

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

GEOVANE SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA SOJA NO LESTE
MARANHENSE**

Chapadilha - MA

2022

AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA SOJA NO LESTE MARANHENSE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrícola.

GEOVANE SANTOS SILVA

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Silva dos Santos

Co-orientador: Msc. Jarlyson Brunno Costa Souza

Chapadinha - MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Santos Silva, Geovane.

AVALIAÇÃO DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA SOJA NO
LESTE MARANHENSE / Geovane Santos Silva. - 2022.

31 p.

Coorientador(a): Jarlyson Brunno Costa Souza.

Orientador(a): Eduardo Silva dos Santos.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do
Maranhão, Chapadinha, Maranhão, 2022.

1. Diferentes horários. 2. Glicyne max, L. Merrill. 3.
Rotação. 4. Umidade dos grãos. 5. Velocidade. I. Brunno
Costa Souza, Jarlyson. II. Silva dos Santos, Eduardo. III.
Título.

TCC defendido e aprovado em: 28 de julho de 2022, pela Comissão Examinadora, constituída pelos professores:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Silva dos Santos
(Orientador)

Prof. Dr. Plinio Antonio Guerra Filho
(UFMA/CHAPADINHA)
(Examinador)

Msc. Yara Karine de Lima Silva
(UFV/RIO PARANAIBA)
(Examinador)

Aos meus pais *George* e *Márcia*, por terem me guiado até aqui. Pelo amor e dedicação comigo conselhos e até mesmo as broncas, tudo isso me ajudou a chegar até aqui. A memória de minha avó *Elita* e meu avô *Joaquim* que partiram tão cedo e infelizmente não poderão me ver graduado, sinto saudades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar por sempre me guiar na direção certa me dando saúde e sabedoria.

A Universidade Federal do Maranhão, Campus CCCh pela oportunidade dada para me graduar em Engenharia Agrícola.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Silva dos Santos, obrigado pela oportunidade de ser seu orientado, pela dedicação e disposição de sempre me ajudar e em sempre sanar minhas dúvidas e pelos conhecimentos repassados.

Ao meu amigo e co-orientador Msc. Jarlyson Brunno Costa Souza por ter aceitado me ajudar e contribuído bastante para esse trabalho ser realizado.

Meus amigos que me ajudaram a realizar esse trabalho: Caio, Diemerson, Leticia, Layara, Larissa, Debora, Bruna, Laudair, Bruno, Rafael.

Aos amigos que o curso de Engenharia Agrícola me trouxe, obrigado por tudo, vocês foram essenciais nessa conquista: Aurélio, Arlindo, Atacilia, Elves Carneiro, Enzo Laercio, Janine Quadros, João Pedro, Larissa Vasconcelos, Marcos Pereira, Francisco (Segundinho), Antônia Ivanaria, João Matheus, Mateus Silva, Vinícius Oliveira, Wesley Mota. Obrigado a todos.

AValiação DE PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA SOJA NO LESTE MARANHENSE

Resumo: Para minimizar as perdas quantitativas é importante sempre colher com umidade entre 12 e 14%. Na colheita mecanizada, as perdas ocorrem em função da má regulagem e má operação da colhedora, grande parte desta perda está concentrada na plataforma de corte, com isso se tem uma necessidade de analisar as perdas para deixar dentro do limite aceitável (60 kg/ha). O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da umidade dos grãos nas perdas, em diferentes horários na colheita mecanizada de soja em função da velocidade de deslocamento da colhedora e rotações do cilindro no sistema trilhador. O experimento foi realizado em talhões comerciais em uma fazenda no município de Chapadinha (MA), durante a safra de 2021/2022, localizado a 04°21'19" S de latitude e 44°36'37" W de longitude e 108 m de altitude. Os resultados passaram por uma análise exploratória (estatística descritiva) para averiguação da normalidade dos dados realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. O método estatístico utilizado para avaliar as perdas foram as cartas de controle (CEP) para cada variável. O delineamento experimental seguiu as premissas do controle estatístico de qualidade (CEQ) com avaliações em faixa. O alto teor de água nos grãos causou maiores perdas entre os dois horários analisados, referente aos mecanismos internos a rotação de 700 rpm e velocidade 8 km h⁻¹ foi a melhor combinação entre velocidade e rotação para os horários de 10:00 a.m. e 2:00 p.m.

Palavras-chave: diferentes horários; umidade dos grãos; *Glycyne max*,L. Merrill; velocidade e rotação.

EVALUATION OF LOSSES IN MECHANIZED SOYBEAN HARVEST IN EASTERN MARANHENSE

Abstract: To minimize quantitative losses, it is important to always harvest with humidity between 12 and 14%. In mechanized harvesting, losses occur due to poor adjustment and poor operation of the harvester, much of this loss is concentrated in the cutting platform, so there is a need to analyze the losses to keep within the acceptable limit (60 kg/ha). The objective of this work was to evaluate the influence of grain moisture on losses at different times in mechanized soybean harvesting as a function of harvester displacement speed and cylinder rotations in the threshing system. The experiment was carried out in commercial plots on a farm in the municipality of Chapadinha (MA), during the 2021/2022 harvest, located at 04°21'19" S latitude and 44°36'37" W longitude and 108 m altitude. The results underwent an exploratory analysis (descriptive statistics) to verify the normality of the data performed by the Shapiro-Wilk test. The statistical method used to evaluate the losses were the control charts (CEP) for each variable. The experimental design followed the premises of statistical quality control (CEQ) with band evaluations. The high-water content in the grains caused greater losses between the two analyzed times, referring to the internal mechanisms, the rotation of 700 rpm and speed 8 km h⁻¹ was the best combination between speed and rotation for the times of 10:00 a.m. and 2:00 p.m.

Keywords: different times; grain moisture; *Glycyne max*,L. Merrill; speed and rotation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva para as perdas totais da soja ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	17
Tabela 2. Estatística descritiva para umidade dos grãos.	19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V1 com a rotação R1 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais..... 20
- Figura 2.** Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V2 com a rotação R1 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais..... 20
- Figura 3.** Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V1 com a rotação R2 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais..... 21
- Figura 4.** Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V2 com a rotação R2 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais..... 21
- Figura 5.** Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando os tratamentos do turno matutino. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média.
..... 22
- Figura 6.** Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando os tratamentos do turno vespertino. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média.
..... 23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Cultura soja	12
2.2 Colheita na cultura da soja	12
2.3 Fatores que influenciam as perdas	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max*, (L.) Merrill] devido ao seu alto teor proteico é a principal oleaginosa cultivada no mundo (Medeiros & Nääs, 2016). O desenvolvimento da cultura da soja no Brasil veio juntamente com o avanço tecnológico e pesquisas (EMBRAPA, 2005).

Segundo o levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a safra 2021/2022 foi colhida cerca de 268,2 milhões de toneladas de grãos, aproximadamente 12,79 milhões de toneladas. Segundo estimativas da Conab, a soja sofreu uma queda de produtividade de cerca de 9% em relação à safra passada. Isso se deu devido às adversidades climáticas decorrentes do fenômeno La Niña, que afetaram as principais regiões produtoras desde novembro de 2021 (CONAB, 2021).

A umidade dos grãos da soja é um fator que tem influência direta nas perdas. De acordo com Silveira *et al.* (2013) para diminuir as perdas e evitar danos aos grãos, é recomendável que a colheita seja feita com o teor de água nos grãos de 13 a 15%. Conforme Camolese *et al.* (2015), poucos estudos estão relacionados com às perdas na colheita mecanizada de soja com influência da umidade dos grãos.

Outros fatores de queda de produtividade a nível local, são as perdas que ocorrem na maior parte das vezes durante a colheita mecanizada. De acordo com Sanseverino (2016), 20% das perdas na colheita mecanizada de grãos se dá em função da má condução da cultura, combinada com 80% da má regulagem da colhedora e grande parte desta perda está concentrada na plataforma de corte. Com isso, há necessidade de analisar as perdas para deixar dentro do limite aceitável de 60 kg ha⁻¹ (ALVES *et al.*, 2015).

Segundo Perin (2008) as colhedoras devem mudar as regulagens no decorrer do dia, de acordo com as condições da cultura e não utilizar só uma regulagem ao longo do dia.

Com isso, é necessário ter atenção com as regulagens e velocidades de deslocamento da máquina são essenciais para diminuir as perdas na colheita. E essas perdas se dão principalmente, devido a inadequações das rotações do molinete e rotações e aberturas no sistema de trilha das colhedoras combinadas. Rotações do cilindro adequadas para cada situação de umidade dos grãos

facilitam o sistema trilhador apresentando melhor debulha das vagens, causando menores perdas dos grãos que não foram trilhados. e aumentando a lucratividade final do produtor.

Objetivou neste trabalho, avaliar a influência da umidade dos grãos nas perdas, em diferentes horários na colheita mecanizada de soja em função da velocidade de deslocamento da colhedora e rotações do cilindro no sistema trilhador no município de Chapadinha (MA).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura soja

A soja é uma das culturas mais cultivadas no Brasil, com uma grande área cultivada e enorme expansão econômica, e é um dos produtos responsáveis pela estabilidade da balança comercial em razão dos altos volumes de exportação (ZANDONADI *et al.*, 2015). Os grãos são bastante utilizados como alimento ou como matéria-prima de produtos processados pela agroindústria (COSTA NETO, 2000).

De acordo com Black (2000), o primeiro relato de soja cultivada no Brasil foi no estado da Bahia em 1882. Depois, imigrantes japoneses levaram para o estado de São Paulo e no ano de 1914 foi levada para região sul, no estado do Rio Grande do Sul, sendo o estado que as variedades trazidas dos estados unidos melhor se adaptaram devido as condições de solo e clima (BONETTI, 1981).

Todas as cultivares de soja tem uma capacidade de crescimento máximo, e dependendo da genética da cultivar, esse potencial só pode ser atingido sob condições ótimas, que em lavouras na prática não existe, a caracterização dos estágios de desenvolvimento da planta é fundamental, para a explicação dos períodos que a lavoura passa no decorrer do ciclo da cultura (NEUMAIER, 2000).

2.2 Colheita na cultura da soja

A mecanização agrícola é de grande importância para a colheita mecanizada, e é de extrema seriedade que o maquinário seja o mais eficiente possível, evitando as perdas o máximo possível (AGROLINK, 2016).

Com a diminuição das perdas na colheita mecanizada, a oferta por alimentos será maior, assim aumentando a renda dos produtores, e com isso eles poderão melhorar os seus produtos e rendimentos na sua produção (MARTINS *et al.*, 2002).

De acordo com Borém *et al.* (2015), não existe zero perdas quantitativas nas operações mecanizadas, contudo deve-se sempre minimizar as perdas com regulagens adequadas. As perdas se dão principalmente pelo mecanismo interno das colhedoras (abertura das peneiras, rotação do cilindro, abertura entre cilindro e côncavo), em condições de alta umidade, inclinação da máquina,

velocidade de deslocamento e regulagens corretas nos sistemas da colhedora são determinantes para alcançar baixos índices de perdas (HENSEL, 2014).

Segundo a John Deere (2004), a velocidade recomendável de avanço não deve sobrecarregar a colhedora durante a operação, devendo-se manter o motor com rotação máxima para manter a trilha a toda rotação.

2.3 Fatores que influenciam as perdas

Segundo Pinheiro Neto *et al.* (1999), para que se tenham uma diminuição das perdas na colheita mecanizada é de extrema importância o conhecimento da origem dessas perdas, sejam elas qualitativas ou quantitativas.

Existem vários fatores que podem influenciar nas perdas, como a altura do corte da plataforma da colhedora, a velocidade do molinete, a abertura entre cilindro e côncavo, a rotação do cilindro trilhador e a velocidade de deslocamento. Dentre outros fatores não ligados ao processo de colheita mecanizada podemos citar semeadura inadequada, a escolha errada da cultivar, a ocorrência de plantas daninhas, deiscência das vagens e o mal desenvolvimento da cultura (TOLEDO, 2008).

De acordo com Heiffig (2002), para minimizar as perdas e maximizar a produtividade é necessário escolher corretamente de cultivares para a região, os tratos culturais e época da semeadura.

Gaudêncio *et al.* (1990), relatam que altura de planta e inserção da primeira vagem adequadas na colheita mecanizada, aumentam o fluxo de material colhido assim diminuindo as perdas.

Segundo a Embrapa (2002), 80 a 85% das perdas ocorrem na plataforma de corte, 12% pelos mecanismos internos e 3% pela debulha natural.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O experimento foi realizado em talhões comerciais em uma fazenda no município de Chapadinha-MA, durante a safra de 2021/2022, localizado a 04°21'19" S de latitude e 44°36'37" W de longitude e 108 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região de Chapadinha, é classificado como tropical úmido (Aw). Obtendo dois períodos bem definidos: um chuvoso de

janeiro a junho e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro. A temperatura média anual é de 27°C e precipitação anual média de 1835 mm (PASSOS et al, 2016).

A cultura foi implantada sob sistema de semeadura direto sob palhada de *Brachiaria ruziziensis*. A variedade utilizada para o semeio foi a cultivar Pampeana 9510 ipro resistência a glifosato e a lagarta, semeada no dia 10/01/2022 e a colheita foi realizada no dia 01/06/2022. Esta variedade possui um ciclo total de maturação de 142 dias. Com espaçamento de 45 cm entre linhas e média de 9 plantas por metro.

Delineamento estatístico

O estudo foi realizado em dois períodos do dia matutino (M) entre 10:00 e 11:00 e vespertino (V) entre 14:00 e 15:00 do mesmo dia, combinados com duas velocidades de deslocamento ($v_1 = 6$ e $v_2 = 8$ km h⁻¹) e duas rotações do rotor do sistema de trilha da colhedora ($r_1 = 500$ e $r_2 = 700$ rpm), compondo 8 tratamentos (T1 = v1r1 a.m.; T2 = v2r1 a.m.; T3 = v1r2 a.m.; T4 = v2r2 a.m.; T5 = v1r1 p.m.; T6 = v2r1 p.m.; T7 = v1r2 p.m. e T8 = v2r2 p.m.) e em cada tratamento foram realizadas 10 avaliações de perdas espaçadas de 25 m.

Tipo de colhedora e regulagens

A colheita mecânica foi realizada com uma colhedora da marca John Deere, modelo S660 Draper, com uma plataforma de 35 pés (10,6 metros), sistema de trilha axial, capacidade de tanque de 960 litros, capacidade do tanque de depósito de grãos 10570 litros e com potência de 325 cv no motor.

Durante a realização do experimento, a máquina operou com a rotação do ventilador em 1.100 rpm, rotação do molinete de 42 rpm, altura superior do molinete de 20 cm e inferior de 14 cm, abertura do côncavo com 8mm, altura da plataforma de corte de 11 cm e consumo médio de combustível de 36 litros por hora.

Parâmetros da cultura

Para determinação das perdas na colheita foi utilizado uma estrutura de madeira e barbante de 2m² (10,6 m de comprimento e 0,19 m de largura) para coleta dos grãos caídos no solo, de acordo com o método proposto por Mesquita

et al. (1998). Os grãos colhidos foram colocados em sacos plásticos, sendo identificado cada amostra de acordo com os tratamentos. O teor de umidade dos grãos foi determinado após a coleta em cada horário por um medidor de umidade de grãos modelo MOTOMCO 919 C FARMER e foi utilizado o método da estufa (gravimétrico) para a mesma determinação, o método da estufa (gravimétrico) que foi considerado neste estudo.

Para a estimativa de produtividade da área foi utilizado uma armação de madeira de 1m² para a coleta de 5 pontos aleatórios na área de estudo. As amostras foram debulhadas e pesadas em uma balança analítica, sendo os dados de produtividade extrapolados para kg ha⁻¹.

Análises no laboratório

Os sacos com as amostras foram levados ao laboratório, para a pesagem dos grãos feita com uma balança analítica, em seguida os sacos plásticos. Com as amostras de grãos coletados da armação, foram substituídos por sacos de papel e levados para estufa a 105°C por 24 horas para corrigir a umidade dos grãos, depois as amostras foram pesadas novamente.

As amostras para verificar a umidade dos grãos em cada período do dia, foram retiradas 3 amostras em cada horário, colocados em sacos plásticos depois levadas para o laboratório de classificação de grãos localizado na fazenda. Lá essas amostras foram homogeneizadas de cada horário e retirado 200 gramas para colocar no medidor de grãos e foram feitas as umidades de cada ponto nos 8 tratamentos.

Análises estatísticas

Os resultados passaram por uma análise exploratória (estatística descritiva) para visualização do comportamento dos dados: foram calculados a média aritmética, a mediana, máximo, mínimo, desvio-padrão e os coeficientes de variação, assimetria e curtose.

Foi efetuado a averiguação da normalidade dos dados realizada pelo teste de Shapiro-Wilk, para verificar se os dados aderem a uma distribuição normal, como o comportamento da variabilidade.

O método estatístico que foi utilizado para avaliar as perdas foi às cartas de controle (CEP) para cada variável. O delineamento experimental seguiu as

premissas do controle estatístico de qualidade (CEQ) com avaliações em faixa. O CEP tem como linha central a média geral e amplitude média, e utilizam limites inferior e superior de controle, que são definidos como LSC e LIC, calculados com base no desvio padrão das variáveis (para LSC, média mais três vezes o desvio padrão, e para LIC, média menos três vezes o desvio, quando maior que zero), como demonstrado nas equações 1 e 2.

O limite especificado para a perda total em colheita mecanizada de grãos foram de 0 e 60 kg ha⁻¹, propostos por Costa e Tavares (1995).

$$LSC = \bar{x} + 3\sigma \quad 1$$

$$LIC = \bar{x} - 3\sigma \quad 2$$

em que:

LIC: limite inferior de controle

LSC: limite superior de controle;

\bar{x} : média geral da variável;

σ : desvio-padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise descritiva para as perdas da soja na colheita mecanizada (Tabela 1) mostra que para os tratamentos V2R1(p.m.) e V2R2(p.m.) houve distribuição de frequência assimétrica, com valores de curtose e assimetria positivo, além de um elevado coeficiente de variação, ou seja, uma grande diferença entre máximo e mínimo, nos outros tratamentos a distribuição de frequência foi normal, com valores de coeficiente de variação considerados altos segundo (Pimentel *et al*, 2002).

Tabela 1. Estatística descritiva e quantitativa para as perdas totais da soja (kg/ha).

Tratamentos	Valor				Desvio-padrão	Coeficientes			
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo		CV (%)	Ck	Cs	p valor
AM									
v1r1	91,67	84,05	59,80	164,65	33,23	36,25	1,37	1,20	0,124*
v2r1	80,36	84,05	57,35	96,80	13,83	17,21	-1,21	-0,40	0,458*
v1r2	55,04	50,33	31,55	88,80	20,41	37,08	-1,05	0,63	0,261*
v2r2	31,16	27,97	5,75	74,50	19,93	63,96	1,47	1,13	0,393*
PM									
v1r1	48,97	46,25	31,10	65,35	11,11	22,69	-0,60	0,27	0,514*
v2r1	36,82	29,32	19,30	74,40	18,86	51,21	0,02	1,16	0,018 ^A
v1r2	39,64	37,27	14,95	98,80	22,97	57,94	5,69	2,09	0,005 ^A
v2r2	23,37	22,40	14,85	35,75	7,32	31,30	-0,85	0,63	0,315*

*N: distribuição de frequência normal pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$); A: distribuição assimétrica; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de curtose; CV: coeficiente de variação; AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

Toledo *et al.* (2008) verificaram que as pesquisas focadas em perdas na colheita mecanizada, geralmente apresentam coeficiente de variação de até 170%, dependendo da metodologia adotada.

O tratamento V1R1(a.m.), houve maiores perdas com média próxima a 100 kg ha⁻¹ e valor máximo ultrapassando 150 kg ha⁻¹ e valores mínimos próximos de 50 kg ha⁻¹.

Comparando com o tratamento V1R1 (p.m.), nos quais são as mesmas velocidades e rotações do rotor, esse tratamento obteve perdas dentro do aceitável com valores variando em torno de 50 kg ha⁻¹, isso se dá pela umidade no horário da tarde ser menor, com média de 12,29% e no horário da manhã maior, com média de 19,48 50 kg ha⁻¹, tornando a umidade dos grãos um importante fator para a diferença das perdas entre os horários.

No tratamento V2R1 (a.m.), a média das perdas foi de 80,36 kg ha⁻¹, com valor máximo próximo a 100 kg ha⁻¹ e mínimo próximo de 50 kg ha⁻¹, com a média próxima do valor máximo. Essa regulação apresentou perdas acima do limite aceitável em 9 dos 10 pontos amostrais desse tratamento.

O tratamento V2R1 (p.m.), apresentou perda média de 36,82 kg ha⁻¹, com valor máximo próximo da 70 kg ha⁻¹ e mínimo de 20 kg ha⁻¹. Ou seja, a umidade dos grãos além de interferir no volume de soja perdido interfere também na heterogeneidade da eficiência da operação da colheita.

O tratamento V1R2 (a.m.), à média das perdas totais (55,06 kg ha⁻¹) ficou dentro do limite aceitável (60 kg ha⁻¹) e o tratamento V1R2 (p.m.), teve perda média de 39,64 kg ha⁻¹, onde o valor mínimo foi de 14,95 kg ha⁻¹ e máximo de 98,80 kg ha⁻¹.

O tratamento que apresentou melhores resultados entre os horários do turno matutino e vespertino foi V2R2, no horário da manhã o tratamento V2R2 a.m.), com isso constatou-se que a velocidade de 8 km/h com rotação do rotor de 700 rpm obteve um melhor rendimento tanto no turno matutino como no vespertino, sendo que a umidade dos grãos influenciou diretamente na diferença das perdas totais entre os horários.

Com relação à análise descritiva da umidade dos grãos (Tabela 2), mostra que o tratamento V2R2 (p.m.) houve uma distribuição de frequência assimétrica, com valores de assimetria e curtose positivo, apresentando coeficiente de variação considerado médio de acordo com Pimentel-Gomes *et al* (2002). Nos demais tratamentos a distribuição de frequência foi normal com alguns valores de coeficiente de variação baixos (8,37; 7,17 e 4,55) e outros considerados médios (11,96; 15,76; 13,85 e 13,99).

Os resultados da análise mostram que os tratamentos do turno matutino (a.m.) tiveram médias de perdas maiores do que o horário vespertino (p.m.) isso se dá pela umidade no turno matutino ser maior que a do vespertino, como pode ser observado na Tabela 2, onde as medias de umidade no primeiro horário são maiores do que as do segundo horário.

Tabela 2. Estatística descritiva para umidade dos grãos (%).

Tratamentos	Valor				Desvio- padrão	Coeficientes				
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo		CV (%)	Ck	Cs	p valor	
A.M										
v1r1	19,48	18,37	17,35	23,68	2,33	11,96	0,86	-0,77	0,054*	
v2r1	16,15	16,01	14,33	18,13	1,35	8,37	0,20	-1,63	0,288*	
v1r2	15,45	15,45	12,36	21,16	2,43	15,76	1,30	3,14	0,091*	
v2r2	13,89	13,99	9,56	16,23	1,92	13,85	-1,13	2,19	0,248*	
P.M										
v1r1	12,29	12,23	11,03	13,60	0,88	7,17	0,17	-1,22	0,687*	
v2r1	11,66	11,64	11,03	12,82	0,53	4,55	0,96	1,52	0,376*	
v1r2	12,79	12,45	10,95	16,09	1,61	12,60	0,82	0,39	0,372*	
v2r2	12,24	11,76	10,94	16,70	1,71	13,99	2,30	5,89	0,001 ^A	

Tabela 2: *N: distribuição de frequência normal pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$); A: distribuição assimétrica; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de kurtose; CV: coeficiente de variação; AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

De acordo com Wright *et al.* (2011), para menores perdas e danos às sementes, a umidade ideal para colheita mecanizada de soja está entre 12 e 14%, com situação crítica abaixo de 10%. Com isso, os tratamentos que ficaram com umidade abaixo de 14% tiveram perdas dentro do aceitável de acordo com Embrapa (2011) os quais determinam perdas superiores a 60 kg/ha como perdas excessivas.

Analisando a carta de controle para perdas de grãos (Figura 1) o tratamento V1R1 10:00h a.m., apresentou uma maior variabilidade no processo, comparando com o tratamento V1R1 2:00 p.m., nos quais são as mesmas velocidades e rotações do rotor, esse tratamento, tem uma melhor qualidade na

operação, seguindo as premissas das cartas de controle. Nenhum valor ultrapassou o limite superior de controle (LSC) e nem o limite inferior de controle (LIC) apresentando estabilidade na operação da colheita mecanizada. O tratamento da tarde apresentou menor variabilidade e média menor, isso se dá pela umidade dos grãos ser menor, assim gerado menores perdas e uniformidade nas coletas dos grãos.

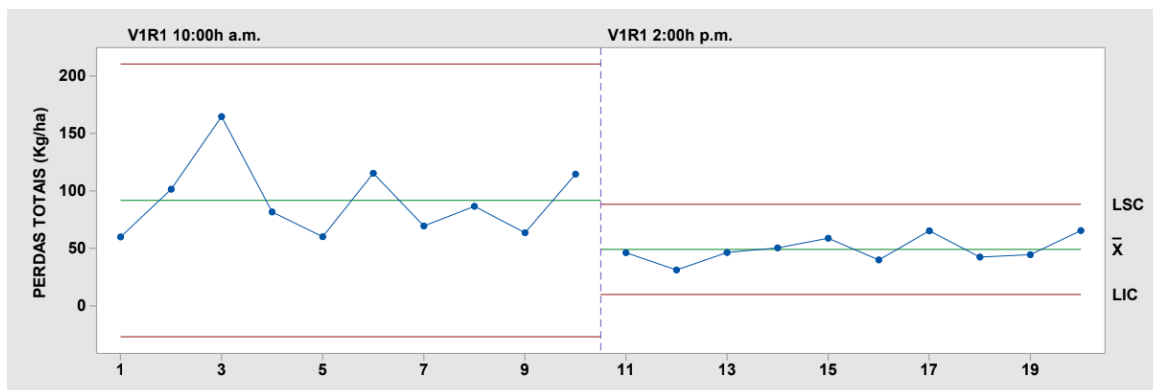


Figura 1. Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V1 com a rotação R1 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média. AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

O tratamento V2R1 a.m., apontou uma menor variabilidade no processo, portanto tem uma melhor qualidade na operação mecanizada, no entanto o tratamento V2R1 2:00 p.m., que teve uma maior variabilidade, apresentou média de perdas menores. Essas causas podem estar ligadas à topografia da área, tempo decorrido da operação, comportamento dinâmico da cultura durante seu desenvolvimento, entre outros (Figura 2).

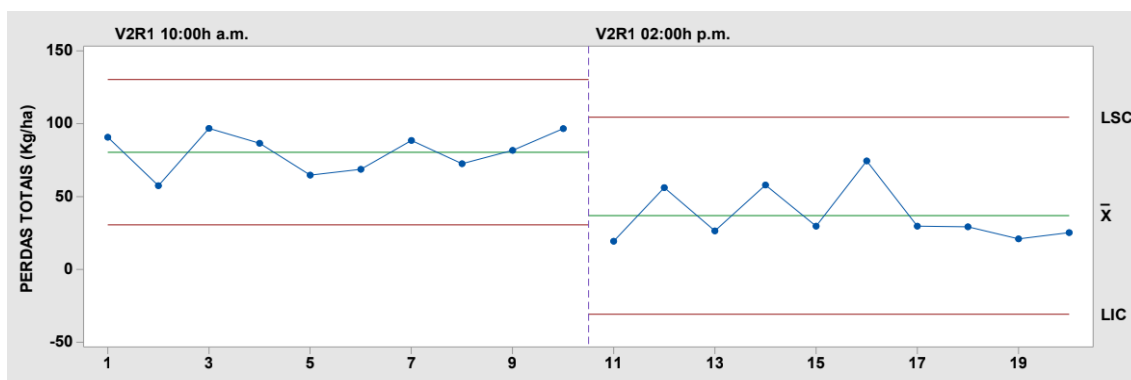


Figura 2. Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V2 com a rotação R1 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média. AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

O tratamento V1R2 a.m., demonstrou que possui uma menor variabilidade no processo e com isso uma melhor qualidade na colheita mecanizada, comparado com o tratamento V1R2 p.m., no entanto o esse tratamento (V1R2 p.m.), com maior variabilidade apresentou uma média menor de perdas. No tratamento da tarde a umidade dos grãos foi menor, diante disso esse tratamento teve menor média de perdas, entretanto esse tratamento teve uma variabilidade maior devido a topografia da área e comportamento dinâmico da cultura durante seu desenvolvimento (Figura 3).

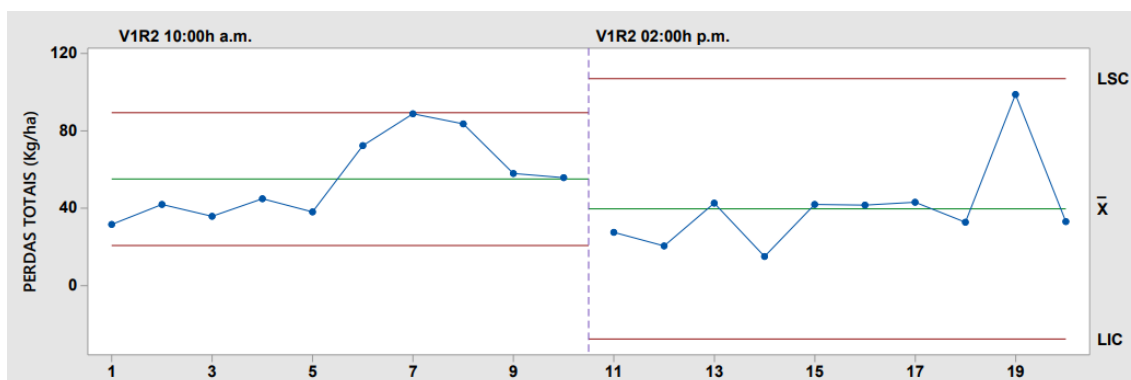


Figura 3. Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V1 com a rotação R2 no horário de 10:00 a.m.. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média. AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

O tratamento V2R2 10:00 a.m., apresentou uma alta variabilidade no processo e uma média elevada de perdas comparado com o tratamento que V2R2 2:00 p.m., que apresentou uma baixa variabilidade no processo, com isso uma melhor qualidade na colheita mecanizada de soja. O tratamento da tarde teve melhores resultados devido a umidade dos grãos nesse horário ser menor (Figura 4).

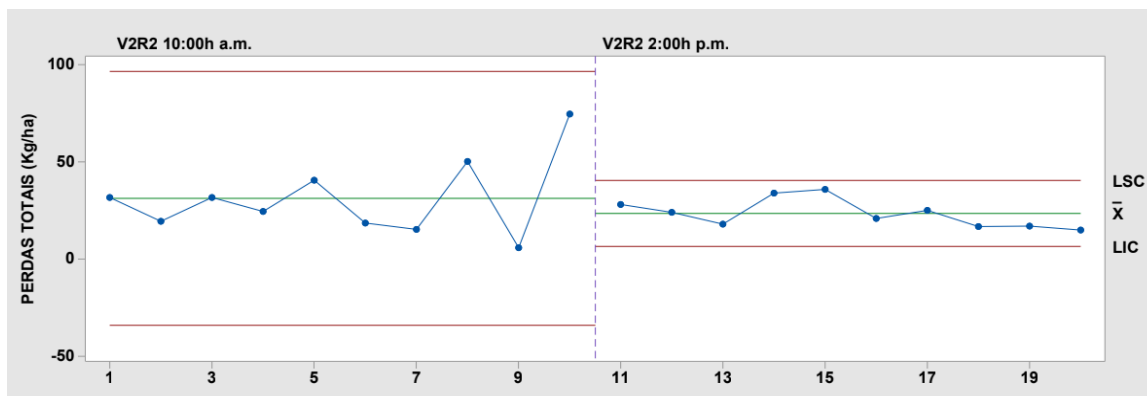


Figura 4. Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando a velocidade V2 com a rotação R2 no horário de 10:00 a.m... Cartas de controle

de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média. AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

Analisando a comparação entre velocidades e rotações do rotor no período matutino observou-se que o tratamento V2R1 10:00 a.m., comparado com os demais apresentou uma menor variabilidade no processo, diante disso uma melhor qualidade na colheita mecanizada no horário de 10:00 (a.m.), no entanto o tratamento que teve média de perdas menor foi o tratamento V2R2 (a.m.). Segundo a John Deere (2004), utilizando rotações mais elevadas, diminui as perdas nos mecanismos internos e não sobrecarrega a colhedora. Com isso a rotação mais elevada associada a uma velocidade maior, são indicados para diminuir as perdas, em colhedoras da John Deere com sistema de trilha axial (Figura 5).

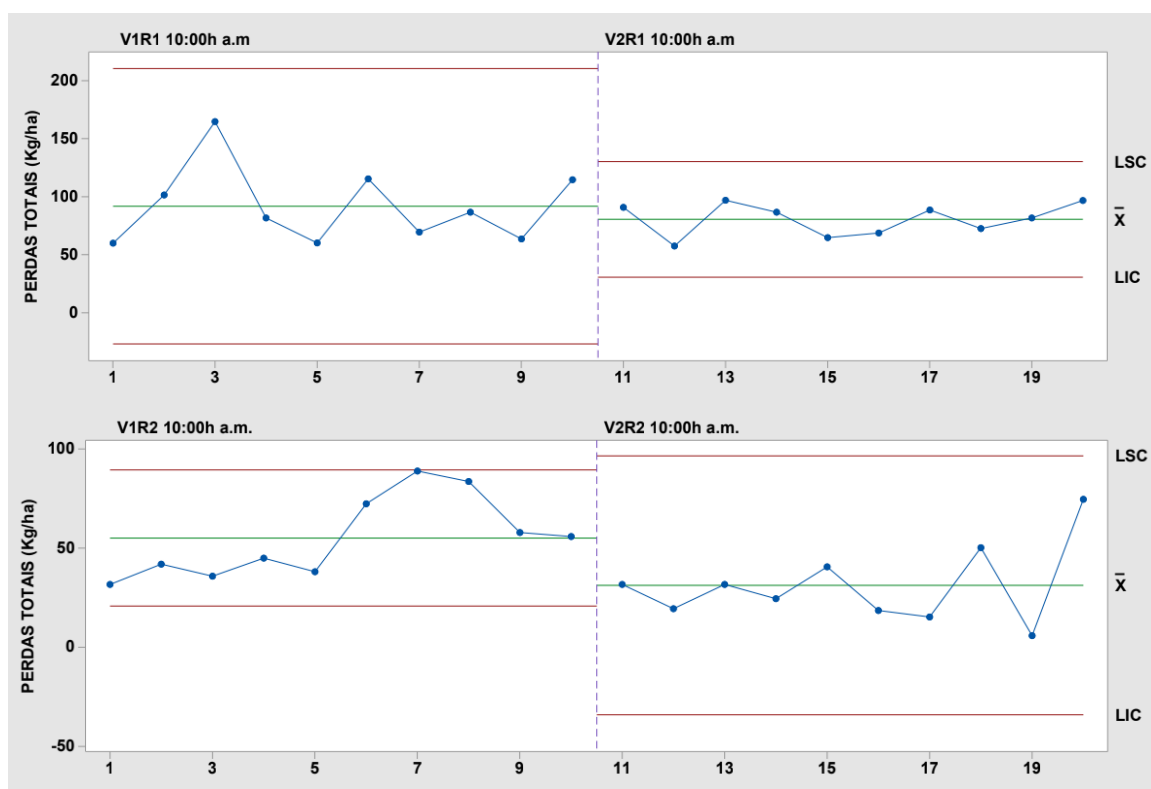


Figura 5. Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando os tratamentos do turno matutino. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média. AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

Analisando as cartas do período vespertino é perceptível que o tratamento V2R2 2:00 p.m., teve uma menor variabilidade e média de perdas, comparado aos demais, conseqüentemente uma melhor qualidade na colheita mecanizada de soja no turno vespertino (p.m.). esse resultado está de acordo com Chioderoli

et al. (2012) que preconizam rotações mais elevadas para diminuir as perdas nos mecanismos internos da colhedora (Figura 6).

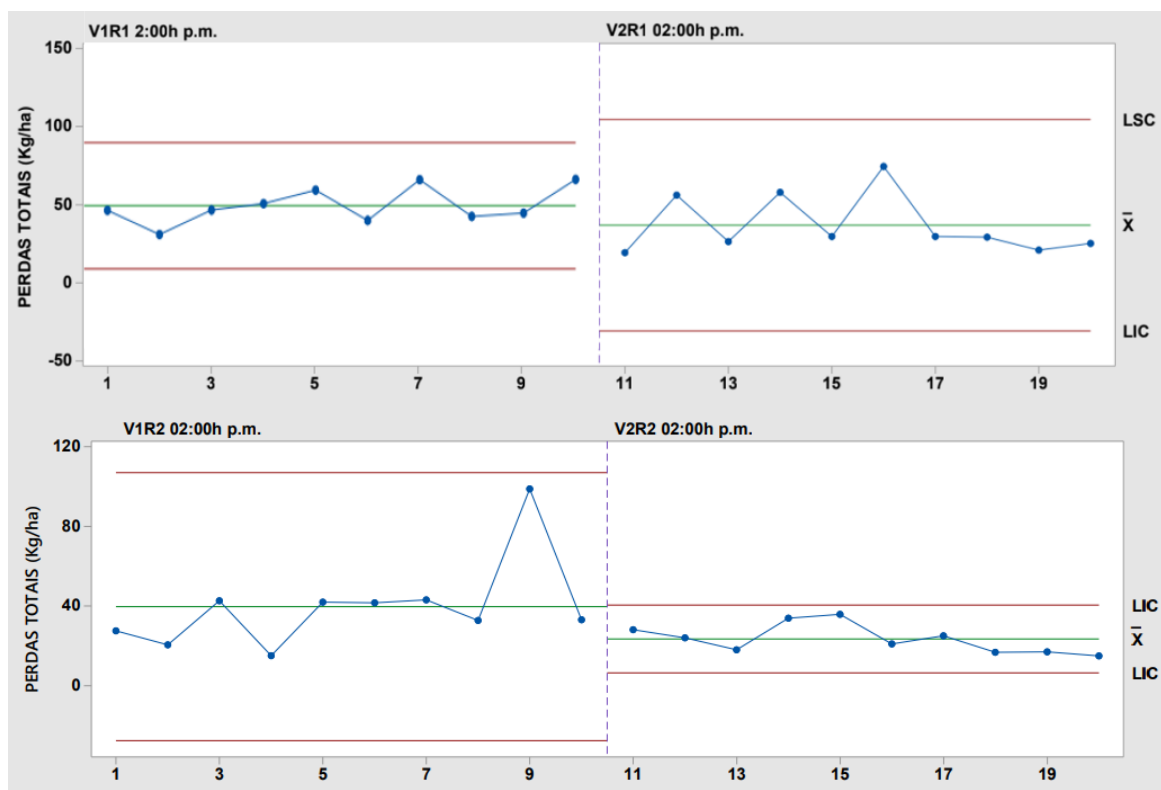


Figura 6. Carta de controle para perdas de grãos (kg ha^{-1}), comparando os tratamentos do turno vespertino. Cartas de controle de valores individuais. LSC: limite superior de controle. LIC: limite inferior de controle. \bar{x} : média. AM: antes de meio dia; PM: depois de meio dia.

No que se refere as perdas entre os dois horários analisados notou-se que quanto mais alto o teor de água no grão maiores foram as perdas. Esse fator está de acordo com Silveira *et al.* (2013), que preconiza a colheita mecanizada com umidade do grão acima de 15%, pois dificulta a debulha das vargens no sistema de trilha, com isso aumenta as perdas nos mecanismos internos da colhedora. Segundo Figueiredo *et al.* (2013), a debulha das vargens e separação dos grãos, com o grão mais seco se torna fácil.

Referente aos mecanismos internos, a rotação de 700 rpm teve menores perdas em comparação à de 500 rpm, esses resultados estão em concordância com os obtidos por Chioderoli *et al.* (2012), que afirmaram melhora na eficácia e reduz as perdas quantitativas com uma rotação maior.

É importante destacar que a colhedora analisada neste estudo é axial, com isso possui uma maior capacidade de colheita. Campos *et al.* (2005) destaca que colhedoras axiais permitem diminuir os índices de perdas, pois

nelas o material coletado permanece por mais tempo dentro da colhedora tornando o sistema de trilha mais eficiente.

Na velocidade de 8 km h⁻¹ (V2) houve um volume reduzido de perdas totais, comparado com a velocidade de 6 km h⁻¹ (V1) em ambos os horários e com diferentes rotações do rotor. Estes resultados diferem com os de Mesquita *et al.* (2001), que indica que com o aumento da velocidade da colhedora favorece as perdas. De acordo com Da Cunha *et al.* (2007), a velocidade de trabalho recomendável deve estar entre 4 a 7 km h⁻¹, os quais se diferem dos resultados presentes nesse estudo.

No período da manhã, para reduzir as perdas nestas condições experimentais, seria recomendável que se utilizasse rotação de 700 rpm (R2) e velocidade de 8 km h⁻¹ (V2) na colheita, de acordo com os resultados encontrados. Entretanto, colhendo-se no período da tarde seria recomendável que se utilizasse rotação de 700 rpm (R2) e velocidade de 8 km h⁻¹.

Com essa rotação no período matutino, considerando que a fazenda possui 500 hectares com essa variedade da soja (Pampeana 9510 ipro), com produtividade média estimada de 4047,4 kg ha⁻¹, e total de 2.023.700,0 kg, concluindo que com a velocidade de 6 km/h (V1) com rotação de 500 rpm (R1), iria obter uma perda total de 15.835 kg e a velocidade 8 km h⁻¹ (V2) e rotação de 500 rpm (R1), haverá perdas totais de 10.180 kg.

Considerando que a saca de 60 kg da soja estava no valor de aproximadamente R\$ 200,00 reais, com essas regulagens haveria prejuízos respectivamente de R\$ 52.783,33 reais com a combinação V1R1a.m. e R\$ 33.933,33 reais com a V2R1a.m. No horário da manhã deve-se ter atenção nas regulagens e mudar constantemente conforme a umidade.

No horário da tarde todas as regulagens analisadas ficaram dentro do limite aceitável, o teor de água nos grãos foi um fator determinante para isso, que ficou entre 11% e 13%, mais a rotação de 700 rpm (R2) com velocidade de 8 km h⁻¹ (V2) se destacou nesse horário, com menor perda média de 23,37 kg ha⁻¹. Trabalhar em uma alta velocidade é importante para finalizar a colheita em tempo hábil, tendo em vista que a janela da soja é curta e ainda tem os problemas de chuva

5. CONCLUSÕES

A rotação de 700 rpm e velocidade 8 km h⁻¹ foi a melhor combinação entre velocidade e rotação para ambos os períodos de colheita, reduzindo as perdas.

O tratamento V2R1 10:00 a.m., apresentou menor variabilidade no processo no turno matutino e o tratamento V2R2 2:00 p.m., no turno vespertino, diante disso, tiveram a melhor qualidade na colheita mecanizada da soja em cada turno do dia. Isso indica que há necessidade de ajustar a regulagem da colhedora ao longo do dia.

As menores perdas da soja ocorreram no período da tarde com umidade dos grãos entre 11,66 a 12,79% em ambas as regulagens.

O tratamento com velocidade de 6 km h⁻¹ e 500 rpm de rotação do sistema de trilha da colhedora, no período da manhã, aliado ao alto valor de umidade do grão, proporcionou os maiores índices de perdas na operação de colheita.

É importante que novos estudos analisem outras combinações entre velocidade e rotação dentro do intervalo analisado neste estudo.

6. REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Tecnologia de sementes** – Colheita, 2016. Disponível em <<https://www.agrolink.com.br>> Acessado em 12 de junho de 2022.

ALVES, Felipe Bueno et al. PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DO MILHO (Zea Mays) EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE E ROTAÇÃO DO CILINDRO TRILHADOR. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 2, n. 1, p. 130-143, 2015.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo : origem, história e distribuição. In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas : ITAL, p. 1-6, 1981.

BORÉM, Aluízio; GALVÃO, João Carlos Cardoso; PIMENTEL, Marco Aurélio. Milho: do plantio à colheita. Viçosa: Ed. **UFV**, 2015.

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

CAMPOS, Marco AO et al. Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 207-213, 2005.

CHIODEROLI, Carlos Alessandro et al. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, v. 71, p. 112-121, 2012.

CONAB - **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília**, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 1 primeiro levantamento, p.60 outubro. 2021.

COSTA, N. P.; TAVARES, L. C. V. Fatores responsáveis pelos elevados percentuais de perdas de grãos durante a colheita mecânica de soja. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 1, p. 17-25, 1995.

COSTA NETO, Pedro R. et al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química nova**, v. 23, p. 531-537, 2000.

DA CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues; ZANDBERGEN, Hendricus Petrus. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, 2007

EMBRAPA – **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA**. Dados econômicos. Soja em números (safra 2021/2022). 2022.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Manual de segurança e qualidade para a cultura da soja. Embrapa Transferência de Tecnologia, (Série qualidade e segurança dos alimentos). 2005, p.69.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Perdas na colheita de soja: Rio Grande do Sul, Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2011. 271p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologias de produção de soja: Paraná: 2003. Londrina: **Embrapa Soja**, 2002. 195p. Sistemas de produção 2.

FIGUEIREDO, Alex Sandro et al. Influência da umidade de grãos de trigo sobre as perdas qualitativas e quantitativas durante a colheita mecanizada Influence of moisture grain wheat about quantitative and qualitative losses during mechanised harvesting. **AMBIÊNCIA**, v. 9, n. 2, p. 349-357, 2013.

GAUDÊNCIO, C. et al. População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1990.

HEIFFIG, Lilia Sichmann. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HENSEL, Marcos Jose. **Avaliação de perdas na colheita mecanizada de trigo**. 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censos: 2000; 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

JOHN DEERE. Manual do operador colheitadeiras Brasileiras 9650 STS e 9750 STS.: 4. ed. DEERE & COMPANY, 2004. 602p.

KORBER, Angelo Henrique Canan et al. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 38-45, 2017.

MARTINS C. R., FARIAS R. de M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola – revisão Revista da FZVA Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 20-32. 2002.

MEDEIROS, P. O.; NÄÄS, I. de A. Cadeia produtiva da soja no Piauí: uma análise de perdas de grãos em função de distâncias percorridas. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 4, p. 368-374, 2016.

MESQUITA, C. de M. et al. Manual do produtor: como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)**, 1998.

MESQUITA, C.M. et al. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: Perdas e qualidades físicas do grão relacionadas à características operacionais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30. **Anais...**, 2001. Foz do Iguaçu - PR.

NEUMAIER, Norman et al. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. **Embrapa Soja-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2000.

PASSOS, Máximo Lages Vieira; ZAMBRZYCKI, Geraldo Cesar; PEREIRA, Reginaldo Sérgio. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 4, p. 758-766, 2016.

PERIN, Gismael Francisco et al. Avaliação da eficiência de diferentes operações agrícolas utilizando técnicas de agricultura de precisão. 2008.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações pra uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

PINHEIRO NETO, R.; GAMERO, C. A. Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Energia na Agricultura**, v. 14, n. 1, p. 69-81, 1999.

ROLIM, G.S. et al. Classificação climática de köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SANSEVERINO, D.B. et al. Área Amostral Para Avaliação Das Perdas Totais Na Colheita De Soja. **Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio**. Jales SP, 6 a 8 de outubro de 2016.

SILVEIRA, J. M; CONTE, O. Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Londrina, p. 1-28, 2013.

TOLEDO, Anderson de et al. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 710-719, 2008.

Wright DL, Rich JR, Marois JJ & Sprengel RK (2011) Soybean production in Florida. Gainesville, Fla., University of Florida, Extension, Institute of Food and Agricultural Sciences. Disponível em: Acessado em: 15 de março de 2013.

ZANDONADI, R. S; RUFFATO, S; FIGUEIREDO, Z. N. Perdas na colheita mecanizada de soja na região médio-norte de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 64-66, 2015.