

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO TRANSGÊNICO HERCULEX 30S31 APÓS SECAGEM E UMEDECIMENTO**

**ALISSON H. S. SOUZA<sup>1</sup>, PAULO C. CORADI<sup>2</sup>, LUCAS J. CAMILO<sup>1</sup>, CARLOS H. Q. REGO<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> 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](mailto: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:** O teor de água dos grãos é um fator determinante para o armazenamento e comercialização. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de grãos de milho transgênico 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. O aumento do tempo de secagem reduziu os teores de água dos grãos e redução do volume. Enquanto que, o processo de umedecimento aumentou os teores de água dos grãos e o volume, porém em menor quantidade, quando comparados com a secagem, no mesmo tempo de exposição. A redução e o aumento dos teores de água através da secagem e umedecimento dos grãos, respectivamente, interferiram na qualidade física. Concluiu-se que, o aumento da massa de água, para a umidade de comercialização dos grãos de 13,5 % (b.u.) não é recomendada.

**PALAVRAS-CHAVE:** comercialização, indústria, processamento.

### **EVALUATION OF THE QUALITY OF CORN GRAINS TRANSGENIC *HERCULEX* 30S31 AFTER DRYING AND WETTING**

**ABSTRACT:** The grain water content is a determining factor for the storage and marketing. The aim of this study was to evaluate the quality of transgenic corn grain through drying and wetting processes, with an initial water content of 13.5% (w.b.), drying air temperatures of 80, 100 and 120 °C, wetting conditions 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 increase in drying time reduced water levels and reduced grain volume. However, the wetting process increased the water content and grain volume, but in a smaller amount when compared with drying at the same exposure time. The reduction and the increase of water content by drying and wetting of grain, respectively, interfere in the physical quality. In conclusion, the increase of the water mass for moisture marketing of the grains of 13.5% (w.b.) is not recommended.

**KEYWORDS:** industry, marketing, processing.

## INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro a produção de milho vem batendo recorde ano após ano. O Paraná se apresenta como maior produtor, seguido do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2014). Grande parte da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal (cerca de 70%), podendo este valor chegar a 85% em países desenvolvidos (PAES, 2006). Consolidado como o cereal mais comumente utilizado na alimentação de frangos de corte, o milho merece atenção especial durante todo o processo de fabricação de rações, que quando usadas intensivamente, representam cerca de 60 a 80% dos custos da produção animal (BELLAVÉR et al., 2005).

O milho é classificado de acordo com parâmetros de qualidade influenciados por fatores relacionados às etapas da cadeia produtiva, ou seja, alterações durante seu desenvolvimento, maturação, colheita, transporte, secagem e armazenamento (SILVA, 2008). Para que o sistema de comercialização e informação do mercado de milho seja padronizado, os grãos no Brasil são classificados segundo a qualidade definida por meio de padrões pré-fixados.

Para tal classificação, existem normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentados pela Portaria nº 845, de 8 de novembro de 1976 e Portaria nº 11, de 12 de abril de 1996, e, recentemente, entrando em vigência a Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011.

O milho é classificado em três tipos segundo a sua qualidade: “Tipo 1”, com limite máximo de tolerância: 1,0% de matérias estranhas e impurezas, 2,0% de grãos carunchados, 1,0% de grãos avariados ardidos e 6,0% de avariados totais; “Tipo 2”, com limite máximo de tolerância: 1,5% de matérias estranhas e impurezas, 3,0% de grãos carunchados, 2,0% de grãos avariados ardidos e 10,0% de avariados totais; “Tipo 3”, com limite máximo de tolerância: 2,0% de matérias estranhas e impurezas, 4,0% de grãos carunchados, 3,0% de grãos avariados ardidos e 15,0% de avariados totais. 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”. Já o milho que apresenta estado de conservação inadequado, odor estranho, aspecto de mofo generalizado e/ou grãos fermentados, sementes de outra origem ou que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto (tóxicas) são, além de desclassificados, proibidos para comercialização (BRASIL, 2012).

Os teores de água recomendados por BRASIL (2012) para comercialização de grãos de milho é de 13,5% (b.u.), porém, esta umidade ainda é muito contestada pelas indústrias, produtores, cooperativas, armazéns, órgãos federais e instituições de pesquisa, pois se entende que grãos de milho com teores de água acima de 12% (b.u.), quando armazenados perdem rapidamente sua qualidade intrínseca.

Desta forma, muitos produtores têm optado em elevar os teores de água dos grãos, da condição de armazenamento, para a condição recomendada de comercialização por BRASIL (2012), para garantir maior peso do produto. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de grãos de milho transgênico 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 objetivo é garantir a comercialização por preço justo, com um pagamento maior pelo produto de melhor qualidade, e penalizando o de qualidade inferior (BRASIL, 2012).

## 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 transgênico 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. Foi avaliado o tamanho (volume) 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 & 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  $25 \pm 2$  °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, com o aumento do tempo de secagem dos grãos de milho, para a temperatura de 80 °C houve redução dos teores de água de 13,5% (b.u.) para 9,02% (b.u.), correspondendo a 33,19% do total de água retida nos grãos. A remoção de água proporcionou também alterações no volume dos grãos, processo de contração. No total, verificou-se que os grãos reduziram de tamanho 6,05%.

Com a redução do volume dos grãos houve perda também da qualidade, analisada pela quantidade de íons lixiviados (teste de condutividade elétrica). Segundo ULLMANN et al. (2010), danos no nível celular em sementes causada pela retirada de água pode inicialmente causar alterações fisiológicas e bioquímicas que pode ser identificado pelo teste de condutividade elétrica e não ser visto claramente no teste de germinação.

Notou-se, que o aumento do tempo de secagem e redução do volume dos grãos causou desidratação dos tecidos celulares, aumentando a quantidade de íons lixiviados. Como observado por outros autores (RIBEIRO, 2003, CORADI et al., 2014), as quantidades de íons lixiviados têm ocorrido, principalmente, devido às altas temperaturas de secagem, interferindo na integridade das membranas celulares. Durante o processo de secagem, a umidade é inicialmente extraída das camadas externas do grão, originando um gradiente de umidade do seu centro para a periferia. Quando este gradiente é demasiadamente grande, tensões internas causam o trincamento (stress cracking) dos grãos, favorecendo o ataque de insetos e fungos (BRAGATTO et al., 2009). Por isso, para grãos com umidade inicial mais elevada a temperatura de secagem deve ser menor, com emprego de temperaturas maiores apenas em casos de grãos com menores teores de umidade (WEBER, 2001).

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	13,08	3,11	516,77	510,60	1,19	7,61
2	80	40	13,5	12,49	7,48	545,26	532,05	2,42	8,40
3	80	60	13,5	11,21	16,96	542,94	528,13	2,73	8,10
4	80	80	13,5	11,13	17,55	524,61	507,80	3,20	8,57
5	80	100	13,5	10,04	25,62	552,04	530,71	3,86	8,29
6	80	120	13,5	9,99	26,00	536,01	510,25	4,81	8,85
7	80	140	13,5	9,02	33,19	507,78	477,04	6,05	10,77
1	100	20	13,5	12,45	7,77	528,58	512,27	3,09	9,63
2	100	40	13,5	11,70	18,51	480,61	456,83	4,95	16,44
3	100	60	13,5	10,50	22,22	534,90	517,69	3,22	14,12
4	100	80	13,5	9,70	28,15	524,19	506,03	3,46	20,33
5	100	100	13,5	8,41	37,70	489,83	465,62	4,94	19,37
6	100	120	13,5	8,15	39,63	493,42	461,73	6,42	26,92
7	100	140	13,5	7,18	49,81	495,83	468,42	5,53	20,38
1	120	20	13,5	12,42	8,00	499,92	485,47	2,89	17,84
2	120	40	13,5	10,65	21,11	541,71	516,09	4,73	22,59
3	120	60	13,5	9,07	32,81	504,65	476,03	5,67	22,71
4	120	80	13,5	8,03	40,51	458,10	435,92	4,84	21,60
5	120	100	13,5	6,99	48,22	454,18	427,78	5,81	20,99
6	120	120	13,5	6,69	50,44	465,21	439,86	5,45	22,67
7	120	140	13,5	5,78	57,19	501,45	467,79	6,71	22,45

Este processo repetiu-se para a secagem com temperaturas do ar de 100 e 120 °C, no entanto, com mais intensidade. Apesar da redução do volume dos grãos serem proporcionais para as temperaturas, a qualidade, ou seja, o processo de desidratação e rompimento dos tecidos celulares foram maiores quando a secagem foi realizada com temperaturas mais elevadas. A diferença na qualidade dos grãos aproxima-se a duas vezes na secagem com temperatura de 80 °C, comparados a 100 e 120 °C (Tabela 2).

Por outro lado, verificou-se na Tabela 3, que o processo de umedecimento dos grãos é muito mais lento que a secagem. Mesmo assim, observou-se que os grãos aumentaram de volume, na maioria das vezes, com o aumento dos teores de água, ocorrendo um processo lento de hidratação dos tecidos celulares. Conseqüentemente, os grãos sofreram quanto à qualidade quando submetidos ao processo de umedecimento, proporcional às condições de secagem, mesmo em tempos reduzidos de hidratação.

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	13,08	13,21	0,98	519,60	520,67	0,21	6,99
2	80	40	12,49	12,65	1,26	532,05	535,35	0,62	7,28
3	80	60	11,21	11,37	1,41	528,13	529,49	0,26	7,23
4	80	80	11,13	11,24	0,98	507,80	509,49	0,33	8,74
5	80	100	10,04	10,19	1,47	530,71	532,39	0,32	9,45
6	80	120	9,99	10,11	1,19	510,25	513,91	0,71	12,30
7	80	140	9,02	9,15	1,42	477,04	474,89	-0,45	8,29
1	100	20	12,45	12,46	0,08	512,27	517,73	1,05	11,92
2	100	40	11,70	11,84	1,18	456,83	461,08	0,92	12,98
3	100	60	10,50	10,61	1,04	517,69	506,18	-2,27	15,02
4	100	80	9,70	9,86	1,62	506,03	503,07	-0,59	15,46
5	100	100	8,41	8,64	2,66	491,14	497,72	1,32	18,69
6	100	120	8,15	8,31	1,93	461,73	464,86	0,67	27,57
7	100	140	7,18	7,46	3,75	468,42	466,33	-0,45	19,13
1	120	20	12,42	12,54	0,96	485,47	488,58	0,64	12,80
2	120	40	10,65	10,81	1,48	516,09	523,21	1,36	20,07
3	120	60	9,07	9,24	1,84	476,03	473,10	-0,62	18,25
4	120	80	8,03	8,21	2,19	435,92	436,11	0,04	23,48
5	120	100	6,99	7,17	2,51	427,78	428,78	0,23	21,54
6	120	120	6,69	6,84	2,19	439,86	439,49	-0,08	18,37
7	120	140	5,78	5,95	2,86	467,79	470,36	0,55	26,55

Pode-se dizer, que o tempo submetido à secagem (Tabela 2) e umedecimento (Tabela 3) define há qualidade dos grãos. Desta forma, torna-se desapropriada a realização do umedecimento de grãos após armazenamento, do ponto de vista da qualidade, para recuperar massa de água até as condições permitidas para comercialização de 13,5% (b.u.), de acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012).

## CONCLUSÕES

A redução e o aumento dos teores de água através da secagem e umedecimento dos grãos, respectivamente, interferiram na qualidade física.

O aumento da massa de água nos grãos, para a umidade de comercialização de 13,5% (b.u.) não é recomendada.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

- 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.
- BRAGATTO, S.A.; BARELLA, W.D. 2009. **Otimização do Sistema de Armazenagem de Grãos: Um estudo de caso.** Disponível em: <[www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR21\\_0163.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR21_0163.pdf)> Acesso em: 14/09/2009.
- BRASIL. Portaria n° 611, de 04 de julho de 2012. Alterar os incisos IV e VI do art. 25 e o art. 31, todos da Instrução Normativa n° 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.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php>>. Acesso em: 06/11/2014.
- 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.
- MOSHENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials.** New York: Gordon and Breach Publishers, 1986, 841p.
- PAES, M.C.D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. 2006. In: EMBRAPA CNPSA, Circular Técnica n° 75, Sete Lagoas – MG,
- 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 Agrônômica**, v.41, p.442-447, 2010.
- RIBEIRO, D. M. **Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem.** 2003, 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- 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.
- WEBER, E.A. **Armazenagem agrícola**, 2.ed. Editora Guaíba, 2001.