



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO  
(*Zea mays L.*) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES VELOCIDADES OPERACIONAIS**

LUIS FELIPE TEIXEIRA BONATO

**Brasília, DF  
Dezembro, 2019**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO  
(*Zea mays L.*) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES VELOCIDADES OPERACIONAIS**

LUIS FELIPE TEIXEIRA BONATO

Trabalho final de Estágio Supervisionado  
apresentado ao curso de Graduação em  
Agronomia da Universidade de Brasília  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Faggion

Brasília, DF  
Dezembro, 2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

BONATO, Luis Felipe Teixeira.

"AVALIAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO (Zea mays L.) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES VELOCIDADES OPERACIONAIS" Orientação: Francisco Faggion, Brasília, 2019, 33 Páginas  
Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. Perdas de Grãos 2. Colheita 3. Velocidade de Trabalho

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE GRÃOS NA COLHEITA MECANIZADA DE MILHO  
(*Zea mays L.*) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES VELOCIDADES OPERACIONAIS**

**LUIS FELIPE TEIXEIRA BONATO**

Trabalho final de estágio supervisionado apresentado ao curso de graduação em Agronomia da Universidade de Brasília para a obtenção do título de bacharel em engenharia agrônoma

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 11/12/2019**

**BANCA EXAMINADORA**

---

FRANCISCO FAGGION, Dr. Universidade de Brasília  
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB  
(ORIENTADOR) E-mail: faggion@unb.br

---

TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA, Dr. Universidade de Brasília  
Prof. da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB  
(EXAMINADOR) E-mail: tiagocorreia@unb.br

---

ISABELLA TEIXEIRA BONATO, Eng. Agrônoma Universidade de Brasília  
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da UnB  
(EXAMINADORA) E-mail: isabella.bonato@gmail.com

**Brasília, DF**

**Dezembro, 2019**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus Pais, que nunca mediram esforços para me garantir uma boa educação, pelos exemplos de vida e por todo amor que me deram.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus pela saúde, pela oportunidade de estar finalizando meu curso e por todas as bênçãos que colocou em minha vida

Ao meu pai, Paulo Roberto Bonato, pelo exemplo de dedicação ao trabalho e à família e por mostrar a paixão em cultivar a terra.

À minha mãe, Denise Teixeira Bonato, por todos os ensinamentos, apoio e carinho.

À minha namorada, Paula Leão Triacca, por estar sempre ao meu lado nos momentos bons e ruins, pela companhia durante a jornada e pela ajuda na execução do experimento.

Ao professor Francisco Faggion pela orientação e apoio durante a elaboração do trabalho.

À minha prima, Isabella Teixeira Bonato, por todo tempo, ajuda e conselhos.

Ao professor Tiago Pereira da Silva Correia pelas correções e pela disponibilidade.

Agradeço também ao meu primo, Lucas Peixoto Bonato, e ao grande amigo, Guilherme Chaves Cardoso, pelas várias horas ajoelhados sob o sol coletando grãos de milho comigo. A realização desse experimento não seria possível sem vocês.

A toda minha família e a todos os meus amigos, por terem papel tão importante em minha vida.

Por fim, agradeço à Universidade de Brasília e a todos os professores pelos cinco anos de muito aprendizado, experiências vividas e pela dedicação em passar adiante seus conhecimentos.

**RESUMO:** A velocidade de colheita da cultura do milho é importante para que a operação alcance bom rendimento e reduzidas perdas de grãos. O objetivo do trabalho foi avaliar as perdas de grãos na colheita mecanizada de milho em função de velocidades operacionais. Para tal, foram selecionadas cinco velocidades de avanço da máquina (4; 4,5; 5; 5,5 e 6 km h<sup>-1</sup>). O experimento foi realizado na Fazenda Querência, situada no município de Cristalina – GO. Foi utilizada uma colhedora de grãos automotriz da marca Case, modelo Axial-Flow 7230, ano 2016 equipada com plataforma de corte para colheita de milho modelo Bocuda 8170, de oito metros (16 linhas de 50 cm). A área da lavoura foi dividida em parcelas, com delineamento inteiramente casualizado. Em cada uma das parcelas foi aplicado um tratamento (velocidade). Antes de iniciar as coletas das amostras foram realizadas amostragens em toda a área para determinar as perdas de grãos em pré colheita (perda natural), sem a interferência da máquina. Posteriormente foram coletadas as amostras das perdas na plataforma de corte e total (após sistema de trilha e limpeza) nos diferentes tratamentos. Para cada velocidade foram realizadas 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. As perdas na plataforma não variaram com a velocidade de colheita. As perdas nos mecanismos internos aumentaram para limites fora dos toleráveis após a velocidade de avanço ultrapassar 5,5 km h<sup>-1</sup>. De acordo com os resultados, para minimizar as perdas de grãos de milho durante o processo de colheita, é recomendado colher em velocidades de até 5,5 km h<sup>-1</sup>. A velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup> ocasionou maiores perdas econômicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** colhedora; colheitadeira; eficiência

**ABSTRACT:** Proper harvesting speed is important for the operation to achieve good yield and reduced grain losses. The objective of this research was to evaluate the variation of the amount of grain losses in mechanized corn harvesting according to the speed of the harvester machine. For this, five machine speeds were selected (4, 4.5, 5, 5.5 and 6 km h<sup>-1</sup>). The experiment was conducted at Fazenda Querência, located in Cristalina - GO. A Case self-propelled grain harvester, model Axial-Flow 7230, year 2016, equipped with an eight-meter Bocuda 8170 corn harvesting header (16 rows of 50 cm) was used. The crop area was divided into plots, with a completely randomized design. In each of the plots a treatment (speed) was applied. Prior to commencing sampling, an area-wide sampling was performed to determine pre-harvest grain losses (natural loss) without machine interference. Later, the samples of grains lost on the header and total loss (after trailing and cleaning system) were collected. For each advance speed, 4 repetitions were performed, totaling 20 experimental plots. Losses on the header did not vary with harvesting speed. Losses in internal mechanisms increased to non-tolerable levels after 5.5 km h<sup>-1</sup>. According to the results, to minimize corn grain losses during the harvesting process, it is recommended to harvest at speeds up to 5.5 km h<sup>-1</sup>. The speed of 6.0 km h<sup>-1</sup> caused greater economic losses.

**KEYWORDS:** grain harvester; combine harvester; efficiency

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 A cultura do milho .....	13
3.2 Colheita mecanizada de grãos .....	14
3.3 Perdas na colheita.....	17
3.3.1 Na pré-colheita .....	17
3.3.2 Na operação de colheita .....	18
3.3.3 Na pós-colheita.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
4.1 Campo experimental .....	20
4.2 Máquina colhedora.....	21
4.3 Avaliação de perdas de grãos .....	21
4.4 Perdas naturais .....	22
4.5 Perdas na plataforma .....	22
4.6 Perdas totais .....	23
4.7 Perdas nos mecanismos internos .....	24
4.8 Pesagem das amostras .....	24
4.9 Prejuízo econômico de perdas.....	24
4.10 Determinação da umidade dos grãos.....	24
4.11 Análise estatística.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
6. CONCLUSÕES.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil é um dos maiores setores do país, exportando o equivalente a 101 bilhões de dólares em 2018 (MAPA, 2019). As condições climáticas favoráveis juntamente à disponibilidade de terras agricultáveis permitem que o país seja um dos principais exportadores de alimentos do mundo (ARRUDA; DENADAI, 2016).

Vários foram os fatores para o estabelecimento de uma sólida produção de grãos no país. Primeiramente, na região sul, o solo fértil aliado a um sistema de cooperativismo eficiente e semelhanças climáticas com regiões dos EUA colaboraram para o sucesso de diversos produtores de grãos na região (TYBUSCH, 2003).

Posteriormente, a demanda do mercado consumidor de produtos agrícolas na região sudeste fez com que a indústria pressionasse o setor agrícola, a fim de elevar a oferta de bens primários e assim reduzir o custo da mão de obra (BEZERRA; CLEPS JR., 2004).

A expansão da agricultura para o centro-oeste proporcionou diversas oportunidades aos produtores. Impulsionada pelas ações e políticas públicas, essa expansão levou a uma nova etapa de desenvolvimento na produção de alimentos no país (DE FARIAS; ZAMBERLAN, 2013). O centro-oeste, no geral, também possui relevo muito favorável à mecanização, sendo mais um fator que colaborou para o sucesso do cultivo de grãos.

Atualmente a região é responsável por 52,9% da produção anual de grãos de milho do país e por 44,6% da produção nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística relativos à safra de 2018 (IBGE, 2019). Contudo, diversos fatores são gargalos que interferem na eficiência tanto na esfera regional, como a redução de incentivos governamentais, quanto na esfera nacional, como os elevados impostos e as más condições de infraestrutura e logística, baseada principalmente no modal rodoviário. Esses fatores fazem com que o Brasil perca competitividade no cultivo de grãos em relação a outros grandes países exportadores como os EUA (TYBUSCH, 2003).

Dentre os fatores que prejudicam a competitividade dos produtores brasileiros, os preços de commodities estabelecidos na bolsa Chicago mantém os produtores brasileiros sujeitos à instabilidades nos preços, devido às variações no câmbio, e favorecem os produtores dos Estados Unidos. Assim como os insumos, que são em sua maioria de natureza estrangeira ou têm sua matéria prima importada, também sofrem com a variação do câmbio, acarretando em

um aumento nos custos de produção e a consequente redução da lucratividade do produtor (BRUM; BELARMINO, 2002).

Além disso, a crescente especulação imobiliária também contribui para o aumento no custo de oportunidade do uso da terra, o que também leva à redução da competitividade do Brasil (BITENCOURT et al., 2009) .

O clima do país, que permite uma segunda safra de outra cultura, é um ponto positivo para o produtor e para a produção de grãos, pois permite realizar a rotação de culturas mesmo cultivando a cultura todo ano, além de permitir melhores condições de colheita em relação aos EUA. Contudo, o inverno rigoroso em países como esse pode contribuir para a redução da população de pragas e do inóculo de doenças, o que é um ponto muito vantajoso para produção da cultura no país.

Tendo em vista esses diversos fatores fazem-se necessários esforços para a redução dos custos de produção, resultando assim no aumento das margens de lucro do produtor. Assim, contribuindo para o aumento da competitividade do agronegócio no país e assegurando o crescimento da atividade no país e o bem-estar das milhares de famílias que dependem do setor.

De acordo com o 8º princípio da economia: “O padrão de vida de um país depende de sua capacidade de produzir bens e serviços” e, conforme abordado pelo economista Gregory Mankiw, em seu livro, “quase todas as variações de padrão de vida entre países podem ser atribuídas a quantidade de bens e serviços produzidos por unidade de insumo de mão de obra” (MANKIW, 2019, p.10).

Dessa forma, além de resultar em maior eficiência para o produtor, o aumento da velocidade de colheita contribui para a melhoria da produtividade dos operários. Contudo, considerar apenas a capacidade de trabalho não é a forma correta de se tomar essa decisão, deve-se também, avaliar se as máquinas estão apresentando perdas dentro dos limites considerados toleráveis.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as perdas de grãos na colheita mecanizada de milho em função de velocidades operacionais.

### **Objetivos Específicos**

- Quantificar as perdas de grãos de milho nas diferentes partes da máquina colhedora em velocidades operacionais de 4; 4,5; 5; 5,5 e 6 km h<sup>-1</sup>;
- Calcular o prejuízo econômico de perdas no processo de colheita nas diferentes velocidades estudadas;
- Identificar a velocidade operacional adequada para menor perda de grãos e prejuízo econômico.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A cultura do milho

Estudos indicam que o milho (*Zea mays L.*) tem sua origem tropical no sudoeste Mexicano, onde começou a ser cultivado há mais de 7.000 anos (POHL et al., 2007). A produção da cultura tem diversos fins, sendo usado na alimentação animal e humana, além de ser utilizado como matéria-prima para produção de diversos produtos. O milho de consumo humano tem papel importante na alimentação básica de muitas comunidades carentes, contudo, a parte majoritária do volume produzido, tanto nacionalmente como mundialmente (cerca de 70%), é dedicada à cadeia de suínos e aves (CRUZ et al., 2008). Dessa maneira as demandas internas e externas de milho estão diretamente ligadas as cadeias produtivas de carnes e seu crescimento.

Na safra 2017/18 a produção mundial de milho foi de 1.078,08 milhões de toneladas métricas, fazendo com que o milho seja o principal cereal cultivado mundialmente. Os Estados Unidos é o maior produtor mundial, sendo responsável por 34,42% da produção, seguido da China (24,03%) e do Brasil (7,61%) (USDA, 2019).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA (2018), os Estados Unidos se apresenta também como principal país exportador, seguido pelo Brasil, em segundo lugar, Argentina e Ucrânia. A União Europeia (como bloco) se encontra como principal importadora, o México e o Japão se apresentam como maiores países importadores. Outros países como Egito, Irã, Coreia do Sul e Vietnã também são importantes importadores da commodity.

Segundo Cruz et al. (2008), a principal vantagem dos outros grandes exportadores em relação ao Brasil é uma logística de transporte favorável, como infraestruturas de transporte superiores, no caso dos EUA e a proximidade aos portos, no caso da Argentina.

No Brasil a produção de milho ocorre em duas safras dessa cultura: a safra de verão e a safra de inverno, ou safrinha, que acontece após a primeira safra. Assim, a primeira safra corresponde por cerca de 26,2%, e a segunda por cerca de 73,8%, da produção nacional (safra 18/19) e os principais estados produtores são Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais na

primeira safra e Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná na segunda safra (CONAB, 2019).

### **3.2 Colheita mecanizada de grãos**

As principais operações mecanizadas realizadas em uma propriedade de cultivo de grãos são o preparo do solo, a semeadura, a aplicação de defensivos e a colheita. Essa última operação necessita de cuidados especiais, uma vez que é nela que o agricultor obtém o retorno de seu trabalho e investimentos. De outra forma, parte do produto final do produtor de grãos será perdido no campo.

Antes da produção comercial de máquinas colhedoras, a colheita dos campos cultivados era feita manualmente, o que demandava uma grande quantidade de mão de obra. Segundo Santos et al. (1994), até o final do último século, cerca de 54% da colheita de milho no Brasil ainda era realizada manualmente. Apesar da operação de colheita manual apresentar uma taxa de perdas muito inferior à mecanizada, com a chegada das máquinas essa operação tornou-se muito mais eficiente uma vez que substituiu uma enorme quantidade de mão de obra (SANTOS; MANTOVANI, 1997).

De acordo com os mesmos autores, apesar de proporcionar o maior rendimento de grãos, a operação de colheita não deve ser executada logo após a maturação fisiológica devido ao alto teor de umidade, o que tornaria necessário o processo de secagem artificial e alto consumo de energia, além de possivelmente comprometer a qualidade dos grãos ou sementes.

A operação realizada por uma colhedora combinada automotriz pode ser dividida em diversas etapas: corte, alimentação, trilha, separação e limpeza, todas ocorrendo na máquina durante o processo de colheita. Às colhedoras são acopladas plataformas de corte, as quais tem a função de realizar o corte das plantas e conduzi-las para a esteira alimentadora (BALASTREIRE, 1987).

Conforme afirmado pelo mesmo autor, a plataforma de corte de cereais é constituída basicamente da barra de corte, separadores, molinete e o condutor helicoidal. A barra de corte é composta por duas linhas de dentes, a faca e a barra de apoio. A faca se movimenta em relação a barra de apoio, realizando uma ação cisalhante. Os separadores ficam posicionados nas extremidades da plataforma e têm a função de separar o material que será cortado pela plataforma e o que permanecerá no campo, evitando perdas. O molinete empurra as plantas que

foram cortadas para dentro da plataforma, em direção ao condutor helicoidal, que as conduz até uma esteira transportadora (etapa de alimentação), que as levará até os mecanismos de trilha.

Ainda conforme Balastreire, as plataformas de corte para colheita de milho são específicas e diferentes das usadas nos demais cereais, nelas existem separadores para cada da linha de plantas da cultura. Embaixo dos separadores se encontram correntes dentadas, cuja função é levar as espigas colhidas até o condutor helicoidal. Abaixo das correntes estão os rolos espigadores, que giram puxando as plantas para baixo, desprendendo as espigas. Após soltas, as espigas são conduzidas pelas correntes até o condutor helicoidal, seguindo o mesmo processo realizado nas plataformas dos demais cereais.

Para realizar o ajuste da plataforma de corte de milho deve-se dimensionar a distância entre os separadores de acordo com o espaçamento das linhas da cultura. No momento da colheita estes devem permanecer paralelos ao solo e a plataforma ajustada para ficar um pouco abaixo da altura das espigas, de forma que ela fique o mais alto o possível, sem que ocorra a perda de espigas. Assim, se evita a admissão de massa desnecessária, seja de plantas daninhas ou do próprio colmo do milho, que pode vir a causar acúmulo de sujeira no tanque graneleiro e embuchamento da colhedora. As chapas espigadeiras devem ter a distância ajustada de acordo com a grossura do colmo (MESQUITA et al., 1998).

Os mecanismos de trilha podem ser do tipo radial, axial ou híbridos. O mecanismo de trilha axial consiste em um cilindro com dentes dispostos helicoidalmente posicionado de forma axial em relação a um côncavo formado por uma chapa perfurada curva. Ao final do mecanismo há um cilindro batedor, cuja função é remover a palha que eventualmente fique retida (BALASTREIRE, 1987). As colhedoras de fluxo axial tendem a apresentar menores perdas em relação àquelas de fluxo radial, devido a maior eficiência de trilha, conforme afirmado por Machado (2004) e Campos et al. (2005).

As principais regulagens na etapa de trilha e debulha são a abertura entre o cilindro e o côncavo e a velocidade do cilindro. Além disso a grelha do côncavo deve ser mantida limpa, o cilindro e o côncavo devem estar paralelos e no caso do milho, devem ser instaladas chapas de cobertura do cilindro (MESQUITA et al., 1998).

Em seguida começa a etapa de separação, que tem a função de separar os grãos debulhados, os grãos não debulhados e a palha. Os grãos debulhados são separados passando pelas barras do côncavo e pela grelha do cilindro batedor e, também, no saca-palhas, que tem a função de conduzir a palha para o picador de palha enquanto os grãos debulhados são dirigidos a uma bandeja que fica sob esse mecanismo (BALASTREIRE, 1987).

Os principais ajustes dos mecanismos de separação são: a extensão regulável do côncavo, a limpeza das grelhas do saca-palhas e a posição das cortinas retardadoras. A extensão do côncavo direciona o material que vem da trilha para o saca-palhas. Sobre o saca-palhas estão as cortinas, que tem a função de atrasar a saída da palha, deixando mais eficiente a recuperação dos grãos em meio a ela (MESQUITA et al., 1998).

Já a etapa de limpeza ocorre pela ação combinada da peneira superior, da peneira inferior e do ventilador. A peneira superior é composta de chapas retangulares dentadas e superpostas, podendo ter a inclinação da chapa ajustada em relação as outras para a regulagem da abertura da peneira. A peneira inferior possui uma composição similar à peneira superior, porém com aberturas menores (BALASTREIRE, 1987).

Conforme o mesmo autor, a movimentação das peneiras realiza a limpeza do material, auxiliada pela ação do ventilador, que trabalha na limpeza de acordo com a suspensão do material realizada pelas peneiras, assim, materiais mais leves, como a palha, são mais facilmente carregados pela força do vento e levados para fora da máquina. O sistema de limpeza é disposto de tal forma que os materiais não trilhados, como vagens e espigas, que chegam as peneiras atravessam sua extensão e são transportados por um condutor helicoidal para a retrilha. As sementes limpas atravessam as peneiras e são conduzidas até o depósito graneleiro, onde ficarão armazenadas até o descarregamento da colhedora.

Para regular o sistema de limpeza primeiramente deve-se ajustar a abertura das peneiras e, só então, regular a velocidade de rotação do ventilador, aumentando-a aos poucos, até que a maior parte da palha seja soprada para fora da máquina, sem que ocorra a perda de grãos. Também deve-se estar atento à tensão da corrente dos elevadores, que deve permitir algum movimento lateral e nenhum movimento vertical (MESQUITA et al., 1998).

A velocidade ideal de colheita irá variar de acordo com a produtividade da cultura, principalmente devido à quantidade de massa vegetal que é colhida junto às espigas em culturas como a do milho (MESQUITA et al., 1998). Segundo os mesmos autores, a faixa adequada de velocidade de trabalho varia de 4 a 6 km h<sup>-1</sup> para cultura do milho. Já Balastreire (1987) indica uma velocidade de colheita para a cultura do milho de aproximadamente 4,8 km h<sup>-1</sup>.

Assim como a produtividade, o aumento da velocidade operacional da colhedora afeta diretamente a quantidade de massa admitida pela máquina em um curto período de tempo, o que pode fazer com que esta exceda sua capacidade de processamento, e isso resultaria no aumento de perdas (BALASTREIRE, 1987).

Ao estudarem as perdas na colheita de milho de acordo com o preparo do solo e a velocidade de colheita, Bertonha et al. (2012) chegaram à conclusão que a velocidade de deslocamento da máquina influenciou significativamente as perdas, constatando que, dentre as velocidades estudadas, 4,4 e 4,7 Km/h apresentaram os menores resultados e que tanto a menor velocidade quanto a maior estudadas (4,1 e 6,7 Km/h) apresentaram perdas elevadas devido às condições de alimentação inadequadas da máquina. Resultados similares foram observados em estudo realizado por Santa Catarina (2013) na cultura do trigo.

Estudo realizado por Magalhães et al. (2009) na cultura da soja, com duas velocidades de colheita, 4,5 e 6,5 Km/h, concluíram que a média das perdas na velocidade maior era praticamente o dobro da encontrada na velocidade menor, contudo essas não diferiram estatisticamente devido ao coeficiente de variação muito elevado. Resultado similar foi obtido por Campos et al. (2005) que, apesar de não apresentar diferença expressiva nas médias, o alto coeficiente de variação encontrado explica porque a relação entre as perdas e a velocidade de deslocamento não tenha resultado em uma relação direta.

### **3.3 Perdas na colheita**

As perdas de grãos podem ocorrer em três etapas diferentes: na pré-colheita, durante o processo de colheita e na pós colheita, sendo o período de pré-colheita aquele que vai da maturação fisiológica até a operação de colheita (SANTOS; MANTOVANI, 1997).

#### **3.3.1 Na pré-colheita**

Segundo Santos & Mantovani (1997), estima-se que 11% da produção total de milho brasileira é perdida no período entre a semeadura à maturação fisiológica. A maturação fisiológica do milho é identificada com a formação da camada preta na base do grão. Nesse período a principal causa de perdas na cultura do milho é a chuva. Esse problema é minimizado quando são usadas cultivares decumbentes, em que as espigas se viram para baixo na maturação fisiológica, tornando mais difícil a penetração de água na espiga.

Ainda de acordo com os mesmos autores, na região Centro-Oeste a baixa ocorrência de chuvas no período que antecede colheita leva a um produto colhido de excelente qualidade e com uma quantidade pequena de perdas na pré-colheita. Outros fatores que podem ocasionar as perdas durante a permanência da cultura no campo, após a maturação fisiológica são insetos, pássaros e vento.

### 3.3.2 Na operação de colheita

Vários podem ser os motivos causadores de perdas durante a operação de colheita. Balastreire (1987) os divide em fatores relacionados à cultura e fatores relacionados à máquina. Dentre os fatores relacionados à máquina estão a velocidade de avanço da máquina, a velocidade e posicionamento do molinete, as diversas regulagens (barra de corte, cilindro trilhador, peneiras, ventilador, etc.) e o estado de manutenção da máquina. Sobre os fatores relacionados à cultura a cultivar, a população, ocorrência de plantas invasoras, o teor de umidade e a condição do solo são os principais fatores citados por ele.

Conforme verificado no estudo de Tabile et al. (2008), na cultura do milho, o aumento do teor de umidade resultou no aumento das perdas nos mecanismos internos da máquina. Contudo, esse aumento não demonstrou influência sobre as perdas ocorridas na plataforma de corte.

A cultivar pode também trazer características que beneficiam ou atrapalham o processo de colheita, fazendo da sua escolha uma decisão importante. Características como resistência ao acamamento, inserção de vagens ou espigas adequada e um ciclo compatível com a capacidade operacional do produtor podem fazer uma importante diferença para mitigar as perdas (BALASTREIRE, 1987).

Campos et al. (2005) também constata outros fatores que afetam a quantidade de perdas na colheita, como o atraso da colheita, a vida útil das colhedoras, estado de conservação, e a posse das máquinas em relação à contratação de terceiros.

De acordo com os mesmos autores, outros possíveis fatores apontados que podem causar o aumento das perdas na operação de colheita são a falta de treinamento aliada a baixa escolaridade dos operadores e a falta de monitoramento constante da operação por parte dos produtores rurais.

Uma pesquisa realizada em Jaboticabal-SP buscou afirmar se diferentes sistemas de adubação (semeadura e pré-semeadura) e consórcio de culturas intercalares trariam diferenças nas perdas na colheita e em outras variáveis de cultivo, contudo os autores chegaram à conclusão que, apesar de a adubação em pré-semeadura ter proporcionado plantas mais aptas à operação de colheita mecanizada, os fatores estudados não tiveram diferença significativa nas perdas na colheita (CORTEZ et al., 2009)

Conforme afirmado por Mesquita et al. (1998), a maior porcentagem de perdas na operação de colheita ocorre na plataforma de corte. Dentre os mecanismos internos da máquina,

as principais causas de perdas nos mecanismos de separação são a velocidade alta de colheita, a baixa velocidade do cilindro, a abertura entre o côncavo e o cilindro, a extensão do côncavo mal ajustada e a cortina retardadora mal posicionada. O ajuste incorreto da extensão regulável do côncavo pode fazer com que o material advindo da trilha sobrecarregue as peneiras.

Ainda conforme os mesmos autores, são consideradas dentro de um limite aceitável perdas de até um saco por hectare na cultura da soja e de até um saco e meio por hectare nas culturas do milho e do arroz. Já para Santos e Mantovani (1997), são consideradas aceitáveis perdas de até 4% da produção na operação de colheita de milho.

### **3.3.3 Na pós-colheita**

Já a pós-colheita se caracteriza principalmente pelas perdas ocorridas ao longo dos processos de transporte e armazenagem. Apesar de sua grande produção e importância para o agronegócio nacional, a região Centro-Oeste não possui infraestrutura adequada para o escoamento da produção de grãos, dependendo majoritariamente do modal rodoviário, que em grande parte do país se encontra em condições precárias (CORREA; RAMOS, 2010).

O escoamento dos grãos é dividido em 2 etapas, sendo a primeira o transporte do campo para armazenagem do produtor ou cooperativa e a segunda o transporte do primeiro ponto de armazenagem para a agroindústria ou para os portos, onde é feita a exportação (COELI, 2004). Esse escoamento é muito concentrado no período das colheitas, o que leva a diversos problemas logísticos e degradação das rodovias que já se encontram em más condições (PONTES et al., 2009).

Nas perdas ocorridas no armazenamento, deve-se considerar os diversos tipos e estruturas de armazenagem. Na armazenagem em silos, graneleiros e sacarias as perdas não são tão consideráveis, desde que sejam adotadas as corretas práticas de armazenagem e combate a pragas e fungos (SANTOS; MANTOVANI, 1997). Os principais problemas encontrados no país são a falta de infraestrutura em pequenas e médias propriedades, as perdas que ocorrem ao longo do processo de armazenamento e o alto custo de operação dos armazéns (PONTES et al., 2009). Essa carência de armazéns disponíveis aos produtores contribui para concentração do escoamento da produção, que foi citado anteriormente.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Campo experimental

O experimento foi realizado nos dias 16 e 17 de julho de 2019, em uma gleba de 83 hectares localizada na Fazenda Querência, coordenadas 16° 3' 6,12" Sul; 47° 32' 21,84" Oeste, situada no município de Cristalina – GO. A área experimental apresenta relevo plano. Na Figura 1 é ilustrada a gleba onde foi realizado o experimento.



FIGURA 1. Área experimental com cultivo de milho.

O híbrido cultivado na área do experimento foi o NS90, da empresa Nidera Sementes, com três plantas por metro linear e espaçamento de 50 cm entre linhas, totalizando 60.000 plantas por hectare. Na fazenda se utiliza o sistema de plantio direto e todos os tratamentos culturais foram realizados à cargo do produtor. O experimento foi realizado em uma área homogênea e o delineamento experimental inteiramente casualizado.

## 4.2 Máquina colhedora

Na colheita foi utilizada uma plataforma de corte de milho Bocuda 8170, fabricada pela empresa Vence Tudo, com condutor helicoidal (caracol) de oito metros (16 linhas de 50 cm), ano 2016, acoplada à uma colhedora de grãos automotriz da marca Case, modelo Axial-Flow 7230, ano 2016, com rotor axial único. A máquina e a plataforma utilizadas são ilustradas na Figura 2. A altura da plataforma de corte usada na colheita foi de 47 cm.



FIGURA 2. Colhedora automotriz modelo Axial-Flow 7230 e plataforma de corte modelo Bocuda 8170.

## 4.3 Avaliação de perdas de grãos

Segundo Mesquita et al. (1998), o procedimento correto para quantificação de perdas na operação de colheita de grãos, é segmentando essas perdas em perdas naturais, perdas na plataforma de corte e perdas nos mecanismos internos. A metodologia consiste em usar uma armação que tenha a largura da plataforma de corte e totalize a área de 2 m<sup>2</sup> (para milho e soja), posicioná-la transversalmente às linhas de plantio e após a passagem da colhedora, coletar os grãos soltos no solo e aqueles que estão em vagens ou, no caso do milho, nos sabugos.

Assim, com o auxílio de uma fita métrica, foi montada uma armação com estacas de madeira e rolo de barbante afim de padronizar e facilitar a área de coleta nas parcelas. Contudo,

neste experimento foi utilizada uma área de coleta de 4 m<sup>2</sup> por amostragem. Dessa forma, para uma plataforma de corte de oito metros de extensão, a estrutura formou um retângulo de oito metros por meio metro.

Mesquita et al. (1998) sugerem o uso do copo medidor da Embrapa para a medição das perdas, depositando os grãos coletados no mesmo e verificando a quantidade de perda indicada por ele. Contudo, como averiguado por Melara (2012), esse método, apesar de mais prático, mostrou-se menos confiável em relação a pesagem das amostras coletadas em balança de precisão, o que faz sentido devido a variação da densidade dos grãos entre safras, variedades, regiões, etc.

As perdas devem ser calculadas de forma que sejam descontadas as perdas anteriores que também estão presentes naquela coleta. Por exemplo, para o cálculo das perdas no sistema industrial da máquina, deve-se descontar as perdas da plataforma de corte e da pré-colheita. Na Tabela 1 são mostrados o esquema dos locais de amostragens ou coletas e as respectivas perdas.

TABELA 1. Esquema de amostragens e respectivas perdas.

Amostragem da pré-colheita	Amostragem após a passagem da plataforma	Amostragem das perdas totais
perdas pré-colheita	perdas pré-colheita + perdas plataforma	perdas pré-colheita + perdas plataforma + perdas mecanismos internos

#### 4.4 Perdas naturais

Imediatamente antes do início da colheita foi realizado um caminhamento na área do experimento para verificar o estado da cultura em relação à existência de plantas caídas. Foram realizadas quatro amostragens, onde foram coletados os grãos soltos em pontos aleatórios da área para quantificação das perdas naturais.

#### 4.5 Perdas na plataforma

Para quantificação das perdas na plataforma fez-se a realização das 4 repetições para cada uma das 5 velocidades, totalizando 20 amostras. Para determinação da velocidade da máquina foi tomado como referência o painel da máquina colhedora.

Em cada repetição de velocidade a máquina avançou por cerca de 100 metros para que fossem realizados os ajustes necessários. A fim de realizar a amostragem a máquina avançou até que fosse estabilizada a velocidade. Posteriormente é necessário parar a máquina e recuá-la alguns metros, de forma a realizar a amostragem em uma área onde a máquina ainda não tenha arremessado o despojo, assim, onde apenas se encontrem os grãos perdidos na etapa de corte, posicionar a armação e realizar a coleta (MESQUITA et al., 1998).

Os grãos coletados foram armazenados em sacolas plásticas que foram identificadas com auxílio de fita adesiva e marcador permanente.

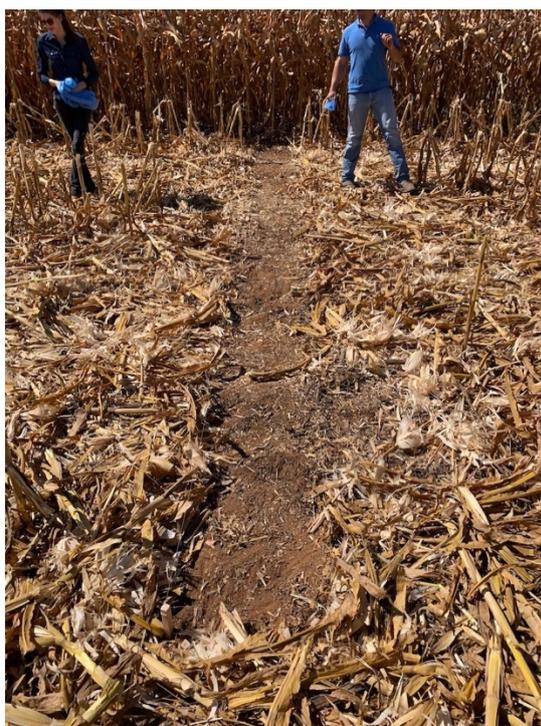


FIGURA 3. Detalhe do momento de coleta das amostras numa parcela.

#### **4.6 Perdas totais**

Na quantificação de perdas totais foi realizada uma amostragem similar às perdas na plataforma, com 4 repetições para todas as velocidades, totalizando 20 amostras. A coleta foi realizada após a passagem da colhedora, em local contendo o despojo arremessado pela máquina.

#### **4.7 Perdas nos mecanismos internos**

Para o cálculo das perdas ocorridas nos mecanismos internos foram subtraídos os valores de perdas ocorridas na plataforma dos valores de perdas totais

#### **4.8 Pesagem das amostras**

No dia seguinte a colheita foi realizada a pesagem de cada amostra coletada em balança digital de precisão.

#### **4.9 Prejuízo econômico de perdas**

Para o cálculo do prejuízo econômico de perdas foram utilizadas as médias dos valores de perdas de cada velocidade. Esses valores foram multiplicados pelo preço do kg de milho em grão. Foi considerado o valor de R\$ 36,00 para a saca de 60 kg de milho, valor praticado na região na data da colheita.

De acordo com dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) a área média de produtores de milho em grão no município de Cristalina-GO é de cerca de 238 hectares. Esse tamanho de área foi considerado para estimar o prejuízo econômico que um produtor teria em uma safra com cada velocidade.

#### **4.10 Determinação da umidade dos grãos**

Para a determinação da umidade dos grãos no momento da colheita foram realizadas 4 amostragens ao longo do período de colheita do experimento. As amostras foram submetidas ao método de estufa a 105° para determinação do grau de umidade, conforme o procedimento exposto no Manual de Regras para Análise de Sementes (MAPA, 2009).

#### **4.11 Análise estatística**

Para submeter os dados à análise estatística estes foram tabulados e importados no programa R, onde foi realizado o teste de Tukey, ao nível de confiança de 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média da área foi de 7.646,54 kg ha<sup>-1</sup>, ou 127,44 sacos por hectare e os resultados relativos ao grau de umidade resultaram em uma média de 19,8%. O clima nos dias da colheita foi ensolarado, sem ocorrência de chuvas ou ventos fortes. Após a amostragem feita na área antes do início da colheita, foi constatado que não ocorreram perdas relativas à pré-colheita e nem haviam plantas caídas na área do experimento.

Os resultados de perdas de grãos na plataforma de corte são apresentados na Tabela 2 e é possível observar que as médias não diferiram significativamente entre velocidades de avanço da máquina colhedora.

TABELA 2. Perdas de grãos de milho na plataforma de corte em relação à velocidade de avanço da máquina colhedora.

Velocidade km h <sup>-1</sup>	Perdas na Plataforma de Corte <sup>1</sup> kg ha <sup>-1</sup>	
4,0	2,71	a
4,5	3,36	a
5,0	2,50	a
5,5	3,10	a
6,0	2,04	a
C.V. (%)	55,94	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey. C.V.: Coeficiente de Variação.

O coeficiente de variação é classificado como muito alto (PIMENTEL GOMES; GARCIA, 2002). Contudo, essa variação ocorre nos experimentos com colheita e está dentro da esperada conforme Bertonha et al. (2012).

Analisando os resultados podemos compreender que as perdas, média de 2,74 kg ha<sup>-1</sup>, representam 0,036% da produtividade da área e que foram pouco significativas tendo em consideração o limite tolerável de 1,5 saca por hectare de Mesquita et al. (1998).

Analisando os resultados relativos as perdas ocasionadas pelos mecanismos internos da máquina (Tabela 3), podemos observar que a média destes (39,14 kg) foi 1.328% maior em comparação à média dos resultados da plataforma de corte. Assim, estes foram os principais responsáveis pelas perdas ocorridas na colheita do milho, corroborando com (BERTONHA et al., 2012), ao afirmarem que na colheita de milho, as perdas que ocorrem nos mecanismos internos são influenciadas pela velocidade da máquina e apresentam maior contribuição para as perdas totais.

TABELA 3. Perdas de grãos de milho nos mecanismos internos da máquina colhedora em relação à velocidade de avanço da mesma.

Velocidade km h <sup>-1</sup>	Perdas nos Mecanismos Internos da Máquina <sup>1</sup> kg ha <sup>-1</sup>	
4,0	20,49	b
4,5	30,70	ab
5,0	29,89	ab
5,5	24,09	b
6,0	90,51	a
C.V. (%)	94,43	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey. C.V.: Coeficiente de Variação.

Entretanto, esses resultados divergem com Mesquita et al. (1998), que constataram a maior porcentagem de perdas na plataforma de corte para culturas graníferas. Porém, deve-se levar em conta o teor relativamente alto da umidade dos grãos durante a operação de colheita o que, segundo Tabile et al. (2008), não influencia nas perdas ocorridas na plataforma e leva à um aumento nas perdas nos mecanismos internos da máquina.

Conforme disposto na Tabela 3, as perdas relativas às velocidades de 4,0 a 5,5 km h<sup>-1</sup> não apresentaram diferença estatística. Contudo, as velocidades 4,0 e 5,5 km h<sup>-1</sup> apresentaram diferença significativa em relação a velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>. A velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup> não apresentou diferença estatística em relação as velocidades de 4,5 e 5,5 km h<sup>-1</sup>. Isso ocorreu devido à grande variação encontrada nos resultados da maior velocidade. Essa grande diferença nos resultados pode ter ocorrido devido à fatores internos da máquina ou talvez à alguma dificuldade do operador de realizar os ajustes necessários para a velocidade ao longo do espaço de tempo que foi disposto a ele.

Por fim, podemos verificar as perdas totais de grãos ocasionadas pela máquina, conforme a Tabela 4. Estas são relativas à soma das perdas ocorridas na plataforma de corte e nos mecanismos internos da máquina.

Podemos verificar que os dados relativos à perda total apresentaram resultados similares aos observados nos dados do sistema de trilha e limpeza, uma vez que esses representam a parcela majoritária das perdas totais.

TABELA 4. Perdas totais de grãos de milho ocasionadas pela máquina colhedora em relação à velocidade de avanço da mesma.

Velocidade km h <sup>-1</sup>	Perdas Totais da Máquina Colhedora <sup>1</sup> kg ha <sup>-1</sup>	
4,0	23,20	b
4,5	34,05	ab
5,0	32,39	ab
5,5	27,19	b
6,0	92,54	a
C.V. (%)	88,82	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey. C.V.: Coeficiente de Variação

As velocidades de colheita estudadas apresentaram resultados que se encontram dentro do limite considerado aceitável de 4%, sugerido por Santos & Mantovani (1997), contudo esse limite se mostra desatualizado em relação aos observados em campo para a cultura atualmente. Apenas a velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup> excedeu o limite tolerável de 1,5 saca por hectare, sugerido por Mesquita et al. (1998) para cultura do milho.

Com relação aos prejuízos econômicos por perdas na colheita, considerando o valor de R\$36,00 pela saca de 60 kg, a Tabela 5 apresenta os valores correspondentes as perdas em cada local e velocidade da máquina colhedora.

TABELA 5. Perdas observadas em cada seção da máquina colhedora por hectare convertidas para o valor em moeda.

Velocidade km h <sup>-1</sup>	Perdas na plataforma de corte (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Perdas nos mecanismos internos (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Perdas totais (R\$ ha <sup>-1</sup> )
4,0	1,63	12,29	13,92
4,5	2,02	18,42	20,44
5,0	1,50	17,93	19,43
5,5	1,86	14,45	16,31
6,0	1,22	54,31	55,53

Considerando os valores das perdas financeiras e os demais dados, podemos verificar que, se baseando apenas nos resultados obtidos nesse experimento, a velocidade mais adequada para operação, dentre as estudadas seria a de 5,5 km h<sup>-1</sup>, devido ao fato de essa não ter apresentado diferença estatística em relação as demais velocidades inferiores à ela e dentre estas ser a que proporcionaria maior rendimento operacional da máquina.

Tendo em vista o tamanho médio de área dos produtores de milho em grão no município de Cristalina-GO podemos observar que as perdas ocorridas na maior velocidade resultariam em um prejuízo de R\$ 13.216,14 na safra contra R\$ 3.881,38 a 5,5 km h<sup>-1</sup>, diferença de R\$ 9.334,36 nos 238 ha, sem abrupta redução na capacidade operacional da máquina.

## 6. CONCLUSÕES

- Houve influência da velocidade da colhedora sobre as perdas de grãos de milho.
- As maiores perdas de grãos de milho ocorreram nos mecanismos internos da máquina.
- Para minimizar as perdas de grãos, nas condições em que foi realizado este trabalho, recomenda-se que a colheita seja feita em velocidades de até  $5,5 \text{ km h}^{-1}$ .
- As perdas totais a partir de  $5,5 \text{ km h}^{-1}$  passaram a ser superiores ao limite tolerado de  $1,5 \text{ saca ha}^{-1}$ , segundo Mesquita et al. (1998).
- A velocidade de  $6,0 \text{ km h}^{-1}$  ocasionou maiores perdas econômicas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, L. G.; DENADAI, M. S. Perdas no escoamento de grãos do Brasil. n. 1994, 2016.

BALASTREIRE, L. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.

BERTONHA, R. S.; PEREIRA, D.; SILVA, D. A.; BARROZO, L. M.; CAVICHIOLI, F. A.; CASSIA, T. Losses and performance of maize in two tillage systems and different speeds of the harvester. 2012.

BEZERRA, L. M. C.; CLEPS JR., J. O desenvolvimento agrícola da região Centro-Oeste e as transformações no espaço agrário do Estado de Goiás. **Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 12, p. 29–49, 2004.

BITENCOURT, M. B.; TOMAS, R. N.; SPROESSER, R. L.; CAMPEÃO, P.; LUCENA, R. M. Competitividade na produção da soja em grão entre Brasil e EUA : uma análise utilizando a Matriz de Análise de Política ( MAP ). p. 1–17, 2009.

BRUM, A. L.; BELARMINO, L. C. Sul do Rio Grande: economia e mercado agropecuário da região de fronteira Brasil-Uruguaí. **Embrapa Clima Temperado**, p. 531, 2002.

CAMPOS, M. A. O.; SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de Minas Gerais. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 207–213, 2005.

COELI, C. C. M. Análise da demanda por transporte ferroviário: o caso do transporte de grãos e farelo de soja na ferronorte. **Dissertação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração**, 2004.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira 2018/2019. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2018/2019**, p. 1–29, 2019.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: Situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p. 447–472, 2010.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; DA SILVA, R. P. D. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho1. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 277–287, 2009.

CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A Cultura do Milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2008.

DE FARIAS, G. M.; ZAMBERLAN, C. O. Expansão da Fronteira Agrícola: Impacto das Políticas de Desenvolvimento Regional no Centro-Oeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 2, n. 2, p. 58–68, 2013.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**, 2019.

MACHADO, A. L. T. Colhedoras de Fluxo Axial Reduzem Danos às Sementes. **Revista Seed News**, v. 2, n. 4, 2004.

MAGALHÃES, S. C.; OLIVEIRA, B. C.; TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 43–48, 2009.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. Tradução da edição norte-americana, 2019.

MAPA. **Regra para análises de sementes**. 2009.

MAPA. AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2019.

MELARA, D. F. Perda de grãos na colheita de soja por duas colhedoras automotrizes com idades diferentes. **Universidade de Brasília**, p. 33, 2012.

MESQUITA, C. DE M.; DA COSTA, N. P.; MANTOVANI, E. C.; DE ANDRADE, J. G. M.; NETO, J. B. F.; DA SILVA, J. G.; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; GUIMARÃES, J. B. Manual do produtor - como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. **Embrapa**, p. 31, 1998.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada à experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. **FEALQ**, p. 309, 2002.

POHL, M. E. D.; PIPERNO, D. R.; POPE, K. O.; JONES, J. G. Microfossil evidence for pre-Columbian maize dispersals in the neotropics from San Andrés, Tabasco, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 16, p. 6870–6875, 2007.

PONTES, H. L. J.; DO CARMO, B. B. T.; PORTO, A. J. V. Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão. v. 4, n. 2, p. 155–181, 2009.

SANTA CATARINA, A. Influência da velocidade de deslocamento da colhedora sobre as perdas na colheita mecanizada do trigo. 2013.

SANTOS, J.; MANTOVANI, E. Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento. **Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS**, 1997.

SANTOS, J. P.; FONTES, R. A.; MANTOVANI, B. H. M.; MANTOVANI, E. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; ANDREOLI, C. **Perdas de Grãos na Cultura do Milho**. v. 6 ed. Sete Lagoas, MG: Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1994.

TABILE, R. A.; TOLEDO, A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W.; GROTTA,

D. C. C. Perdas Na Colheita De Milho Em Função Da Rotação Do Cilindro Trilhador E Umidade Dos Grãos. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 505, 2008.

TYBUSCH, T. M. As Estratégias De Comercialização No Mercado Da Soja - O Caso Da Cotrijuí - Rs. 2003.

USDA. Grain : World Markets and Trade. **United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service**, n. November, p. 1–11, 2018.

USDA. **World agricultural production**United States Department of Agriculture (USDA). 2019.