

DANOS MECÂNICOS EM GRÃOS DE MILHO NA COLHEITA EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA E DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DA COLHEDORA

Andreison Christian Saran Aneli¹, Fabrício Leite^{2*}, Nadia Graciele Krohn³

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama, Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristóvão, Umuarama-PR, 87500-000. E-mail: andreisonsaran@yahoo.com.br, fleite2@uem.br, nadiakrohn@yahoo.com.br

*autor correspondente: fleite2@uem.br

RESUMO: A colheita é o momento em que o produtor precisa ter maiores cuidados, pois se realizada de forma incorreta pode acarretar perdas e redução na rentabilidade. O presente trabalho teve como objetivo verificar os danos ocorridos em grãos de milho, e a perda de grãos de uma colhedora, em função do uso da peneira inferior e velocidade de deslocamento, na colheita do milho segunda safra. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Assis Chateaubriand – PR. O delineamento utilizado foi um arranjo em esquema fatorial 2 x 3 (2 condições da peneira inferior de separação e 3 velocidades de deslocamento) com 4 repetições, sendo os blocos as condições da peneira e os tratamentos, as velocidades testadas (3, 5 e 7 km h⁻¹)¹. Foram analisados os parâmetros de perda total da colhedora, impureza de grãos, grãos quebrados, grãos trincados e danos mecânicos internos. Conclui-se que a velocidade de 7 km h⁻¹(V 3), e sem o uso da peneira inferior de separação ocorreu menor perda total e menor porcentagem de danos mecânicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, colheita mecanizada, perda de grãos.

MECHANICAL DAMAGE IN CORN GRAINS DUE TO THE CLEANING SYSTEM CLEANING AND SPEED OF A HARVESTER

ABSTRACT: The harvest is the time when farmers need to be more careful, because if done incorrectly can cause losses and reduce yield. This study aimed to determine the damage occurred in maize, and grain the losses of a harvester, depending on the use of the lower screen and speed, in harvesting corn. The experiment was conducted in a rural property located in Assis Chateaubriand - PR. The experimental design was a factorial arrangement 2 x 3 (2 conditions of the lower sieve separation and 3 speeds) with 4 replications, with blocks being sieve conditions and treatments, being the speeds tested (3, 5 and 7 km h⁻¹). The parameter of total loss of harvester impurity grains, broken grains, cracked grains and internal mechanical damage were analyzed. In conclusion the speed of 7 km h⁻¹(V 3), and without the use of lower separation sieve occurred lowest total loss and a lower percentage of mechanical damage.

KEY WORDS: *Zea mays*, mechanized harvesting, grain loss

INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta grande importância econômica caracterizada pelas diversas formas que o grão pode ser utilizado, desde a alimentação animal até a indústria de

alta tecnologia (EMBRAPA, 2000). A produção de milho no Brasil, safra 2022/23 alcançou 131,865 milhões de toneladas, com produtividade média de 5.922 kg ha⁻¹ nas duas safras e totalizando uma área plantada de 22.267,4 milhões de hectares plantados (CONAB, 2024).

A colheita, última etapa do processo produtivo, é o momento em que o produtor precisa ter maiores cuidados, pois quando realizada de forma incorreta pode acarretar perdas, e consequente redução na sua rentabilidade. Segundo Carvalho Filho et al. (2005), as perdas na colheita são influenciadas por fatores inerentes à cultura e à colhedora, como o preparo inadequado do solo, época incorreta de semeadura, atraso na colheita, umidade inadequada, falta de treinamento dos operadores, má regulagem e operação da colhedora, velocidade inadequada de deslocamento da colhedora, entre outros.

As perdas na colheita de milho ocorrem de três formas principais: na pré colheita, na plataforma de corte e nos mecanismos internos da colhedora. Considerando os mecanismos internos da colhedora, as perdas podem ser separadas em perda do cilindro ou unidade de debulha e perda de separação. A perda na unidade de separação é ocasionada por aqueles grãos ainda presos a pedaços de sabugos ou pontas de espigas, parcialmente trilhados, que são jogados para fora da colhedora. As principais causas da redução do rendimento de beneficiamento por quebraamento de sementes durante a debulha são, a velocidade do cilindro debulhador muito alta, colheita do milho muito seco e pequena abertura do côncavo (Mantovani, 1989).

Dentre os fatores que afetam as perdas na colheita, a velocidade de deslocamento da colhedora tem uma grande importância. A maneira correta de determiná-la é através da produtividade da cultura, em relação à capacidade admissível de trabalho da colhedora para poder processar toda a massa colhida, juntamente com os grãos. Os limites de velocidade de trabalho recomendados são de 4 a 7 km h⁻¹. Quando desrespeitados esses limites, o sistema de trilha da colhedora fica sobrecarregado, aumentando assim, a quantidade de grãos não trilhados. Esse fato torna-se mais verdadeiro com o aumento da idade da máquina. Ao se tomar a decisão de aumentar ou diminuir a velocidade de deslocamento da colhedora, não se deve levar em conta apenas a capacidade de trabalho da máquina, mas também se os níveis toleráveis de perdas estão sendo respeitados (Cunha e Zandbergen, 2007).

Segundo Mesquita et al. (2001) e Portella (2003) as perdas podem ser evitadas tomando-se os seguintes cuidados: monitoramento rigoroso das velocidades de trabalho da colhedora e a

aferição da regulação dos mecanismos de trilha, limpeza e separação, podendo estes serem mais eficientes que as inovações tecnológicas inseridas nas colhedoras.

As perdas aceitáveis para a colheita da cultura do milho são de até 120 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2002). Avaliando a colheita mecanizada de milho, Grotta (2008) obteve valores de perdas próximas de 20 kg ha⁻¹.

Magalhães et al. (2009) relatam que as perdas na colheita mecanizada de milho, no sistema de separação, são influenciadas pela velocidade da colhedora e que as perdas no sistema de limpeza apresentam maior contribuição para as perdas totais.

Trabalhando com velocidades de deslocamento na colheita mecanizada da cultura do milho, Bertonha et al. (2012) obtiveram maiores perdas para a velocidade da colhedora de 6,8 km h⁻¹, em relação às velocidades inferiores de 4,4 e 4,7 km h⁻¹.

A época e o processo de colheita e debulha têm prejudicado a qualidade genético-industrial da cultura do milho apresentando perdas por danos mecânicos (Portella, 2003). Para Costa et al. (2002) é na colheita que ocorrem os maiores desperdícios, não apenas na forma de grãos deixados nas lavouras, como também pela redução da qualidade das sementes produzidas nas diferentes regiões.

A debulha mecânica do milho provoca danos nos grãos, e por isso é considerado um dos fatores responsáveis pela redução da qualidade destes. Por isso no processo da colheita é importante saber a relação entre a velocidade de rotação do cilindro debulhador e o teor de umidade da semente durante a colheita. A qualidade do milho depende principalmente de sua pureza genética, mas também da ocorrência de danificações mecânicas provocadas por impactos e abrasões que ocorrem durante o processamento, principalmente no processo de debulha para separação das sementes do sabugo (Oliveira et al., 2005).

Fatores físicos e biológicos contribuem para que o processo de deterioração do milho ocorra, e isso ocorre quando o pericarpo é rompido, durante os processos mecânicos de colheita, debulha e separação. Esses danos mecânicos ocorridos no grão funcionam como porta de entrada para microorganismos, especialmente fungos (Mantovani, 1989).

Segundo Brasil (2011), o milho classificado como Tipo 1, é aquele que tem um percentual de no máximo 3% de grãos quebrados, porém nessa classificação só incluem os pedaços de grãos maiores que 3,0 mm e menores que 5,0 mm de diâmetro, e no máximo 1% de matérias estranhas e impurezas.

Os produtores na região Noroeste do Estado do Paraná têm como prática a retirada da peneira inferior na colheita do milho, visando maior rendimento da colhedora por não ter a passagem de grãos pelo sistema de retrilha, porém, esse processo pode ocasionar maior porcentagem de impurezas no tanque graneleiro. As impurezas podem ser ocasionadas pelo uso de baixas rotações na debulha, côncavo muito aberto, má regulagem da abertura das peneiras e baixa rotação do ventilador.

Portanto, o objetivo deste trabalho, é determinar os danos ocorridos em grãos de milho e as perdas quantitativas de produtividade, no sistema de colheita mecanizada de uma propriedade comercial de produção de grãos de milho, em função de condições do sistema de limpeza e da velocidade de deslocamento da colhedora.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no sítio Santo Antônio, no município de Assis Chateaubriand – PR, nas coordenadas geodésicas: Latitude 24° 26' 87" S e Longitude 53° 32' 77" W, com altitude média de 413 m. A declividade média na área é de 5,16%. O clima é classificado como Cfa (Subtropical úmido mesotérmico), de acordo com a classificação de Köppen (IAPAR, 1994). O solo do local do experimento é um Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em um arranjo fatorial de 2 x 3, sendo duas condições do sistema de limpeza: com e sem peneira inferior de separação e três velocidades de colheita, sendo 3,0; 5,0 e 7,0 km h⁻¹ e quatro repetições.

A semeadura de 2ª safra foi realizada utilizando sementes do milho híbrido Ag-9010, com uma população de plantas de 50.000 sementes ha⁻¹, no espaçamento de 90 cm, usando como adubação de base o formulado N - P - K 11-15-16. A colheita foi realizada utilizando uma colhedora da marca New Holland, modelo TC 5070, ano 2009, com potência no motor de 132,4 kW (180 cv), com 1978 horas trabalhadas, e equipada com sistema de trilha radial, utilizando uma plataforma da marca Stara modelo Brava de 5 linhas no espaçamento de 0,90 m, totalizando largura útil de 4,50 m da plataforma de corte.

A produtividade foi obtida antes da colheita, sendo amostrados quatro pontos aleatórios na área, sendo manualmente coletadas todas as espigas das plantas, demarcadas por uma armação com ferro e barbante, equivalente a uma área de 2 m² e coletando cinco linhas de

semeadura transversalmente. Após o material colhido foi despilhado, debulhado e pesado. Nessa amostragem foram avaliadas as perdas naturais.

Para a avaliação de perda de grãos, utilizou-se da mesma armação de ferro e barbante, com comprimento de 4,50 m e 0,45 m de largura, equivalente a 2 m² de área, colocada transversalmente às linhas de semeadura, conforme a metodologia descrita por Portella (2000). Foram determinadas as perdas naturais ou pré-colheita, e mecanismos internos, considerando a perda total da colhedora. Para a determinação das perdas nos mecanismos internos, a colhedora foi colocada em funcionamento, e após sua passagem, posicionou-se a armação sobre o solo, sendo coletados e pesados os grãos encontrados, realizando essa operação para cada tratamento. O resultado foi expresso em porcentagem, pela relação entre as amostras de grãos caídos, coletados na área de 2 m², e a amostra de produtividade.

Durante a passagem da máquina, foram coletadas amostras de grãos de milho no tanque graneleiro com aproximadamente 2 kg, que foi utilizada para a determinação de parâmetros em laboratório especificados abaixo. Parte dessa amostra foi utilizada para determinar umidade, realizando esse teste para aferir o grau de umidade em que estava sendo realizada a colheita e para padronizar os valores de produtividade, e de perda de grãos, usando um grau de umidade de 13%, devido ao uso desse valor como padrão de teor de água para o armazenamento de grãos.

Os testes foram realizados no laboratório de sementes da Universidade Estadual de Maringá - *Campus* de Umuarama, onde foi determinado o grau de umidade pelo método de estufa, a 105 °C, por 24 horas (Brasil, 2009). Sendo realizado o teste de pureza física, utilizando uma quantidade inicial mínima de sementes de 900 g, de acordo com Brasil (2009). Separaram-se todas as partículas presentes na amostra bem como, fragmentos de sementes, grãos chochos e restos vegetais das sementes puras, e sementes de outras espécies. Foram considerados os pedaços de grãos que vazaram pela peneira de crivos circulares de 3,00 mm de diâmetro, e detritos do próprio produto que ficaram retidos nas peneiras de crivos circulares de 5,00 mm e de 3,00 mm de diâmetro, que não sejam grãos ou pedaços de grãos de milho, conforme a classificação de impurezas indicadas por Brasil (2011). A porcentagem de impureza foi determinada pela relação entre a massa de impureza e a massa total da amostra, conforme a equação 1.

$$I_s = 100 (M_i/M_t) \dots\dots\dots (1)$$

Em que:

I_s – impureza física de sementes (%)

m_i – massa de impureza (g)

m_t – massa total da amostra (g)

A quantificação de danos mecânicos foi realizada, de acordo com Oliveira et al. (2005), utilizando uma porção mínima de sementes de 200 g. Nessa operação os danos mecânicos foram classificados em duas categorias:

- a. Danos Intermediários: grãos visualmente com trinca.
- b. Danos severos: grãos partidos ao meio ou com alguma fissura e pedaços de grãos.

Aplicou-se a mesma fórmula para obter as duas variáveis analisadas, alterando o valor de massa de grãos com danos mecânicos, quantificando-se a porcentagem de grãos quebrados e grãos trincados. O cálculo do índice de danos mecânicos foi obtido por meio da relação entre a massa de grãos com danos mecânicos e a massa total da amostra, conforme a equação 2:

$$D_m = 100 (M_d/M_t) \dots \dots \dots (2)$$

Em que:

D_m – índice de danos mecânicos (%)

M_d – massa de grãos com danos mecânicos (g)

M_t – massa total da amostra (g)

A incidência de danos mecânicos internos foi determinada pelo teste de tetrazólio, conforme a metodologia descrita por Brasil (2009). O teste foi realizado com porções de 50 sementes cada, e três repetições. As sementes foram pré-condicionadas por 16 horas em papel toalha, umedecido com água destilada, a 25° C. Após cortadas longitudinalmente e imersas em solução de sal de tetrazólio 0,075%, foram incubadas a 35° C por 4 horas. As sementes foram analisadas, quantificando-se as que possuíam alguma fissura interna e o resultado expresso em porcentagem.

Realizou-se a análise estatística dos dados, aplicando o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar as médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da determinação de umidade pelo método da estufa, expresso em base úmida, realizado com a amostragem de cada tratamento, obteve um valor médio de 19,40%,

mostrando que a colheita foi realizada com grau de umidade na faixa recomendada por EMBRAPA (2011). A produtividade média da área foi de 5.354 kg ha⁻¹, convertendo o valor para um grau de umidade de 13%.

A análise geral dos resultados obtidos para todas as variáveis, condições da peneira inferior de separação e velocidades de deslocamento são demonstradas por meio do teste F na tabela 1.

Observa-se na tabela 1 que a variação do fator velocidade não interferiu isoladamente em nenhuma das variáveis analisadas. Para o fator peneira de separação, as variáveis perda da colhedora e impureza de grãos foram significativas, e não interferiu isoladamente significativamente nas variáveis, grãos quebrados, grãos trincados e grãos com danos mecânicos internos. As variáveis perda da colhedora, grãos quebrados e grãos trincados demonstraram efeito na interação entre a condição da peneira inferior de separação e velocidade, e não houve efeito da interação para as variáveis impureza de grãos e grãos com danos mecânicos internos.

Tabela 1 – Valores do teste F para a perda da colhedora (Pec), impureza de grãos (Img), grãos quebrados (Grq), grãos trincados (Grt), danos mecânicos internos (Dmi), em relação aos fatores de variação de velocidade (Vel) e condição da peneira de separação inferior (C.P.)

Fonte	Pec	Img	Grq	Grt	Dmi
Vel	0,04 ^{ns}	2,22 ^{ns}	1,17 ^{ns}	2,32 ^{ns}	0,64 ^{ns}
C.P.	22,11 ^{**}	4,52 [*]	0,87 ^{ns}	0,05 ^{ns}	2,76 ^{ns}
Vel.*C.P.	4,67 [*]	0,13 ^{ns}	5,50 [*]	3,96 [*]	0,36 ^{ns}
C.V.(%)	25,90	24,35	15,29	18,41	17,11
Média geral	0,25	0,93	6,83	5,35	18,22

ns= não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Conforme observado na tabela 2, a perda da colhedora não apresentou diferença significativa entre as três velocidades estudadas. Com a retirada da peneira inferior de separação, houve menor perda de grãos na velocidade V3. Isso pode ser explicado pelo fato do material ser separado por apenas uma peneira, o processo de separação ocorre mais rapidamente, diminuindo o tempo que os grãos passam pelo processo de separação e colaborando assim para que ocorra uma redução na quantidade de grãos jogados para fora da

máquina. Bertonha et al. (2012), observou que não houve diferença entre a maior e a menor velocidade de deslocamento (6,8 e 4,1 km h⁻¹), o que pode ser justificado pelo fato de que essas velocidades proporcionam condições inadequadas de alimentação da colhedora, afetando, dessa maneira, as perdas totais.

Tabela 2 – Interação entre os fatores velocidade (V 1, V 2 e V 3) e condição da peneira em relação ao seu uso ou não, para as variáveis perda da colhedora, impureza de grãos, grãos quebrados, grãos trincados e grãos com danos mecânicos internos

Perda da colhedora (%)			
	V1	V2	V3
c/peneira	0,32 Aa	0,26 Aa	0,34 Aa
s/peneira	0,17 Ba	0,25 Aa	0,14 Ba
Impureza de grãos (%)			
c/peneira	1,16	1,03	0,89
s/peneira	0,96	0,78	0,76
Grãos quebrados (%)			
c/peneira	5,82 Ab	6,97 Aab	8,31 Aa
s/peneira	6,96 Aa	6,91 Aa	6,03 Ba
Grãos trincados (%)			
c/peneira	4,81 Aa	5,55 Aa	5,83 Aa
s/peneira	5,40 Aab	6,38 Aa	4,15 Bb
Danos mecânicos internos (%)			
c/peneira	15,66	17,66	17,66
s/peneira	19,00	21,00	18,33

*Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,5).

Não houve diferença entre as velocidades V1 e V3, sendo maiores os valores de perda quando se utilizou da peneira inferior. Para Bertonha et al. (2012), a velocidade de deslocamento da colhedora influenciou significativamente nas perdas, que foram maiores na velocidade 6,8 km h⁻¹, valores que foram superiores aos observados nas velocidades de 4,4 e 4,7 km h⁻¹.

Quando se utiliza duas peneiras de separação, os grãos vão levar mais tempo para serem separados, podendo ser jogados para fora da máquina seja pelo movimento da peneira ou pela ação da ventilação, ocasionando maior perda de grãos. O que pode explicar a diferença significativa para as condições das peneiras em V1 e V3.

A maior perda ocorreu na velocidade de 7 km h⁻¹ e com a peneira inferior, comparando-se com a condição sem peneira, pois nessa condição ocorre maior acúmulo de material sobre as peneiras, sobrecarregando-as, e assim parte dos grãos podem ser lançados para fora da máquina, sem serem separados.

Conforme apresentado na tabela 1, houve diferença significativa para a condição da peneira analisando impureza de grãos com a retirada da peneira inferior de separação. Observa-se redução na porcentagem de impurezas, devido ao maior espaço vazio na unidade de separação, que colabora com uma maior circulação de ar gerado pelo ventilador, expelindo para fora da colhedora as impurezas.

A rotação do ventilador recomendada para a colheita de milho conforme New Holland (2011) é de 750 a 800 rpm, porém a rotação usada durante a colheita foi de 930 rpm, devido à ocorrência de grãos avariados na avaliação prévia de colheita necessitaram uma maior rotação do ventilador para serem separados, pois a sua ocorrência no produto final pode gerar uma redução da qualidade do milho, afetando na sua classificação, ocorrendo assim descontos ao produtor. Segundo Brasil (2011), o limite máximo de tolerância de matérias estranhas e impurezas é de 1%, para que o milho possa ser classificado com Tipo 1.

Durante a colheita utilizou-se de rotação constante do cilindro de 660 rpm, estando essa de acordo com as rotações indicadas para a colheita do milho, que segundo New Holland (2011), recomenda-se utilizar entre 600 e 700 rpm. A rotação do separador rotativo utilizada foi de 400 rpm, que também está de acordo com a rotação indicada para a colheita do milho. A regulagem da abertura do côncavo estava na 4ª posição, satisfazendo as recomendações descritas por New Holland (2011), para a colheita da cultura do milho.

Analisando grãos quebrados (Tabela 2), observa-se uma diferença significativa entre a menor V1 (3 km h⁻¹), e a maior velocidade V3 (7 km h⁻¹), com o uso da peneira inferior de separação. Isso pode ser explicado pelo fato de que em maior velocidade de deslocamento, há maior quantidade de material sendo colhido, que ao passar pela debulha no cilindro, os grãos acabam sofrendo algum tipo de dano mecânico. Na maior velocidade (V 3), ocorreu uma

diferença significativa para a condição da peneira, sendo menor a porcentagem de grãos quebrados com a retirada da peneira inferior de separação, pois nessa condição, a máquina não utiliza seu sistema de retilha, assim todos os grãos que passam pela peneira superior são levados diretamente ao tanque graneleiro.

Não utilizando o sistema de retilha, os grãos só vão passar uma vez pelo sistema de debulha, cilindro e côncavo, contribuindo assim para a ocorrência de uma menor quantidade de grãos danificados. A maior porcentagem de grãos trincados, ocorrido com o uso da peneira inferior pode ter sido ocasionado pelo uso do sistema de retilha, pois nessa condição os grãos que não foram trilhados, passam novamente pelo cilindro e côncavo, para que sejam debulhados, sendo essa uma possível causa para o aumento na porcentagem de danos mecânicos.

Na maior velocidade de deslocamento, houve diferença significativa entre a condição da peneira inferior na porcentagem de grãos trincados, sendo menor quando a colhedora operava sem a peneira inferior, a condição de não usar a peneira, e o uso do sistema de retilha, pode ter contribuído para a redução e o aumento da porcentagem de grãos trincados, respectivamente, assim como ocorreu na maior velocidade, para a condição da peneira, analisando grãos quebrados. Na análise de grãos trincados, também se observa uma diferença significativa entre V2 e V3, sem o uso da peneira inferior. Os danos mecânicos ocasionados em grãos, em geral, são causados por uma má regulação da colhedora.

Analisando os efeitos das injúrias mecânicas sobre as sementes, Pacheco et al. (1996) verificaram que mesmo não afetando as estruturas essenciais das sementes, proporcionaram maior número de plântulas fracas e anormais, maior susceptibilidade a microrganismos e redução do potencial de armazenamento, além de afetar a germinação, o vigor e o potencial de produtividade.

Na secagem, que ocorre normalmente uma maior depreciação da qualidade do produto em razão dos danos mecânicos, os índices de grãos trincados e quebrados podem até triplicar, devido à frágil consistência do produto e a necessidade de proceder à secagem de forma intermitente, fazendo com que ocorra uma maior emissão de material particulado pelo sistema de exaustão do secador. O maior índice de grãos trincados facilita a infestação por fungos, além de depreciar o valor comercial do produto, causando maiores perdas na operação de limpeza,

dificuldade da realização da aeração durante a armazenagem e facilita a proliferação de insetos e fungos (COSTA, 2012).

Analisando a incidência de grãos com danos mecânicos internos, não se observa diferença significativa nos resultados, independente da velocidade de deslocamento e da condição de peneira utilizada.

CONCLUSÕES

Na velocidade de 7 km h⁻¹ (V 3), e sem o uso da peneira inferior de separação, ocorreu menor perda total e menor porcentagem de danos mecânicos.

REFERÊNCIAS

BERTONHA, R.S.; SILVA, R.P.; BARROZO, L.M.; CAVICHIOLI, F.A.; CÁSSIA, M.T. Perdas e desempenho de sementes de milho em dois sistemas de preparo do solo e velocidades de deslocamento da colhedora. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Jaboticabal, v.11, n.3, p.243-253, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 398p.

BRASIL. Instrução normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece o regulamento técnico do milho. **Diário oficial da república federativa do Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011. 6p. Disponível em: '<https://sislegis.action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1739574738>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; ZAGO, M.S. Perdas na colheita mecanizada de soja no Triângulo Mineiro. **Revista Nucleus**, Uberaba, v.3, n.1, p.89-94, 2005.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira: Grãos**, v.10, Safra 2022/ 2023. N.12 – Décimo Segundo Levantamento. 110 p. Setembro 2023. – Brasília: Conab, 2023. Disponível em: '[http:// https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos](http://https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos). Acesso em: 27 jun. 2024.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J. de B.; PEREIRA, J.E.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Avaliação da qualidade de sementes e grãos de soja provenientes da colheita mecanizada, em diferentes regiões do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.211-219, 2002.

COSTA, M.F. **Qualidade e riscos de contaminações de produtos armazenados**. 2012. 48p. Monografia (Especialização em Processamento Pós-colheita de Grãos e Sementes) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

CUNHA, J.A.P.R.; ZANDBERGEN, H.P. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.4, p.61-66, 2007.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Importância econômica**. EMBRAPA Milho e Sorgo, 2000. Disponível em: '<http://www.cnpms.embrapa.br/>. Acesso em: 05 set. 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 195p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Cnpso, 2006. 412p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Colheita e pós-colheita**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2011. 4p. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colregula.htm. Acesso em: 19 mar. 2014.

GROTTA, D.C.C. **Desempenho operacional de semeadora-adubadora e perdas na colheita do milho em Sistema Plantio Direto**. 2008. 93p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1994. 49p. (Documento 18).

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**, Uberlândia, v.25, n.5, p.43-48, 2009.

MANTOVANI, E.C.; COLHEITA MECÂNICA DO MILHO. In: FUNDAÇÃO CARGILL (ed.). **Colheita Mecânica, Secagem e Armazenamento do Milho**. Campinas: Fundação Cargill, p.77-82, 1989.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: perdas e qualidades físicas dos grãos relacionadas à características operacionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. Jaboticabal: SBEA. CD-ROM.

NEW HOLLAND. **Manual de treinamento técnico: Colhedora TC 5070/TC 5090**. 1.Ed. Curitiba: New Holland, 2011. 179 p.

OLIVEIRA, M.E.C.; ALMEIDA, F.DE.A.C; OLIVEIRA, F.M.DE.M.; BARROS NETO, J.J.S.; GOUVEIA, J.P.G.DE. Danificações em sementes de milho decorrente da debulha e teor de umidade na colheita. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v.5, n.2, p.13, 2005.

PACHECO, C.A.P.; CASTOLDI, F.L.; ALVARENGA, E.M. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.267-270, 1996.

PORTELLA, J.A. **Colheita de grãos mecanizada**: implementos, manutenção e regulação. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190p.

PORTELLA, J.A. Influência do ponto de colheita nas perdas de grãos de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBEA, 4p.