

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO CONVENCIONAL AG 1051 APÓS SECAGEM E UMEDECIMENTO

ALISSON H. S. SOUZA¹, PAULO C. CORADI², LUCAS J. CAMILO¹, CARLOS H. Q. REGO¹

¹ Estudante de Graduação em Agronomia, UFMS/CPCS-MS

² Eng^o Agrícola, Professor Adjunto II, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, UFMS-MS,
Fone: (0XX67) 3562-6320, paulo.coradi@ufms.br

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015 - São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: Muitos produtores e indústrias têm optado em elevar os teores de água dos grãos da condição de armazenamento para a condição recomendada de comercialização, ganhando mais peso no produto, porém, desprezando os aspectos de qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de grãos de milho convencional passando por processos de secagem e umedecimento, com teores de água inicial de 13,5% (b.u.), temperaturas do ar de secagem de 80, 100 e 120 °C, condições de umedecimento de 10 °C e UR de 90%. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-Colheita de Grãos (CPCS/UFMS). A secagem dos grãos foi realizada em estufa de convecção com ventilação forçada do ar, enquanto, o umedecimento foi feito em câmara do tipo B.O.D. A integridade física dos grãos foi afetada negativamente após a secagem, sendo que, os maiores danos foram proporcionados pelas maiores temperaturas do ar. O processo de umedecimento da massa de grãos alterou negativamente a qualidade física. Concluiu-se que, o aumento da massa de água dos grãos armazenados para a umidade de comercialização de 13,5% (b.u.) não é uma operação recomendada.

PALAVRAS-CHAVE: comercialização, temperatura, umidade.

EVALUATION OF THE QUALITY OF CORN GRAINS CONVENTIONAL AG 1051 AFTER DRYING AND WETTING

ABSTRACT: Many producers and industries have chosen to raise the water content of the storage condition of the grain to the recommended conditions of merchantability, gaining more weight in the product, however, neglecting the quality aspects. The aim of this study was to evaluate the quality of conventional corn kernels through drying and wetting processes, with an initial moisture content of 13.5% (w.b.), drying air temperatures of 80, 100 and 120 °C, conditions wetting of 10 °C and 90% RH. The experiment was conducted in Grain Postharvest Laboratory (CPCS/UFMS). The drying of grain was held in convection oven with forced air ventilation while wetting was done in camera of B.O.D. The physical integrity of grain was negatively affected after drying, with the greatest damage was provided by higher air temperatures. The wetting process of the grain mass negatively altered the physical quality. In conclusion, the increase of the water stored grain for moisture marketing 13.5% (w.b.) is not a recommended operation.

KEYWORDS: marketing, moisture, temperature.

INTRODUÇÃO

A expressão da qualidade máxima dos grãos ocorre durante sua maturidade fisiológica, época ideal para se realizar a colheita. Neste período, porém, os grãos apresentam-se com elevado teor de água, o que constitui fator desfavorável ao seu armazenamento (GARCIA et al., 2004). A colheita dos grãos de milho é realizado com teor de água em torno de 24% (MARIOT, 1983), umidade considerada elevada para o armazenamento. Deste modo, a secagem é um processo fundamental para um armazenamento seguro, visando à manutenção da qualidade dos grãos.

A secagem dos grãos permite a redução do seu teor de água a níveis adequados para o armazenamento, preserva os grãos de alterações físicas e/ou químicas induzidas pelo excesso de umidade e torna possível a manutenção da qualidade inicial, durante o armazenamento, possibilitando colheitas mais próximas da maturidade fisiológica (GARCIA et al., 2004).

O processo de secagem pode ser realizado de diversas maneiras, porém, requer cuidados especiais, no que diz respeito às temperaturas. Dependendo da espécie, tempo de exposição e método de secagem, temperaturas elevadas podem danificar membranas celulares e desnaturar proteínas, bem como causar fissuras. Tais danos acarretam redução na qualidade física e fisiológica dos grãos, seja logo após a secagem (efeito imediato) ou durante o armazenamento (efeito latente) (VILLELA & PESKE, 2003).

Consolidado como o cereal mais comumente utilizado na alimentação de animais, o milho merece atenção especial, pois representam cerca de 60 a 80% dos custos da produção animal (BELLAVÉR et al., 2005; SILVA et al., 2008). Várias empresas utilizam padrões particulares de avaliação e ajustes de classificação física do milho que podem ser rigorosos com a qualidade. Segundo o regulamento técnico do milho, regido pela Instrução Normativa nº60, de 22 de Dezembro de 2011, validade em julho de 2012, o milho é classificado em três tipos segundo a sua qualidade (Tipo 1, 2 e 3). Caso os limites de tolerância sejam excedidos e não atenda os parâmetros estabelecidos para o Tipo 3, o milho é considerado “fora de tipo” ou “desclassificado”. O percentual de umidade padronizado para comercialização do milho é de até 13,5% (BRASIL, 2012).

Desta forma, muitos produtores têm optado em elevar os teores de água dos grãos, da condição de armazenamento (12% b.u.), para a condição recomendada de comercialização de 13,5% (b.u.) por BRASIL (2012), para garantir maior peso do produto. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de grãos de milho convencional passando por processos de secagem e umedecimento, com teores de água inicial de 13,5% (b.u.), temperaturas do ar de secagem de 80, 100 e 120 °C, condições de umedecimento de 10 °C e UR de 90%.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Câmpus de Chapadão do Sul (CPCS), Laboratório de Pós-Colheita de Grãos. Os grãos de milho convencional foram colhidos com teores de água de 13,5% (b.u.) e secos em estufa de convecção com ventilação forçado do ar, nas temperaturas de 80, 100 e 120 °C.

A secagem foi realizada até os grãos atingirem os teores de água de equilíbrio higroscópico. Ao longo da secagem foram coletadas amostras com diferentes teores de água para determinação da qualidade física dos grãos. Para cada temperatura do ar de secagem foram realizados três testes de secagem, sendo que, para cada teste foram utilizados 5 kg de grãos de milho. Após a secagem dos grãos, os mesmos foram submetidos a um processo de umedecimento até os teores de água de 13,5% (b.u.) recomendados para comercialização (BRASIL, 2012) (Tabela 1).

TABELA 1. Atributos de qualidade para classificação do milho por tipo

Tipificação	Grãos Avariados		Grãos quebrados	Matérias estranhas e impurezas	Carunchados
	Mofados e Ardidos	Total			
Tipo I	1,0	6,0	3,0	1,0	2,0
Tipo II	2,0	10,0	4,0	1,5	3,0
Tipo III	3,0	15,0	5,0	2,0	4,0
Fora de Tipo	>3,0	>15,0	>5,0	>2,0	>4,0

Para o umedecimento dos grãos, utilizou-se uma câmara (B.O.D.) a temperatura de 10 °C e UR do ar de 90%, para acondicionamento do material. A temperatura e umidade relativa do ambiente foram monitoradas, ao longo de toda a secagem e umedecimento. O teor de água dos grãos em (% b.u.) foram determinados pelo método gravimétrico. A avaliação da qualidade física dos grãos de milho (classificação física) foi realizada a partir de uma amostra simples de trabalho de 250 g. Esta amostra foi passada em uma peneira com furos circulares, com diâmetro de cinco milímetros, conforme a Instrução Normativa n° 60, de 22 de dezembro de 2011 para a classificação de milho, elaborada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, validade a partir de julho de 2012 (BRASIL, 2012).

Foi avaliado o tamanho dos grãos (comprimento, largura e espessura) com auxílio de um paquímetro digital (MOHSEIN, 1986) e realizados testes de condutividade elétrica para verificar os efeitos dos tratamentos nos grãos de milho. O teste de condutividade elétrica foi realizado, segundo metodologia descrita por VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999).

Foram utilizadas 25 grãos para 3 sub amostras de cada tratamento e pesadas com precisão de duas casas decimais (0,01g). As amostras foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 ml de águas deionizadas e mantidas em câmara refrigerada do tipo (B.O.D.) com temperatura controlada a 25 ± 2 °C, durante 24 horas.

As soluções contendo os grãos foram levemente agitadas para uniformização dos lixiviados, e imediatamente procedeu-se à leitura em um condutivímetro digital portátil modelo CD-850 “Instrutherm”, sendo os resultados divididos pela massa das 25 grãos e expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando-se os resultados obtidos na Tabela 2, os grãos de milho submetidos ao processo de secagem sofreram reduções de água em diferentes intensidades, em função da temperatura do ar de secagem, prevalecendo os maiores valores para a secagem com temperaturas do ar mais elevadas. Verificou-se, que os grãos após a secagem sofreram um processo de contração volumétrica, porém, não se observando diferenças significativas e consistentes, em função do aumento da temperatura do ar de secagem.

O processo de secagem proporciona a perda de água causando danos nas estruturas celulares do produto, com isto leva a mudanças na forma e decréscimo em suas dimensões (MAYOR & SERENO, 2004). Para PRADO et al. (2000), a contração volumétrica é promovida pela redução da tensão existente no interior das células devido à remoção da água durante a secagem. Segundo POLAT et al. (2006) e MATOUK et al. (2008) relatam que as mudanças volumétricas são a principal causa das alterações das propriedades físicas dos produtos agrícolas. Conseqüentemente, o aumento da temperatura do ar de secagem, também influenciou na estrutura física nas diferentes camadas dos tecidos celulares dos grãos, perceptível nos resultados obtidos pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 2).

Segundo VIEIRA (2008), o valor da condutividade elétrica é medido em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição dos grãos, está, por sua vez, diretamente relacionado à integridade das membranas celulares, tendo assim sido proposto como um parâmetro de avaliação do vigor dos grãos (ULLMANN et al., 2010). O aquecimento excessivo dos grãos, durante a secagem, pode provocar danos, como redução na percentagem e velocidade de germinação, formação de plântulas anormais, trincamentos internos, rompimento do tegumento e alteração da coloração, como observaram NELLIST & HUGHES (1973), sendo que a extensão dos danos depende da interação entre temperatura, tempo de exposição e teor de água do grão. De acordo com MENEZES et al. (2012), o aumento nas temperaturas de secagem resulta em aumento na percentagem de grãos com fissuras, que, associado a outros efeitos de secagem, afetam, negativamente, a germinação.

TABELA 2. Efeitos da secagem na redução de volume e interferência na qualidade dos grãos de milho

Nº	Temperatura do ar de secagem (°C)	Tempo de secagem (min)	Teor de água inicial (% b.u.)	Teor de água final (% b.u.)	% Água retirada	Volume inicial (mm³)	Volume final (mm³)	% Volume reduzido	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
1	80	20	13,5	13,5	0,0	376	361	4,0	2,46
2	80	40	13,5	12,6	6,7	382	367	3,9	2,65
3	80	60	13,5	10,8	20,0	327	309	5,5	2,87
4	80	80	13,5	10,5	22,2	350	335	4,3	2,29
5	80	100	13,5	9,9	26,7	389	373	4,1	2,96
6	80	120	13,5	9,0	33,3	362	347	4,1	2,21
7	80	140	13,5	8,7	35,6	335	321	4,2	2,73
1	100	20	13,5	12,2	9,6	372	355	4,6	2,37
2	100	40	13,5	10,4	23,0	375	359	4,3	7,02
3	100	60	13,5	8,9	34,1	378	358	5,3	2,95
4	100	80	13,5	8,1	40,0	345	313	9,3	3,32
5	100	100	13,5	7,2	46,7	359	335	6,7	3,22
6	100	120	13,5	6,7	50,4	360	336	6,7	3,27
7	100	140	13,5	6,0	55,6	357	334	6,4	3,31
1	120	20	13,5	11,7	13,3	374	359	4,0	4,00
2	120	40	13,5	9,8	27,4	348	332	4,6	3,53
3	120	60	13,5	8,4	37,8	354	337	4,8	4,07
4	120	80	13,5	7,2	46,7	376	354	5,9	3,39
5	120	100	13,5	6,2	54,1	345	323	6,4	2,99
6	120	120	13,5	5,5	59,3	363	335	7,7	3,40
7	120	140	13,5	5,0	63,0	373	356	4,6	3,91

O processo de umedecimento dos grãos, na intenção de elevar os teores de água da condição de armazenamento para os teores de água de comercialização, foi avaliado na Tabela 3. Evidenciou-se, que o mesmo tempo utilizado para secagem não foi o suficiente para reidratar os grãos, através do processo de umedecimento.

A perda de qualidade dos grãos com a lixiviação de íons foi verificada pela condutividade elétrica, ou seja, o reumedecimento dos grãos colaborou para a redução de qualidade dos mesmos, em proporções semelhantes da secagem.

Porém, os maiores valores de condutividade elétrica coincidiram com os tratamentos de maior temperatura em embalagens de papel, pois estas condições promovem uma maior soma de lixiviados celulares, ou seja, maior desorganização de membranas, possivelmente causada por oxidação dos lipídios de membrana (VIEIRA, 2008; CORADI et al., 2014).

TABELA 3. Efeitos do umedecimento no aumento de volume e interferência na qualidade dos grãos de milho

Nº	Temperatura do ar de secagem (°C)	Tempo de umedecimento (min)	Teor de água inicial (% b.u.)	Teor de água final (% b.u.)	% Água absorvida	Volume inicial (mm³)	Volume final (mm³)	% Volume ganho	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
1	80	20	12,68	12,86	1,4	361	365	1,1	2,16
2	80	40	10,83	10,99	1,5	367	369	0,5	2,42
3	80	60	10,56	10,73	1,6	309	309	0,0	2,79
4	80	80	9,95	10,13	1,8	335	339	1,2	2,66
5	80	100	9,00	9,20	2,2	373	373	0,0	3,14
6	80	120	8,79	9,02	2,6	347	338	-2,6	3,19
7	80	140	8,11	8,37	3,2	321	317	-1,2	2,98
1	100	20	12,23	12,37	1,1	355	352	-0,8	3,31
2	100	40	10,49	10,64	1,4	359	357	-0,6	3,27
3	100	60	8,93	9,11	2,0	358	355	-0,8	4,01
4	100	80	8,19	8,38	2,3	313	324	3,5	3,05
5	100	100	7,24	7,48	3,3	335	337	0,6	2,95
6	100	120	6,79	6,99	2,9	336	336	0,0	3,18
7	100	140	6,03	6,29	4,3	334	333	-0,3	4,13
1	120	20	11,76	11,87	0,9	359	358	-0,3	2,61
2	120	40	9,82	10,02	2,0	332	332	0,0	3,05
3	120	60	8,45	8,64	2,2	337	336	-0,3	3,19
4	120	80	7,30	7,50	2,7	354	357	0,8	3,07
5	120	100	6,29	6,55	4,1	323	328	1,5	2,84
6	120	120	5,56	5,76	3,6	335	337	0,6	2,82
7	120	140	5,06	5,26	4,0	356	346	-2,8	3,42

Assim, pode-se afirmar que o aumento do teor de água nos grãos para as condições permitidas de comercialização (13,5% b.u.) (BRASIL, 2012) via umedecimento, pode ser uma alternativa para o aumento do peso da massa de grãos, no entanto, ficou evidente a perda de qualidade nos grãos.

CONCLUSÕES

A integridade física dos grãos foi afetada negativamente após a secagem, sendo que, os maiores danos foram proporcionados pelas maiores temperaturas do ar. O processo de umedecimento da massa de grãos alterou negativamente a qualidade física. Concluiu-se que, o aumento da massa de água dos grãos armazenados para a umidade de comercialização de 13,5 % (b.u.) não é uma operação recomendada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFMS e a FUNDECT - MS pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria nº 611, de 04 de julho de 2012. Alterar os incisos IV e VI do art. 25 e o art. 31, todos da Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 129, 5 jul. 2012. Seção 1, p.10.

BELLAVER, C., LUDKE, J.V., LIMA, G.J.M.M. Qualidade e padrões de ingredientes para rações. In: Global Feed & Food Congress, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FAO/IFIF/SINDIRAÇÕES.

CORADI, P.C.; MELO, E.C.; ROCHA, R.P. Evaluation of electrical conductivity as a quality parameter of lemongrass leaves (*Cymbopogon Citratus* Stapf) submitted to drying process. **Drying Technology (Online)**, v.32, p.969-980, 2014.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

MARIOT, C. Produção de semente genética, pré-básica e básica de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 36, n. 346, p. 29-36, 1983.

MATOUK, A.M.; ABD EL-LATIF, S.M.; THARWAT, A. Physical properties of some oil producing crops. **Journal Agricultural Scientific**, Mansoura, Egypt, v.33, p.4213-4233, 2008.

MAYOR, L.; SERENO, A.M. Modeling shrinkage during convective drying of food materials: a review. **Journal of Food Engineering**, Londres, v.61, n.3, p.373-386, 2004.

MENEZES, N.L.; CICERO, S.M.; VILLELA, F.A.; BORTOLOTTI, R.P. Using X-Rays to evaluate fissures in Rice seeds dried artificially. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1, p.70-77, 2012.

MOSHENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986, 841p.

NELLIST, M. E.; HUGHES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.1, p.613-643, 1973.

POLAT, R.; ATAY, U.; SAGLAM, C. Some physical and aerodynamic properties of soybean. **Journal of Agronomy**, v.5, n.1, p.74-78, 2006.

PRADO, M.E.T.; ALONSO, L.F.T.; PARK, K.J. Shrinkage of dates (*Phoenix Dacyilyfera* L.) during drying. **Drying Technology**, New York, v.18, n.1, p.295-310, 2000.

SILVA, C.S.; COUTO, H.P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.; SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.883-889, 2008.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J.F.; CHAVES, T.H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem em diferentes condições de ar. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.442-447, 2010.

VIEIRA, R.D., KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, ABRATES, 1999.

VIEIRA, R.D. Temperature during soybean seed storage and the amount of electrolytes of soaked seed solution. **Science Agriculture**, Piracicaba, v.65, n.5, p.496-501, set/out, 2008.

VILLELA, F.A.; PESKE, S.T. Secagem de sementes. In: PESKE, S.; ROSENTHAL, M.; ROTA, G. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p. 283-321.