

Qualidade comercial de diferentes híbridos de milho em função do teor de água nos grãos durante a colheita¹

Commercial quality of different corn hybrids as a function of grain moisture content during the harvest

Odaír José Marques^{2*}; Pedro Soares Vidigal Filho³; Carlos Alberto Scapim³; Deivid Lincoln Reche⁴; Luiz Fernando Pricinotto⁵; Ricardo Shigueru Okumura⁶

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade comercial dos grãos de diferentes híbridos comerciais de milho em função do teor de água nos mesmos durante a colheita. O trabalho foi conduzido em Astorga – PR, durante o período da safrinha de 2007 e da safra de verão de 2007/2008, sendo três híbridos avaliados em cada período. As amostras de grãos foram colhidas em cinco épocas distintas com cinco repetições e submetidas à determinação do teor de água pelo método da estufa a 103 ± 1 °C por 72 h. Posteriormente, as amostras foram passadas por peneiras metálicas de crivo circular de 4,76 mm de diâmetro e, em seguida, os resíduos foram separadas manualmente nas porções de impurezas, grãos avariados e grãos carunchados. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão sob o delineamento inteiramente casualizado. Os percentuais de impurezas foram maiores nos teores de água de colheita mais elevados, enquanto que os percentuais de grãos avariados foram menores, independente do híbrido e do período avaliado. O grau de infestação se elevou linearmente com a redução do teor de água nos grãos de milho, em todos os híbridos. Os teores de água entre 22% e 26% (b.u.) proporcionaram melhor qualidade física e sanitária dos grãos de milho, considerando esta como a faixa ideal de teor de água para a colheita dos grãos de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L, pós-colheita, ponto de colheita, danos mecânicos, resíduos

Abstract

The objective this work was evaluate the commercial quality of grains of differents commercial corn hybrids as a function of grain moisture content during the harvest. The work was conducted in Astorga – PR, during the autumn/winter harvest of 2007 and the summer harvest of 2007/2008, evaluated three hybrids for harvest. The corn grain samples were collected in five distinguished periods and also in five replications, being underwent to moisture content determination at an oven heated to 103 ± 1 °C for 72 h. The samples were passed through metal sieves of circular sieve of 4.76 mm in diameter and then the waste is manually separated portions of the impurities, broken grain and grain damaged by insects. The data were submitted to analyses of variance and regression under a arrangement completely randomized design, The percentages of impurities were higher in crop moisture content higher. While the percentage of broken grains were lower, regardless of the hybrid and the trial period. The percentage of grain

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

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

³ Engenheiros Agrônomos, Profs. Drs. PGA, UEM, Maringá, PR. E-mail: vidigalfilhop@gmail.com; cascapim@uem.br

⁴ Discente de graduação em Agronomia, Bolsista Pibic-CNPq/UEM, DAG, Maringá, PR. E-mail: deividreche@gmail.com

⁵ Engº Agrº, Mestre em Agronomia, SEAB/DEFIS, Cianorte, PR. E-mail: lfpricinotto@hotmail.com

⁶ Engº Agrº, Doutorando em Agronomia, Bolsista Capes, PGA, UEM, Maringá, PR. E-mail: ricardo_okumura@hotmail.com

* Autor para correspondência

damaged by insects raised linearly with the reduction of moisture in corn grains, in all hybrids and in two evaluation periods. The moisture content between 22.0% and 26.0% (w.b.) proportionated the best quality of the corn grain, considered this humidity band as the best moment to harvest grains.

Key words: *Zea mays* L, post-harvest, harvest time, mechanical damage, waste

Introdução

No cenário mundial o Brasil tem lugar de destaque, ocupando a terceira posição na produção de grãos de milho. Entretanto, o sistema de produção brasileiro é caracterizado por elevados índices de perdas de qualidade de grãos, as quais ocorrem, em sua maioria, durante as operações de colheita e pós-colheita do milho (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; BRASIL, 1992; PALACIN et al., 2006).

A deterioração dos grãos de milho tem seu marco inicial, em geral, ainda no campo, uma vez que, por conveniência econômica, uma prática largamente utilizada pelos agricultores brasileiros é a secagem do produto na própria planta. Todavia, essa prática pode favorecer as infestações de fungos e de pragas de grãos armazenados (MILLER, 1995; RESNIK et al., 1996; REID et al., 1999; NESCI; RODRIGUEZ; ETCHEVERRY, 2003; MARQUES et al., 2009), bem como, comprometer a integridade dos grãos, em função dos danos mecânicos (PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000; CARNEIRO et al., 2005; MARCHI et al., 2006; RADÜNZ et al., 2006).

Diante disso, o ponto de maturidade fisiológica seria o momento ideal para se realizar a colheita, pois é a fase em que 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, em geral, ainda apresentam teor de água elevado, por vezes superior a 30% (b.u.), inviabilizando a colheita mecanizada, devido às dificuldades de debulha em função do excesso de partes verdes e úmidas das plantas, o que pode resultar em severas injúrias mecânicas nos grãos por amassamento (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; ALVES et al., 2001a).

Por outro lado, os grãos de milho quando colhidos com teores de água inferiores a 18% (b.u.) tendem a perder massa seca no campo por respiração (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992), e também podem sofrer maiores injúrias mecânicas durante os processos de colheita e de pós-colheita, com reflexos negativos na qualidade do produto. Como resultado disso, tem-se a redução na potencialidade de armazenamento em função da redução da massa específica aparente 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; MARQUES et al., 2009).

Dessa forma, a variação nas condições de colheita ocasiona grandes diferenças na qualidade dos grãos do milho, fazendo-se necessária a padronização dos mesmos para fins de comercialização.

No Brasil, os critérios para classificação comercial dos grãos de milho são estabelecidos pela Portaria Nº. 845 de 08 de novembro de 1976, complementada pela Portaria Nº. 11 de 12 de abril de 1996, ambas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, e determinam os padrões mínimos exigidos para comercialização do produto (BRASIL, 1976; 1996).

Diante do exposto, no presente trabalho objetivou-se avaliar a qualidade comercial de grãos de diferentes híbridos comerciais de milho em função do teor de água na 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 (safinha) e de verão de 2007/2008 (safra de verão), em uma área de lavoura comercial de milho homogênea, situada em área plana e distante de matas, no mínimo 50 m.

Na safrinha, os híbridos avaliados foram o 2B587 com grãos de textura semidentada e coloração amarela alaranjada, o 2B688 e o 2B710 ambos com textura de grãos semidura e coloração alaranjada e amarela alaranjada, respectivamente, todos pertencentes a empresa Dow AgroSciences.

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

As colheitas no período da safrinha foram realizadas nos dias 20/07, 27/07, 03/08, 10/08 e 17/08/2007 e, na safra de verão, nos dias 15/03, 22/03, 31/03, 07/04 e 22/04/2008, totalizando cinco momentos distintos de colheita em cada período avaliado. 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.

No talhão de cada híbrido delimitou-se a área de coleta de amostras, constituídas de 50 linhas de plantas com espaçamento entre linhas de 0,70 m, e com 100 m de comprimento, totalizando três áreas de coletas por período avaliado. 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, para possibilitar coleta da amostra diretamente no granelheiro da colhedora, de forma aleatória na massa de grãos, totalizando cinco amostras, de cada híbrido em cada período de colheita. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para determinação imediata do teor de água nos grãos.

Cada amostra proveniente do campo foi dividida em três subamostras no Laboratório de Fisiologia da Produção, do Núcleo de Pesquisa Aplicada a Agricultura – Nupagri / UEM. Os teores de água nos grãos foram determinados pelo método da estufa, com circulação forçada de ar, sob temperatura de 103 ± 1 °C durante 72 h, sendo o teor de água obtido pela equação 1 (ASAE, 1987).

$$U_{b.u.} = 100 \left[\frac{(mi - t) - (mf - t)}{(mi - t)} \right] \quad (1)$$

Onde:

$U_{b.u.}$: teor de água nos grãos, por ocasião da colheita, em base úmida (%);

mi : massa inicial da subamostra (g);

mf : massa final da subamostra (g);

t : tara do recipiente (g).

A classificação do milho foi realizada conforme a determinação do MAPA (BRASIL, 1976; 1996). De cada amostra proveniente do campo de produção, após homogeneização, foram tomadas três subamostras de aproximadamente 250 g. As subamostras foram peneiradas em peneiras metálicas de crivo circular de 4,76 mm (12/64 polegadas) de diâmetro e, em seguida, foram separadas manualmente as porções: i) impurezas [impurezas, matérias estranhas e fragmentos de grãos < 4,76 mm]; ii) avariados [grãos quebrados > 4,76 mm, grãos chochos e imaturos, grãos atacados por animais roedores e parasitas, grãos ardidos (fermentados), bem como, os grãos prejudicados por diferentes causas] e iii) carunchados [grãos atacados por insetos]. A massa de cada porção foi obtida em balança digital com resolução de 0,001 g, sendo os resultados expressos em porcentagem por meio da equação 2:

$$CM = 100 \left(\frac{mp}{mt} \right) \quad (2)$$

Onde:

CM : classificação de milho [impurezas, grãos avariados, grau de infestação] (%);

mp : massa da porção (g);

mt : massa total da subamostra (g).

Os tratamentos foram constituídos dos teores de água na colheita, para cada híbrido, sendo os mesmos delineados inteiramente ao acaso. O modelo matemático utilizado foi $Y_{ij} = \bar{m} + t_i + \varepsilon_{ij}$, onde: i) Y_{ij} = valor observado no tratamento i (teor de água na 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 .

Os erros foram capturados e submetidos aos testes de Levene e de Shapiro-Wilks ($p > 0,01$), para determinar a homocedasticidade das variâncias e a normalidade dos erros, respectivamente, por meio do programa estatístico SAS. Em seguida, as médias foram submetidas à análise

de variância individual e de regressão ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

Os teores médios de água encontrados nos grãos de milho, por ocasião de cada colheita, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores médios de água (% b.u.) nos grãos de milho por ocasião da colheita na Safrinha de 2007 e Safra de verão de 2007/2008.

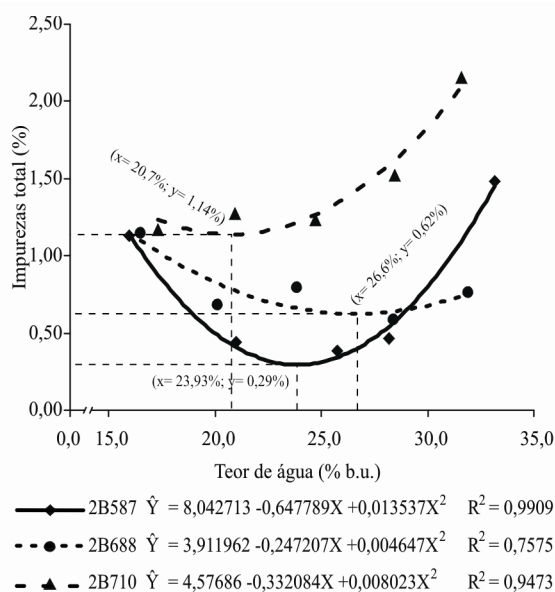
Híbridos	Colheitas				
	1	2	3	4	5
	-----Safrinha-----				
2B587	33,1	28,2	25,8	21,0	16,0
2B688	31,9	28,4	23,9	20,1	16,5
2B710	31,6	28,4	24,7	20,9	17,3
	-----Safra de verão-----				
2B707	26,2	23,2	19,0	15,9	15,0
2B710	28,7	24,8	21,1	17,1	15,9
Impacto	23,9	21,5	18,5	16,1	14,8

Fonte: Elaboração dos autores.

Impurezas

Na safrinha, os três híbridos avaliados apresentaram variável resposta “impurezas” com ajustes quadráticos (Figura 1). Tal fato era esperado uma vez que, o valor de impurezas é crescente e associado ao teor de água de colheita e, já que tais impurezas retêm elevado teor de água, dificultando assim, a sua separação dos grãos de milho pelas peneiras e pelo sistema de ventilação da colhedora (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992).

Por outro lado, em relação à porção de fragmentos de grãos, espera-se um comportamento contrário (RUFFATO; COUTO; QUEIROZ, 2001). Ou seja, há redução da fragmentação de grãos, em função do acréscimo no teor de água de colheita. O comportamento da variável resposta “impurezas” (Figura 1) pode ser explicado pela redução significativa ($p < 0,05$) da porcentagem de fragmentos de grãos (Tabela 2), que compõe a porção “impurezas”, em função da elevação do teor de água nos grãos de milho.

Figura 1. Impurezas nos grãos de milho dos híbridos 2B587, 2B688 e 2B710, em função do teor de água de colheita, safrinha de 2007.

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 2. Contribuição de cada porção no total de impurezas e de grãos avariados nas amostras de milho da safrinha de 2007.

Híbrido	Teor de água (% b.u.)	Impurezas (%)			Avariados (%)		
		Impurezas e matérias estranhas	Fragmentos	Quebrados	Chochos	Ardidos	
2B587	33,2	1,29	0,19	2,97	0,71	0,47	
	28,2	0,37	0,09	2,20	0,28	0,17	
	25,8	0,26	0,12	2,00	0,27	0,23	
	21,0	0,32	0,12	2,18	0,31	0,17	
	16,0	0,54	0,59	3,68	0,98	0,17	
2B688	31,9	0,58	0,18	1,94	0,34	2,12	
	28,4	0,33	0,25	1,53	0,41	1,64	
	23,9	0,35	0,45	1,69	0,45	2,26	
	20,1	0,45	0,45	2,47	0,46	2,12	
	16,5	0,66	0,49	3,28	0,53	3,37	
2B710	31,6	2,05	0,10	3,00	0,28	1,16	
	28,4	1,29	0,23	2,79	0,29	0,66	
	24,7	0,89	0,34	2,60	0,27	0,62	
	20,9	0,87	0,40	2,89	0,30	1,40	
	17,3	0,55	0,62	3,92	0,28	1,84	

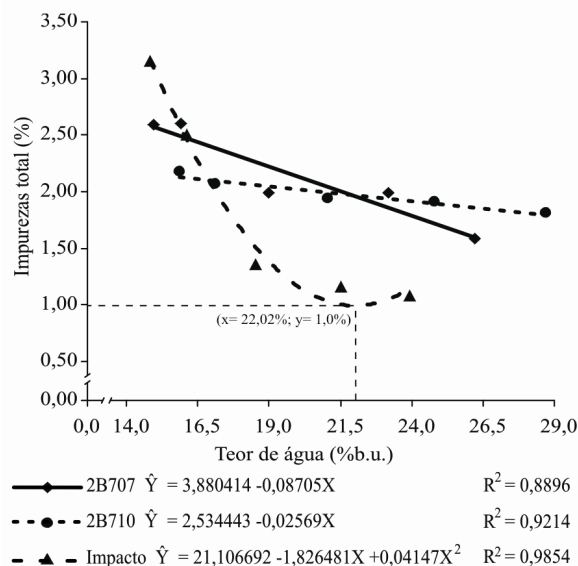
Fonte: Elaboração dos autores.

Na safra de verão, o comportamento do valor total de impurezas (Figura 2) também foi influenciado pela porcentagem de fragmentos de grãos (Tabela 3), sobretudo, no híbrido Impacto, o qual apresentou a variável resposta com ajuste quadrático bem acentuado. Por sua vez, houve respostas lineares decrescentes, do total de impurezas, nos híbridos 2B707 e 2B710, com redução de 0,09% e 0,03%, respectivamente, a cada unidade acrescida no teor de água. Isso ocorreu em função da maior contribuição da porção impurezas e matérias estranhas no total de impurezas quando os grãos foram colhidos mais úmidos (Tabela 3).

O total de impurezas apresentados no momento da colheita terá pouca ou nenhuma influência sobre a qualidade dos grãos de milho, desde que, imediatamente depois de colhido, o produto passe pelos processos de pré-limpeza, de secagem e de limpeza, antes de ser armazenado ou processado (BAKKER-ARKEMA; BROOKER; HALL, 1978; BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992). Essa prática removerá a maior parte das impurezas, das matérias estranhas e dos fragmentos de grãos, que podem contribuir com o desenvolvimento de fungos e de insetos advindos do campo, caso sejam

mantidos junto aos grãos sadios (FARIAS et al., 2000; ALVES et al., 2001a, 2001b; MARCHI et al., 2006; RADÜNZ et al., 2006; MARQUES et al., 2009).

Figura 2. Impurezas nos grãos de milho dos híbridos 2B707, 2B710 e Impacto, em função do teor de água de colheita, safra de verão de 2007/2008.



Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 3. Contribuição de cada porção no total de impurezas e de grãos avariados nas amostras de milho da Safra de verão de 2007/2008.

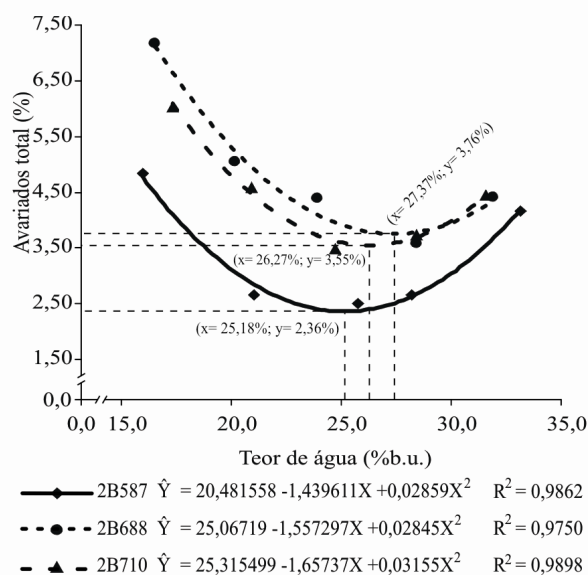
Híbrido	Teor de água (% b.u.)	Impurezas (%)		Avariados (%)		
		Impurezas e matérias estranhas	Fragmentos	Quebrados	Chochos	Ardidos
2B707	26,2	1,22	0,36	2,96	0,25	0,55
	23,2	0,85	1,14	4,05	0,23	0,60
	19,0	0,53	1,46	4,49	0,22	0,65
	15,9	0,27	2,33	4,99	0,23	0,83
	15,0	0,26	2,34	5,02	0,22	1,05
2B710	28,7	1,66	0,15	3,79	0,32	0,60
	24,8	1,18	0,73	4,87	0,28	0,65
	21,1	0,85	1,09	4,84	0,24	0,84
	17,1	0,41	1,66	5,63	0,26	1,07
	15,9	0,34	1,84	5,71	0,29	1,50
Impacto	23,9	0,66	0,42	3,58	0,24	0,48
	21,5	0,45	0,70	3,42	0,21	0,45
	18,5	0,27	1,09	4,43	0,16	0,62
	16,1	0,26	2,24	5,22	0,17	0,68
	14,8	0,39	2,77	6,28	0,18	0,96

Fonte: Elaboração dos autores.

Avariados

A variável resposta “avariados” se ajustou de forma quadrática nos três híbridos avaliados na safrinha (Figura 3). Enquanto que na safra de verão (Figura 4), o ajuste quadrático foi observado apenas para o híbrido Impacto. Já para os híbridos 2B707 e 2B710, a variável resposta se ajustou de forma linear negativa (Figura 4), com decréscimo de 0,21% e 0,14% de avariados por unidade de teor de água acrescido.

Figura 3. Grãos de milho avariados dos híbridos 2B587, 2B688 e 2B710, em função do teor de água de colheita, safrinha de 2007.



Fonte: Elaboração dos autores.

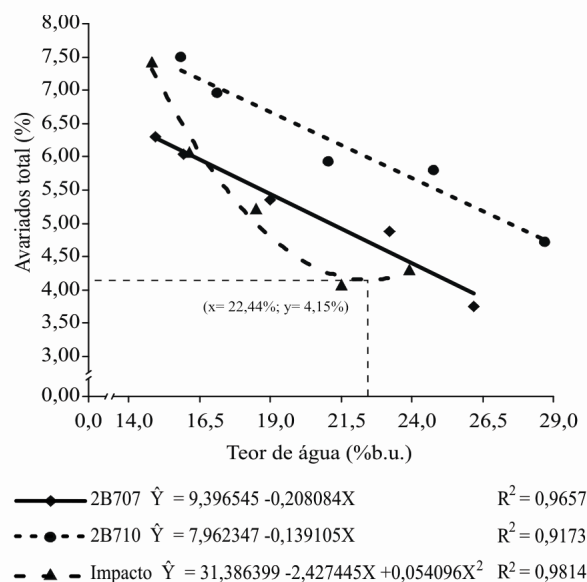
O total de grãos avariados foi fortemente influenciado pela porção “grãos quebrados” (Tabelas 2 e 3), bem como, pela porção “grãos ardidos”, elevando os níveis quando os teores de água nos grãos foram menores (Figuras 3 e 4), indicando maior susceptibilidade à avarias nos grãos de milho, dos híbridos em questão, quanto estes foram colhidos mais secos (RUFFATO; COUTO; QUEIROZ, 2001).

Vale ressaltar que o processo de secagem também contribui para o aumento de grãos quebrados, em função das altas temperaturas do ar de secagem, bem como as temperaturas do ar de resfriamento, que, juntas,

promovem trincas no endosperma ou agravam as já existentes (BROOKER; BAKKER-ARKEMA; HALL, 1992; ALVES et al., 2001a, 2001b; CARNEIRO et al., 2005; JORGE et al. 2005; MARCHI et al., 2006).

Os resultados obtidos (Figura 3 e 4) sugerem que os grãos colhidos com teores de água menores estarão sujeitos a perda de qualidade física nas etapas seguintes de pós-colheita, uma vez que, as avarias promovidas pelos impactos sofridos pelos grãos são cumulativas. Dessa forma, após a etapa de colheita, o percentual de grãos quebrados é crescente, em relação ao decréscimo de teor de água, pois estes estarão mais vulneráveis aos danos mecânicos, do que os grãos intactos (ANDRADE et al., 1999; PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000; ALVES et al., 2001a, 2001b; MEDEIROS FILHO; PAIVA; FRAGA, 2002).

Figura 4. Grãos de milho avariados dos híbridos 2B707, 2B710 e Impacto, em função do teor de água de colheita, safra de verão de 2007/2008.



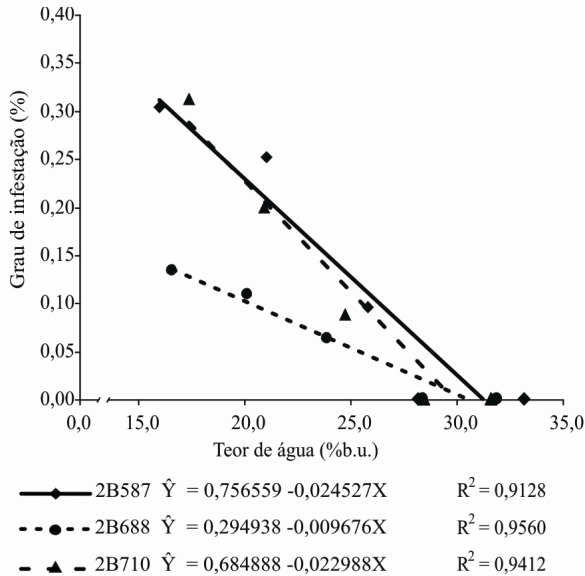
Fonte: Elaboração dos autores.

Grau de infestação

O grau de infestação, observado nos grãos dos três híbridos avaliados na safrinha, foi decrescente linearmente (Figura 5), com redução de 0,02% de grãos carunchados para os híbridos 2B587 e 2B710 e 0,01%

para o híbrido 2B688, por unidade de teor de água acrescido aos grãos.

Figura 5. Grau de infestação por carunchos dos híbridos 2B587, 2B688 e 2B710, em função do teor de água de colheita, safrinha de 2007.



Fonte: Elaboração dos autores.

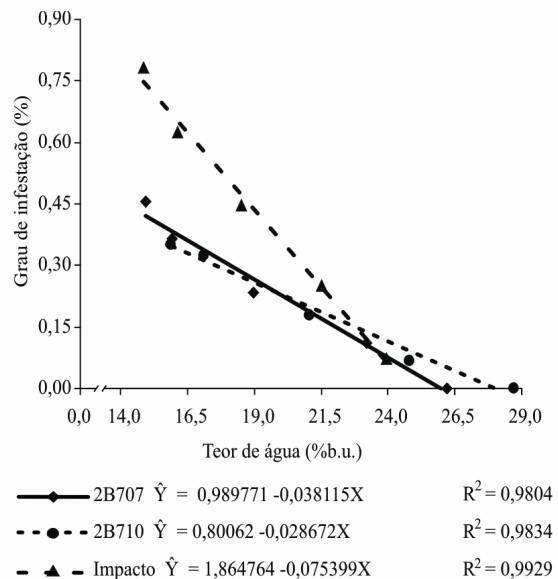
Da mesma forma que na safrinha, os híbridos avaliados na safra de verão também apresentaram grãos danificados por insetos, cujo comportamento da variável resposta seguiu a mesma tendência linear decrescente (Figura 6). Entretanto o híbrido Impacto apresentou o maior percentual de infestação, apesar da sua textura semidura, que poderia inibir o ataque inicial de insetos (FARONI, 1992; SINGH; FINNER, 1993). Observa-se na Figura 6 que os coeficientes angulares observados indicaram redução do grau de infestação na ordem de 0,04%; 0,03% e 0,08%, respectivamente para os híbridos 2B707, 2B710 e Impacto, a cada unidade acrescida no teor de água dos grãos de milho.

Verificou-se que, independentemente da textura do grão, todos os híbridos tiveram grãos danificados por insetos, ainda no campo, pois, segundo Brooker, Bakker-Arkema e Hall (1992), quanto mais tardia for realizada a

colheita, maior será o percentual de infestação por insetos, fato que foi demonstrado pelos resultados apresentados nas Figuras 5 e 6. Também foi observado que os ataques de insetos ocorreram quando os grãos apresentavam teores de água inferiores a 28% (b.u.), indicando que teor de água é um fator limitante ao desenvolvimento das pragas.

De maneira geral, pode-se afirmar, pelos resultados desse trabalho, que a colheita dos grãos de milho, com teores de água superiores ao convencional (> 20% b.u.) pode minimizar a perda da qualidade comercial do produto, desde que se considerem os custos adicionais de transporte e de secagem.

Figura 6. Grau de infestação por carunchos dos híbridos 2B707, 2B710 e Impacto, em função do teor de água de colheita, safra de verão de 2007/2008.



Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusões

Os teores de água entre 22% e 26% (b.u.) proporcionam melhor qualidade física e sanitária dos grãos de milho, considerando esta como a faixa ideal de teor de água para a colheita dos grãos de milho.

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 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. ASAE Standards, St. Joseph, 1987. 339 p.
- BAKKER-ARKEMA, F. W.; BROOKER, D. B.; HALL, C. H. *Drying cereal grain*. Westport: AVI, 1978. 265 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. SNDA/DNDV/CLAV. Brasília, DF: [s.n], 1992. 365 p.
- _____. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº. 11, de 12 de abril de 1996. Uniformização dos critérios para classificação do milho (*Zea mays* L.) para o mercado interno. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 1996.
- _____. Ministério da Agricultura. Portaria nº. 845, de 08 de novembro de 1976, Padronização, classificação e comercialização interna de milho (*Zea mays* L.). *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 1976.
- 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.
- EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Species differences in seed water status during seed maturation and germination. *Seed Science Research*, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 289-294, 1997.
- FARIAS, A. X.; ROBBS, C. F.; BITTENCOURT, A. M.; ANDERSEN, P. M.; CORRÊA, T. B. S. Contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita no Estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 617-621, 2000.
- FARONI, L. R. D. Manejo das pragas dos grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 17, n. 1-2, p. 36-43, 1992.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.
- JORGE, M. H. A.; CARVALHO, M. L. M.; RESENDE-VON PINHO, E. V.; 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.
- MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S.; DALPASQUALE, V. A.; SCAPIM, C. A.; PRICINOTTO, L. F.; MACHINSKI JUNIOR, M. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. *Acta Scientiarum – Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 4, p. 667-675, 2009.
- 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.
- MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. *Journal of Stored Products Research*, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 1-16, 1995.
- NESCI, A.; RODRIGUEZ, M.; ETCHEVERRY, M. Control of *Aspergillus* growth and aflatoxin production

- using antioxidants at different conditions of water activity and pH. *Journal of Applied Microbiology*, Northern Ireland, v. 95, n. 2, p. 279-287, 2003.
- 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.
- RADÜNZ, L. L.; DIONELLO, R. G.; ELIAS, M. C.; BARBOSA, F. F. Influência do método de armazenamento na qualidade física e biológica de grãos de milho. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 136-143, 2006.
- REID, L. M.; NICOL, R. W.; OUELLET, T.; SAVARD, M.; MILLER, J. D.; YOUNG, J. C.; ATEWART, D. W.; SCHAAFSMA, A. W. Interaction of *Fusarium graminearum* and *F. moniliforme* in maize ears: disease progress, fungal biomass, and mycotoxin accumulation. *Phytopathology*, New York, v. 89, n. 5, p. 1028-1037, 1999.
- RESNIK, S.; NEIRA, S.; PACIN, A.; MARTINEZ, E.; APRO, N.; LATREITE, S. A survey of the natural occurrence of aflatoxins and zearalenone in Argentina field maize 1983-1994. *Food Additives and Contaminants*, Oxford, v. 13, n. 1, p. 115-120, 1996.
- RUFFATO, S.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M. Módulo de elasticidade de grãos de milho submetidos a impactos mecânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 101-106, 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.
- SINGH, S. S.; FINNER, M. F. A centrifugal impacter for damage susceptibility evaluation of shelled corn. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 26, n. 6, p. 1858-1863, 1993.