

DINÂMICA DA HIGROSCOPICIDADE E SEUS EFEITOS SOBRE A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DAS SEMENTES DE ABÓBORA

Marcelo Sá Teles (PIBIC/UEM), Reni Saath (Orientadora), Roberto Rezende, Gustavo Soares Wenneck, Natália Leticia Fratta. E-mail: rsaath@uem.br

Universidade Estadual de Maringá/ Centro de Ciências Agrárias/ Maringá, PR.

Ciências Agrárias / Engenharia Agrícola

Palavras-chave: Atividade de água, *Cucurbita* spp., Equilíbrio higroscópico

Resumo: Esta pesquisa teve por objetivo determinar as isotermas de equilíbrio para as sementes de abóbora e avaliar a dinâmica do processo sobre a sua qualidade físico-química. Utilizando o método estático, as isotermas de equilíbrio foram determinadas a diferentes temperaturas e atividades de água para cada temperatura, entre 0,110 a 0,885. As condições ambientais para realização dos testes de higroscopicidade foram fornecidas por meio de uma câmara condicionadora de atmosfera. Durante o processo as amostras foram pesadas periodicamente e o equilíbrio higroscópico foi atingido quando a variação da massa permaneceu, aproximadamente, invariável durante três pesagens consecutivas. A partir dos dados obtidos determinou-se a umidade para cada teor de água de equilíbrio. Aos dados experimentais do teor de água de equilíbrio foram ajustados os modelos matemáticos frequentemente aplicados para representação da higroscopicidade de produtos agrícolas utilizando o *software Statistica 7.1®*. Os resultados mostraram que a umidade relativa do ambiente em que as sementes são armazenadas não poderá ser maior que 75% para que as mesmas permaneçam com um conteúdo de umidade menor que 0,10 (bs) até o seu processamento. Observou-se que o teor de água de equilíbrio decresce com o aumento da temperatura para uma dada atividade de água à semelhança dos produtos higroscópicos. O equilíbrio higroscópico das sementes de abóbora é diretamente proporcional à atividade de água e decresce com o aumento de temperatura, para um mesmo valor de atividade de água. O modelo de Halsey modificado representou melhor a higroscopicidade das sementes de abóbora.

Introdução

O aproveitamento de fontes energéticas, do ponto de vista técnico-científico, dinamiza e impulsiona o desenvolvimento nacional e regional. Impactos ambientais, sociais, disponibilidade e escassez de recursos não renováveis, inseriram-se preceitos básicos de sustentabilidade quanto a recursos naturais. Pela disponibilidade de áreas de produção e características edafoclimáticas o Brasil se destaca na utilização de fontes renováveis à geração de energia. Neste cenário, além da importância socioeconômica, o

fruto de abóbora (*Cucurbita* spp.) destaca-se na nutrição, pela riqueza em carotenoides, ferro, cálcio, magnésio, potássio, fibras e vitaminas B e C (VERONEZI; JORGE, 2012). Devido à concentração de óleo, os grãos têm potencial à agregação de valor, favorecendo a agricultura familiar regional. A atividade de água (a_w) ligada à estabilidade no processamento e análise de materiais biológicos indica a qualidade. A afinidade existente entre a água e composição físico-química de um produto define sua higroscopicidade, por sua vez, esta influencia os processos de manuseio, estocagem e consumo de materiais biológicos. No entanto, não existem informações sobre o efeito latente do ambiente de armazenamento na atividade de água das sementes de abóbora recém-colhidas e na qualidade do produto final. Pelo exposto, entender o fenômeno da atividade de água em sementes de abóbora viabiliza a manutenção da qualidade final do produto armazenado. Deste modo, o estudo teve por objetivo determinar as isotermas de equilíbrio para as sementes de abóbora e avaliar a dinâmica do processo sobre a sua qualidade físico-química.

Materiais e métodos

Do experimento conduzido no Centro Técnico de Irrigação - UEM/Sede, vinculado às ações de pesquisa coordenadas pelo Prof. Dr. Roberto Rezende (DAG - UEM/Sede) para a melhoria do desempenho agrônomo da espécie *Cucurbita* pego L., obteve-se o material experimental. Frutos de abóbora recém-colhidos foram higienizados, levados ao laboratório coletando-se as sementes, lavando-as em água corrente, seguido de imersão em água destilada por meia hora. Então, em peneiras expostas às condições ambientais (três horas), para a evaporação do excesso de água superficial. Determinaram-se as isotermas de dessorção de umidade dos grãos *in natura* utilizando-se o método gravimétrico estático; as amostras, em triplicata, foram colocadas em recipientes de vidro herméticos, contendo soluções saturadas de sais (KOH; CH₃COOK; K₂CO₃; MgCl₂; Ca(NO₃)₂; NaCl; KCl e BaCl₂), com atividades de água variando entre 0,11 a 0,90 (GREENSPAN, 1977). Os recipientes com as amostras transferidos para BOD a diferentes temperaturas (10°C, 20°C, 25°C; 30°C; 15°C/35°C (12/12h), 35±0,5°C, 40°C e 43°C) e para estufa com circulação forçada de ar a (50°C, 60°C e 70°C), permanecendo nesses ambientes até que atingissem peso constante. Determinou-se o teor de água de equilíbrio pelo método estufa a 103±2°C por 24 h (BRASIL, 2009). Considerando a a_w igual à umidade relativa do ar, a umidade de equilíbrio (U_e) foi calculada pela Equação 1. Os dados experimentais submetidos à análise de regressão não-linear para expressar a relação entre as variáveis estudadas. A seleção de modelo matemático e ajuste aos dados experimentais através do *software* STATISTICA 7.0

$$U_e = \left[\frac{M_e - M_s}{M_e} \right] \times 100 \quad (1)$$

Onde, M_e : Massa do produto no início do processo de sorção (g); M_s : Massa do produto no final do processo de sorção (g).

Resultados e Discussão

Na literatura podem ser encontrados diversos trabalhos que relacionam teores iniciais de atividade de água com o desenvolvimento de diversos microrganismos responsáveis pelas sínteses de produtos obtidos em processo de fermentação semissólida (FARAHNAKY et al., 2009). Verificou-se que o teor de água de equilíbrio decresce com o aumento da temperatura para uma dada atividade de água à semelhança dos produtos higroscópicos. Também, que para uma atividade de água constante os valores de teor de água de equilíbrio higroscópico das sementes de abóbora diminuíram com o aumento da temperatura (Figura 1).

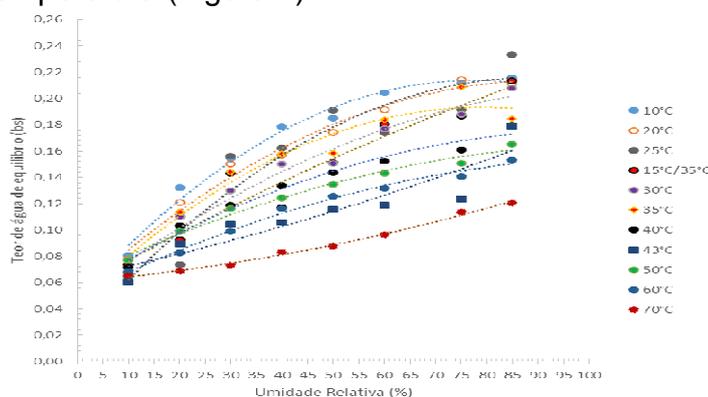


Figura 1 Valores experimentais e estimados do teor de água de equilíbrio das sementes de abóbora *in natura* em função da atividade de água (a_w) às diferentes temperaturas

Em função do comportamento dos dados experimentais da higroscopicidade das sementes abóbora (Figura 1) e parâmetros da umidade de equilíbrio estimados (Tabela 1) foi realizada a simulação matemática para diferentes modelos.

Tabela 1 Parâmetros estimados e coeficientes de determinação (R^2) a partir dos dados experimentais para os teores de água de equilíbrio higroscópico (bs) da semente de abóbora para cada temperatura analisada.

Temperatura (°C)	Parâmetros			R^2
	a	b	c	
10	0.04702440	0.00378797	0.00002148	0.98717000
20	0.07969286	0.00166833	0.05130000	0.93642893
25	0.08226071	0.00664466	0.00050920	0.92463090
15/35	0.05930595	0.00172648	0.00000000	0.92625946
30	0.09635761	0.00644029	0.00004709	0.97716000
35	0.04363571	0.00351230	-0.00002098	0.94515087
40	0.02950476	0.00454154	-0.00006634	0.99862415
43	0.00003333	0.00679333	-0.00014219	0.97429289
50	0.04572857	0.00331718	-0.00004559	0.99887762
60	0.06413393	0.00042237	0.00008679	0.99921595
70	0.09610000	-0.00557916	0.00033470	0.99415519

De um modo geral, a utilização das isotermas de sorção gera informações referentes ao armazenamento adequado e a tomada de decisão sobre medidas preventivas para a manutenção da qualidade do produto. A a_w indica possíveis mudanças físico-químicas provenientes do processamento e relaciona-se a mecanismos que podem deteriorar a semente (FARAHNAKY et al., 2009). A temperatura influenciou nos valores da umidade de equilíbrio, diminuindo com o aumento da temperatura a uma certa atividade de água (Figura 1). Baseando-se em parâmetros estatísticos, verificou-se que todos os modelos testados representaram as isotermas de dessorção das sementes, com R^2 superiores a 83,98%, sugerindo boa representação do fenômeno de higroscopicidade de sementes de abóbora, semelhante às observações reportadas por Teixeira, Andrade e Figueira (2014). Em resumo, constatou-se que o modelo de Copace (R^2 0,9884) e Halsey modificado (R^2 0,9886) tiveram melhor representatividade no fenômeno para as diferentes temperaturas. Entretanto, para as temperaturas (30 e 40°C), em virtude de apresentar R^2 0,9887, o modelo de Peleg se ajustou melhor às isotermas de dessorção de umidade da semente de abóbora.

Conclusões

Concluiu-se que o teor de água de equilíbrio higroscópico é diretamente proporcional à umidade relativa e decresce com o aumento de temperatura para um mesmo valor de umidade relativa. Variação de temperatura e teor de água no ambiente influenciaram na estabilidade da semente. Na modelagem matemática, o modelo de Halsey modificado representou melhor a higroscopicidade das sementes de abóbora.

Agradecimentos

À UEM pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

Referências

- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of National Bureau of Standards. A. Physics and Chemistry**. v. 81a, n.1. 1977.
- TEIXEIRA, L.P.; ANDRADE, E.T.; FIGUEIRA, V.G. Determinação do equilíbrio higroscópico dos grãos de abóbora (*Cucurbita moschata*). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, 2014, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2014.
- VERONEZI, C.M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóbora (*Cucurbita* spp) como fonte alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.1, p.113-124. 2012.
- YANG, Z.; ZHU, E.; ZHU, Z. Moisture sorption isotherm and net isosteric heats of sorption of green soybean. **International Journal of Food Engineering**, v. 8, artigo 15, 2012.