

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
GUSTAVO TEODORO DE OLIVEIRA MOREIRA BORGES

PERDAS QUANTITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA EM FUNÇÃO
DAS REGULAGENS INTERNAS DA MÁQUINA

CERES – GO
2022

GUSTAVO TEODORO DE OLIVEIRA MOREIRA BORGES

**PERDAS QUANTITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA EM FUNÇÃO
DAS REGULAGENS INTERNAS DA MÁQUINA**

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. Dr. Ariel Muncio Compagnon.

**CERES – GO
2022**

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

BG982p BORGES, GUSTAVO TEODORO DE OLIVEIRA MOREIRA
PERDAS QUANTITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DE
SOJA EM FUNÇÃO DAS REGULAGENS INTERNAS DA MÁQUINA /
GUSTAVO TEODORO DE OLIVEIRA MOREIRA BORGES;
orientador ARIEL MUNCIO COMPAGNON. -- Ceres, 2022.
10 p.

TCC (Graduação em AGRONOMIA) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. COLHEDORA AXIAL. 2. CONTROLE ESTATÍSTICO DE
PROCESSO. 3. PERDAS INTERNAS. 4. UMIDADE DOS GRÃOS.
I. COMPAGNON, ARIEL MUNCIO, orient. II. Título.



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

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: Gustavo Teodoro de Oliveira Moreira Borges

Matrícula: 2015103200210236

Título do Trabalho: Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em função das regulagens internas da máquina

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF 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 incluídos 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, 23 de Setembro de 2022.

Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura eletrônica do orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- Gustavo Teodoro de Oliveira Moreira Borges, 2015103200210236 - Docente, em 23/09/2022 15:16:46.
- Artel Marcelo Compagnon, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO, em 23/09/2022 15:33:48.

Este documento foi emitido pelo SIAP em 23/09/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://sisp.ifgoiiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 428636
Código de Autenticação: 1852948934

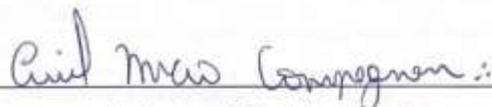


ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

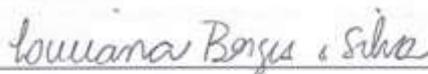
Ao(s) DEZENOVE dia(s) do mês de SETEMBRO do ano de dois mil e VINTE E DOIS realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) GUSTAVO TEODORO DE OLIVEIRA MOREIRA BORGES do Curso de AGRONOMIA, matrícula _____, cujo título é "PERDAS QUANTITATIVAS NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA EM FUNÇÃO DAS REGULAGENS INTERNAS DA MÁQUINA". A defesa iniciou-se às 13 horas e 36 minutos, finalizando-se às 14 horas e 25 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 7,9 no trabalho escrito, média 8,1 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8,0 de pontos, estando o(a) 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 – RIIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por sempre estar abençoando meus passos, cuidando e me dando forças todos os dias.

Agradeço aos meus pais, Fernando Henrique de Oliveira Borges e Romilda Moreira da Silva Borges, que acreditaram em mim, me dando apoio, amor e carinho durante todo esse caminho.

Agradeço a minha esposa Andréia Cristina, por sempre estar ao meu lado, me dando todo apoio e amor durante essa fase.

Agradeço ao meu irmão, Augusto Cesar Borges, por todo apoio, amizade, carinho e ajuda, durante essa fase da minha vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Ariel Muncio Compagnon, por todo ensinamento, conselho, paciência e parceria.

Agradeço ao meu tio, Rodrigo Cesar Borges, por sempre estar ao meu lado e investir em mim, agradeço por todos os conselhos, pela paciência, ensinamentos e oportunidades durante toda a minha vida.

Agradeço ao meu tio, Marco Aurélio Borges por todo o apoio e ajuda.

Agradeço as minhas avós Ana Maria de Oliveira Borges e Maria Bernardo da Silva por todo amor e carinho.

Agradeço ao meu amigo Lee Anderson H. L. Porto pelos conselhos e ensinamentos, paciência e parceria.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano - Campus Ceres pela formação acadêmica, pelas oportunidades de ensino, pelas experiências e conhecimentos obtidos durante meu período na instituição.

Sucesso não acontece por acaso.
É trabalho duro, perseverança,
aprendizado, estudo, sacrifício e
acima de tudo, amor pelo que você
está fazendo ou aprendendo a fazer.

(Pelé)

RESUMO

O aumento da produção agrícola passou a exigir maior qualidade e rapidez na colheita, já que a colheita da soja é um processo que influencia diretamente no rendimento final, devendo ser executada com o mínimo de perdas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas na colheita de soja em regulagens de abertura de côncavo e rotação do rotor. O ensaio foi conduzido em março de 2022, na fazenda Segredo, em Nova Crixás. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, sendo 2 regulagens de côncavo (12 mm e 14 mm) e duas rotações do rotor de trilha (526 rpm e 620 rpm), com dez repetições por tratamento. Foram avaliadas as perdas naturais (PN), perdas de plataforma (PP), perdas internas (PI), perdas totais da máquina (PTM), perdas totais da colheita (PTC) e umidade dos grãos. Os dados foram submetidos ao controle estatístico de processo com a confecção de cartas de controle por variáveis. As perdas naturais foram de 9,26 kg ha⁻¹, totalizando 58,03% das perdas totais na colheita. As perdas da plataforma foram em média 4,22 kg ha⁻¹, representando 62,99% das perdas totais da máquina, que ainda foram compostas pelas perdas internas, com 2,48 kg ha⁻¹, não havendo diferenças entre os tratamentos, ficando abaixo dos limites aceitáveis.

Palavras-chave: Colhedora Axial. Controle estatístico de processo. Perdas Internas. Umidade dos grãos.

SUMMARY

The increase in agricultural production began to demand greater quality and speed in the harvest, since the soybean harvest is a process that directly influences the final yield, and must be carried out with minimal losses. The objective of this work was to evaluate soybean harvest losses in concave opening and rotor rotation settings. The trial was conducted in March 2022, at the Segredo farm, in Nova Crixás. The design used was completely randomized in a 2x2 factorial scheme, with 2 concave settings (12 mm and 14 mm) and two threshing rotor rotations (526 rpm and 620 rpm), with ten replications per treatment. Natural losses (PN), platform losses (PP), internal losses (PI), total machine losses (PTM), total harvest losses (PTC) and grain moisture were evaluated. The data were submitted to statistical process control with the creation of control charts by variables. The natural losses were 9.26 kg ha⁻¹, totaling 58.03% of total harvest losses. The platform losses were on average 4.22 kg ha⁻¹, representing 62.99% of the machine's total losses, which were still composed of internal losses, with 2.48 kg ha⁻¹, with no differences between treatments, falling below acceptable limits.

Keywords: Axial Harvester. Statistical process control. Internal Losses. Grain moisture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Carta de controle para perdas na plataforma de corte da máquina em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.....	6
Figura 2. Carta de controle para perdas internas em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.....	7
Figura 3. Carta de controle para perdas totais da máquina em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.....	7
Figura 4. Carta de controle para perdas totais da colheita em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.....	8
Figura 5. Carta de controle para umidade dos grãos em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.....	9

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva para perdas na plataforma (PP), perdas internas (PI), perdas totais da máquina (PTM), perdas totais da colheita (PTC) e umidade dos grãos submetidas a diferentes regulagens internas. Nova Crixás, Goiás, 2022	5
---	----------

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
CONCLUSÕES	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja no norte goiano em função das diferentes regulagens da máquina

Quantitative losses in mechanized soybean harvesting in northern Goiás due to different machine settings

Pérdidas cuantitativas en la cosecha mecanizada de soja en el norte de Goiás debido a diferentes ajustes de la máquina

Gustavo Teodoro De Oliveira Moreira Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2408-8321>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: gustavoteodoro300@hotmail.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

Resumo

O aumento da produção agrícola passou a exigir maior qualidade e rapidez na colheita, já que a colheita da soja é um processo que influencia diretamente no rendimento final, devendo ser executada com o mínimo de perdas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas na colheita de soja em regulagens de abertura de côncavo e rotação do rotor. O ensaio foi conduzido em março de 2022, na fazenda Segredo, em Nova Crixás. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, sendo 2 regulagens de côncavo (12 mm e 14 mm) e duas rotações do rotor de trilha (526 rpm e 620 rpm), com dez repetições por tratamento. Foram avaliadas as perdas naturais (PN), perdas de plataforma (PP), perdas internas (PI), perdas totais da máquina (PTM), perdas totais da colheita (PTC) e umidade dos grãos. Os dados foram submetidos ao controle estatístico de processo com a confecção de cartas de controle por variáveis. As perdas naturais foram de 9,26 kg ha⁻¹, totalizando 58,03% das perdas totais na colheita. As perdas da plataforma foram em média 4,22 kg ha⁻¹, representando 62,99% das perdas totais da máquina, que ainda foram compostas pelas perdas internas, com 2,48 kg ha⁻¹, não havendo diferenças entre os tratamentos, ficando abaixo dos limites aceitáveis.

Palavras-chave: Colhedora Axial. Controle estatístico de processo. Umidade dos grãos. Perdas Internas.

Summary

The increase in agricultural production began to demand greater quality and speed in the harvest, since the soybean harvest is a process that directly influences the final yield, and must be carried out with minimal losses. The objective of this

work was to evaluate soybean harvest losses in concave opening and rotor rotation settings. The trial was conducted in March 2022, at the Segredo farm, in Nova Crixás. The design used was completely randomized in a 2x2 factorial scheme, with 2 concave settings (12 mm and 14 mm) and two threshing rotor rotations (526 rpm and 620 rpm), with ten replications per treatment. Natural losses (PN), platform losses (PP), internal losses (PI), total machine losses (PTM), total harvest losses (PTC) and grain moisture were evaluated. The data were submitted to statistical process control with the creation of control charts by variables. The natural losses were 9.26 kg ha⁻¹, totaling 58.03% of total harvest losses. The platform losses were on average 4.22 kg ha⁻¹, representing 62.99% of the machine's total losses, which were still composed of internal losses, with 2.48 kg ha⁻¹, with no differences between treatments, falling below acceptable limits.

Keywords: Axial Harvester. Statistical process control. Internal Losses. Grain moisture.

Resumen

El aumento de la producción agrícola pasó a demandar mayor calidad y rapidez en la cosecha, ya que la cosecha de la soja es un proceso que influye directamente en el rendimiento final, y debe realizarse con pérdidas mínimas. El objetivo de este trabajo fue evaluar las pérdidas de cosecha de soja en condiciones de apertura del cóncavo y rotación del rotor. El ensayo se realizó en marzo de 2022, en la finca Segredo, en Nova Crixás. El diseño utilizado fue completamente al azar en esquema factorial 2x2, con 2 ajustes cóncavos (12 mm y 14 mm) y dos rotaciones del rotor de trilla (526 rpm y 620 rpm), con diez repeticiones por tratamiento. Se evaluaron pérdidas naturales (PN), pérdidas de plataforma (PP), pérdidas internas (PI), pérdidas totales de máquina (PTM), pérdidas totales de cosecha (PTC) y humedad de grano. Los datos fueron sometidos a control estadístico de proceso con la elaboración de gráficas de control por variables. Las pérdidas naturales fueron 9,26 kg ha⁻¹, totalizando el 58,03% de las pérdidas totales de cosecha. Las pérdidas de la plataforma fueron en promedio de 4,22 kg ha⁻¹, representando el 62,99% de las pérdidas totales de la máquina, que aún estaban compuestas por pérdidas internas, con 2,48 kg ha⁻¹, sin diferencias entre tratamientos, quedando por debajo de los límites aceptables.

Palabras clave: Cosechadora Axial. Control del Proceso Estadístico. Pérdidas internas. Humedad del grano.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é umas das culturas de maior importância econômica no mundo graças ao seu retorno econômico e versatilidade dos grãos, que podem ser usados tanto para alimentação humana quanto para a animal. A cultura da soja na safra 2021/2022 foi produzida no Brasil em uma área de 40,80 milhões de hectares (4,1% maior que a safra 2020/2021), um total de 122,43 milhões de toneladas de grãos (11,4% maior que a safra 2020/2021), com produtividade média de 3000 kg ha⁻¹ (14,9% menor que a safra 2020/2021) (CONAB, 2022). No estado de Goiás, as exportações do complexo soja representaram aproximadamente 52% das exportações do agronegócio goiano, sendo os principais destinos: China (65,9%), Europa (12,4%) e Tailândia (6,5%) (AGROSTAT, 2021).

A colheita é uma das etapas mais importantes na cultura da soja, tendo em vista que é o processo mais esperado entre todas as etapas de cultivo e que se não for bem executada, pode ocasionar perdas econômicas consideráveis aos produtores, tendo em vista a necessidade de uma máxima eficiência nesse processo, os produtores utilizam a colheita

mecanizada, que nos dias atuais, preconiza a busca de maiores eficiências, principalmente por vir experimentando grande evolução tecnológica (TABILE et al., 2008).

Na colheita mecanizada da soja, as perdas podem ser classificadas como qualitativas e quantitativas, estando ambas relacionadas ao maquinário utilizado e suas regulagens, que tendem a serem dinâmicas, devido à característica da cultura, e seus fatores inerentes (CASSIA et al., 2015).

A origem das perdas se apresenta de várias maneiras, e podem ocorrer tanto antes ou durante o processo da colheita, onde 80 a 85% da perda está na plataforma de corte, 12% está relacionado ao processo de trilha pelos mecanismos internos da colhedora e 3% está relacionado à perda causada por deiscência natural das vagens (MAGALHÃES, 2009).

Os fatores ligados à perda de grãos antes da colheita, geralmente são: a deiscência de vagens, semeadura inadequada da cultura, escolha errada do cultivar, ocorrência de plantas daninhas e o mau desenvolvimento da cultura. Já os fatores que podem causar perdas durante a colheita mecanizada, podem ser: a altura de corte da plataforma da colhedora, velocidade de deslocamento da colhedora, velocidade de molinete, rotação do cilindro trilhador e abertura entre cilindro e côncavo (TOLEDO et al., 2008).

De acordo com CUNHA e ZANDBERGEN (2007), o passo inicial é conhecer os níveis de perdas em suas propriedades e as causas dos mesmos, para assim realizar as medidas de prevenção. Nesse contexto, a colheita mal executada pode levar a perdas de até 40% da produção, provocando danos mecânicos que interferem diretamente na qualidade da semente e perdas quantitativas que são influenciadas por diversos fatores que podem ser ajustados se diagnosticados, como: treinamento dos operadores, velocidade de operação, umidade do grão na hora da colheita, entre outros (EMBRAPA, 2013).

O objetivo desse trabalho foi avaliar as perdas quantitativas na colheita da soja na região norte do estado de Goiás, com diferentes regulagens dos mecanismos internos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o mês de março de 2022, em área de soja comercial, na fazenda Segredo, município de Nova Crixás, com coordenadas 14°08'08'' S e 50°13'55'' W, altitude média de 321 m. A cultivar analisada foi a NEO 790 IPRO, da sementeira VIG, com ciclo de maturação no norte goiano de 115 dias, grau de maturação 8.0 e hábito de crescimento indeterminado. A cultivar foi implantada em área de sequeiro cultivado ao manejo de plantio direto há 6 anos, utilizando uma semeadora-adubadora marca Vence Tudo, modelo PANTHER SM 16000, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e semeadura de 12 sementes m⁻¹, obtendo um estande final de aproximadamente 240 mil plantas por hectare.

Antes do processo de colheita mecanizada, foi feito a dessecação da área utilizando 2 litros por hectare do dessecante comercial Spraykill (Diquat) e 200 mL por hectare de óleo mineral comercial Sinfix, com volume de calda de 100 litros por hectare, para assim poder homogeneizar o talhão colhido.

A colhedora utilizada foi da marca Valtra, modelo BC 7800, ano 2021, com plataforma draper de 35 pés (10,66 m), modelo Valtra 635FD, com sistema de trilha axial trizone, 450 cv de potência no motor, e trabalhou em 6 km h⁻¹. O delineamento foi o inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 2x2, sendo os tratamentos: 1: 526 rpm rotor de trilha x 12 mm abertura do côncavo; 2: 620 rpm rotor de trilha x 12 mm abertura do côncavo; 3: 526 rpm rotor de trilha x 14 mm abertura do côncavo; 4: 620 rpm rotor de trilha x 14 mm abertura do côncavo, com 10 repetições por tratamento, espaçados entre si em 50 m, totalizando 40 pontos amostrais.

Para caracterização da área amostral, foram coletados de forma aleatória em 3 pontos de 2 linhas com 2 metros de comprimento, onde foi avaliado todas as plantas da área. Foi medida a altura média de plantas (0,98 m), altura média de inserção da primeira vagem (16,2 cm), altura média de corte (8,4 cm) e produtividade média da cultura de 4.230 kg ha⁻¹ (70,5 sc ha⁻¹).

Para avaliar as perdas naturais, foi utilizado uma armação de feita de madeira e cordas, com suas medidas sendo de 18,5 cm de largura e 10,66 m de comprimento (2 m²), compatível com a largura da plataforma de corte da colhedora. Em cada ponto amostral, o gabarito era colocado de forma aleatória entre as plantas de soja, e assim coletando todos os grãos que haviam caído no chão por abertura de vagens que estivessem dentro dos limites (MESQUITA et. al., 1998).

Para mensurar as perdas internas e perdas de plataforma, utilizou um conjunto de 4 gabaritos circulares com área de 0,25 m² cada. Em cada ponto amostral, os gabaritos eram lançados de ambos os lados da colhedora após a mesma ter colhido, onde os grãos que ficassem em cima do gabarito representaram as perdas internas (PI) e os grãos que ficaram embaixo do gabarito - descontando as perdas naturais - representaram as perdas da plataforma (PP). As perdas totais da máquina (PTM) são a somatória das perdas internas (PI) mais as perdas de plataforma (PP). As perdas totais da colheita (PTC) são as perdas totais da máquina (PTM) mais as perdas naturais (PN). Quanto a coleta dos dados referentes à variável umidade dos grãos, utilizou-se os dados disponíveis na colhedora Valtra® BC7800 por meio do monitor Topcon C2100, com sistema Fieldstar II versão 1.6.5.

Após a coleta dos grãos, os mesmos foram armazenados em sacos plásticos transparentes individuais e etiquetados com informações do tratamento e repetição. As amostras foram condicionadas em uma caixa térmica de isopor e encaminhada para o Laboratório de Mecanização do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, onde foi realizada a pesagem das amostras, e a correção da umidade dos grãos para 13% (base úmida).

Os dados foram submetidos a análise em estatística descritiva e depois utilizado o Controle Estatístico de Processo (CEP) para obtenção das cartas de controle por variável, com o auxílio do programa computacional Minitab, utilizando cartas de controle como ferramenta. Nas cartas, foram definidos os valores médios, e os limites superiores (LSC) e inferiores (LIC) de controle, sendo estes últimos definidos pela média geral da variável \pm três vezes o desvio padrão. Quando o cálculo do LIC resultou em valores negativos, o valor foi considerado como 0 (zero), uma vez que, para as variáveis em estudo os valores negativos não possuem nenhum significado físico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o experimento, não foram encontradas perdas por altura de corte, resultado obtido com o uso da plataforma draper, que possui um sistema flutuante, fazendo com que a mesma mantenha um paralelismo copiando o perfil do terreno, fazendo com que as perdas por altura de corte fossem zero.

Para as perdas de plataforma (PP), foi encontrado uma média de 4,22 kg ha⁻¹ (Tabela 1), valor equivalente a 62,98% das perdas totais da máquina e 26,44% das perdas totais da colheita. Resultados que corroboram com Zandonadi e Rufatto (2021), no qual 35% das máquinas avaliadas obtiveram as perdas da plataforma equivalente a 66,7% das perdas de grãos totais da máquina. A média nas perdas da plataforma (4,22 kg ha⁻¹) ficaram bem abaixo do que foi encontrado por Cara et al. (2000), no qual trabalhando com velocidade de 6 km h⁻¹ e com abertura de côncavo em 30 mm, obtiveram perdas de 13,26 kg ha⁻¹. A amplitude da PP foi de 11,89 kg ha⁻¹ e o coeficiente de variação (CV) de 75,80%, representando alta dispersão. Segundo Mesquita (2001), esses altos valores do coeficiente de variação são aceitáveis, pois são justificáveis pelos altos pontos de variabilidade das amostras de perdas da colheita em campo.

Em médias, as perdas internas (PI) foram de 2,48 kg ha⁻¹, correspondendo a 37,01% das perdas totais da máquina e 15,53% das perdas totais da colheita. Resultados que diferem de Pereira Filho et al. (2020), que encontraram valores médios de PI de 12,36 kg ha⁻¹ a 13% de umidade. A amplitude foi de 5,01 kg ha⁻¹ e o CV de 44,01%. Segundo Figueiredo et al. (2013), as perdas internas da colhedora são menores quando a colheita da soja ocorre com o grão mais seco, facilitando a debulha das vagens e a separação dos grãos do restante da massa verde, fato esse que explica o baixo valor encontrado.

Tabela 1. Estatística descritiva para perdas na plataforma (PP), perdas internas (PI), perdas totais da máquina (PTM), perdas totais da colheita (PTC) e umidade dos grãos submetidas a diferentes regulagens internas. Nova Crixás, Goiás, 2022.

Variável	Média	Med ⁽¹⁾	A ⁽²⁾	σ ⁽³⁾	CV ⁽⁴⁾	Cs ⁽⁵⁾	Ck ⁽⁶⁾	AD ⁽⁷⁾
Perdas na plataforma de corte (kg ha ⁻¹)	4,22	3,68	11,89	3,20	75,80	0,59	-0,46	0,729 ^N
Perdas internas da máquina (kg ha ⁻¹)	2,48	2,32	5,01	1,09	44,01	1,12	1,50	0,839 ^A
Perdas totais da máquina (kg ha ⁻¹)	6,70	6,56	13,03	3,48	51,91	0,77	0,10	0,711 ^N
Perdas totais da colheita (kg ha ⁻¹)	15,96	15,69	26,04	6,96	43,61	0,77	0,10	0,711 ^N
Umidade dos grãos (%)	14,38	14,70	2,9	0,94	6,57	-0,70	-0,77	1,519 ^A

⁽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.

Para perdas totais da máquina (PTM) foram encontradas médias de 6,70 kg ha⁻¹, o que correspondem a 41,97% das perdas totais da colheita, resultados que diferem de Cassia et al. (2015), que encontraram valores médios superiores de 29,94 kg ha⁻¹, fazendo com que as PTM nesse experimento possuam valores extremamente baixos. Amplitude obtida foi de 13,03 kg ha⁻¹ e o CV de 51,91%. Quanto à variabilidade dos dados, observaram-se valores de coeficiente de variação muito alto, fato este comumente verificado em avaliações de perdas quantitativas devido à elevada variabilidade espacial desses tipos de perda (SILVA et al., 2013).

Foram obtidos valores de 15,96 kg ha⁻¹ para perdas totais da colheita (PTC), sendo que desse valor 9,26 kg ha⁻¹ são referentes às perdas naturais, totalizando 58,03% de toda a perda na colheita, valores dentro dos limites aceitáveis estabelecidos por Silveira e Conte (2013), que é de 60 kg ha⁻¹. A amplitude encontrada foi de 26,04 kg ha⁻¹ e o coeficiente de variação de 43,61%.

Para umidade dos grãos, os valores médios foram de 14,38% com uma amplitude baixa (2,9%), valores que podem ser relacionados ao fato da cultura ter sido dessecada antes da colheita, homogeneizando a lavoura.

Os valores obtidos para amplitude foram considerados baixos para todas as variáveis PP (11,89 kg ha⁻¹), PI (5,01 kg ha⁻¹), PTM (13,03 kg ha⁻¹) e PTC (26,04 kg ha⁻¹), diferindo de Cassia et al. (2015), em que apenas as amplitudes de umidade dos grãos (2,9%) foram semelhantes.

Quanto ao coeficiente de assimetria (Cs), as PP, PI, PTM e PTC apresentaram comportamento de distribuição assimétrica, que segundo Noronha et al. (2011), são valores considerados baixos e permitem uma análise mais aprofundada da variabilidade no processo. Apenas a variável de umidade apresentou coeficiente de assimetria negativo.

Para o coeficiente de curtose (Ck), apenas perdas internas (PI) apresentaram distribuição platicúrtica, ou seja, mais achatada que o normal (Ck > 0,263) e as perdas da plataforma (PP), perdas totais da máquina (PTM), perdas totais

da colheita (PTC) e umidade dos grãos caracterizaram uma distribuição mesocúrtica ($C_k < 0,263$), corroborando Cassia et al. (2015).

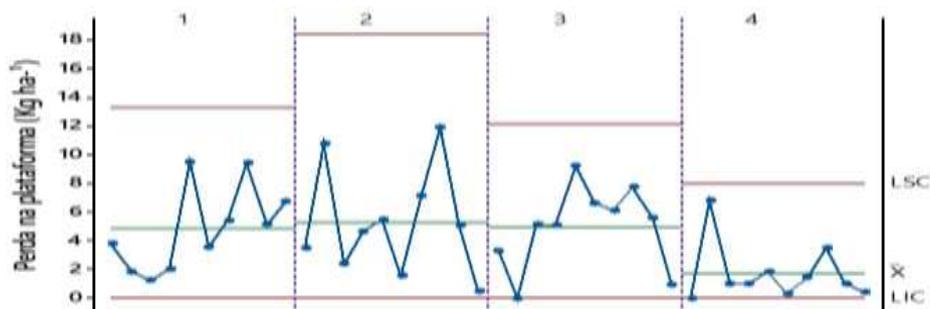
O trabalho apresentou distribuição normal para quase todas as variáveis analisadas pelo teste de normalidade de Anderson-Darling, apenas perdas totais da máquina (PTM) apresentou distribuição assimétrica. Cassia et al. (2015) também encontraram distribuição normal para a maioria das variáveis enquanto Noronha et al. (2011) encontraram distribuições assimétricas para a maioria das variáveis.

Pelas cartas de controle nas perdas de plataforma (Figura 1), pode-se constatar que o processo de colheita está dentro dos padrões aceitáveis, onde alguns pontos, devido a boa umidade dos grãos, sem presença de plantas daninhas e terreno plano, não demonstram perdas na colheita. Segundo Loureiro Júnior et al. (2014), um terreno com topografia plana, e a colheita quando realizada com operadores experientes, contribui com a redução de perdas de grãos durante a colheita.

Os dados coletados nas repetições 2 e 8 do tratamento 620 rpm trilha x 12 mm côncavo demonstram um aumento superior aos outros pontos, pois as peneiras do gabarito caíram em cima do rastro do pulverizador, que ao fazer a passagem para dessecação, derrubou plantas de soja com vagens. Reis e Zanatta (2017) mostraram uma perda de 4,9% por amassamento em lavoura de soja com produtividade média de 53 sacas ha^{-1} .

Outro fator que influenciou a qualidade colheita foi a umidade dos grãos, que estavam aproximadamente com 14%. Para a soja, a colheita ao redor dos 13% de umidade reduzem os problemas com perdas na colheita e danos mecânicos (HEIFFING e CÂMARA, 2006).

Figura 1. Carta de controle para perdas na plataforma de corte da máquina em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.



1: 526 rpm trilha x 12 mm côncavo; 2: 620 rpm trilha x 12 mm côncavo; 3: 526 rpm trilha x 14 mm côncavo; 4: 620 rpm trilha x 14 mm côncavo; LIC: limite inferior de controle; \bar{x} : Média; LSC: limite superior de controle.

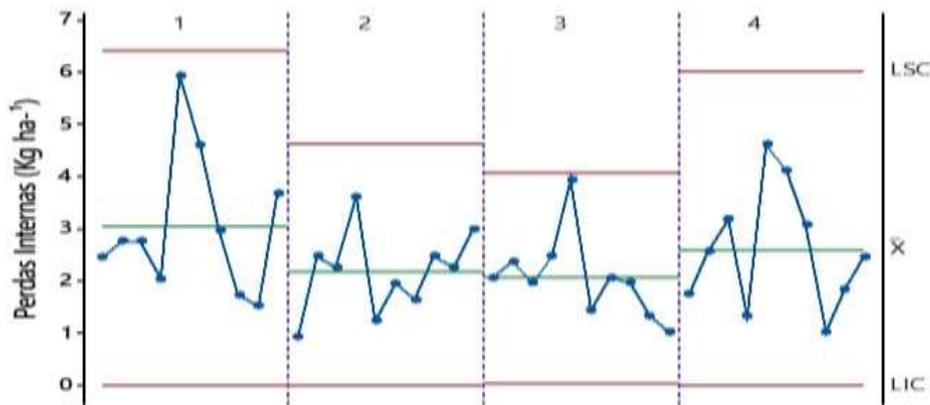
A Figura 2 mostra os resultados obtidos para as perdas internas, no qual não houve perdas internas significativas em função das quatro regulagens, sendo que a menor perda aconteceu no tratamento 620 rpm trilha x 12 mm côncavo na repetição 1, e a maior perda ocorreu no tratamento 526 rpm trilha x 12 mm côncavo na repetição 5. O tratamento 526 rpm trilha x 12 mm teve média de perdas internas de 3 $kg ha^{-1}$, sendo a maior perda de 6 $kg ha^{-1}$, regulagem essa com maior índice de perdas. Os tratamentos 620 rpm x 12 mm côncavo e 526 rpm x 14 mm côncavo tiveram médias semelhantes, com os valores mais altos de 3,5 e 4 $kg ha^{-1}$, respectivamente.

O tratamento 620 rpm x 14 mm côncavo obteve um resultado de perdas internas média de 2,5 $kg ha^{-1}$, sendo o maior resultado 4,5 $kg ha^{-1}$, resultados que diferem dos encontrados por Melo (2021), na regulagem de 600 rpm trilha com 15 mm de côncavo e velocidade de 5,5 km, no qual obtiveram perda de 66 $kg ha^{-1}$. Um fator que influenciou a baixa perda interna foi que a colhedora possui sistema de fluxo axial, o que segundo Machado (2004), proporcionam menores

perdas na colheita, pois possibilitam que a palha permaneça mais tempo dentro da máquina, melhorando a eficiência do sistema de trilha.

Nos tratamentos 526 rpm x 12 mm côncavo e 620 rpm x 14 mm côncavo ambos na repetição 5, havia presença de plantas invasoras fedegoso (*Senna obtusifolia*), proporcionando uma maior perda dos grãos, com acréscimos em média de 3 kg ha⁻¹.

Figura 2. Carta de controle para perdas internas em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.

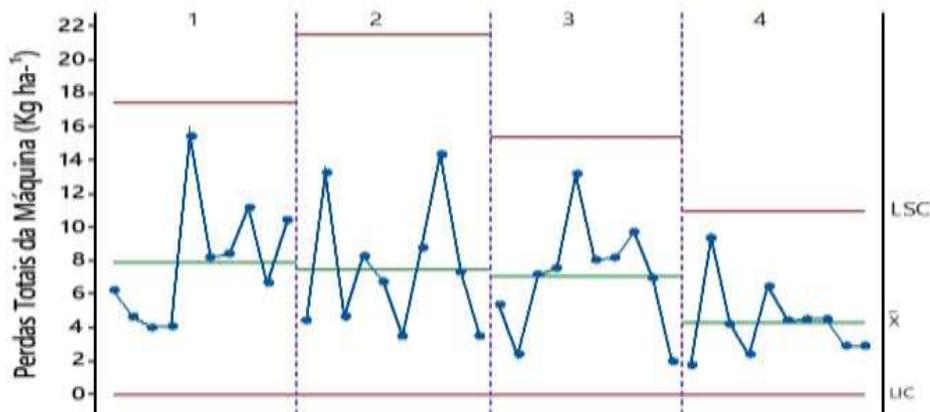


1: 526 rpm trilha x 12 mm côncavo; 2: 620 rpm trilha x 12 mm côncavo; 3: 526 rpm trilha x 14 mm côncavo; 4: 620 rpm trilha x 14 mm côncavo; LIC: limite inferior de controle; \bar{x} : Média; LSC: limite superior de controle.

Foram obtidos resultados satisfatórios nas perdas totais da máquina (Figura 3), onde a perda máxima foi 16 kg ha⁻¹, que está dentro dos padrões aceitáveis de perdas, que são de até 60 kg ha⁻¹ (SILVEIRA e CONTE, 2013).

No tratamento 526 rpm x 12 mm côncavo, repetição 5 houve aumento das perdas, também relacionados com a presença de fedegoso (*Senna obtusifolia*). Os tratamentos 526 rpm trilha x 12 mm côncavo e 620 rpm trilha x 12 mm côncavo e 526 rpm trilha x 14 mm côncavo não se diferenciaram na média de perdas, enquanto o tratamento 620 rpm x 14mm côncavo, por ter obtido uma menor perda de grãos de soja na plataforma, fez com que a sua média ficasse abaixo das demais, totalizando uma perda média de aproximadamente 4 kg ha⁻¹.

Figura 3. Carta de controle para perdas totais da máquina em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.



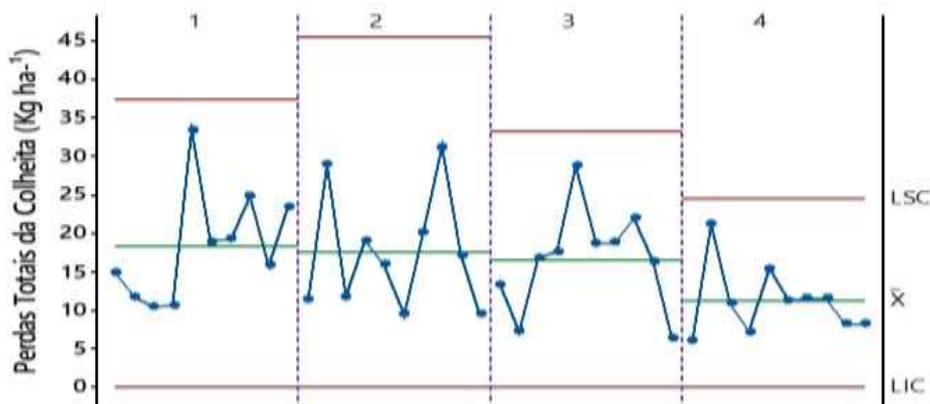
1: 526 rpm trilha x 12 mm côncavo; 2: 620 rpm trilha x 12 mm côncavo; 3: 526 rpm trilha x 14 mm côncavo; 4: 620 rpm trilha x 14 mm côncavo; LIC: limite inferior de controle; \bar{x} : Média; LSC: limite superior de controle.

As perdas da plataforma foram responsáveis por 62,99% das perdas totais da máquina e as perdas internas por 37,01%. Schanoski et al. (2011) encontraram resultados de aproximadamente 75% de perdas na plataforma e 25% de perdas internas na colheita de soja mecanizada na região de Maripá - PR. O uso da plataforma draper na colheita proporcionou uma redução no percentual de perdas por causa de sua capacidade superior de corte, além de boa flexibilidade para copiar o terreno e redução nas perdas pelo processo de recolhimento.

As perdas totais da colheita (Figura 4) são o somatório das perdas da máquina com as perdas naturais. Os tratamentos 526 rpm trilha x 12 mm côncavo, 620 rpm trilha x 12 mm côncavo e 526 rpm trilha x 14 mm côncavo não obtiveram médias com diferenças consideráveis. O tratamento 620 rpm x 14 mm côncavo foi o que obteve uma menor perda em todo o processo, onde o ponto de maior perda foi de 22 kg ha⁻¹. De maneira geral, obteve-se resultados satisfatórios, onde o tratamento 620 rpm x 14 mm côncavo se sobressaiu sobre os outros, ficando bem abaixo dos limites aceitáveis de 60 kg ha⁻¹ (SILVEIRA e CONTE, 2013).

O sojicultor comete um erro muitas vezes em não tirar a soja no momento adequado da lavoura da lavoura, pois segundo Holtz e Reis (2013), o maior tempo de permanência da cultura no campo traz aumento das perdas totais na colheita mecanizada. As perdas naturais foram responsáveis por 58,03% das perdas totais na colheita. Esse percentual foi alto em função das perdas da máquina, que foram baixas.

Figura 4. Carta de controle para perdas totais da colheita em função de diferentes regulagens. Nova Crixás, Goiás, 2022.



1: 526 rpm trilha x 12 mm côncavo; 2: 620 rpm trilha x 12 mm côncavo; 3: 526 rpm trilha x 14 mm côncavo; 4: 620 rpm trilha x 14 mm côncavo; LIC: limite inferior de controle; \bar{x} : Média; LSC: limite superior de controle.

Os grãos de soja foram colhidos entre 15,5% e 12,5% de umidade (Figura 5), valores aceitáveis para minimizar as perdas na colheita (MENDES, 2018). Todos os tratamentos tiveram pontos acima do limite superior de controle. Os tratamentos 526 rpm trilha x 12 mm côncavo e 620 rpm trilha x 12 mm côncavo obtiveram valores de umidades mais elevados, ocorrendo pelo fato da colheita se iniciar no período da manhã. Ao decorrer da coleta dos tratamentos, a umidade tende a abaixar, exceto nas repetições 1 e 2 dos tratamentos 526 rpm x 14 mm côncavo e 620 rpm x 14 mm côncavo, evidenciando que ao decorrer do dia os grãos podem reduzir até 3% de umidade. Há possibilidade de realização da colheita dos grãos com diferentes teores de umidade, graças ao desenvolvimento e à adição de tecnologias embarcadas nas novas colhedoras, tais como o uso de sensores de perda e regulagens elétricas (OLIVEIRA et al., 2014).

Para Holtz e Reis (2013), um fator que pode favorecer a perda de grãos é referente à colheita realizada no período da tarde, que favorece as perdas pelo fato das sementes estarem mais secas, consequentemente, isso contribui com as perdas na plataforma de corte, resultado de maior temperatura e menor umidade relativa do ar. Como as análises desse

- HEIFFING, L. S; CÂMARA, G. M. de S. Soja: colheita e perdas. Piracicaba: ESALQ, 2006. 37 p.
- HOLTZ, V.; REIS, E. F. dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. *Ceres*, v. 60, n. 3, Viçosa, 2013.
- LOUREIRO JÚNIOR, A. M; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T; COMPAGNON, A. M; VOLTARELI, M. A. Influence of the sample area in the variability of losses in the mechanical harvesting of soybeans. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 34, n. 1, 2014.
- MACHADO, A. L. T. Colhedoras de fluxo axial reduzem danos às sementes. *Revista Seed News*, v.2, n.4.
- MAGALHÃES, S. C.; OLIVEIRA, B.; TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 5, n. 25, p. 43-48, 2009.
- MELO, R.P. (2021) Perda na colheita mecanizada da soja em função de diferentes horários e velocidades de deslocamento. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1961/1/tcc_Rafael%20Pereira%20de%20Melo.pdf. Acessado em: 22 de abril de 2022.
- MENDES, R. Sujicultos: As principais características da lavoura de soja. *Revista Rural*. 2018.
- 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.
- MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.21, n.2, p.197-205, 2001.
- NORONHA, R. H. F.; SILVA, R. P.; CHIODEROLI, C. A.; SANTOS, E. P; CASSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. *Bragantina*, Campinas, v. 70, n. 4, p. 931-938, 2011.
- OLIVEIRA, T.C. de; NETTO FIGUEIREDO, Z.; GRILLO NEVES, L.; FAVARE, H.G. de; PACHECO, A. P. Quantitative losses on the mechanized harvesting of soy in the region of Cáceres, Mato Grosso. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, v.7, p.91-96, 2014.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15ª ed. Piracicaba, FEALQ, 2009. 451p. SILVA, J.G.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Colheita direta de feijão com colhedora automatizada axial. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 371-379, 2009.
- PEREIRA FILHO, W. J; COMPAGNON, A. M; NAVES, R. F; FRANCO, F. J. B; LEMES, L. M. Como a velocidade de deslocamento e umidade interferem nas perdas. *Revista Cultivar Máquinas*, v. 1, p. 12-15, 2020.
- REIS, E.M.; ZANATTA, M. Cálculo do dano do amassamento, na cultura do trigo, pelo rodado do equipamento na primeira aplicação de defensivos. Disponível em: <https://www.orsementes.com.br/cockpit/storage/uploads/2021/11/07/618830fef159bAmassamento-clculo-dano.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2022.
- SCHANOSKI, R.; RIGHI, E. Z.; WERNER, V. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá – PR. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.11, p.1206-1211, 2011.
- SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; VOLTARELLI, M. A.; COMPAGNON, A. M.; FURLANI, C. E. A. Qualidade da colheita mecanizada de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em dois sistemas de preparo do solo. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, p.61-69, 2013.
- TABILE, R.A.; TOLEDO, A.; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A.; GROTTA, D.C.C.; CORTEZ, J.W. Perdas na colheita do milho em função da rotação do cilindro trilhador e umidade dos grãos. *Revista Scientia Agrária*, Curitiba, v.9, n.4, p.505-510, 2008.
- TOLEDO, A.; TABILELL, 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. *Revista Engenharia Agrícola* v. 28, p.710-719, 2008.
- ZANDONADI, R. S.; RUFFATO, S.; FIGUEIREDO, Z. N. Perdas na colheita mecanizada de soja na região médio-norte de Mato Grosso: safra 2012/2013. *Nativa*, v. 3, n. 1, p. 64-66, 2015.