

QUALIDADE QUÍMICA DE GRÃOS DE MILHO DURANTE ARMAZENAMENTO EM AMBIENTE NATURAL E REFRIGERADO NO CERRADO SUL-MATO-GROSSENSE

LÉLIA VANESSA MILANE¹, PAULO C. CORADI², LUCAS J. CAMILO³, MARIA G. O. ANDRADE³

¹ Estudante de Mestrado 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

³ Estudante de Graduação em Agronomia, UFMS/CPCS-MS

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

RESUMO: A qualidade de grãos tem se mantido por períodos longos no armazenamento, com a utilização de temperaturas mais baixas do ar intergranular. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade química de grãos de milho BR 106 (*Zea mays* L.) secos com diferentes temperaturas (80, 100 e 120 °C) e armazenados em ambientes natural (23 °C) e refrigerado (10 °C), ao longo de seis meses. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pós-Colheita de Grãos (CPCS/UFMS). Os grãos de milho foram colhidos com 18% (b.u.) de teor de água e secos até 12% (b.u), com diferentes temperaturas do ar, em estufa de circulação forçada do ar e convecção. Em seguida os grãos foram armazenados em ambiente natural (23 °C) e refrigerado (10 °C). Nos tempos zero e seis meses de armazenamento foram feitas análises de proteína bruta, índice de acidez titulável e porcentagem de cinzas dos grãos. As características químicas dos grãos foram afetadas por mais intensidade pelo tempo de armazenamento dos grãos. As condições de armazenamento refrigerado a 10 °C foram positivas para a qualidade química dos grãos de milho. Concluiu-se, que as temperaturas do ar de secagem tiveram menor interferência na qualidade química dos grãos, quando comparados com os tipos de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: resfriamento, secagem, temperatura.

CHEMISTRY QUALITY OF CORN GRAINS IN THE NATURAL AND REFRIGERATED ENVIRONMENT STORAGE IN THE “CERRADO” SOUTH-MATO-GROSSO

ABSTRACT: The grain quality has remained for long periods in storage, with the use of lower air temperatures between the grains. The aim of this study was to evaluate the chemical quality dry corn BR 106 (*Zea mays* L.) with different temperatures (80, 100 and 120 °C) and stored in natural environments (23 °C) and cold (10 °C), over six months. The experiment was conducted in Grain Postharvest Laboratory (CPCS/UFMS). The corn grains were harvested with 18% (w.b.) moisture content and dried to 12% (w.b.), with different air temperatures in forced air circulation oven and convection. Then the grains were stored in natural environment (23 °C) and refrigerated (10 °C). At time zero and six months of storage were made analyzes of crude protein, titratable acid index and percentage of ash of the grains. The chemical characteristics of the grains are more strongly affected by the grain storage. The refrigerated storage conditions at 10 °C were positive for the chemical quality of corn grains. It was concluded that the drying air temperature had less interference with chemical quality of grain, compared with the types of storage.

KEYWORDS: cooling, drying, temperature.

INTRODUÇÃO: Perdas quantitativas e qualitativas, de grandeza extremamente variável, ocorrem tanto na colheita como em todas as etapas do sistema pós-colheita, ou seja, no transporte, manuseio, secagem, armazenamento, processamento, comercialização e nos pontos finais de distribuição aos consumidores (CORADI, et al., 2011). As informações a respeito de armazenamento de grãos são limitadas no Brasil, por isso são necessários estudos que gerem conhecimentos, fundamentais para que se possa manter a qualidade dos grãos em toda a cadeia produtiva. Em armazéns, a mistura de lotes de grãos infestados com outros não infestados prejudica a qualidade e o valor comercial de toda a produção se não realizada a secagem adequada, o monitoramento periódico da temperatura, do teor de água dos grãos e do ambiente durante o armazenamento (ANTUNES et al., 2011). Os principais fatores externos que afetam o ecossistema da massa de grãos são a temperatura e a umidade relativa que prevalecem no local de armazenamento. A variação da temperatura ambiente pode ser extrema, desde valores abaixo de zero até acima de 40 °C, podendo ter implicações positivas ou negativas na extensão das perdas durante a armazenagem. O efeito combinado da umidade relativa e da temperatura em um determinado local de armazenamento determina a atividade de todos os componentes bióticos do sistema, os quais conduzem a um armazenamento seguro ou a perdas do produto (ANTONELLO et al., 2009). Esta situação leva a alterações de qualidade dos grãos, com relevância tanto pelas perdas bromatológicas, quanto pelos danos causados aos animais por micotoxinas (FERRARI FILHO et al., 2011). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade química de grãos de milho secos com diferentes temperaturas (80, 100 e 120 °C) e armazenados em ambientes natural (23 °C) e refrigerado (10 °C), ao longo de seis meses.

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 BR 106 (*Zea mays* L.) foram colhidos com 18% (b.u.) de teor de água e secos até 12% (b.u.), com diferentes temperaturas do ar (80, 100 e 120 °C), em estufa de circulação forçada do ar e convecção. Em seguida os grãos foram armazenados em ambiente com temperatura de 23 °C e refrigerado com temperatura de 10 °C. No tempo zero e aos seis meses de armazenamento foram feitas amostragens dos grãos de milho para determinação dos teores de água, massa específica aparente, comprimento, largura e espessura dos grãos. O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa, 105° C ± 5° C, por 24 h, com três repetições, conforme recomendações (AOAC, 2000). De acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990), determinou-se o índice de acidez nos produtos amostrados, em três repetições. O procedimento ocorreu com a colocação de 5 g de amostra em um becker de 250 ml, adicionando-se 150 ml de etanol deixando-se em repouso durante, aproximadamente, 30 minutos, fazendo agitações a cada 5 minutos. Em seguida, filtrou-se o sobrenadante em papel filtro (0,5 mm), passando-o para um erlemeyer. Após, adicionou-se em outro erlemeyer 100 ml de etanol, deixando-o em repouso durante 15 minutos, com agitações a cada 5 minutos. Filtrou-se novamente a solução e no erlemeyer, adicionou-se 4 a 5 gotas de solução indicadora de fenolftaleína (1%), e em seguida titulou-se, com solução de NaOH 0,1N até obter a cor rósea. Utilizando-se a equação 1, fez-se o cálculo do índice de acidez, em mg de NaOH g⁻¹.

$$\text{Índice de acidez} = \frac{V \times N \times F \times 40}{P} \quad (1)$$

em que,

V: volume de NaOH 0,1N gasto na titulação

N: normalidade

F: fator de correção

P: massa da amostra, em g

40: equivalente-grama do NaOH

A proteína bruta foi determinada, em três repetições para cada amostra, a partir do nitrogênio, feito pelo processo de digestão Kjeldahl, segunda metodologia descrita na AOAC (1990). Este método foi idealizado em 1983 e baseia-se em três etapas: digestão, destilação e titulação. O processo ocorre através da digestão da matéria orgânica da amostra com transformação da proteína em sulfato de amônia (NH₃SO₄) e com ação da mistura digestora (catalisador), ácido sulfúrico e calor. A matéria orgânica existente na amostra foi decomposta com ácido sulfúrico e com catalisador, onde o

nitrogênio foi transformado em sal amoniacal. Para determinar a digestão da proteína pesou-se 1 g da amostra e a acondicionou em papel filtro. Em seguida, a amostra foi colocada em tubo digestor. No tubo digestor foi adicionado 1 pastilha de catalisador de cobre (Cu) e 15 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄). Após a adição dos produtos, os tubos foram levados para o aparelho digestor de proteína a uma temperatura de 420 °C, de onde foi retirado apenas quando adquiriu a cor verde clara (cerca de 1 hora). Após o esfriamento da amostra foi adicionado 70 ml de água destilada em um erlemeyer com 30 mL de ácido bórico. Na etapa de destilação do nitrogênio, a amônia foi liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido. Com isso ocorreu à captação do nitrogênio que foi titulado e quantificado. Este procedimento foi realizado com o uso de um destilador pré-aquecido e um tubo digestor. Nesse tubo foi adicionado NaOH (40%) com auxílio de uma alavanca contida em um destilador, procedendo-se a destilação por cerca de 4 minutos. Após a destilação foi feita a titulação com H₂SO₄ 0,1N até ter atingido a coloração rosa. O volume titulado foi parte do cálculo (equação 2) que resultou na porcentagem de proteína bruta contida na amostra.

$$PB (\%) = \frac{V_1 \times 0,4 \times F \times 6,25}{P} \quad (2)$$

em que,

PB: porcentagem de proteína bruta, em %

V₁: volume titulado, em ml

0,14: equivalente grama do nitrogênio

F: fator de correção da solução de H₂SO₄ 0,1N

P: massa da amostra, em g

6,25: fator de transformação do nitrogênio em proteína considerando 16% de nitrogênio

A análise de cinzas foi realizada em 2 g de amostra de grãos de milho moído, colocados em cadinhos de porcelana previamente tarado a 100 °C em estufa e calcinado a 600 °C em mufla. A amostra foi colocada na mufla por 4 horas à temperatura de 600 °C. Depois, foi deixado a amostra esfriar em dessecador até obter temperatura ambiente, e em seguida foi pesada (AOAC, 2000). Após a calcinação, a determinação de cinzas foi obtida por diferença de pesagem entre a massa do cadinho vazio, previamente calcinado, e a massa do cadinho com o resíduo calcinado, considerando a massa da amostra fresca. O experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) (3x2x2), sendo os tratamentos, três temperaturas do ar de secagem (80, 100 e 120 °C), duas condições de armazenamento (natural 23 °C e refrigerado 10 °C) e dois tempos de armazenamento (zero e seis meses). Os dados foram analisados por meio de análise de variância, utilizando-se o teste de média tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando os resultados obtidos da Tabela 1, observou-se que a temperatura do ar de secagem não influenciou significativamente (P<0,05) no índice de acidez dos grãos. No entanto, o tempo de armazenamento e a condição natural (23 °C) contribuíram com o aumento dos índices de acidez dos grãos.

Tabela 1. Avaliações químicas em grãos de milho durante armazenamento em condições de ambiente natural e refrigerado

Avaliações químicas	Condições de armazenamento	Temperatura do ar de secagem (°C)					
		80		100		120	
		Tempo (meses)					
		Zero	Seis	Zero	Seis	Zero	Seis
Acidez (ml NaOH 0,1N)	Natural 23°C	2,46 aA	2,05 bA	2,33 aA	1,86 bA	1,94 aA	1,98 aA
	Refrigerado 10 °C	2,46 aA	1,47 bB	2,33 aA	1,42 bB	1,94 aA	1,31 bB
Proteína Bruta (%)	Natural 23°C	4,36 bA	7,82 aA	4,50 bA	8,06 aA	3,99 bA	7,82 aA
	Refrigerado 10 °C	4,36 bA	8,09 aA	4,50 bA	7,29 aB	3,99 bA	7,67 aA
Cinzas (%)	Natural 23°C	1,31 aA	1,28 aB	1,06 bA	1,55 aA	1,13 bA	1,51 aA
	Refrigerado 10 °C	1,31 bA	1,69 aA	1,06 bA	1,65 aA	1,13 bA	1,53 aA

Médias seguidas pela letra maiúscula na coluna para a condição de armazenamento, e letra minúscula na linha para os tempos de armazenamento, não diferem a 5% de probabilidade.

Diferentemente da acidez titulável, o tempo de armazenamento aumento a porcentagem de proteína bruta dos grãos de milho e não se observou diferença significativa entre as condições de armazenamento. Este fato pode ter ocorrido, em função da presença de insetos-praga na massa de grãos, que somado a porcentagem de proteína dos grãos pode ter elevado o parâmetro ao longo do tempo de armazenamento, não condizendo com a qualidade do produto. De acordo com SCHUH et al. (2011), a proteína bruta serve como fonte primária de carbono e nitrogênio para o crescimento e metabolismo de fungos. No sistema a baixas temperaturas de armazenamento, mesmo com baixos níveis de oxigênio, pode ocorrer o crescimento de fungos, o que pode também levar a um aumento inicial da proteína bruta do grão, mas a um grau inferior quando comparado com o sistema a altas temperaturas de armazenamento. Porém, os mesmos autores afirmam que as trocas térmicas e de umidade são menos intensa do que em armazenamento hermético. Ainda, segundo SCHUH et al. (2011), as altas temperaturas causam constituintes químicos dos grãos, como lipídios, carboidratos e proteínas. O tempo de armazenamento foi o parâmetro que teve influência significativa na porcentagem de cinzas, ao contrário, da condição de armazenamento que não influenciou. De acordo com GIRIO et al. (2012), a determinação do teor de cinzas toma valores proporcionalmente maiores, quando a matéria orgânica é consumida.

CONCLUSÕES: As características químicas dos grãos foram afetadas por mais intensidade pelo tempo de armazenamento dos grãos. As condições de armazenamento refrigerado a 10 °C foram positivas para a qualidade química dos grãos de milho. As temperaturas do ar de secagem tiveram menor interferência na qualidade química dos grãos, quando comparados com os tipos de armazenamento.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a FUNDECT - MS de apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANTONELLO, L.M.; MUNIZ, M.B.; BRAND, S.C.; VIDAL, M.D.; GARCIA, D.; RIBEIRO, L.; SANTOS, V. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. **Ciência Rural**, v.39, p.2191-2194, 2009.
- ANTUNES, L.E.G.; VIEBRANTZ, P.C.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R.G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.15, p.615-620, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2000, v.2. n.11, p.4.
- CORADI, P. C.; LACERDA FILHO, A. F.; MELO, E. C. Quality of raw materials from different regions of Minas Gerais State utilized in ration industry. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 424-431, 2011.
- FERRARI FILHO, E.; ANTUNES, L.E.G.; TIECKER, A.; DIONELLO, R.G.; SPOLTI, P. Controle de gorgulho-do-milho submetido ao tratamento térmico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, p.196-204, 2011.
- GIRIO, T.M.S.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; AMARAL, L.A.; GIRIO, R.J.S. Qualidade microbiológica de rações para cães comercializadas no varejo em embalagem fechada e a granel. **Ars Veterinaria**, v.28, p.36-40, 2012.
- SCHUH, G.; GOTTARDI, R.; FERRARI, E. F.; ANTUNES, L. E. G.; DIONELLO, R. G. Efeitos de dois métodos de secagem sobre a qualidade físico-química de grãos de milho safrinha-RS, armazenados por 6 meses. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.235-244, 2011.