

QUALIDADE DE MILHO, ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS E UMIDADES RELATIVAS DO AR.

CANEPELE, C.¹, BEBER, D. C.², CANEPELE, M. A. B.³, CARNEIRO, S.⁴, KOBAYASTI, L.⁵

¹Doutor, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, (65) 99983-0740, caneppele@ufmt.br

² Eng. Agr. Faculdade de Agronomia e Zootecnia, (65) 36158613, danielcostabeber@gmail.com.br

³ Doutora, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, FAAZ/UFMT (65) 99972-8713, canepele@terra.com.br

⁴Doutor, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, (65) 99072-6185, sheep@ufmt.br

⁵ Doutora, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, FAAZ/UFMT (65) 36158612, kobayasti@terra.com.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de grãos de maior importância, a mais produzida no mundo e com várias utilizações, como por exemplo: na alimentação humana direta; ração para animais e produção de etanol. Durante o armazenamento é possível acontecer perdas na qualidade física e sanitária. Assim o trabalho foi proposto para verificar a interação da umidade relativa e temperatura ambiente na qualidade física e sanitária do milho. Foram utilizados 4 híbridos de milho coletados em Nova Mutum da safra 2018. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com arranjo fatorial triplo 2x3x4 (Temperaturas, período de armazenamento e híbridos de milho), com três repetições, com os dados foi feita a correlação simples entre as qualidades versus condições de armazenamento. Os 4 híbridos foram submetidos ao armazenamento de 0, 30 e 60 dias, na umidade de 86% em duas temperaturas 25° e 35°C. Os ambientes foram obtidos por meio de uma solução saturada de KCl, em dessecadores, mantidos em incubadoras com controle para as respectivas temperaturas. Foram realizadas análises de incidência fúngica, condutividade elétrica, classificação física, teor de água e presença de aflatoxinas. A deterioração dos grãos de milho aumenta com o tempo de armazenamento nas temperaturas de 25°C e 35°C. A temperatura de 35°C proporcionou a maior deterioração dos grãos em relação a de 25°C. Os defeitos de maior ocorrência foram mofados e fermentados, que alteraram o enquadramento comercial do produto. Os fungos predominantes foram *Aspergillus* sp., para a condição de 35°C e *Fusarium* spp. para 25°C. Não houve ocorrência de aflatoxinas nos grãos de milho após 60 dias de armazenamento a 86% de UR, tanto a 25°C como a 35°C.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade física, ambiente controlado, deterioração

MAIZE QUALITY, STORED IN DIFFERENT TEMPERATURES AND RELATIVE AIR HUMIDITIES

ABSTRACT: The Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important grain crops, the most produced in the world and with several uses, such as: for direct human consumption; animal feed and ethanol production. During grain storage, losses in physical and sanitary quality are possible. Thus, the work was proposed to verify the interaction of relative humidity and ambient temperature in the physical and sanitary quality of corn grains. Four corn hybrids collected in Nova Mutum from the 2018 harvest were used. The experimental design was completely randomized, with a 2x3x4 triple factorial arrangement (Temperatures, storage period and corn hybrids), with three replications. The 4 hybrids were submitted to storage for 0,30 and 60 days, at 86% humidity at two temperatures 25° and 35°C. The environments were obtained through a saturated solution of KCl, in desiccators, kept in incubators with control

for the respective temperatures. Analyzes of fungal incidence, electrical conductivity, physical classification, water content and presence of aflatoxins were performed. The deterioration of corn kernels increases with the storage time at temperatures of 25°C and 35°C. The temperature of 35°C provided the greatest deterioration of the grains compared to 25°C. The most frequent defects were moldy and fermented, which altered the commercial framework of the product. The predominant fungi were *Aspergillus* sp., *Fusarium* spp. to 25°C. There was no occurrence of aflatoxins in corn kernels after 60 days of storage at 86% RH, both at 25°C and 35°C.

KEYWORDS: physical quality, controlled environment, deterioration

INTRODUÇÃO:

O milho (*Zea mays L.*) é uma das culturas de grãos de importante participação no cenário mundial. Tendo o consumo estimado em 1,13 bilhão de toneladas. Sua produção se concentra a maior parte nos EUA, China e na terceira posição, o Brasil (FIESP, 2019).

Para a safra 2018/19, estima-se que foram produzidas 99,3 milhões de toneladas de milho, somando o milho primeira e segunda safra, no Brasil. Isso representa um acréscimo de 16,5% se comparada à safra anterior (CONAB, 2019).

Para que as demandas existentes do milho durante o decorrer do ano sejam atendidas, ele deve ser armazenado. Dependendo das condições em que o grão está exposto, torna o híbrido suscetível a perdas de qualidade física, química e sanitária.

No armazenamento pode ocorrer a deterioração da matéria seca e contaminação, levando a aumento dos grãos avariados e possível, infecção fúngica e produção de micotoxinas, tornando a produção sujeita a descontos ou desclassificação na comercialização.

As aflatoxinas, que são produtos provenientes do metabolismo secundário de algumas espécies de fungos como *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, Neste trabalho procura verificar o efeito da interação da umidade relativa e temperatura ambiente na qualidade física e sanitária de grãos de milho armazenados.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi realizado no Núcleo de Tecnologia em Armazenagem – NTA, da Faculdade de Agronomia e Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Cuiabá-MT, utilizou-se grãos de milho, safra 2018. As amostras de 1,0 kg, foram armazenadas em sacos de algodão e colocadas em dessecadores com solução saturada de Cloreto de Potássio (KCl) P.A na umidade relativa de 86%, estes foram acondicionados em estufas incubadoras nas condições de temperatura de 25°C e 35°C, durante 60 dias.

As análises de umidade, condutividade elétrica, classificação física foi determinadas conforme Regras de análises de Sementes (Brasil, 2009).

Quantificou-se o percentual do total de avariados (ardidos, mofados, fermentados, germinados, chochos e imaturos e gessados) com base nos limites máximos de tolerância de acordo com o padrão de qualidade para grãos de milho, estabelecido pela Instrução Normativa nº 60 de 22/12/2011 (Brasil, 2011).

Nas análises sanitárias dos grãos, foi utilizada a metodologia da incubação em substrato de papel ou método do Papel de Filtro (“blotter test”), com amostra reduzida, adaptando o descrito nas Regras de Análises Sanitárias de Sementes (BRASIL, 2009).

Foi realizada a determinação e quantificação de aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 no Instituto Samitec (Soluções Analíticas Microbiológicas e Tecnológicas), em Santa Maria no Rio Grande do Sul, credenciado pelo MAPA. A presença de aflatoxinas nos grãos de milho foi determinada pela metodologia automatizada de extração, purificação em fase sólida, derivatização para aflatoxinas com auxílio de um sistema de extração em fase sólida e

processamento automatizado de amostras (ASPEC XL), acoplado a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) conforme publicado por Mallmann et al. (2000).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com arranjo de fatorial triplo 2x3x4 com três repetições por tratamento. Os fatores utilizados foram duas temperaturas de armazenamento (25°C e 35°C), três tempos de armazenamento (0, 30 e 60 dias) e quatro híbridos de milho. Os dados foram analisados no programa estatístico Sisvar versão 5.6, com verificação do nível de significância dos fatores e de sua interação pelo teste de F com 5% de significância. Posteriormente, foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey com 5% de significância e a correlação simples, significativo com 1% de probabilidade do teste de T, entre as características físicas e qualidade sanitária verso condições de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Quanto aos teores de água observa-se na tabela 1, que ocorreu variações ao longo do tempo de armazenamento para os diferentes híbridos. Após 30 dias de armazenamento, a % de teor de água se elevou para todos os híbridos em comparação com a condição inicial. Após 60 dias o aumento se manteve para todos os híbridos.

TABELA 1. Resultados médios de Teor de água (%) em diferentes híbridos de milho submetidos a ambientes de 25° e 35°C acompanhados de UR de 86%.

Temperaturas	Tempo de armazenamento	Híbrido 1	Híbrido 2	Híbrido 3	Híbrido 4
25°C	0 Dias	9,3 Aa	10,1 Ab	10,1 Ab	9,7 Aa
	30 Dias	12,7 Ba	13,2 Bb	13,4 Bb	12,7 Ba
	60 Dias	14,1 Ca	14,3 Ca	14,1 Ca	14,3 Ca
35°C	0 Dias	9,4 Aa	10,1 Ab	9,9 Ab	9,5 Aa
	30 Dias	13,2 Ba	13,5 Ba	13,3 Ba	13,3 Ba
	60 Dias	13,5 Ca	14,1 Cb	15,2 Cc	13,7 Ca
CV (%): 1,35					

Dentro de cada temperatura, médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si (Tukey; $p > 0,05$).

O armazenamento por períodos longos e com altas temperatura podem levar aos defeitos a evoluir para avariados mais graves. Ziegler et al. (2017) indicou também que altas temperaturas, iguais ou acima a de 35°C levam a geração de altos valores de atividade metabólica e enzimático. Esse aumento na atividade do grão pode ter relação com o aumento de grãos fermentados.

Após o armazenamento a 25°C o híbrido 4 se manteve com a percentagem mais elevada entre todos os analisados, com valor de 1,56%. Isso não se manteve na condição de 35°C onde o mais afetado pelo defeito de mofados foi o híbrido 3 com 12,05%, muito superior a seu valor em 30 dias que era de 0,59%. Um dos possíveis motivos para a elevação abrupta desse defeito nesse híbrido foi o teor de água observado nessa condição de 15,2% que eram superiores aos outros.

Existiu correlação entre a condutividade elétrica e o aparecimento de fermentados ($r = 0,91$), tabela 2, considerando a conhecida relação da fermentação do grão, com a destruição das membranas celulares e exsudação dos íons gerando o aumento dos valores de condutividade. Mofados teve relação com a condutividade com ($r = 0,71$), mostrando a facilitação do uso de nutrientes pelos fungos em grãos com integridade celular reduzida.

O total de avariados teve correlação positiva com grãos mofados e fermentados, tabela 2, confirmando que são os defeitos mais abundantes durante o armazenamento nas condições avaliadas.

TABELA 2. Coeficientes de correlação simples (r) entre as características de qualidade física e qualidade sanitária de grãos de milho armazenados em temperatura de 25° e 35°C e 86% de UR.

Variáveis	TA	CD	MF	FERM	TAV	ASP	FUS
TA	1,00						
CD	0,49**	1,00					
MF	0,42**	0,71**	1,00				
FERM	0,54**	0,91**	0,77**	1,00			
TAV	0,51**	0,86**	0,94**	0,93**	1,00		
ASP	0,53**	0,73**	0,75**	0,85**	0,85**	1,00	
FUS	-0,35**	-0,56**	-0,68**	-0,70**	-0,73**	-0,89**	1,00

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t;

TA = Teor de água; CD = condutividade; MF = Mofados; FERM = Fermentados; TAV = Total de grãos avariados, ASP = *Aspergillus* sp., FUS = *Fusarium* spp..

Nas condições de armazenamento não foi verificada a presença de aflatoxinas nas amostras. As condições do experimento foram compatíveis com as descritas por LEESON et al, (1995), que eram de 85% de umidade relativa e 24 a 35°C de temperatura, sendo essas favoráveis para o crescimento do gênero *Aspergillus* spp. e sua produção posterior de aflatoxinas.

As espécies de *Aspergillus* presentes naturalmente no grão de milho tem probabilidades menores de produzirem essas toxinas, quando comparadas a espécies selecionadas por sequenciamento genética utilizadas em experimentos com inoculação.

CONCLUSÕES:

A deterioração do milho aumentou com o tempo de armazenamento, nas temperaturas de 25° e 35°C, sendo maior na temperatura de 35°C.

Os defeitos mais encontrados foram fermentados e mofados, que alteraram o enquadramento comercial.

Os fungos predominantes ao final do armazenamento foram *Aspergillus* sp. para a condição de 35°C e 25°C para *Fusarium* spp.

Não houve ocorrência de aflatoxinas nos grãos de milho, após 60 dias de armazenamento em ambiente com 86% de UR tanto para 25°C e 35°C.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, MAPA/ACS, **Manual de Análise Sanitária de Sementes** – Brasília, p. 200, 2009.

CONAB (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 6 Safra 2018/19 – Décimo primeiro levantamento**, Brasília, p. 1-45, agosto 2019. Disponível em <http://www.conab.gov.br>

LEESON, S., GONZALO, J.D.G., SUMMERS, J.D. **Poultry disorders and mycotoxins**. Ontário, Canadá: Guelph, 1995. 350 p

MALLMANN, C.A.; ALMEIDA, C.A.A.; MOSTARDEIRO, C et al. **Automation of the analytical procedure for simultaneous determination of aflatoxinas AFB1, AFB2, AFG1 and AFB2**. CONGRESSO INTERNACIONAL DE MICOTOXINAS E PHICOTOXINAS, 2000. São Paulo.

ZIEGLER, Valmor et al. Efeitos da temperatura de armazenamento de grãos de arroz integral de pericarpo pardo, preto e vermelho sobre as propriedades físico-químicas e de pasta. **Braz. J. Food Technol.** [online]. 2017, vol.20