

DINÂMICA DO AMBIENTE SOBRE A ADSORÇÃO DE ÁGUA EM SEMENTES

RENI SAATH¹, GIOVANNA GABRIELA FERREIRA DE OLIVEIRA², GUSTAVO SOARES WENNECK³, DANILO CESAR SANTI⁴, CAMILA DE SOUSA VOLPATO⁵, LARISSA LEITE DE ARAÚJO⁶

¹ Eng.^a Agrícola, Professora Dr.^a, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, (44) 3011-5428, rsaath@uem.br

² Discente de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, ra106907@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, mestrando em agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, gustavowenneck@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, mestrando em agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, danilosantiagro@gmail.com

⁵ Eng.^a Agrônoma, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, e-mail: camila16volpato@gmail.com

⁶ Discente de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, e-mail: larissa_leite_araujo@hotmail.com

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

RESUMO: Conhecer a velocidade e a intensidade da adsorção de água das sementes de diferentes espécies possibilita compreender consequências do processo e definir estratégias à conservação. O estudo teve como objetivo analisar o processo da adsorção de água em sementes de soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), trigo (*Triticum spp.*) e amendoim (*Arachis hypogaea*) em ambiente de alta umidade. Quatro repetições com 10 unidades por espécie acondicionadas em copos plásticos e sob ambiente úmido foram mantidas em embalagens herméticas, sem contato direto entre sementes e água. Para acompanhar a variação de massa as sementes foram pesadas na fase inicial em intervalos de 60 min por 5 h e da fase intermediária até peso constante a cada 7 h. A taxa de transferência da água obteve-se da diferença do potencial hídrico entre sementes e ambiente. Aos dados experimentais da massa de água e tempo de absorção, após análise de regressão não linear, ajustou-se Equações que representem a dinâmica da água absorvida pelas sementes. Houve diferenças na absorção de água entre as culturas, representadas pelas Equações para amendoim ($y = -3E-05x^2 + 0,0038x + 0,0066$), milho ($y = -9E-05x^2 + 0,0088x + 0,0077$), soja ($y = -7E-05x^2 + 0,0072x + 0,0029$), trigo ($y = -9E-05x^2 + 0,0071x + 0,0116$) e coeficiente de determinação (R^2) de 0,99. A composição química das sementes condiciona a dinâmica no processo de absorção.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento; Composição química; Higroscopicidade.

DYNAMICS OF THE ENVIRONMENT ON WATER ADSORPTION IN SEEDS

ABSTRACT: Knowing the speed and intensity of water absorption in different species allows us to understand the consequences of the process and define conservation strategies. The study aimed to analyze the water absorption process in soybean seeds (*Glycine max*), corn (*Zea mays*), wheat (*Triticum spp.*) And peanuts (*Arachis hypogaea*) in a high temperature environment. As seeds packed in plastic cups and humid environment kept in airtight packaging, without direct contact between seeds and water. To accompany the variation in mass, seeds were weighed in the initial phase at 60 min intervals for 5 h and from the intermediate phase to constant weight every 7 h. The water transfer rate is the difference in water potential between seeds and the environment. For experimental data of water mass and absorption time, after non-linear regression analysis, adjust the Equations that represent the amount of water absorbed by the seeds. There were differences in water absorption between crops, represented by the equations for peanuts ($y = -3E-05x^2 + 0.0038x + 0.0066$), corn ($y = -9E-05x^2 + 0.0088x + 0.0077$), soy ($y = -7E-05x^2 + 0.0072x + 0.0029$), wheat ($y = -9E-05x^2 +$

0.0071x + 0.0116) and determination coefficient (R^2) of 0.99. The chemical composition of the seeds affects the absorption process.

KEYWORDS: Chemical composition; Hygroscopicity; Storage.

INTRODUÇÃO: No armazenamento de sementes e/ou grãos, a qualidade e viabilidade do lote é assegurada pela atividade da água (a_w) do material, que é uma resposta dependente do teor de água de equilíbrio, temperatura e umidade relativa. Numa escala de 0 a 1 para a_w acima de 0,7 (decimal), o risco de deterioração de grãos/sementes aumenta torna-os susceptíveis ao ataque e desenvolvimento de microrganismos patogênicos (Oliveira et al., 2010). Na descrição do processo, conforme isotermas das sementes de girassol (Campos et al., 2019), castanhas-do-Brasil (Botelho et al., 2019), para o mesmo teor de água de equilíbrio, aumentos da a_w deve-se ao acréscimo de temperatura. Informações a respeito do comportamento de diferentes espécies vegetais frente as condições de temperatura e umidade relativa podem auxiliar na tomada de decisão sobre armazenamento seguro e reduzir perdas qualitativas. No contexto de entender a dinâmica da água no equilíbrio higroscópico, objetivou-se neste estudo analisar o processo da absorção de água em sementes de soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), trigo (*Triticum spp.*) e amendoim (*Arachis hypogaea*) em ambiente de alta umidade relativa.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento em DIC, foi conduzido no Laboratório de Plantas Mediciniais e Pós-colheita de Produtos Agrícolas (DAG/UEM), utilizando sementes de quatro culturas (soja, trigo, milho e amendoim) e quatro repetições de 10 unidades por espécie. As sementes acondicionadas em copos plásticos foram mantidas sob ambiente úmido em embalagens herméticas, sem contato direto entre sementes e água. Foi utilizada uma balança analítica ($\pm 0,001$ g) para acompanhar a variação de massa, pesando as sementes na fase inicial em intervalos de 60 min por 5 h e da fase intermediária até peso constante a cada 7 h. O teor de água das sementes foi determinado antes e depois do armazenamento pelo método padrão estufa ($105 \pm 2^\circ\text{C}/24\text{h}$) com circulação de ar forçada. Após a exposição das sementes à ambiente úmido, a disponibilidade de água e a taxa de transferência da água foi obtida da diferença do potencial hídrico entre sementes e ambiente. Aos dados experimentais da massa de água e tempo de absorção, após análise de regressão não linear, ajustou-se Equações que representem a dinâmica da água adsorvida pelas sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para as espécies vegetais cujas sementes permaneceram armazenados em ambiente úmido constatou-se houve diferenças no processo da absorção de água entre sementes (Figura 1). Para as mesmas condições do ambiente ao longo período de estocagem até a semente alcançar a umidade de equilíbrio, a dinâmica de adsorção mostrou variação na capacidade de hidratação, tendo a semente de milho adsorvido mais água (Figura 1a). A massa de água em função do tempo, na semente de milho comparada às de composição similar (trigo), possui área superficial maior, sugerindo absorver mais a água em função dos altos teores de carboidratos e da área de contato, enquanto a semente de amendoim, embora apresente o maior tamanho entre as espécies estudadas, em função dos teores de lipídeos, a velocidade e a quantidade de água absorvida foi a menor (Figura 1b). A semente seca altamente higroscópica em contato com o ar em condições de temperatura ambiente e umidade relativa alta, adsorveu água do meio alcançando uma concentração de umidade de equilíbrio, alterando o seu teor de água, cujo índice pode prejudicar a conservação da semente. Considerando a dinâmica das condições de armazenamento sobre a qualidade observou-se que a adsorção de água da semente diminuiu conforme o tempo de exposição e que o processo é função da interação entre características físico-químicas da semente e condições do ambiente (temperatura e umidade relativa) de armazenamento (Figura 1), representado às sementes pela

Equação $y = -3E-05x^2 + 0,0038x + 0,0066$ (amendoim), $y = -9E-05x^2 + 0,0088x + 0,0077$ (milho), $y = -7E-05x^2 + 0,0072x + 0,0029$ (soja), $y = -9E-05x^2 + 0,0071x + 0,0116$ (trigo) e coeficiente de determinação (R^2) de 0,99 nas avaliações, retrata a influência de características físico-químicas sobre a quantidade de água adsorvida e o potencial hídrico da semente até entrar em equilíbrio com as condições de ambiente de armazenamento.

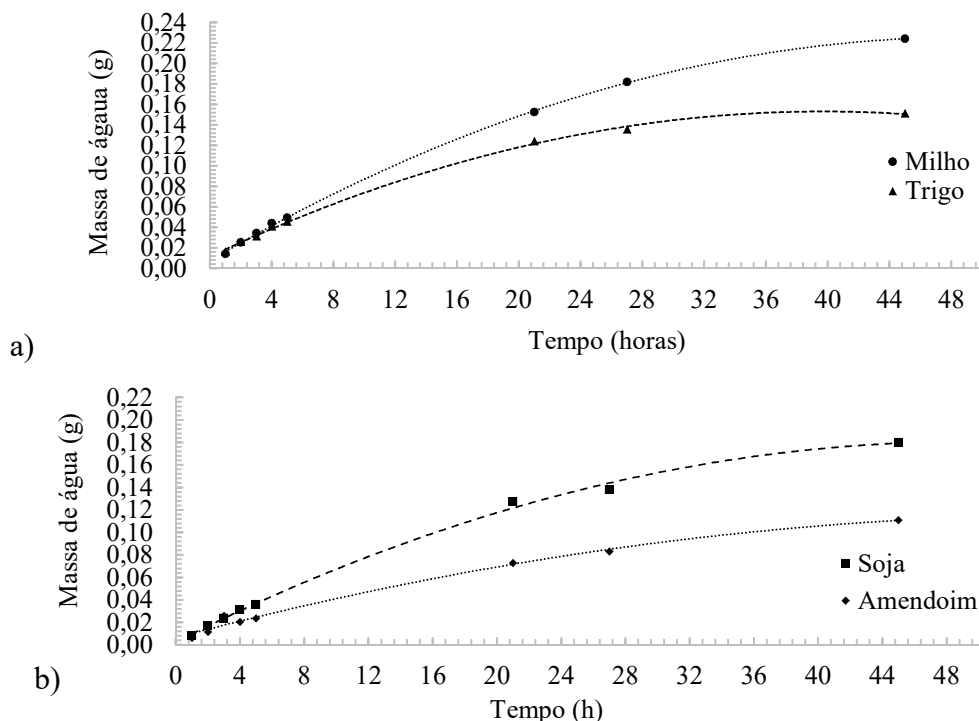


FIGURA 1 Absorção de água (g) dos grãos de amendoim, soja, milho e trigo armazenados em ambiente com elevada umidade.

A água adsorvida aumentou com o passar do tempo (Figura 1), tendo sementes em equilíbrio higroscópico às condições da pressão de vapor do ambiente apresentada elevação na umidade em base seca (bs) de X% (Tabela 1), valor aquém às condições seguras de armazenamento e sob o ponto de vista comercial implica em deságio na comercialização das sementes.

TABELA 1 Variação dos teores de água das sementes de amendoim, milho, soja e trigo no período de armazenamento.

Cultura	Teor de água em base úmida (% bs)		Massa de água absorvida ($g\ g^{-1}\ MS$)
	Antes do armazenamento	Depois do armazenamento	
Amendoim	7,89	13,27	0,054
Milho	12,88	26,96	0,140
Soja	9,46	20,40	0,109
Trigo	13,09	35,92	0,228

As isotermas de adsorção da atividade de água (a_w) para as sementes proteicas ou farináceas apresentaram-se no formato sigmoidal, tipo II (Iupac, 1985), semelhante as sementes de alface (Zeymer et al., 2017), pimenta dedo-de-moça (Andrade et al., 2017) e frutos de baru (Oliveira et al., 2017). Movimentos sinérgicos da lei de Raoult sugerem efeitos capilares e interações de umidade na superfície do material (Labuza; Altunakar, 2007), indicando o tipo de forças que intervêm na ligação da água com a superfície do material higroscópico e permite certas avaliações da sua estrutura superficial, da sua estabilidade durante o armazenamento e orientar projetos apropriada a sua melhor conservação. As condições de equilíbrio das sementes, objeto deste estudo, são favoráveis a adsorção de água, cujo índice de disponibilidade relacionado a temperatura e umidade relativa, apresenta influência direta sobre a atividade respiratória e

manutenção da qualidade da semente. A alta umidade potencializa riscos à contaminação e deterioração, logo, menor valor comercial ou mesmo recusa do produto prejudicando à economia dos produtores. A diferença de adsorção entre sementes pode ser atribuída as características físico-químicas; a semente de amendoim possui em média 8% de carboidratos e de soja 38% (Hirakuri; Lazzarotto, 2014), enquanto sementes de milho (68-78%) e de trigo 78-86% em função da variação genética (PESKE et al., 2012). Assim, as estratégias e a logística no armazenamento à qualidade devem considerar condições climáticas do ambiente.

CONCLUSÕES: A composição química da semente influenciou a velocidade de absorção de água em ambiente úmido; a troca de vapor de água entre ambiente e semente favorece a velocidade de absorção e a presença de mais água livre nas sementes de milho e trigo.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), financiamento código 001; à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela estrutura.

REFERÊNCIAS: ANDRADE, E. T.; FIGUEIRA, V.G.; TEIXEIRA, L. P.; TAVEIRA J. H. S.; BOREM, F. M. Determination of the 267 hygroscopic equilibrium and isosteric heat of aji chili pepper. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 12, p. 865-871, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-2691929/agriambi.v21n12p865-871>

BOTELHO, F. M.; BOSCHIROLI NETO, N. J.; BOTELHO, S. C. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; HAUTH, M. R. Sorption isotherms 276 of Brazil nuts. **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 10, p. 776-781, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n10p776-781>

BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília, MAPA/ACS, 2009, 395 p.

CAMPOS, R. C.; CORRÊA, P. C.; ZAIDAN, I. R.; ZAIDAN, U. R.; LEITE, R. A. Moisture sorption isotherms of sunflower seeds: Thermodynamic analysis. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, n. 1, p. 1-12, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054201943011619>

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, p. 9-15, 2014.

IUPAC – INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity (Recommendations 1984). **Pure & Applied Chemistry**, v. 57, n. 4, p. 603-619. 1985. <https://doi.org/10.1515/iupac.57.0007>

LABUZA, T. P.; ALTUNAKAR, B. Water Activity Prediction and Moisture Sorption Isotherms. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; FONTANA JÚNIOR, A. J.; SCHMIDT, S. J.; LABUZA, T. P. **Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications**. Ames: Blackwell Publishing Professional, p. 109-154, 2007. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470376454.ch5>

OLIVEIRA D. E. C.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; FERREIRA JUNIOR, W. N.; SILVA, I. O. F. Hygroscopicity of baru 329 (*Dipterix alata* Vogel) fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 279-284, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p279-284>

OLIVEIRA, G. H. H.; CORRÊA, P. C.; ARAÚJO, E. F.; VALENTE, D. S. M.; BOTELHO, F. M. Desorption isotherms and thermodynamic properties of sweet corn cultivars (*Zea mays* L.). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 3, p. 546-554, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02163.x>

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGUELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, 3ed, 573p. 2012.

ZEYMER, J. S.; CORRÊA, P. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; BAPTESTINI, F. M.; FREITAS, R. C. P. Desorption isotherms of *Lactuca sativa* seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 8, p. 568-572, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n8p568-572>.