

Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita¹

Mechanical damages in grains of commercial corn hybrids as a function of the crop moisture content

Odaír José Marques^{2*}; Valdecir Antoninho Dalpasquale³; Pedro Soares Vidigal Filho⁴; Carlos Alberto Scapim⁴; Deivid Lincoln Reche⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os danos mecânicos em grãos de cinco híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. O trabalho foi conduzido em Astorga - PR, durante o período da safrinha de 2007 e da safra de verão de 2007/2008. As colheitas ocorreram em cinco épocas distintas (20/07, 27/07, 03/08, 10/08 e 17/08/2007 na safrinha e 15/03, 22/03, 31/03, 07/04 e 22/04/2008 na safra de verão) e em cinco repetições. As amostras de grãos foram submetidas em laboratório à determinação do teor de água pelo método da estufa a 103 ± 1 °C por 72 h. Em seguida, a avaliação dos danos mecânicos (grãos trincados, rompidos e quebrados) foi realizada com auxílio de um diafanoscópio e de uma lupa de aumento de 10x, sendo as amostras dispostas em um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Observou-se que a ocorrência de trincas no endosperma e a fragmentação dos grãos de milho aumentaram, enquanto que a ocorrência de grãos rompidos foi reduzida, em função da redução do teor de água no grão, por ocasião da colheita. Os danos mecânicos em grãos de milho, na operação de colheita, foram menores nos teores de água entre 22 % e 26 %.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Pós-colheita. Qualidade. Injúrias. Ponto de colheita.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the mechanical damages in grains of five commercial corn hybrids due to harvest humidity. The work was conducted in Astorga - PR, during the autumn/winter harvest of 2007 and the summer harvest of 2007/2008. The harvests occurred in five distinguished periods (7.20, 7.27, 8.03, 8.10 and 8.17.2007 in the autumn/fall harvest and 3.15, 3.22, 3.31, 4.07 and 4.22.2008 in the summer harvest) and also in five replications, being the grain samples underwent to moisture content determination at an oven heated to 103 ± 1 °C for 72 h in the laboratory. After that, the mechanical damage (cracked grain, torn grain and broken grain) was evaluated with a diaphanoscope and a magnifying glass of increase of 10x, and the corn grain samples were willing in a completely randomized design. The data were submitted to analyses of variance and regression. It was observed that the occurrence of endosperm scratched and the fragmented corn grains increased, while, the occurrence

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Eng^o Agr^o, Doutorando em Agronomia, Bolsista CNPq, Programa de Pós-graduação em Agronomia, PGA, Universidade Estadual de Maringá, UEM. E-mail: ojmarques@gmail.com

³ Eng^o Agr^o, Prof. aposentado, Ph.D., Departamento de Agronomia, DAG, Universidade Estadual de Maringá, UEM. E-mail: valdecir.dalpasquale@gmail.com.

⁴ Eng^o Agr^o, Prof. Dr., PGA, Universidade Estadual de Maringá, UEM. E-mail: vidigalfilhop@gmail.com; cascapim@uem.br

⁵ Aluno de graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, UEM. Bolsista Pibic-CNPq/UEM, DAG. E-mail: deividreche@gmail.com

* Autor para correspondência

of compressed grains was decreased, in function of the reduction of the moisture content in the grain, for occasion of the harvest. The results suggest that the mechanical damages in the corn grains, in the harvest stage, are smaller in the superior moisture content between 22 % and 26 %.

Key words: *Zea mays* L. Post-harves. Quality. Injuries. Harvest point.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.), desde há muitos séculos (FALABELLA; PLANELLA.; TYKOT, 2008) é um alimento essencial para os seres humanos, seja pelo seu consumo direto, bem como pelo consumo indireto na forma de produtos de origem animal. (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; SILVA et al., 2007).

O Brasil se destaca no cenário global, ocupando o terceiro lugar na produção mundial de milho, entretanto o sistema de produção brasileiro apresenta elevados índices de perdas de qualidade de grãos (CONAB, 2008). Estas perdas são causadas, em sua maioria, por danos mecânicos ocorridos durante as operações de colheita e de pós-colheita dos grãos de milho (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; PALACIN et al., 2006).

Os grãos de cereais, de leguminosas e de oleaginosas podem sofrer danos mecânicos quando há necessidade de movimentação do produto, ou seja, durante os processos de colheita, transporte, pré-limpeza, secagem, limpeza e armazenamento (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; ALVES et al., 2001a, 2001b; CARNEIRO et al., 2005; MARCHI et al., 2006). Adicionalmente, os danos mecânicos têm efeito cumulativo, isto é, as injúrias se somam, pois a cada novo impacto sofrido pelo grão, este se torna cada vez mais sensível a essas injúrias (ANDRADE et al., 1999; PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000).

Além dos danos visíveis, também podem estar associadas aos grãos de milho trincas no endosperma, porém estas nem sempre são visíveis a olho nu, e seu maior problema está relacionado aos danos latentes, ou seja, danos que se manifestarão nas etapas seguintes da pós-colheita (ALVES et al., 2001b; MEDEIROS FILHO; PAIVA; FRAGA, 2002). Os danos latentes nada mais são do que a

evolução das trincas em danos mais severos, por ação dos impactos sofridos pelos grãos, durante as etapas de secagem e de beneficiamento, ou mesmo pela ação das temperaturas do ar de secagem e de resfriamento (ALVES et al., 2001a, 2001b; JORGE et al. 2005). As trincas prejudicam a qualidade dos grãos de milho, uma vez que contribuem para o aumento da quantidade de grãos quebrados na pós-colheita (ANDRADE et al., 1999; PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000).

De acordo com Ruffato, Couto e Queiroz (2001), o pericarpo do grão de milho apresenta características elásticas quando os teores de água são baixos. Porém, a dissipação da energia de impacto sobre os grãos é maior quando estes apresentam umidades maiores, ou seja, o amortecimento dos impactos é diretamente proporcional ao teor de água no grão. Dessa forma, quanto menor for o percentual de água no grão, maior será a susceptibilidade aos danos promovidos pela ação dos equipamentos.

Diante disso, o ponto de maturidade fisiológica seria o momento ideal para se realizar a colheita, pois é quando os grãos de milho apresentam a máxima qualidade, o máximo acúmulo de massa seca e a reduzida incidência de patógenos (EGLI; TEKRONY, 1997; SAINI; WESTGATE, 2000; CARNEIRO et al., 2005). Entretanto nessa fase, os grãos ainda apresentam umidade elevada, por vezes maior do que 30%, a depender do genótipo utilizado, fato que inviabiliza a colheita mecanizada, uma vez que a debulha se torna difícil, em função do excesso de partes verdes e úmidas das plantas, o que resulta em severas injúrias mecânicas nos grãos por amassamento (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; ALVES et al., 2001a).

Por outro lado, em condições de campo, os grãos de milho quando colhidos com umidades inferiores a 18%, tendem a perder massa seca por respiração

(BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992), podem sofrer maiores injúrias mecânicas durante os processos de colheita e de pós-colheita, com reflexos negativos na qualidade do produto. Destaca-se, como exemplo, a redução na potencialidade de armazenamento em função da redução da massa específica e a formação de micotoxinas, promovidas pelo ataque de insetos e de fungos, respectivamente (ALVES et al., 2001a, 2001b; RUFFATO; COUTO; QUEIROZ, 2001; MARCHI et al., 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o nível de danos mecânicos em grãos de cinco híbridos comerciais de milho, em função do teor de água na operação de colheita.

Material e Métodos

As amostras de grãos de milho foram coletadas na Fazenda Renascer, no município de Astorga - PR, durante os períodos de outono/inverno de 2007 (safrinha) e de verão de 2007/2008 (safra de verão), em uma área homogênea de lavoura comercial de milho, situada em área plana e distante de matas, no mínimo 50 m.

A Fazenda Renascer utiliza sistema de produção de plantio direto na palha, para o cultivo de milho, soja e trigo.

Por se tratar de lavoura comercial de milho, a escolha dos híbridos cultivados foi livre e exclusiva do produtor, não havendo qualquer interferência dos autores deste trabalho nos critérios de escolha dos mesmos, bem como na condução da lavoura. A intervenção limitou-se apenas à demarcação da área de coleta e à colheita das plantas quando havia a disponibilidade da colhedora e do operador.

Na safrinha, os híbridos amostrados foram o 2B587, o 2B688 e o 2B710, pertencentes à empresa Dow AgroSciences, sendo que o primeiro apresenta grãos de textura semidentada e coloração amarela alaranjada, enquanto os dois últimos apresentam grãos de textura semidura e coloração alaranjada e amarela alaranjada, respectivamente.

Na safra de verão, os híbridos avaliados foram o 2B707, o 2B710 (ambos da Dow AgroSciences) e o híbrido Impacto (Syngenta), sendo que os três apresentam grãos com textura semidura. Os grãos dos híbridos 2B707 e Impacto possuem coloração alaranjada.

As áreas destinadas à coleta de amostras foram delimitadas, sendo uma área para cada híbrido. Por sua vez, de forma a minimizar variações no processo de colheita, utilizou-se sempre a mesma colhedora automotriz, com plataforma de seis linhas e com o mesmo operador. A velocidade de deslocamento da colhedora foi de 4 km h⁻¹, em 2ª marcha, com o motor a 2.380 rpm, o cilindro de trilha a 550 rpm e com a abertura do cilindro e do côncavo de 38 mm.

No período da safrinha, primeira colheita em 20/07/2007 foi determinada pela observação da linha de solidificação do endosperma no estádio 3 (50% de solidificação) as demais colheitas foram realizadas nos dias 27/07, 03/08, 10/08 e 17/08/2007, mantendo um intervalo constante de sete dias. Enquanto que na safra de verão, em virtude da opção do produtor de colher primeiramente as áreas com soja, houve atraso na colheita do milho. Portanto as colheitas foram realizadas nos dias 15/03, 22/03, 31/03, 07/04 e 22/04/2008. Os intervalos maiores observados ocorreram devido às precipitações pluviais nos referidos períodos.

As áreas de coletas de amostras foram constituídas de 50 linhas de plantas com espaçamento entre linhas de 0,70 m e com 100 m de comprimento. A amostragem foi realizada nas seis linhas internas de cada faixa, composta por dez linhas de plantas. O processo de colheita era suspenso a cada 20 m percorridos dentro da faixa, de forma a possibilitar a coleta da amostra diretamente no graneleiro da colhedora, aleatoriamente na massa de grãos, totalizando cinco amostras de cada híbrido em cada momento de colheita. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para determinação imediata do teor de água dos grãos.

Cada amostra proveniente do campo foi dividida em três subamostras no Laboratório de Fisiologia da Produção, do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O teor de água dos grãos foi determinado pelo método da estufa, com circulação forçada de ar, a temperatura de 103 ± 1 °C durante 72 h, sendo o valor da umidade obtido por diferença de massa e expresso em porcentagem (ASAE, 1987).

Na avaliação dos danos mecânicos, as amostras foram dispostas em um delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos das umidades de colheita, para cada híbrido.

Na determinação dos danos mecânicos foram tomadas três subamostras de aproximadamente 300 g, de cada amostra proveniente do campo de produção. Os danos mecânicos foram determinados por visualização dos grãos de milho em um diafanoscópio, conforme descrito por Alves et al. (2001a). Dessa forma, construiu-se um diafanoscópio artesanalmente, constituído de uma lâmina de vidro liso e transparente de tamanho 0,1 x 0,15 m, instalado em uma caixa de madeira com uma lâmpada fluorescente na parte interna, de forma a possibilitar o contraste entre os grãos e a superfície do vidro (Figura 1).

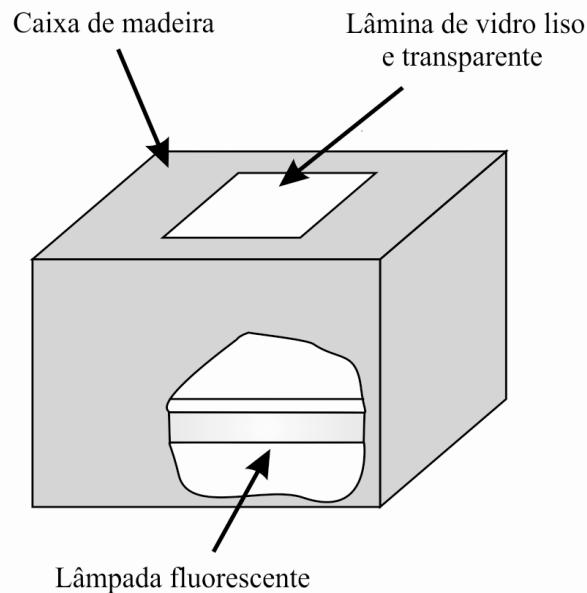


Figura 1. Representação esquemática de um diafanoscópio artesanal.

Os grãos foram distribuídos sobre o vidro, de modo que a luz emitida pela lâmpada atravessasse o endosperma, evidenciando os danos mecânicos, sobretudo as trincas. Uma lupa de bancada, com aumento de 10x, foi utilizada juntamente com o diafanoscópio para facilitar a visualização.

Os danos mecânicos foram avaliados conforme descrito por Alves et al. (2001a), com algumas modificações, sendo os danos divididos em três classes:

- Grãos trincados - grãos com trincas

no endosperma, com ou sem o rompimento do pericarpo, mas sem exposição do interior do endosperma;

- Grãos rompidos - grãos com o pericarpo rompido e o interior do endosperma exposto, mas com todas as suas partes ligadas pelo pericarpo;
- Grãos quebrados - fragmentos de endosperma ou do escutelo de qualquer tamanho.

Na quantificação percentual dos resultados de danos mecânicos utilizou-se a seguinte expressão

$$DM = 100 \left(\frac{md}{mt} \right)$$

Em que:

DM: Danos mecânicos (%);

md: massa da porção de grãos danificados (g);

mt: massa total da subamostra (g).

Na análise dos dados considerou-se o modelo matemático ,

$$Y_{ij} = \bar{m} + t_i + \varepsilon_{ij}$$

em que:

i) Y_{ij} = valor observado no tratamento *i* (umidade de colheita 1, 2, 3, 4 e 5) na repetição *j* (1, 2, 3, 4 e 5); ii) \bar{m} : média geral do experimento, sob restrição matemática; iii) t_i = efeito do tratamento *i*; e iv) ε_{ij} = efeito residual associado ao tratamento *i* na repetição *j*.

As médias de porcentagem de danos mecânicos obtidas foram submetidas aos testes de Levene e de Shapiro-Wilks, para determinar a homocedasticidade das variâncias ($P > 0,01$) e a normalidade dos erros ($P > 0,01$) respectivamente, por meio do programa estatístico SAS. Em seguida, as médias foram submetidas à análise de regressão ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR

(FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

Os teores médios de água dos grãos de milho foram 32,2%, 28,3%, 24,8%, 20,7% e 16,6% na safrinha e, na safra de verão foram 26,3%, 23,2%, 19,5%, 16,4% e 15,2%. Os valores menores na safra de verão foram em consequência do atraso na colheita, promovido pela opção prioritária do produtor de colher as áreas com soja.

Grãos trincados

No período da safrinha, a porcentagem de trincas (Figura 2) observadas nos grãos dos híbridos 2B587 e 2B688, apresentou decréscimo em função do aumento do teor de água na colheita, sendo que a variável resposta se ajustou de forma quadrática e linear negativa, respectivamente, para o primeiro e o segundo híbrido. No híbrido 2B587, a resposta mínima ($y = 1,11\%$ de grãos trincados) foi observada no teor de água de $x = 29,06\%$, enquanto que no híbrido 2B688, o coeficiente angular (β_1) indicou a redução de 0,09% de grãos trincados, a cada acréscimo de uma unidade no teor de água dos grãos. Por sua vez, no híbrido 2B710, a porcentagem de grãos trincados não apresentou resposta significativa ($p > 0,05$).

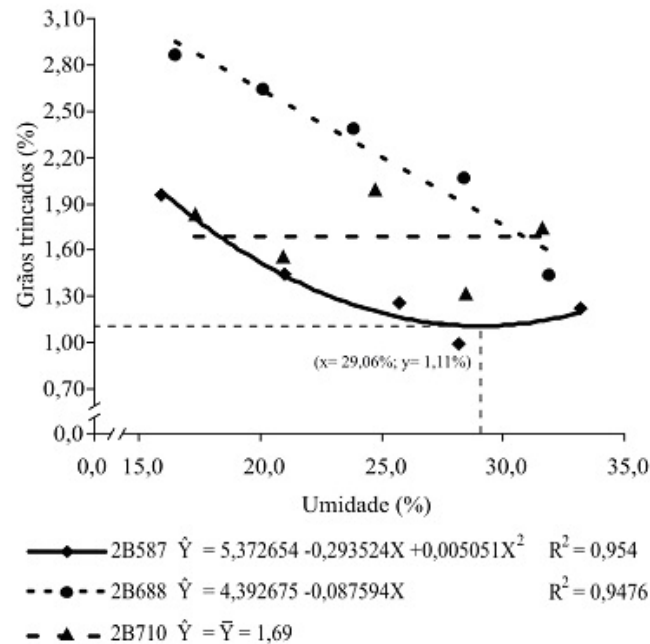


Figura 2. Porcentagem de grãos de milho trincados nos híbridos 2B587, 2B688 e 2B710 em função do teor de água de colheita, safrinha (2007), Astorga – PR.

Na safra de verão, observou-se que a porcentagem de grãos trincados (Figura 3) foi mais elevada, em valores absolutos, em comparação com os valores observados na safrinha (Figura 2), sobretudo quando a colheita foi realizada com teores de água menores nos grãos. A variável resposta (grãos trincados), nos híbridos 2B710 e Impacto (Figura 3), se ajustou de forma quadrática, apresentando

respostas mínimas de $y = 1,54\%$ e $y = 1,03\%$, nos pontos de mínimo $x = 26,88\%$ e $x = 22,81\%$ de teor de água, respectivamente no primeiro e no segundo híbrido. Por sua vez, no híbrido 2B707, houve uma resposta linear negativa, com decréscimo de $0,27\%$ de grãos trincados, a cada unidade do teor de água acrescida nos grãos de milho.

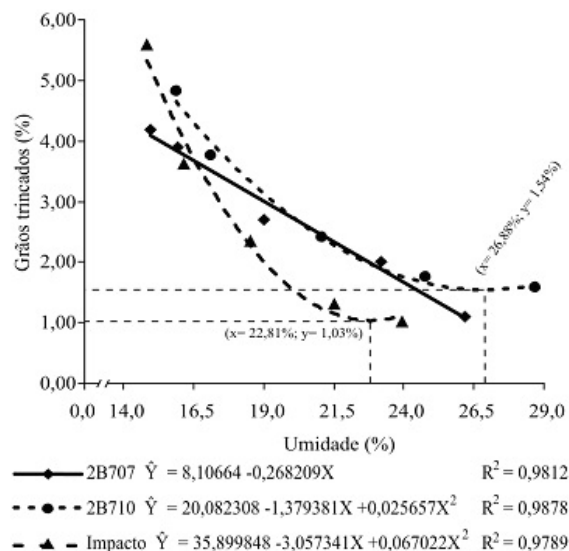


Figura 3. Porcentagem de grãos de milho trincados nos híbridos 2B707, 2B710 e Impacto em função do teor de água de colheita, safra de verão (2007/2008), Astorga - PR.

Observou-se que, os resultados de grãos trincados, obtidos nos híbridos avaliados na safrinha (2B587 e 2B688) e na safra de verão (2B707, 2B710 e Impacto), estão de acordo com Ruffato, Couto e Queiroz (2001), os quais afirmaram que a redução da elasticidade do pericarpo é acompanhada da redução na umidade dos grãos, tornando-os mais susceptíveis aos danos mecânicos durante a colheita mecânica, em função do menor amortecimento dos impactos que ocorrem durante o processo.

Os resultados obtidos (Figura 2 e 3) sugerem que os grãos colhidos com teores de água menores estarão sujeitos a perda de qualidade física nas etapas seguinte de pós-colheita, uma vez que os danos mecânicos são cumulativos. Dessa forma, quanto maior for o percentual de trincas nos grãos após a etapa de colheita, maior será o percentual de grãos quebrados nas etapas seguintes, pois à medida que a umidade nos grãos decresce, estes se tornam mais vulneráveis aos danos mecânicos, comparados aos grãos intactos (ANDRADE et al., 1999; PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000; ALVES et al., 2001a, 2001b; MEDEIROS FILHO; PAIVA; FRAGA, 2002). Por sua vez, o processo de

secagem também contribui para o aumento de grãos quebrados, uma vez que as elevadas temperaturas do ar de secagem, bem como as temperaturas do ar de resfriamento são promotoras de novas trincas nos grãos, ou mesmo do agravamento das trincas já existentes devido ao choque térmico sofrido pelos grãos na saída do secador (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; ALVES et al., 2001a, 2001b; CARNEIRO et al., 2005; JORGE et al. 2005; MARCHI et al., 2006).

Grãos rompidos

A porcentagem de grãos rompidos, avaliada no período da safrinha (Figura 4), apresentou respostas lineares positivas para os híbridos 2B688 e 2B710, com o acréscimo de 0,05% e 0,08%, respectivamente, da variável resposta, a cada acréscimo de uma unidade do teor de água nos grãos de milho. Já para o híbrido 2B587, houve ajuste quadrático da porcentagem de grãos rompidos, com resposta máxima de $y = 0,50\%$ na umidade de $x = 26,14\%$ (ponto de máximo).

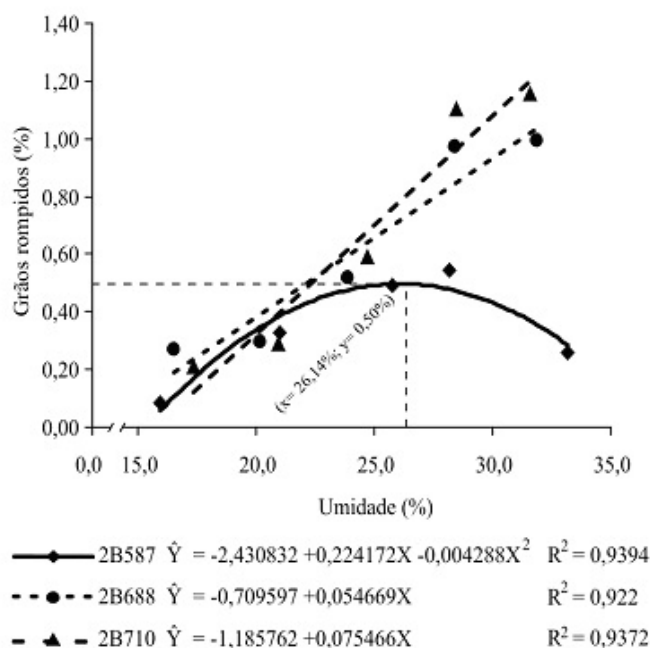


Figura 4. Porcentagem de grãos de milho rompidos nos híbridos 2B587, 2B688 e 2B710 em função do teor de água de colheita, safrinha (2007), Astorga – PR.

Os híbridos avaliados na safra de verão (Figura 5) apresentaram comportamento semelhante aos avaliados na safrinha (Figura 4), em relação à porcentagem de grãos rompidos, ou seja, em

ambos os casos, observou-se o aumento da variável resposta em função da elevação do teor de água de colheita.

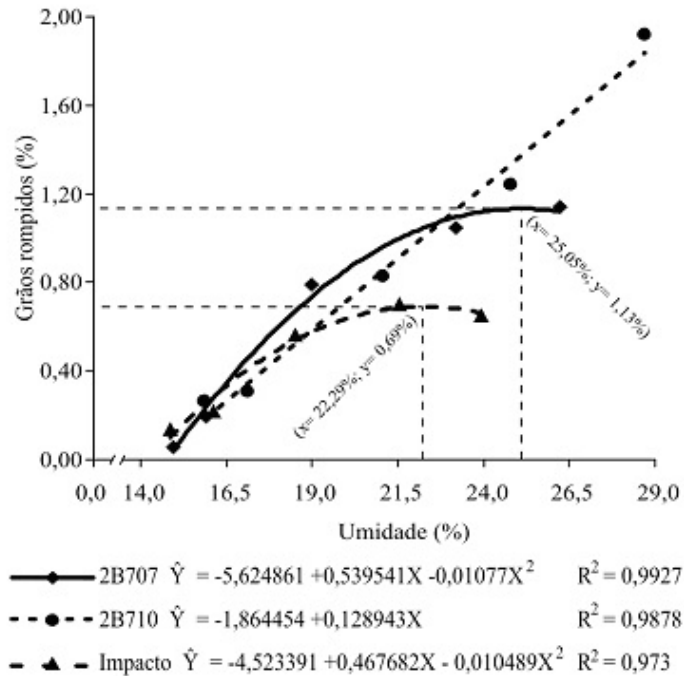


Figura 5. Porcentagem de grãos de milho rompidos nos híbridos 2B707, 2B710 e Impacto em função do teor de água de colheita, safra de verão (2007/2008), Astorga - PR.

A porcentagem de grãos rompidos na safra de verão (Figura 5) se ajustou de forma quadrática, com respostas máximas de $y = 1,13\%$ e $y = 0,69\%$, nos pontos de máximo $x = 25,05\%$ e $x = 22,29\%$ de teor de água, respectivamente, para os híbridos 2B707 e Impacto. Por sua vez, o híbrido 2B710 apresentou resposta linear positiva da porcentagem de grãos rompidos, com acréscimo de $0,13\%$ por unidade de umidade acrescida.

Os grãos rompidos estão relacionados com a ação de amassamento, ou seja, os grãos de milho estão mais sujeitos ao esmagamento quando seu teor de água é maior, uma vez que o aumento da compressão sofrida pelo grão resulta na ruptura do pericarpo e expõe seu conteúdo (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; ALVES et al., 2001a, 2001b), conforme sugeridos pelos resultados obtidos (Figuras 4 e 5).

Grãos quebrados

Na avaliação dos grãos quebrados, observou-se tendência semelhante para os três híbridos avaliados na safrinha (Figura 6). Da mesma forma que para “grãos trincados” (Figura 2) houve decréscimo da porcentagem de grãos quebrados, em função do aumento da umidade de colheita, e a variável resposta se ajustou negativamente de forma linear para os três híbridos. O decréscimo na porcentagem de grãos quebrados foi de $0,12\%$; $0,13\%$ e $0,15\%$, a cada acréscimo de uma unidade no teor de água, respectivamente para os híbridos 2B587, 2B688 e 2B710 (Figura 6).

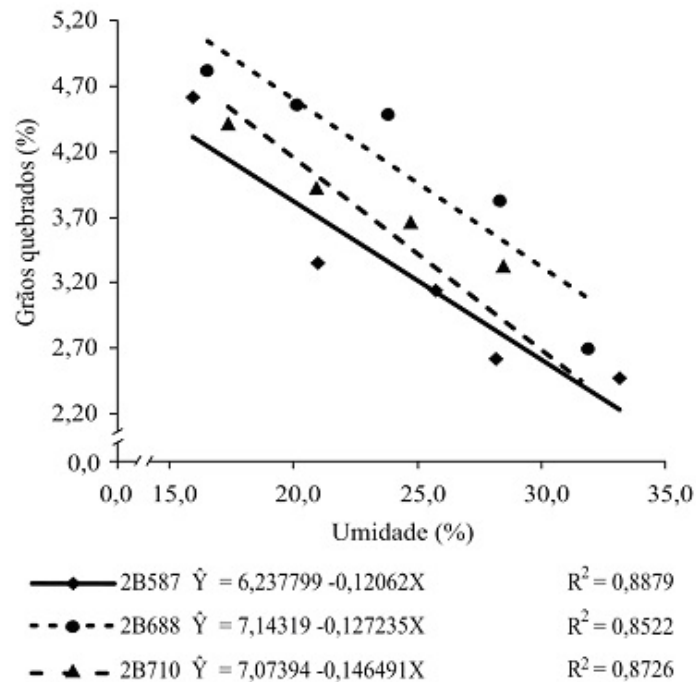


Figura 6. Porcentagem de grãos de milho quebrados nos híbridos 2B587, 2B688 e 2B710 em função do teor de água de colheita, safrinha (2007), Astorga – PR.

Na safra de verão, a porcentagem de grãos quebrados (Figura 7) apresentou comportamento decrescente em função do aumento da umidade de colheita, de forma análoga ao que foi observado na safrinha (Figura 6).

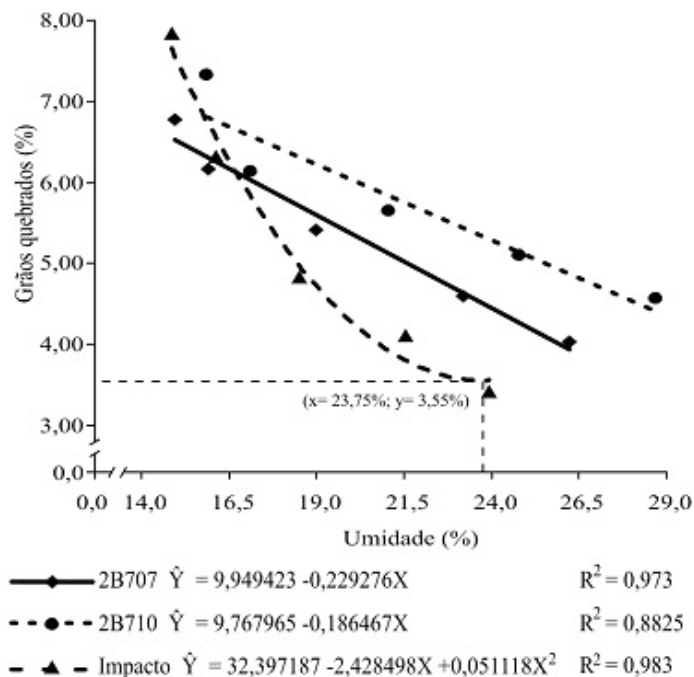


Figura 7. Porcentagem de grãos de milho quebrados nos híbridos 2B707, 2B710 e Impacto em função do teor de água de colheita, safra de verão (2007/2008), Astorga - PR.

Houve respostas lineares negativas, com decréscimo de 0,23% e 0,19%, por unidade de teor de água acrescida, respectivamente para os híbridos 2B707 e 2B710 (Figura 7). Já o híbrido Impacto apresentou a variável resposta com ajuste quadrático, sendo que a resposta mínima foi de $y = 3,55\%$ no ponto de mínimo, com teor de água de $x = 23,75\%$ (Figura 7).

Nos dois períodos de avaliação os resultados encontrados indicaram maior susceptibilidade dos grãos, dos híbridos em estudo, aos danos mecânicos nos menores teores de água de colheita, concordando com a afirmação de Ruffato, Couto e Queiroz (2001).

Observou-se ainda, que o percentual de grãos quebrados foi maior, em valores absolutos, na safra de verão em relação ao ocorrido na safrinha. No Verão os grãos de milho são mais densos, porém apresentam maior susceptibilidade à quebra (VYN; TOLLENAAR, 1998), pois estes têm menor capacidade de absorção dos impactos, devido à maior rigidez do endosperma (RUFFATO; COUTO; QUEIROZ, 2001).

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a colheita dos grãos de milho deva ser realizada quando os teores de água estiverem entre 22% e 26%, pois os danos mecânicos foram menores, diferentemente do que ocorre no Brasil, onde a colheita de milho é realizada com teores de umidade inferiores a 20% (ALVES et al., 2001a e 2001b). A antecipação da colheita pode minimizar as perdas qualitativas e quantitativas em função dos danos mecânicos, entretanto, há que se considerar a elevação nos custos de transporte e de secagem, uma vez que haverá maior quantidade de água a ser removida do produto por ocasião da secagem dos grãos (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992).

Conclusões

Os teores de água que proporcionaram os

menores níveis de danos mecânicos variaram entre 22 % e 26 %, considerando esta como a faixa ideal de teor de água para a colheita dos grãos de milho, sobretudo para agricultores que dispõem de sistemas de secagem na propriedade.

A colheita dos grãos de milho, com teores de umidade superiores ao convencional (> 20%) pode minimizar as perdas por danos mecânicos e manter a maior qualidade do produto.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da Bolsa de Estudo; ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa e pela Bolsa de Iniciação Científica; e à família Brunatti pela cessão da propriedade para a realização do presente estudo.

Referências

- ALVES, W. M.; FARONI, L. R. A.; CORRÊA, P. C.; QUEIROZ, D. M.; TEIXEIRA, M. M. Influência dos teores de umidade de colheita na qualidade do milho (*Zea mays* L.) durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 40-45, 2001a.
- ALVES, W. M.; FARONI, L. R. A.; QUEIROZ, D. M.; CORRÊA, P. C.; GALVÃO, J. C. C. Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 469-474, 2001b.
- ANDRADE, E. T.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; ALVARENGA, E. M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 54-60, 1999.
- ASAE Standards. *Standards, engineering practices and data developed and adopted by the American Society of Agricultural Engineers*. 34. ed. St. Joseph: ASAE Standards, 1987. 339 p.
- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. *Drying and storage of grains and oilseeds*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450 p.
- CARNEIRO, L. M. T. A.; BIAGI, J. D.; FREITAS, J. G.;

- CARNEIRO, M. C.; FELÍCIO, J. C. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 1, p. 127-137, 2005.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2007/2008 – 9º levantamento – junho de 2008*. Conab, Brasília, DF, 2008. 38 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 30 ago. 2008.
- EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Species differences in seed water status during seed maturation and germination. *Seed Science Research*, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 3-11, 1997.
- FALABELLA, F.; PLANELLA, M. T.; TYKOT, R. H. El maíz (*Zea mays*) en el mundo prehispánico de Chile Central. *Latin American Antiquity*, Washington, DC, v. 19, n. 1, p. 25-46, 2008.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- JORGE, M. H. A.; CARVALHO, M. L. M.; VON PINHO, E. V. R.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho colhidas e secas em espigas. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 4, p. 679-686, 2005.
- MARCHI, J. L.; MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; CÍCERO, S. M. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 351-358, 2006.
- MEDEIROS FILHO, S.; PAIVA, L. E.; FRAGA, A. C. Efeito da colheita mecânica, beneficiamento e condições de armazenamento sobre o desempenho de sementes de milho no campo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 1, p. 45-51, 2002.
- PAIVA, L. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 4, p. 846-856, 2000.
- PALACIN, J. J. F.; LACERDA FILHO, A. F.; CECON, P. R.; MONTES, E. J. M. Determinação das isotermas de equilíbrio higroscópico de milho (*Zea mays* L.) nas espigas. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 197-205, 2006.
- RUFFATO, S.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M. Análise de impactos em grãos de milho pelo método de elementos finitos. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 21-27, 2001.
- SAINI, H. S.; WESTGATE, M. E. Reproductive development in grain crops during drought. *Advances in Agronomy*, Newark, v. 68, n. 1, p. 59-96, 2000.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; MONTEIRO, R. O. C.; BUZZETTI, S. Análise econômica da adubação nitrogenada no milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura em Latossolo Vermelho. *Acta Scientiarum - Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 4, p. 445-452, 2007.
- VYN, T. J.; TOLLENAAR, M. Changes in chemical and physical quality parameters of maize grain during three decades of yield improvement. *Field Crops Research*, Ontario, v. 59, n. 1, p. 135-140, 1998.

