

## EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM SOBRE PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE MILHO BRANCO E AMARELO

GUILHERME DE AVILA SOARES<sup>1</sup>; BERNARDO PRESTES STUKER<sup>2</sup>;  
NEWITON DA SILVA TIMM<sup>3</sup>; ADRIANO HIRSCH RAMOS<sup>4</sup>; MAURÍCIO DE  
OLIVEIRA<sup>5</sup>; MOACIR CARDOSO ELIAS<sup>6</sup>

<sup>1</sup> UFPEL-FAEM-Acadêmico de Agronomia – [guilhermeavilasoares2@gmail.com](mailto:guilhermeavilasoares2@gmail.com)

<sup>2</sup> U UFPEL-FAEM-Acadêmico de Agronomia – [bernardoprestes9@gmail.com](mailto:bernardoprestes9@gmail.com)

<sup>3</sup> UFPEL-FAEM-Mestrando PPGCTA – [newiton.silva.timm@hotmail.com](mailto:newiton.silva.timm@hotmail.com)

<sup>4</sup> UFPEL-FAEM-Doutorando PPGCTA – [adriano.hirsch@hotmail.com](mailto:adriano.hirsch@hotmail.com)

<sup>5</sup> UFPEL-FAEM-DCTA-Professor – [mauricio@labgraos.com.br](mailto:mauricio@labgraos.com.br)

<sup>6</sup> UFPEL-FAEM-DCTA -Professor– [eliasmc@uol.com.br](mailto:eliasmc@uol.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos mais difundidos no mundo devido ao seu alto valor nutricional e a sua fácil adaptação em diferentes condições ambientais (EICHOLZ et al., 2016).

O milho não é apenas consumido na forma de grãos ou rações para animais, mas também é usado para produção de farinha, amido, óleo e outros produtos alimentícios e industriais. Os derivados desse grão, portanto, possuem aplicações na indústria alimentícia, química, farmacêutica e cosmética (MOREIRA, et al., 2015). PAES (2006) lista uma série produtos derivados do milho ou que contêm seus componentes isolados ou transformados industrialmente. Farinhas ou fubás, amido, glucose, antibióticos, balas, confeitos, batatas *chips*, bebidas, cereais matinais, doces, ração animal, tecidos, tintas, baterias para veículos e explosivos, são alguns dos exemplos. Farinhas integrais de milho apresentam alto valor biológico de interesse ao consumidor. Há milho com pericarpo branco, amarelo, roxo, vermelho, rajado e preto (MOREIRA, et al., 2015).

A colheita dos grãos normalmente ocorre com umidade elevada (25 a 30%), por isso deve ser realizada a secagem artificial dos grãos até níveis de umidade adequados para o armazenamento seguro (12 a 13%). Segundo ELIAS et al. (2017) existem diferentes processos, sistemas e métodos em que é possível realizar a secagem desses grãos. Para haver secagem é necessária a ocorrência de gradiente de pressão de vapor, tendo que a pressão de vapor dos grãos ser maior do que a pressão de vapor do ar secante (GUIMARÃES et al., 2015).

Alguns estudos apontam a importância de adequar as condições de secagem de grãos. Temperatura elevadas afetam as propriedades térmicas, reológicas e estruturais do amido e da farinha de milho (ALTAY e GUNASEKARAN, 2006; HARDACRE e CLARK, 2006; MALUMBA et al., 2009; MALUMBA et al., 2014).

Objetivou-se, com o trabalho, avaliar efeitos da temperatura de secagem sobre parâmetros de avaliação de qualidade tecnológica de dois genótipos de milho.

### 2. METODOLOGIA

Foram utilizados os genótipos branco farináceo (BRS 015FB) e amarelo farináceo (CMST 029), colhidos na safra 2017/2018 na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul. Após a colheita, os grãos foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade

de Agronomia “Eliseu Maciel”, na Universidade Federal de Pelotas, onde foram realizadas as secagens e as respectivas análises.

O milho amarelo foi colhido com umidade de 29,7% e o milho branco foi colhido com umidade de 24,7%. Os grãos foram submetidos a temperaturas de secagem de 30, 50, 70 e 90 °C em secador estacionário com velocidade do ar secante de 0,5 m.s<sup>-1</sup>.

A dureza dos grãos de milho secos em diferentes temperaturas foi realizada em texturômetro Stable Micro Systems Texture Analysers (Modelo TA.XTplus, Inglaterra) por meio de uma sonda de três vias, com célula de carga de 5 kg e dois cilindros de compressão (PARK et al., 2001). A condutividade elétrica foi realizada segundo metodologia da International Seed Testing Association - ISTA (2008). O teste de germinação foi conduzido em quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em rolo de papel filtro, em germinador regulado a 25 °C, embebido em água na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato seco. A contagem foi feita no 7º dia após a semeadura, seguindo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O teor de proteína solúvel dos grãos após a secagem foi determinado segundo método descrito por LIU et al. (1992).

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 95%. Quando observado o efeito das variáveis independentes foi realizada a comparação entre genótipos por teste t e a comparação entre as temperaturas de secagem por teste de comparação de médias de Tukey.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de dureza, condutividade elétrica, germinação e proteína solúvel dos dois genótipos de milho submetidos a diferentes temperaturas de secagem.

O milho amarelo farináceo apresentou dureza que variou de 122,65 a 200,02 N para os grãos secos a 30 e 90 °C, respectivamente, sendo que os grãos secos a 90 °C apresentaram diferença frente aos grãos secos em temperaturas inferiores ( $P < 0,05$ ). Não foram observadas diferenças significativas para a dureza nas temperaturas de secagem dos grãos de milho branco ( $P \geq 0,05$ ). Entre os genótipos, foi verificado efeito significativo do genótipo na dureza, quando os grãos foram secos a 90 °C, onde os grãos de milho amarelo farináceo apresentaram maior dureza dos que os grãos de milho branco ( $P < 0,05$ ). Este efeito foi causado por uma pré-gelatinização do amido em razão dos grãos de milho amarelos terem sido colhidos com umidade próxima a 30% e submetidos a secagem a 90 °C.

Secagens a 50, 70 e 90 °C promoveram valores superiores de condutividade elétrica para ambos genótipos. Quando comparado entre os genótipos, foi observado que nas temperaturas de 30, 50, e 90 °C os grãos de milho amarelo apresentaram maior condutividade elétrica, aumentando 3,6%, 11,9% e 16,3%, respectivamente. O aumento da condutividade elétrica indica a desestruturação celular, determinando a quantidade de minerais lixiviados na solução de imersão dos grãos, além de proporcionar um bom potencial como indicador do nível de dano celular e de integridade do tegumento (GONELI et al., 2007).

A germinação para ambos os genótipos variou de 0 a 100,00 % nas temperaturas de secagem de 90 e 30 °C, respectivamente. Para o milho amarelo farináceo, observou-se que no aumento da temperatura de 30 para 50 °C houve redução da germinação, enquanto a partir de 70 °C, não houve germinação dos grãos. Os grãos de milho branco farináceo, secos a 30 e 50 °C apresentaram valores de germinação iguais, seguido pelos grãos secos a 70 e após, 90 °C.

Quando secos a 50 e 70 °C, os grãos de milho branco farináceo apresentaram maior germinação do que os grãos amarelos farináceos. BAKER et al. (1991) relataram que a redução da germinação de acordo com o aumento da temperatura de secagem é resultado dos danos na membrana celular ou da desorganização de componentes celulares. Estes resultados são corroborados pelo aumento da dureza e condutividade elétrica, e possivelmente os danos fisiológicos ocorridos em razão da alta temperatura mostram-se irreversíveis.

Tabela 1. Dureza, condutividade elétrica, germinação e proteína solúvel de dois genótipos de milho submetidos a diferentes temperaturas de secagem

Temperatura de secagem (°C)	Amarelo farináceo*	Branco farináceo*
<i>Dureza (N)</i>		
30	141,31 ± 40,46 aB	122,16 ± 16,16 aA
50	126,96 ± 31,53 aB	143,71 ± 38,10 aA
70	122,65 ± 28,11 aB	131,16 ± 41,25 aA
90	200,02 ± 58,78 aA	134,22 ± 22,36 bA
<i>Condutividade elétrica (μS.cm<sup>-1</sup>)</i>		
30	54,25 ± 1,50 aB	52,25 ± 2,06 bB
50	73,00 ± 1,15 aA	64,25 ± 0,50 bA
70	72,50 ± 13,28 aA	65,00 ± 0,00 aA
90	79,50 ± 5,20 aA	66,50 ± 7,51 bA
<i>Germinação (%)</i>		
30	100,00 ± 0,00 aA	100,00 ± 0,00 aA
50	71,00 ± 4,24 bB	99,00 ± 1,41 aA
70	0,00 ± 0,00 bC	2,00 ± 0,00 aB
90	0,00 ± 0,00 aC	0,00 ± 0,00 aC
<i>Proteína solúvel (%)</i>		
30	19,72 ± 0,22 aA	14,67 ± 1,68 bA
50	18,48 ± 1,92 aA	15,58 ± 1,56 bA
70	12,43 ± 0,14 aB	11,20 ± 0,09 aAB
90	8,39 ± 1,30 aB	8,66 ± 0,14 aB

\*Letras minúsculas comparam entre colunas, por teste t, os genótipos de milho. Letras maiúsculas comparam entre linhas, pelo teste de Tukey, a temperatura de secagem.

A proteína solúvel dos grãos de milho amarelo farináceo variou de 8,39 a 19,72 %, para grãos secos a 90 e 30 °C, enquanto para os grãos de milho branco farináceo variou entre 8,66 a 15,58 %, secos a 90 e 50 °C, respectivamente. Os grãos de milho amarelo farináceo apresentaram maiores valores de proteína solúvel quando secos a 30 e 50 °C. Os grãos de milho branco farináceo, secos a 30 e 50 °C diferiram dos grãos secos a 90 °C, sendo verificados os menores valores de proteína solúvel nas altas temperaturas para ambos os genótipos. Nas secagens a 30 e 50 °C, o milho amarelo apresentou maior proteína solúvel em relação ao milho branco. Já nas temperaturas de secagem de 70 e 90 °C não foram observadas diferenças entre os genótipos.

#### 4. CONCLUSÕES

A secagem de milho amarelo farináceo e branco farináceo em temperaturas de 70 e 90°C resultou em grãos com maior condutividade elétrica, menor índice de germinação, menor proteína solúvel. Na secagem a 90 °C, os grãos de milho amarelo farináceo apresentaram maior dureza. Independentemente do genótipo, a

secagem a 30 °C apresentou menores dureza e condutividade elétrica, com maiores percentuais de germinação e de proteína solúvel.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTAY, F.; GUNASEKARAN, S. Influence of drying temperature, water content, and heating rate on gelatinization of corn starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.4235-4245, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, Mapa / ACS, 399p., 2009.
- EICHOLZ, E. D.; GRIEP, L.; AIRES, R. F.; EICHOLZ, M. D. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento: Avaliação agrônômica de variedades de milho de polinização aberta no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 26p.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; LANG, G. H.; VANIER, N. L. **Certificação de unidades armazenadoras de grãos e fibras no Brasil**. Pelotas: Gráfica Santa Cruz, 2017. 375p.
- GONELI, A.L.D.; CORREA, P.C.; RESENDE, O.; REIS NETO, S.A. Electrical Conductivity for Quality Evaluation of Popcorn Kernels subjected to Mechanical Damage. **Biosystems Engineering**, v. 96, n. 3, p361-367, 2007.
- GUIMARÃES, D. S.; LUZ, C. A. S.; PERES, W. B.; LUZ, M. L. G. S.; GADOTTI, G. I. **Secagem de Grãos e Sementes**. Pelotas: Gráfica Santa Cruz, 2015. 314p.
- HARDACRE, A.K.; CLARK, S.M.; The effect of hybrid and growing environment on the rheological properties of starch and flour from maize (*Zea mays* L.) grain dried at four temperatures. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.144-150, 2006.
- ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Determination of other seeds by number. In: **International rules for seed testing**. ed. 2008. Bassersdorf, c.4, p.4.1-4.3, 2008.
- LIU, K.; MCWATTERS, K.H.; PHILLIPS, R.D.; Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.40, p.2483-2487, 1992.
- MALUMBA, P.; MASSAUX, C.; DEROANNE, C.; MASIMANGO, T.; BÉRA, F.; Influence of drying temperature on functional properties of wet-milled starch granules. **Carbohydrate Polymers**, v.75, p.299-306, 2009.
- MALUMBA, P.; ODJO, S.; BOUDRY, C.; DANTHINE, S.; BINDELLE, J.; BECKERS, Y.; BÉRA, F. Physicochemical characterization and in vitro assessment of the nutritive value of starch yield from corn dried at different temperatures. **Starch/Stärke**, v. 66, p. 738-748, 2014.
- MOREIRA, R.; CHENLO, F.; ARUFE S, RUBINOS S. Physicochemical characterization of white, yellow and purple maize flours and rheological characterization of their doughs. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 12, p. 7954–7963, 2015.
- PAES, M. C. D. Circular Técnica 75: **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p.
- PARK, J. K.; KIM, S. S.; KIM, K. O. Effects of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physiochemical properties of milled and cooked rice. **Cereal Chemistry**, v. 78, n. 2, p. 151-156, 2001.