

EFEITOS DO GENÓTIPO, DA TEMPERATURA DE SECAGEM E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE OS DEFEITOS DE GRÃOS DE MILHO

MARINA PETER SCHWAB¹; HENRIQUE PASSOS NEUTZLING²;
NEWITON DA SILVA TIMM³; ADRIANO HIRSCH RAMOS⁴; CRISTIANO
DIETRICH FERREIRA⁵; MAURÍCIO DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – marinapschwab@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – henriqueneutzling@hotmail.com

³Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – newiton.silva.timm@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – adriano.hirsch@hotmail.com

⁵Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – cristiano.d.f@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – oliveira.mauricio@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) apresenta uma variada gama de aplicações, sendo aproximadamente 15% da produção destinado à alimentação humana e 85% à alimentação animal. Os grãos de milho possuem aproximadamente 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras e 4% de óleo (PAES, 2006). No Brasil, os grãos de milho são classificados pela sua consistência e formato em grupos (duro, dentado/farináceo, semiduro e misturado), pela sua coloração em classes (amarela, branca, cores e misturado) e em tipos, mensurada pela quantidade de defeitos (BRASIL, 2011).

Parâmetros como rendimento de extração do amido, solubilidade proteica, digestibilidade do amido e da proteína e percentual de defeitos mensuram a qualidade dos grãos. Esses parâmetros podem ser afetados pelas condições pré-colheita e genótipo utilizados (ODJO et al., 2018), pela temperatura de secagem (MALUMBA et al., 2008; ODJO et al., 2018) e de armazenamento (PARAGINSKI et al., 2014).

Grãos de milho com os diferentes defeitos foram avaliados por PARAGINSKI et al. (2019). Esses autores realizaram a extração do amido dos grãos e relataram que os grãos chochos e imaturos apresentaram um menor rendimento de extração de amido. PARAGINSKI et al. (2014) estudaram o armazenamento de grãos de milho por 12 meses em diferentes temperaturas (5, 15, 25 e 35 °C). Esses autores relataram um aumento do percentual de grãos infectados mofos visíveis, independente da temperatura de armazenamento. Entretanto, não foram encontrados estudos que avaliaram efeitos do genótipo, da temperatura de secagem e do armazenamento de grãos de milho sobre o percentual de defeitos.

Sendo assim, objetivou-se avaliar efeitos do genótipo, da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento sobre o percentual de grãos de milho sadios, fermentados, ardidos e mofados.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados genótipos de milho amarelo farináceo (CMST 029), branco farináceo (BRS 015FB) e rajado semiduro (CMST 012), colhidos na Embrapa Clima Temperado, na safra 2017/2018. Os genótipos com pericarpo amarelo e branco possuem o endosperma completamente farináceo e o genótipo com pericarpo rajado possui parte do endosperma vítreo e parte farináceo (semiduro). Imediatamente após a colheita os grãos foram transportados ao Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), onde foram realizados os experimentos. As amostras foram peneiradas, limpas e a umidade inicial dos grãos foi determinada em estufa por 3 h a 140 °C (ASAE, 2000). Os grãos de milho (5 kg) foram secos em diferentes temperaturas (30, 50, 70 e 90 °C) com velocidade do ar de 0,5 m.s⁻¹ em secador experimental de leito fixo até atingirem umidade próxima a 13%. Os grãos foram armazenados (5 kg) por 12 meses, a 25 °C no interior de sacos de polietileno, com espessura de 0,016 mm.

Foram determinados os percentuais de grãos sadios, fermentados, ardidos e mofados de acordo com Instrução Normativa Nº 60, de 22 de dezembro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011). O experimento foi conduzido com 3 repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com 95% de confiabilidade. As análises complementares foram realizadas por teste de Tukey para comparar os genótipos, por teste-t para comparar os tempos de armazenamento e por regressão linear para comparar as temperaturas de secagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente do genótipo, inicialmente não foram observadas alterações e em 12 meses foi observada uma tendência de redução do percentual de grãos sadios e uma tendência de aumento do percentual de grãos fermentados, ardidos e mofados de acordo com o aumento da temperatura de secagem (gráficos de regressão – resultados não apresentados).

O genótipo rajado semiduro apresentou o menor ($P < 0,05$) percentual de grãos sadios, quando submetidos as temperaturas de secagem de 30 e 90 °C no início e após 12 meses de armazenamento. Independente do genótipo e da temperatura de secagem, foram observados os maiores ($P < 0,05$) percentuais de grãos sadios no início do armazenamento, exceto para o genótipo branco farináceo seco a 30 °C, que não diferiu em função do tempo (Tabela 1). O genótipo rajado semiduro apresentou o maior ($P < 0,05$) percentual de grãos fermentados quando submetido as temperaturas de 30, 50 e 90 °C no início do armazenamento. Já o genótipo branco farináceo apresentou o maior percentual de grãos fermentados quando submetido a temperatura de 90 °C e armazenado por 12 meses. Independente do genótipo e da temperatura de secagem, foram observados menores ($P < 0,05$) percentuais de grãos fermentados no início do armazenamento, exceto para os genótipos amarelo e branco farináceo secos a 30 °C, que não diferiram em função do tempo (Tabela 1).

O genótipo branco farináceo apresentou o menor ($P < 0,05$) percentual de grãos ardidos quando secos em temperaturas de 70 e 90 °C e armazenado por 12 meses. Em 30 e 90 °C, os genótipos amarelo farináceo e rajado semiduro apresentaram maiores percentuais de grãos ardidos em 12 meses de armazenamento quando comparado ao início do armazenamento, já o genótipo branco farináceo não diferiu em função do tempo quando submetido as temperaturas de secagem de 30, 70 e 90 °C (Tabela 1). O genótipo rajado semiduro foi o que apresentou o maior ($P < 0,05$) percentual de grãos mofados após o armazenamento por 12 meses independente da temperatura de secagem utilizada. Independente da temperatura de secagem o genótipo rajado semiduro foi o que apresentou os maiores percentuais de grãos mofados aos 12 meses de armazenamento quando comparado ao início do armazenamento. enquanto que o genótipo branco farináceo mostrou o genótipo menos suscetível ao desenvolvimento do defeito mofado e não diferiu em função do tempo de armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1. Grãos sadios, fermentados, ardidos e mofados de genótipos de milho submetidos a quatro temperaturas de secagem e armazenados por 12 meses

Temperatura de secagem	30 °C		50 °C		70 °C		90 °C	
	Tempo de armazenamento	Inicial	12 meses	Inicial	12 meses	Inicial	12 meses	Inicial
Grãos sadios (%)[*]								
Amarelo farináceo	97.47±1.10 ^{Aa}	92.70±2.00 ^{Bβ}	93.93±1.60 ^{Aa}	75.90±1.88 ^{Bβ}	95.05±1.50 ^{Ba}	31.25±3.71 ^{Aβ}	96.87±0.83 ^{Aa}	61.90±4.50 ^{Aβ}
Branco farináceo	98.67±0.71 ^{Aa}	96.85±0.95 ^{Aa}	97.83±0.32 ^{Aa}	88.60±2.51 ^{Aβ}	98.42±0.44 ^{Aa}	32.57±3.91 ^{Aβ}	97.91±0.36 ^{Aa}	53.88±5.87 ^{Aβ}
Rajado semiduro	92.81±1.51 ^{Ba}	72.91±0.31 ^{Cβ}	92.67±3.34 ^{Aa}	33.09±1.67 ^{Cβ}	92.30±1.25 ^{Ba}	28.43±4.63 ^{Aβ}	94.55±0.85 ^{Ba}	42.68±1.04 ^{Bβ}
Grãos fermentados (%)[*]								
Amarelo farináceo	0.60±0.33 ^{Ba}	2.60±0.64 ^{Ba}	0.95±0.45 ^{Bβ}	14.43±0.53 ^{Ba}	1.50±0.78 ^{Aβ}	55.05±0.88 ^{Ba}	0.90±0.45 ^{Bβ}	25.00±1.72 ^{Ba}
Branco farináceo	0.27±0.24 ^{Ba}	1.42±0.91 ^{Ba}	1.81±0.38 ^{Bβ}	9.69±2.54 ^{Ba}	1.40±0.60 ^{Aβ}	65.42±3.54 ^{Aa}	0.31±0.30 ^{Bβ}	43.71±5.90 ^{Aa}
Rajado semiduro	1.90±0.37 ^{Aβ}	10.71±0.16 ^{Aa}	4.96±1.82 ^{Aβ}	23.07±3.10 ^{Aa}	2.47±0.43 ^{Aβ}	46.26±1.94 ^{Ca}	2.86±0.70 ^{Aβ}	23.32±0.40 ^{Ba}
Grãos ardidos (%)[*]								
Amarelo farináceo	0.08±0.13 ^{Aβ}	0.67±0.36 ^{Aa}	0.10±0.18 ^{Aa}	0.47±0.07 ^{Ba}	0.01±0.02 ^{Aβ}	1.63±0.57 ^{Aa}	0.10±0.10 ^{Aβ}	1.10±0.20 ^{Aa}
Branco farináceo	0.00±0.00 ^{Aa}	0.13±0.15 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aβ}	0.74±0.21 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.27±0.31 ^{Ba}	0.03±0.05 ^{Aa}	0.02±0.002 ^{Ba}
Rajado semiduro	0.00±0.01 ^{Aβ}	0.95±0.48 ^{Aa}	0.42±0.36 ^{Aβ}	1.45±0.34 ^{Aa}	0.04±0.04 ^{Aβ}	1.82±0.36 ^{Aa}	0.10±0.10 ^{Aβ}	1.33±0.24 ^{Aa}
Grãos mofados (%)[*]								
Amarelo farináceo	1.40±1.26 ^{Ba}	3.53±2.09 ^{Ba}	4.18±1.42 ^{Aβ}	10.53±0.51 ^{Ba}	2.86±0.93 ^{Aβ}	5.76±0.96 ^{Ba}	1.83±1.30 ^{Aβ}	10.20±2.50 ^{Ba}
Branco farináceo	0.31±0.30 ^{Ba}	0.46±0.10 ^{Ba}	0.05±0.09 ^{Ba}	0.17±0.15 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.18±0.17 ^{Ca}	0.99±0.32 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ca}
Rajado semiduro	4.57±0.90 ^{Aβ}	14.67±0.42 ^{Aa}	1.70±1.05 ^{ABβ}	40.90±5.05 ^{Aa}	4.24±0.40 ^{Aβ}	22.60±2.32 ^{Aa}	2.38±0.36 ^{Aβ}	31.27±1.06 ^{Aa}

*Letras maiúsculas comparam entre genótipos por teste de Tukey com nível de 5% de significância. Letras gregas comparam o tempo de armazenamento por teste-t com nível de 5% de significância.

Foi observada uma relação entre a redução dos grãos sadios e o aumento dos grãos fermentados, ardidos e mofados. As diferenças nos percentuais de defeitos no início do armazenamento se devem as condições de campo. O genótipo rajado semiduro foi afetado por um atraso na colheita, o que resultou em um maior tempo de exposição dos grãos a estressores bióticos e abióticos, aumentando o percentual de defeitos desse genótipo desde o início do armazenamento. Além disso, as altas temperaturas de secagem (70 e 90 °C) causam morte celular dos grãos devido ao estresse térmico a que são submetidos (CORADI et al., 2016). Dessa forma, os grãos submetidos a essas temperaturas ficam mais suscetíveis a deterioração no armazenamento. Grãos com células inviáveis não apresentam defesa própria contra o ataque de microrganismos e insetos, o que favorece para o aumento de defeitos. Além disso, fatores como umidade dos grãos e temperatura de armazenamento podem afetar o percentual de defeitos de grãos de milho armazenados (PARAGINSKI et al., 2014).

4. CONCLUSÕES

O aumento da temperatura de secagem resulta na redução de grãos sadios e aumento de grãos fermentados, ardidos e queimados, principalmente após o armazenamento, devido aos efeitos latentes da temperatura de secagem. O genótipo branco farináceo apresentou a maior conservabilidade quando comparado aos genótipos amarelo farináceo e rajado semiduro. Com base no menor percentual de defeitos, a temperatura de secagem de 30 °C é a mais indicada para secagem de grãos de milho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE, American Society of Agricultural Engineers. **Moisture measurement-unground grain and seeds**, in: Standards ASAE, Saint Joseph, 2000, pp. 563.
- BRASIL. Instrução Normativa Número 60/2011, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 22 dez. 2011.
- CORADI, P. C.; MILANE, L. V.; ANDRADE, M. G. O, CAMILO, L. J.; SOUZA, A. H. S. Secagem de grãos de milho do cerrado em um secador comercial de fluxos mistos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n.1, p. 14-26, 2016.
- PAES, M. C. D. Circular Técnica 75: **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p.
- MALUMBAA, P.; VANDERGHEMA, C.; DEROANNE, C.; BÉRA, F. Influence of drying temperature on the solubility, the purity of isolates and the electrophoretic patterns of corn proteins. **Food Chemistry**, v. 111, p. 564, 572, 2008.
- ODJO, S.; BÉRA, F.; BECKERS, Y.; FOUCART, G.; MALUMBA, P. Influence of variety, harvesting date and drying temperature on the composition and the in vitro digestibility of corn grain. **Journal of Cereal Science**, v. 79, p. 218-225, 2018.
- PARAGINSKI, R. T.; COLUSSIA, R.; DIAS, A. R. G.; ZAVAREZE, E. R.; ELIAS, M. C.; VANIER, N. L. Physicochemical, pasting, crystallinity, and morphological properties of starches isolated from maize kernels exhibiting different types of defects. **Food Chemistry**, v.274, p.330-336, 2019.
- PARAGINSKI, R. T.; VANIER, N. L.; BERRIOS, J. J.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C. **Physicochemical and pasting properties of maize as affected by storage temperature**. **Journal of Stored Products Research**, v. 59, p. 209-214, 2014.