

## EFEITOS DO ÍNDICE DE GRÃOS QUEBRADOS NO TEOR DE ÁGUA, PESO VOLUMÉTRICO E PESO DE MIL GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO

BRUNO ARTUR ROCKENBACH<sup>1</sup>; RICARDO TADEU PARAGINSK<sup>2</sup>; RODRIGO FERNANDES DOS SANTOS<sup>3</sup>; VALMOR ZIEGLER<sup>4</sup>; WAGNER SCHELLIN VIEIRA DA SILVA<sup>5</sup>; MAURÍCIO DE OLIVEIRA<sup>6</sup>;

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – brunorockenbach7@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – paraginskiricardo@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – rodrigof.agronomia@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – vamgler@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Pelotas – wagnersvsilva@yahoo.com

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pelotas – mauricio@labgraos.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais antigas do mundo, havendo indicações de que sua origem seja na América Central, no México ou Sudoeste dos Estados Unidos, sendo um cereal cultivado no mundo há mais de 5.000 anos. Após a descoberta da América, o milho disseminou-se pelo mundo e hoje é cultivado em uma vasta região do globo terrestre. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de grãos de milho, atrás dos Estados Unidos da América (EUA) e China, com uma produção anual superior a 56 milhões de toneladas (FAO, 2010).

Devido ao seu alto valor nutricional e as diversas formas de utilização, os grãos de milho possuem uma ampla importância na economia mundial, e são utilizados na alimentação animal, indústrias de processamento de alimentos, e para consumo “*in natura*”. Para atender a demanda de consumo, os grãos precisam ser armazenados ao longo do ano em condições adequadas com o objetivo de minimizar as perdas e garantir que sejam preservadas as suas propriedades qualitativas e quantitativas, além de suprir as demandas durante a entressafra e de permitir a comercialização a preços melhores.

De acordo com REED et al. (2007), os fatores relacionados a qualidade de armazenamento incluem atividade de água, temperatura de armazenamento, umidade dos grãos, quantidade de grãos quebrados e danificados, teor de impurezas e matérias estranhas, concentração de oxigênio e dióxido de carbono na massa de grãos, e tempo de armazenamento. Elevada presença de grãos quebrados, comprometem a conservação dos mesmos, afetando principalmente a umidade e a temperatura da massa de grãos, acelerando, conseqüentemente, reações bioquímicas e metabólicas, pelos quais reservas armazenadas no tecido de sustentação são desdobradas, transportadas e resintetizadas no eixo embrionário (AGUIAR et al., 2012; PEREZ-GARCIA et al., 2006).

Assim, considerando a influência da presença de grãos quebrados na qualidade de armazenamento, e as alterações nos padrões de classificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, que permitem a comercialização com um teor de grãos quebrados mais elevados, o trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes teores de grãos quebrados durante 360 dias de armazenamento de grãos de milho no teor de água, peso volumétrico e peso de mil grãos.

### 2. METODOLOGIA

## 2.1. MATERIAL E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Foram utilizados grãos de milho produzidos no município de Santo Augusto, estado do Rio Grande do Sul, latitude S 27°53'18", longitude W 53°47'20" e altitude de 489 metros, provenientes da safra do ano agrícola 2011/2012, colhidos mecanicamente com umidade próxima a 22%, secados em secador estacionário protótipo do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos - DCTA - FAEM - UFPel, até a obtenção da umidade próxima à 14%, com temperatura de ar de secagem de 35°C. Os grãos foram armazenados sem a presença de grãos quebrados (0%), e com teores de 1, 2, 3, 4 e 5%. Para obtenção dos tratamentos, grãos foram limpos e separados dos quebrados com auxílio de peneiras de crivos circulares de 3,00mm, e a estes grãos limpos foram adicionadas a proporções de grãos quebrados. O armazenamento foi realizado na temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de 70% durante 12 meses em sistema convencional, em sacos de algodão de 1 Kg, em triplicata e ao abrigo da luz. Antes da instalação do experimento realizou-se expurgo das amostras para reduzir o efeito da presença de insetos nos grãos. As avaliações foram realizadas no início do armazenamento (tempo zero) e no tempo de 60, 120, 180, 270 e 360 dias.

## 2.2. TEOR DE ÁGUA

O teor de água foi determinado segundo normas da ASAE (2000).

## 2.3. PESO VOLUMÉTRICO

O peso volumétrico foi realizado segundo Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) com oito repetições em balança *Dalle Molle*. Os resultados foram expressos pela média das repetições.

## 2.4. PESO DE MIL GRÃOS

O peso de mil grãos foi realizado segundo Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

## 2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, e avaliados pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) com o programa SAS (SAS, INSTITUTE, 2002).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de teor de água (Tabela 1) indicam um decréscimo do valor com o aumento do tempo de armazenamento para todos os tratamentos. Essa redução da umidade é o resultado do equilíbrio higroscópico dos grãos com as condições do ambiente. Quando a pressão de vapor do grão é maior que a do ar circundante, ocorre fenômeno de dessorção, havendo transferência de vapor de água para o ar, reduzindo desta forma a umidade dos grãos (SILVA et al., 1995).

Ao longo do armazenamento, foi possível verificar que a presença de grãos quebrados promoveu as maiores oscilações no teor de umidade dos grãos, principalmente observado no tratamento com 5% de grãos quebrados, na qual durante o tempo de 90 a 180 dias de armazenamento os grãos ganharam 0,65%, e dos 180 aos 270 dias a umidade foi reduzida em 1,09%. O equilíbrio higroscópico é influenciado pela composição química do grão, integridade física, estado sanitário, gradientes termo hídricos e as operações de póscolheita, dentre os quais a secagem e o armazenamento são as mais importantes (CARNEIRO et al., 2005).

**Tabela 1.** Teor de água (%) de grãos de milho armazenados com diferentes teores de grãos quebrados durante 360 dias em sistema convencional.

Teor de grãos quebrados (%)	Tempo de armazenamento (dias)				
	Inicial	90	180	270	360
0	13,58 ±0,11 aA	11,75 ±0,19 aB	11,94 ±0,07 aB	11,40 ±0,05 abC	11,34 ±0,13 bcC
1	13,58 ±0,11 aA	11,74 ±0,28 aBC	11,95 ±0,26 aB	11,25 ±0,09 bcC	11,62 ±0,11 abBC
2	13,58 ±0,11 aA	11,88 ±0,12 aBC	12,01 ±0,31 aB	11,54 ±0,01 aC	10,72 ±0,08 cD
3	13,58 ±0,11 aA	11,85 ±0,14 aC	12,25 ±0,05 aB	11,20 ±0,11 cD	11,6 ±0,03 abC
4	13,58 ±0,11 aA	11,71 ±0,23 aC	12,23 ±0,25 aB	11,20 ±0,01 cD	11,68 ±0,03 aC
5	13,58 ±0,11 aA	11,69 ±0,20 aC	12,34 ±0,35 aB	11,25 ±0,04 bcC	11,52 ±0,17 abC

<sup>a</sup> Médias aritméticas simples ± desvio padrão de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, e maiúsculas iguais na mesma linha, não são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados da Tabela 2 indicam que é possível verificar que nos tratamentos com 0, 1, 2, 3% de grãos quebrados houve um aumento no peso volumétrico, resultado da redução da umidade dos grãos de milho durante o armazenamento. A redução da umidade diminui a área específica dos grãos, resultado da desidratação celular, provocando um aumento do peso volumétrico. O efeito depressivo causado pela presença de grãos quebrados, pode ser evidenciado nos tratamentos 4 e 5%, onde houve uma redução no peso volumétrico de 675,89 e 675,62 Kg.m<sup>-3</sup>, para 673,23 e 671,52 Kg.m<sup>-3</sup>, respectivamente.

**Tabela 2.** Peso volumétrico (Kg.m<sup>-3</sup>) dos grãos de milho armazenados com diferentes teores de grãos quebrados durante 360 dias em sistema convencional.

Teor de grãos quebrados (%)	Tempo de armazenamento (dias)				
	Inicial	90	180	270	360
0	673,13 ±1,94 aAB	651,62 ±3,35 cC	670,6 ±3,51 aB	675,05 ±3,69 bA	675,65 ±2,18 bcA
1	672,69 ±2,79 aB	655,18 ±1,91 bcC	673,53 ±2,92 aB	678,48 ±3,01 abA	676,01 ±4,76 bcAB
2	674,78 ±2,09 aC	656,04 ±3,44 abD	672,59 ±2,89 aC	680,71 ±2,86 aB	686,13 ±2,74 aA
3	675,27 ±2,33 aB	656,34 ±2,95 abC	673,33 ±2,10 aB	681,22 ±2,58 aA	676,41 ±2,70 bB
4	675,89 ±2,33 aB	658,49 ±1,78 abC	672,68 ±3,98 aB	681,64 ±2,51 aA	673,23 ±1,83 bcB
5	675,62 ±2,01 aB	657,28 ±2,91 aD	670,7 ±2,79 aC	683,53 ±1,93 aA	671,52 ±3,10 cC

<sup>a</sup> Médias aritméticas simples ± desvio padrão de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, e maiúsculas iguais na mesma linha, não são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados de peso de mil grãos (Tabela 3) indicam que para o tratamento 0% ocorreu a menor redução no peso de 1000 grãos, já nos tratamentos 1 e 5%, foram os que apresentaram maior decréscimo no peso final aos 360 dias. Esta redução é resultado da maior atividade respiratória dos grãos quebrados, que provocaram consumo de reservas energéticas. A umidade também influenciou no peso final dos grãos, algo que pode ser notado no tratamento 4% que apresentava um maior teor de umidade ao final do armazenamento.

**Tabela 3.** Peso de 1000 grãos (gramas) dos grãos de milho armazenados com diferentes teores de grãos quebrados durante 360 dias em sistema convencional.

Teor de grãos quebrados (%)	Tempo de armazenamento (dias)				
	Inicial	90	180	270	360
0	236,04 ±1,30 aB	215,60 ±4,90 aA	210,82 ±2,11 aAB	215,90 ±5,07 aA	217,71 ±2,15 aA
1	236,10 ±1,50 aC	212,14 ±1,05 aB	217,50 ±3,78 aA	217,84 ±2,48 aA	210,00 ±1,89 cB
2	236,10 ±1,50 aB	215,25 ±3,31 aA	218,94 ±5,82 aA	215,25 ±4,45 aA	214,57 ±2,30 abcA
3	236,10 ±1,50 aB	215,12 ±0,76 aA	217,79 ±4,83 aA	216,46 ±7,02 aA	215,46 ±1,84 abA
4	236,10 ±1,50 aC	217,68 ±2,90 aA	219,44 ±5,16 aA	209,28 ±3,54 aBC	216,26 ±1,75 aAB
5	236,10 ±1,50 aC	214,28 ±4,30 aAB	219,74 ±1,53 aA	217,94 ±3,25 aA	211,08 ±2,36 bcB

<sup>a</sup> Médias aritméticas simples ± desvio padrão de três repetições, seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna, e maiúsculas iguais na mesma linha, não são significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que o aumento no teor de grãos quebrados até níveis de 5% durante 360 dias de armazenamento provocam pequenas alterações nos teores de umidade dos grãos, peso volumétrico e peso de mil grãos, sendo que diferenças observadas são resultados principalmente das alterações nos teores de umidade, resultado do equilíbrio higroscópico dos grãos, e resultaram em alterações nos outros parâmetros avaliados durante o experimento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Moisture measurement- unground grain and seeds. In: Standards, 2000. St. **Joseph: ASAE**, p. 563, 2000.
- AGUIAR, R.W.S.; BRITO, D.R.; OOTANI, M. A.; , FIDELIS, R. R.; PELUZIO, J.N.; Efeito do dióxido do carbono, temperatura e armazenamento sobre sementes de soja e microflora associada. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.3, p.554-560, jul-set, 2012.
- 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.
- CARNEIRO, L.M.T.A.; BIAGI, J.D.; FREITAS, J.G.; CARNEIRO, M.C.; FELÍCIO, J.C.; Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.127-137, 2005.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.
- PEREZ-GARCIA, F.; GONZALEZ-BENITO M. E.; Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and presowing treatments, **Journal of Arid Environments**, v.65, n.01, p.688-693, 2006.
- REED, C.; DOYUNGAN, S.; IORGER, B.; GETCHELL, A.; Response of storage molds to different initial moisture contents of maize (corn) stored at 25°C, and effect on respiration rate and nutrient composition; **Journal of Stored Products Research**, v.43, p. 443 – 458, 2007.
- SILVA, J.S.; AFONSO, A.D.L.; LACERDA FILHO, A.F.; Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. de S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, p.395-462, 1995.