

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES**  
**BACHARELADO EM AGRONOMIA**  
**WALTER JOSÉ PEREIRA FILHO**

**ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA NA COLHEITA MECANIZADA DE  
FEIJÃO**

**CERES – GO**  
**2020**

**WALTER JOSÉ PEREIRA FILHO**

**ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA NA COLHEITA MECANIZADA DE  
FEIJÃO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. D.Sc. Ariel Muncio Compagnon.

**CERES – GO  
2020**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

P436a      Pereira Filho, Walter José  
            Análise quantitativa e qualitativa na colheita  
            mecanizada de feijão / Walter José Pereira Filho;  
            orientador Ariel Muncio Compagnon. -- Ceres, 2021.  
            20 p.

            Monografia (Graduação em Bacharelado em Agronomia)  
            -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.

            1. Danos Mecânicos. 2. Phaseolus vulgaris. 3.  
            Qualidade dos grãos. 4. Teor de água. 5. Velocidade  
            de operação. I. Compagnon, Ariel Muncio, orient. II.  
            Titulo.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia – Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Walter José Pereira Filho  
Matrícula: 2016103200210215  
Título do Trabalho: Análise quantitativa e qualitativa na colheita mecanizada de feijão

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

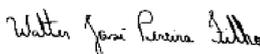
Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não  
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres-GO, 09/03/2021  
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

### ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos três dias do mês de novembro de dois mil e vinte, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do acadêmico Walter José Pereira Filho, do Curso de Agronomia, matrícula 2016103200210215, cujo título é "Análise quantitativa e qualitativa na colheita mecanizada de feijão". A defesa iniciou-se às 19 horas e 30 minutos, finalizando-se às 21 horas e 25 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO, média 8,6 no trabalho escrito, média 9,3 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final de 9,0 pontos, estando o estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

*(Assinado Eletronicamente)*  
Ariel Muncio Compagnon

*(Assinado Eletronicamente)*  
Luís Sérgio Rodrigues Vale

*(Assinado Eletronicamente)*  
Renato Souza Rodovalho

Documento assinado eletronicamente por:

- Renato Souza Rodovalho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/11/2020 21:32:33.
- Luis Sergio Rodrigues Vale, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/11/2020 21:30:31.
- Ariel Muncio Compagnon, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/11/2020 21:28:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/10/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 204702  
Código de Autenticação: b415c2a50c



*Dedico este trabalho a todos que contribuíram para a sua realização, em especial minha família, meu orientador e amigos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por sempre me abençoar, por me dar forças e por iluminar todos os meus passos.

Agradeço à minha família, em especial a meus pais, Walter José Pereira e Maria Auxiliadora de Araújo Ananias, que são meu alicerce em toda essa caminhada, sempre me apoiando em todas as decisões e me dando carinho, incentivo e força.

Agradeço ao meu orientador, Prof. D.Sc. Ariel Muncio Compagnon pela amizade, confiança, paciência, parceria, orientações, ensinamentos, conselhos e pela oportunidade de ser bolsista de iniciação científica durante três anos consecutivos.

Agradeço aos meus amigos, em especial àqueles que contribuíram para a execução desse trabalho: Nilson Dias, Matheus Rafael, Filipe Beserra, Gabriel Junio, Rayan Naves, João Filho, Wesley Rodrigues, Mateus Rodrigues e Anderson Fabrício.

Agradeço à minha namorada, Beatriz Gonzaga dos Santos pelo carinho e por todo apoio e incentivo dado ao longo dessa caminhada.

Agradeço ao Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale por todas orientações durante a realização dos testes em laboratório.

Agradeço aos professores que passaram pela minha vida acadêmica por todo o conhecimento e experiências transmitidas.

Agradeço aos proprietários da Fazenda Bom Sucesso, Sr. Moacir Naves, Sr. Reginaldo Naves e Rayan Naves pela confiança e por todo o suporte oferecido para a execução do experimento.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano - Campus Ceres pela formação acadêmica, pela residência estudantil e por todas as oportunidades que a mim foram dadas ao longo dessa caminhada.

*“Não existem sonhos impossíveis para aqueles que realmente acreditam que o poder realizador reside no interior de cada ser humano. Sempre que alguém descobre esse poder, algo antes considerado impossível, se torna realidade”.*

*Albert Einstein*

## RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar as perdas quantitativas e qualitativas 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<sup>-1</sup>) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%), com seis repetições. Foram mensuradas as perdas naturais, por deficiência de corte, nos mecanismos internos e totais. Também foi avaliada a qualidade dos grãos colhidos por meio de testes de laboratório. 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%. Em relação à qualidade, a pureza dos grãos, o percentual de grãos quebrados e a emergência em campo não foram afetados pela umidade dos grãos e velocidade da colhedora. A colheita com os grãos apresentando 14% de teor de água proporcionou menor percentual de grãos danificados e condutividade elétrica. A germinação e a pureza foram elevadas para todos os tratamentos, o que demonstra que os grãos apresentam alto vigor.

**Palavras-chave:** Danos mecânicos. *Phaseolus vulgaris*. Qualidade dos grãos. Teor de água. Velocidade de operação.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the quantitative and qualitative losses in the mechanized harvest of beans under different speeds of the harvester and water 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<sup>-1</sup>) and two water levels grains (12 and 14%), with six replications. Natural losses, due to cutting defects, in the internal and total mechanisms were measured. The quality of the harvested grains was also evaluated through laboratory tests. The velocity factor was not significant in any of the evaluated losses, although the average values of total losses obtained for all studied velocities are above the acceptable limit. The water content affected the internal and total losses, with the highest results obtained with 14%. Regarding quality, the purity of the grains, the percentage of broken grains and the emergence in the field were not affected by the moisture of the grains and the speed of the harvester. The harvest with grains with 14% water content provided a lower percentage of damaged grains and electrical conductivity. Germination and purity were high for all treatments, which demonstrates that the grains have high vigor.

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

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Conjunto de dedos instalados na plataforma da máquina para levantamento das plantas acamadas.....</b>	<b>05</b>
<b>Figura 2 – Esquema de posicionamento dos gabaritos durante a amostragem das perdas .....</b>	<b>06</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Análise de variância e teste de média para perdas por deficiência de altura de corte (PA), na plataforma de corte (PP), internas (PI) e totais (PT) em colheita mecanizada de feijão sob diferentes velocidades de deslocamento da colhedora e teores de água dos grãos .....</b>	<b>09</b>
<b>Tabela 2 – 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 .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabela 3 – Valores médios obtidos do desdobramento para porcentagem de grãos danificados sob diferentes velocidades de colheita e teores de água dos grãos .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabela 4 – Análise de variância e teste de média para condutividade elétrica, germinação, emergência em campo de grãos de feijão colhidos sob diferentes velocidades de deslocamento da colhedora e teores de água dos grãos .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabela 5 – Valores médios obtidos do desdobramento para germinação de grãos de feijão colhidos sob diferentes velocidades de colheita e teores de água dos grãos.....</b>	<b>16</b>

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	03
METODOLOGIA .....	04
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	08
CONCLUSÃO .....	16
REFERÊNCIAS.....	17

**Análise quantitativa e qualitativa na colheita mecanizada de feijão**  
**Quantitative and qualitative analysis of mechanized bean harvesting**  
**Análisis cuantitativo y cualitativo de la cosecha mecanizada de frijol**

**Walter José Pereira Filho**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: pereirafilho123@outlook.com

**Ariel Muncio Compagnon**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

**Resumo**

Objetivou-se com esse trabalho avaliar as perdas quantitativas e qualitativas 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<sup>-1</sup>) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%), com seis repetições. Foram mensuradas as perdas naturais, por deficiência de corte, nos mecanismos internos e totais. Também foi avaliada a qualidade dos grãos colhidos por meio de testes de laboratório. 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%. Em relação à qualidade, a pureza dos grãos, o percentual de grãos quebrados e a emergência em campo não foram afetados pela umidade dos grãos e velocidade da colhedora. A colheita com os grãos apresentando 14% de teor de água proporcionou menor percentual de grãos danificados e condutividade elétrica. A germinação e a pureza foram elevadas para todos os tratamentos, o que demonstra que os grãos apresentam alto vigor.

**Palavras-chave:** Danos mecânicos. *Phaseolus vulgaris*. Qualidade dos grãos. Teor de água. Velocidade de operação.

## **Abstract**

The objective of this work was to evaluate the quantitative and qualitative losses in the mechanized harvest of beans in function of different speeds of the harvester and water content of the grains. The experiment was conducted in the period 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<sup>-1</sup>) and two water content of the grains (12 and 14%), with six replicates per treatment. Natural losses, losses due to cutting deficiency, losses in internal mechanisms and total losses were measured. The quality of the harvested grains was also evaluated through laboratory tests. The velocity factor was not significant in any of the assessed losses, although the average values of total losses obtained for all studied velocities are above the acceptable limit. The humidity affected the internal and total losses, with the highest values obtained with a water content of 14%. Regarding quality, the purity of the grains, the percentage of broken grains and the emergence in the field were not affected by the moisture of the grains and the speed of the harvester. The harvest carried out with the grains showing 14% humidity provided a lower percentage of damaged grains and electrical conductivity. The germination and purity values were high for all treatments evaluated, which shows that the analyzed grains have high vigor.

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

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo fue evaluar las pérdidas cuantitativas y cualitativas 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 factorial 3x2, con tres velocidades de cosecha (3.5, 4.5 y 5.5 km h<sup>-1</sup>) y dos niveles de agua granos (12 y 14%), con seis repeticiones. Se midieron las pérdidas naturales, por defectos de corte, en los mecanismos internos y totales. La calidad de los granos recolectados también se evaluó mediante pruebas de laboratorio. El factor velocidad no resultó significativo en ninguna de las pérdidas evaluadas, aunque los valores medios de pérdidas totales obtenidos 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%. En cuanto a la calidad, la pureza de los granos, el porcentaje de granos quebrados y la emergencia en el campo no se vieron afectados por la humedad de los granos y la velocidad de la cosechadora. La cosecha con granos con 14% de

contenido de agua proporcionó un menor porcentaje de granos dañados y conductividad eléctrica. La germinación y la pureza fueron altas para todos los tratamientos, lo que demuestra que los granos tienen un gran vigor.

**Palabras clave:** Daños mecánicos. *Phaseolus vulgaris*. Calidad de grano. 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 deverá atingir 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 Costa e Pasqualetto (1999), 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 exigência de cultivares de feijão com porte mais ereto.

De acordo com Souza et al. (2010), as perdas quantitativas e qualitativas 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 do 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<sup>-1</sup>, e que altas velocidades podem ocasionar perdas significativas de grãos. De acordo com Cunha e 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 e qualitativas na colheita mecanizada de feijão sob diferentes velocidades da colhedora e teor 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 Distroférrico (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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>.

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 (Figura 1) 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.

**Figura 1.** Conjunto de dedos instalados na plataforma da máquina para levantamento das plantas acamadas.



Fonte: Autores.

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<sup>-1</sup>) e dois teores de água dos grãos (12 e 14%), 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>.

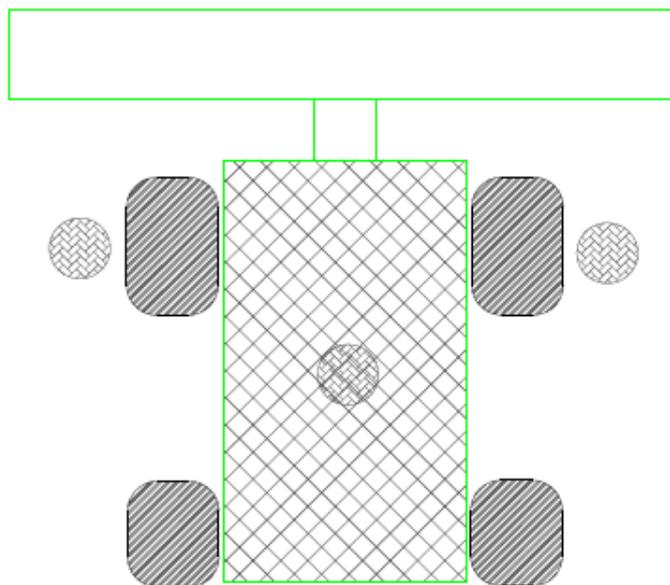
A colheita do feijão foi realizada no dia 1 de julho de 2019. Foram mensuradas as perdas naturais, por deficiência na altura de corte, na plataforma de corte, nos mecanismos

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<sup>2</sup>. 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<sup>2</sup> 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 (Figura 2). 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.

**Figura 2.** Esquema de posicionamento dos gabaritos durante a amostragem das perdas.



Fonte: Autores.

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<sup>-1</sup>. Para a determinação do teor de água dos grãos foi utilizado o método da estufa, com os dados de perdas corrigidos para 13% de teor de água.

Além das perdas, foi avaliada a qualidade dos grãos. Para isso, 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.

**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 ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A variável perda por deficiência de altura de corte não apresentou normalidade pelo teste de Anderson Darling, sendo essa então transformada utilizando a opção de transformação de  $\sqrt{x + 1}$ , conforme recomendações de Banzatto (2006). Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional Sisvar versão 5.6.

### **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.

Conforme dados na Tabela 1, 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 (PA), verifica-se que não houve influência de nenhum dos fatores estudados. A ocorrência desse tipo de perda 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).

**Tabela 1.** 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 <sup>-1</sup> )	PP (kg ha <sup>-1</sup> )	PI (kg ha <sup>-1</sup> )	PT (kg ha <sup>-1</sup> )
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 <sup>-1</sup>	0,00	89,11	97,74	186,85
4,5 km h <sup>-1</sup>	16,51	80,71	122,18	219,42
5,5 km h <sup>-1</sup>	3,60	61,41	125,58	190,60
Teste F				
U	0,056 <sup>ns</sup>	1,320 <sup>ns</sup>	36,804*	19,872*
V	0,980 <sup>ns</sup>	1,360 <sup>ns</sup>	1,321 <sup>ns</sup>	0,805 <sup>ns</sup>
U x V	0,823 <sup>ns</sup>	0,346 <sup>ns</sup>	2,252 <sup>ns</sup>	0,335 <sup>ns</sup>
CV (%)	146,88	54,73	39,76	34,58

<sup>ns</sup> - 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.

Para as perdas na plataforma de corte (PP) (Tabela 1), 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<sup>-1</sup>. 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.

Nas perdas internas (PI) (Tabela 1), 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<sup>-1</sup>) 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 1), têm-se que o teor de umidade de grãos afetou significativamente. O 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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, porém, não avaliaram o fator umidade.

A maior contribuição para as perdas totais nesse ensaio foi oriunda das perdas internas, que representaram de 46 a 66% da PT. Esse resultado é um indicativo de 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%).

Todos os tipos de perdas apresentaram coeficiente de variação elevado (Tabela 1), acima de 30% (Fonseca e Martins, 2010), o que justifica a ausência de diferenças entre os tratamentos, apesar da superioridade numérica em alguns parâmetros avaliados. Segundo Holtz e Reis (2013), experimentos a com avaliação de perdas quantitativas em colheita mecanizada tendem a apresentar coeficientes de variação elevados, sendo esse diretamente relacionado com a metodologia empregada.

A Tabela 2 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>.

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. (2018) 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.

**Tabela 2.** 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: Os autores.

A porcentagem de grãos quebrados também não foi afetada por nenhum dos tratamentos estudados (Tabela 2). 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 3. 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 3.** 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: Os autores.

Holtz et al. (2018) 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 3), 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. (2018) 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 4 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).

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  $7,7 \text{ km h}^{-1}$ , 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  $5,5 \text{ km h}^{-1}$ ), observaram menor condutividade elétrica para a velocidade de  $5,5 \text{ km h}^{-1}$ .

**Tabela 4.** 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: Os autores.

A emergência em campo (Tabela 4) 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 5. 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.

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.

**Tabela 5.** 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%
<b>Velocidade</b>	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: Os autores.

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.

#### 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 as que mais contribuíram nas perdas totais.
- 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**

Aguila, L. S. H.; Aguila, J. S.; Theisen, G. (2011). Perdas na colheita na cultura da soja. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Pelotas, 1-12.

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.

Banzatto, D. (2006). Experimentação Agrícola. Jaboticabal: FUNEP.

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

Carvalho, T. C.; & Novembre, 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.

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. Obtido em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em: 11 out. 2020.

Costa, L. R. M.; & Pasqualetto, A. (1999). Comparação de sistemas de colheita mecanizada e semimecanizada na perda, dano mecânico e impureza de grãos na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*. L). Revista Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, 29(1), 35-38.

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, Uberlândia, 23(4), 61-66.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro.

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.

Fonseca, J. S.; & Martins, G.A. (2010). Curso de estatística. São Paulo: Atlas.

Garcia, R. F.; Queiroz, D. M.; Fernandes, H. C.; Peternelli, L. A. (2005). Desempenho operacional de conjunto trator-recolhedora de feijão. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 25(1), 199-206.

Holtz, V.; & Reis, E. F. (2013). Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. Revista Ceres, Viçosa, 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, Ipameri, 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, Uberlândia, 25(5), 43-48.

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.

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.

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.

Paixão, C. S. S.; Chrispin, C. P.; Silva, R. P.; Giro, 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.

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.

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*, Goiânia, 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*, Goiânia, 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*, Santa Maria, 38(5), 1286-1291.

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.

Silveira, J. M.; & Conte, O. (2013). Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. *Embrapa Soja*.

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.

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*, Campina Grande, 5(3), 530 -537.

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.

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*, Jaboticabal, (26)2, 710-719.

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.