

Propriedades Físicas de Diferentes Grãos de Milho

43

Rafael da Silveira Coelho¹, Gabriel Sakai Fugita¹, Wellington Bonow Rediss¹, Newton da Silva Timm¹, Cristiano Dietrich Ferreira¹, Eberson Diedrich Eicholz², Moacir Cardoso Elias¹, Maurício de Oliveira¹

RESUMO

A industrialização e utilização do milho está muito associada as suas características químicas e físicas. Por isso objetivou-se avaliar as propriedades físicas de diferentes tipos de grãos de milho. Foram avaliadas as dimensões, massa específica aparente, porosidade, massa específica real, peso de mil grãos e ângulo de repouso. Observou-se que os grãos de milho dentado apresentaram maior massa específica aparente e real e menor porosidade intergranular. Os grãos com endosperma farináceo não diferiram entre si no percentual de poros. Entre os grãos com endosperma farináceo o milho preto apresentou maior massa específica aparente e maior massa específica real. A maior massa específica e peso de mil grãos do milho dentado está relacionado com a grande compactação entre grânulos de amido e proteína no seu endosperma.

Palavras-chave: Tipos de milho, Milho farináceo, Milho dentado.

INTRODUÇÃO

Os Estados Unidos são os maiores produtores mundiais de milho, seguidos pela China, Brasil, Argentina e México (FAOSTAT, 2016). No Brasil estima-se uma produção de aproximadamente 82 milhões de toneladas de grãos de milho (CONAB, 2018). O milho pode ser utilizado na produção de alimentos, indústrias químicas, farmacêuticas, de papéis e têxtil (Paes, 2006). Para cada fim podem ser utilizados diferentes tipos e

¹Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA), da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), campus universitário, s/n, CEP 96010-900, Capão do Leão/RS. E-mail: mauricio@labgraos.com.br

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Br 392, km 78, CEP 96010-971, Pelotas/RS. E-mail: eberson.eicholz@embrapa.br

variedades de milho, as quais podem apresentar características distintas na etapa de pós-colheita.

Na pós-colheita as propriedades físicas são de grande importância para o dimensionamento de máquinas, equipamentos e células de armazenamento (Milman et al., 2014).

As dimensões dos grãos são parâmetros para a escolha de peneiras adequadas na separação de impurezas e matérias estranhas. A massa dos grãos influencia na vazão de ar utilizada na limpeza, quando executada por uma máquina de ar e peneiras (Srivastava et al., 1993; Guimarães et al., 2015).

A porosidade intergranular influencia na secagem e aeração dos grãos. Os grãos com menor porosidade exercem maior resistência a passagem do ar, que dificulta essas operações. O ângulo de repouso difere conforme o grão, teor de umidade e dimensões. Essa propriedade auxilia a definir capacidade estática de silos, armazéns e transportadores de grãos, além de ser parâmetro para o dimensionamento de moegas e transportadores de grãos (Guimarães et al., 2015).

Sendo assim, objetivou-se avaliar e caracterizar as propriedades físicas de diferentes tipos de grãos de milho tais como: dimensões, massa específica aparente, porosidade, massa específica real, peso de mil grãos e ângulo de repouso.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de milho farináceo de pericarpo amarelo, farináceo de pericarpo branco, farináceo de pericarpo preto e dentado de pericarpo amarelo. Os grãos foram cultivados e colhidos na Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, na safra 2017/2018. Após a colheita os grãos foram transportados até o Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), onde foi feita a secagem e as análises dos grãos.

A secagem dos grãos foi realizada em um secador estacionário, com velocidade do ar de 0,5 m/s e temperatura do ar de 50°C. Os grãos foram secos até atingirem 13% de umidade e posteriormente foram realizadas as avaliações.

As dimensões dos grãos de milho foram feitas medindo 100 grãos aleatoriamente. Foi utilizado um paquímetro digital para mensurar o comprimento, largura e espessura dos grãos (Işik e Işik, 2008).

A massa específica aparente foi mensurada por meio de uma balança de peso hectolitro, que se baseia no preenchimento de um volume de 0,25 L com grãos (Corrêa et al., 2006). A massa específica aparente foi expressa em kg/m³.

A porosidade intergranular foi obtida em % de poros. Foram utilizadas duas provetas

de 100 mL e óleo de soja. Na primeira proveta foram colocados os grãos até atingirem a marca de 100 mL e a outra preenchida com 100 mL de óleo de soja. O óleo foi colocado junto aos grãos na primeira proveta. Conhecendo-se o volume de líquido adicionado para preencher os espaços vazios da massa de grãos, chega-se na porosidade intergranular.

A massa específica real foi calculada de acordo com a Equação 1 descrita por Mohsenin (1986).

Em que ρ corresponde a massa específica real (kg/m^3), ρ_{ap} a massa específica aparente (kg/m^3) e ε a porosidade intergranular (%).

O peso de mil grãos foi determinado pela soma da massa de quatro amostras de milho com 250 grãos cada. Os grãos foram separados por meio de um contador eletrônico de grãos (ESC 2011, Sanick).

O ângulo de repouso foi mensurado de acordo com Benedetti e Jorge (1987). Foi utilizado uma estrutura cubica com 50 cm de comprimento, 40 cm de altura e 15 cm de largura, constituído de madeira e vidro. Um funil foi posicionado no centro do recipiente, com sua abertura localizada a 40 cm da superfície inferior. Assim, garantiu-se o fluxo constante e a acomodação natural dos grãos. O ângulo foi medido por meio de um transferidor.

Os resultados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) nos tratamentos, com posterior teste de comparação de médias por Tukey, aplicado um nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as dimensões dos grãos de milho. O comprimento dos grãos de milho com endosperma farináceo apresentou-se menor que o milho dentado (endosperma córneo e farináceo). A largura do milho farináceo preto (10,17 mm) foi maior que a do milho dentado (9,44 mm). Não foram observadas diferenças na espessura dos diferentes tipos de grãos de milho.

TABELA 1. Dimensões de diferentes grãos de milho

Tipo – Cor do Pericarpo	Dimensões (mm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Dentado – Amarelo	12,60 ± 0,57 ^{a*}	9,44 ± 1,00 ^b	4,52 ± 0,25 ^a
Farináceo – Amarelo	11,77 ± 0,52 ^b	9,99 ± 0,56 ^{ab}	4,53 ± 0,49 ^a
Farináceo – Branco	11,63 ± 0,96 ^b	9,72 ± 0,43 ^{ab}	4,60 ± 0,49 ^a
Farináceo – Preto	11,60 ± 1,02 ^b	10,17 ± 0,70 ^a	4,80 ± 0,62 ^a

*Médias aritméticas ± desvio padrão (n=3), seguido por letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

Na Tabela 2 são apresentados a massa específica aparente, a porosidade intergranular e a massa específica real de diferentes tipos de grãos de milho.

TABELA 2. Massa específica aparente, porosidade intergranular e massa específica real de milho dentado e farináceo

Tipo – Cor do Pericarpo	Propriedades Físicas
	Massa Específica Aparente (kg.m ⁻³)
Dentado – Amarelo	793,12 ± 4,09 ^a
Farináceo – Amarelo	696,80 ± 3,60 ^{bc}
Farináceo – Branco	689,85 ± 3,84 ^c
Farináceo – Preto	700,60 ± 1,87 ^b
	Porosidade Intergranular (%)
Dentado – Amarelo	40,00 ± 0,00 ^b
Farináceo – Amarelo	41,50 ± 0,71 ^{ab}
Farináceo – Branco	42,50 ± 0,71 ^a
Farináceo – Preto	42,50 ± 0,71 ^a
	Massa Específica Real (kg.m ⁻³)
Dentado – Amarelo	1321,87 ± 6,82 ^a
Farináceo – Amarelo	1191,11 ± 6,16 ^c
Farináceo – Branco	1199,74 ± 6,68 ^c
Farináceo – Preto	1218,43 ± 3,26 ^b

*Médias aritméticas ± desvio padrão (n=3), seguido por letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

Os grãos de milho dentado apresentaram maior massa específica aparente e real e menor porosidade intergranular.

Entre os grãos com endosperma farináceo o milho preto apresentou maior massa específica real (1248,43 kg/m³). O milho farináceo com pericarpo branco apresentou as menores massas específicas (aparente e real).

O milho dentado apresentou a menor porosidade intergranular (40,00%). Os grãos com endosperma farináceo não diferiram entre si no percentual de poros. Esses resultados estão de acordo com um intervalo de porosidade para grãos de milho apresentado por Oliveira et al., (2015).

Na Tabela 3 são apresentados o peso de mil grãos e o ângulo de repouso da massa de grãos de diferentes tipos de grãos de milho.

TABELA 3. Peso de mil grãos e ângulo de repouso de milho dentado e farináceo

Tipo – Cor do Pericarpo	Propriedades Físicas
	Peso de Mil Grãos (g)
Dentado – Amarelo	405,13 ± 5,34 ^{a*}
Farináceo – Amarelo	376,13 ± 16,44 ^b
Farináceo – Branco	299,01 ± 4,14 ^c
Farináceo – Preto	362,85 ± 5,38 ^b
	Ângulo de Repouso (°)
Dentado – Amarelo	19,50 ± 2,5 ^b
Farináceo – Amarelo	22,50 ± 2,25 ^{ab}
Farináceo – Branco	23,43 ± 1,04 ^a
Farináceo – Preto	23,67 ± 0,76 ^a

*Médias aritméticas ± desvio padrão (n=3), seguido por letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

Os grãos de milho dentado apresentaram o maior peso de mil grãos (405,13 g), seguido pelos farináceos de pericarpo amarelo (376,13 g), preto (362,85 g) e branco (299,01 g).

O maior ângulo de repouso foi observado nos milhos farináceos preto (23,67°), branco (23,43°), amarelo (22,50°) e dentado amarelo (19,50°).

A maior massa específica e maior peso de mil grãos do milho dentado está relacionado ao endosperma vítreo, pois possui uma matriz proteica densa, com corpos proteicos estruturados, que circundam os grânulos de amido formando uma estrutura compactada. No entanto, no milho farináceo há um grande número de espaços de ar internamente, formando uma estrutura menos densa (Delcour e Hosney, 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEDETTI, B. C.; JORGE, J. T. Influência da variação do teor de umidade sobre o ângulo de talude de vários grãos. **Ciência e Cultura**, v.39, n.2, p.189-192, 1987.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

CORRÊA, P. C.; RIBEIRO, D. M.; RESENDE, O.; BOTELHO, F. M. Determinação e modelagem das propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.665–670, 2006.

DELCOUR, J. A.; HOSENEY, R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**. Editora AACC International, 2010. 270p.

FAOSTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. Production of Maize. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

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.

IŞIK, E.; IŞIK, H. The effect of moisture of organic chickpea (*Cicer arietinum* L.) grain on the physical and mechanical properties. **International Journal of Agricultural Research**, v.3, n.1, p.40- 51, 2008.

MILMAN, M. J.; PERES, W. B.; LUZ, C. A. S.; LUZ, M. L. G. S. **Equipamentos para Pré-Processamento de Grãos**. 2.ed. Pelotas: Gráfica Santa Cruz, 2014. 243 p.

MOHSEIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.

OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C.; FERREIRA, C. D.; SILVA, W. S. V. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos**. Pelotas, 2015. 76p.

PAES, M. C. D. **Circular Técnica 75: Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p.

SRIVASTAVA, A.K.; GOERING, C.E.; ROHRBACH, R.P. Engineering principles of agricultural machines. St. Joseph, Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1993. 601p.