelli, L. A. (2005). Desempenho operacional de conjunto trator-recolhedora de feijão. *Engenharia Agrícola*, 25(1), 199-206.
- Holtz, V., & Reis, E. F. (2013). Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. *Revista Ceres*, 60(3), 347-353.

- Holtz, V., Sokolowski, K. J. O., Alencar, R. G., Jardim, C. C. S., Massola, M. P., & Oliveira, D. G. (2018). Perdas na colheita mecanizada direta de feijão cultivado em área irrigada por pivô central. *Revista Agrotecnologia*, 10(1), 10-19.
- Magalhães, S. C., Oliveira, B. C., Toledo, A., Tabile, R. A., & Silva, R. P. (2009). Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. *Bioscience Journal*, 25(5), 43-48.
- Mesquita, C. M., Costa, N. P., Mantovani, E. C., Andrade, J. G. M., França Neto, J. B., Silva, J. G., Fonseca, J. R., Portugal, F. A. F., & Guimarães Sobrinho, J. B. (1998). Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas de soja, milho e do arroz. Embrapa Soja.
- Schanoski, R., Righi, E.Z., & Werner, V. (2011). Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá – PR. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 15(11), 1206-1211.
- Silva, J. G., Aidar, H., & Kluthcouski, J. (2009). Colheita direta de feijão com colhedora automotriz axial. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(4), 371-379.
- Silva, R. N. O., Silva, M. G., Eberhardt, P. E. R., Silva, M. L., & Panozzo, L. E. (2016). Retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Revista Enciclopedia Biosfera*, 13(23), 1203-1210.
- Silva, R. P., Reis, L. D., Reis, G. N., Furlani, C. E. A., Lopes, A., & Cortez, J. W. (2008). Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora de feijão. *Ciência Rural*, 38(5), 1286-1291.
- Silveira, J. M., & Conte, O. (2013). Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. Embrapa Soja.
- 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. (2021). Perdas na colheita mecanizada direta do feijoeiro comum. *Brazilian Journal of Development*, (6)12, 102450-102463.
- 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*, 32(2), 201-208.
- Souza, C. M. A., Queiroz, D. M., Cecon, P. R., & Mantovani, E. C. (2001). Avaliação de perdas em uma colhedora de fluxo axial para feijão. *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5(3), 530 -537.
- Toledo, A., Tabile, R. A., Silva, R. P., Furlani, C. E. A., Magalhães, S. C., & Costa, B. O. (2008). Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. *Engenharia Agrícola*, (26)2, 710-719.