

PERDA DE MATÉRIA FRESCA E ISOTERMAS DE SORÇÃO EM BULBOS DE CEBOLA¹

ANTONIO TEIXEIRA DE MATOS², FERNANDO LUIZ FINGER³
e VALDECIR ANTONINHO DALPASQUALE⁴

RESUMO - Bulbos curados de cebola (*Allium cepa* L.) foram armazenados sob temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C e umidades relativas entre 33 e 97% pelo período de 30 dias. Umidades inferiores a 55% ou superiores a 75% aumentaram as taxas de perda de matéria fresca dos bulbos em comparação com as observadas no intervalo de umidade entre 55 e 70%. O teor de umidade das películas externas dos bulbos aumentou drasticamente com a elevação da umidade ambiental da câmara de armazenamento acima de 75%. Umidades inferiores a 55% induziram aparecimento de rachaduras nas películas dos bulbos. Bulbos armazenados a 20°C e umidade relativa entre 55 e 75% apresentaram as menores taxas de perda de matéria fresca.

Termos para indexação: *Allium cepa*, armazenamento, temperatura, umidade relativa.

POSTHARVEST FRESH WEIGHT LOSSES AND SKIN ISOTHERMS IN ONION BULBS

ABSTRACT - Cured onion (*Allium cepa* L.) bulbs were stored for 30 days at temperatures of 20, 25, 30 and 35°C and relative humidity ranging from 33 to 97%. Rates of fresh weight losses were higher when bulbs were stored at humidities below 55% or above 75%. Bulb skin water content increased drastically when the storage relative humidity was higher than 75%. Bulbs stored at relative humidity below 55% developed skin cracks. The optimum storage conditions were obtained at 20°C and relative humidity ranging from 55% to 70%.

Index terms: *Allium cepa*, storage, temperature, relative humidity.

INTRODUÇÃO

O conhecimento dos mecanismos e quantificação das trocas de vapor de água entre materiais biológicos e o ambiente são importantes para a correta secagem e o correto armazenamento dos produtos de origem vegetal. Produtos hortícolas, de modo geral, diferem dos grãos quanto à dinâmica de trocas de energia e de massa com o ambiente. Conteúdos de água de 75 a 95%, presentes na maioria dos produtos hortícolas, associados com elevadas taxas

transpiratórias e respiratórias, são fatores determinantes no estabelecimento do equilíbrio dinâmico das trocas gasosas com o meio (Kays, 1991). Além disso, a baixa superfície específica de frutos, tubérculos e bulbos, comparada aos grãos em geral, tornam a epiderme, cutícula, periderme e películas externas importantes barreiras no controle da difusão de gases em perecíveis (Wills et al., 1981; Yoo & Pike, 1995). A perda de vapor de água em produtos hortícolas é também dependente das condições do meio, como o gradiente de pressão de vapor entre produto e ambiente, e da velocidade de deslocamento do ar pela superfície do produto (Berg & Lentz, 1978; Holt et al., 1983).

Ward (1976), estudando o comportamento de bulbos de cebola durante a armazenagem sob umidade relativa constante, observou incrementos na perda de matéria fresca total ao elevar-se a temperatura. Porém, Stow (1975) não observou elevação na taxa de desidratação dos bulbos com a redução da

¹ Aceito para publicação em 21 de outubro de 1996.

² Eng. Agríc., Dr., CCTA/UENF, CEP 28015-620, Campos, RJ.

³ Eng. Agr., Ph.D., Dep. Fitotecnia/UFV, CEP 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Dep. de Agronomia/ Univ. Estadual de Maringá, CEP 87020-900 Maringá, PR.

umidade relativa em condições ambiente. Há porém, dados experimentais mostrando que a desidratação parcial dos bulbos, causada pela cura, aumenta a resistência das películas externas à difusão de vapores (Apeland, 1971). Assim a elevação da resistência das películas a passagem de vapor permite armazenar bulbos com umidades relativas entre 50 a 80%, sem significantes alterações na perda total de matéria fresca (Stow, 1975; Ward, 1976).

No armazenamento de bulbos de cebola, o estabelecimento das condições de desidratação das películas externas e do colo do bulbo, determinam, em parte, o potencial de conservação, bem como o desenvolvimento da cor externa do produto (Hall, 1980; Jamieson, 1980; Tucker & Drew, 1982). A cura dos bulbos pode ser controlada pelo monitoramento da umidade das películas; por essa razão, a obtenção das curvas de umidade de equilíbrio é requerida para otimização operacional dos sistemas de secagem e composição de modelos matemáticos de simulação desse processo. Morales et al. (1983) obtiveram curvas de umidade de equilíbrio em fatias de cebola entre umidades relativas de 10 a 70% e temperatura de 36°C. Os autores concluíram que as isotermas seguiram o ajuste da equação de Brunauer, Emmett & Teller (B.E.T.) para o intervalo de umidade testado. Porém, não há informações disponíveis sobre a umidade de equilíbrio para películas externas de cebola armazenadas em condições ambientes.

O presente trabalho teve por objetivo determinar as taxas de perdas da matéria fresca total de bulbos armazenados em diferentes temperaturas e umidades relativas, e estabelecer as curvas de umidade de equilíbrio das películas externas de cebola.

MATERIAL E MÉTODOS

Bulbos de cebola cv. Baía Periforme foram colhidos após o tombamento da parte aérea da planta e curados em condições ambientes por duas semanas, seguido de corte da parte aérea e das raízes. Cinco bulbos individuais foram colocados em dessecadores com capacidade de 5 litros, contendo diversas soluções salinas saturadas para obtenção de umidades relativas entre 33 e 97%, conforme descrito por Hall (1980) e apresentados na Tabela 1. Os dessecadores foram armazenados em câmaras de D.B.O. nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C. A taxa diária de

TABELA 1. Umidade relativa dos dessecadores em função de diversas soluções saturadas de sais e temperaturas.

Sais	Temperatura (°C)			
	20	25	30	35
MgCl ₂ .6H ₂ O	33,6	33,2	32,2	32,4
Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	54,9	53,5	52,0	51,1
NaCl	75,5	75,5	75,6	75,5
K ₂ CrO ₄	86,6	86,5	86,3	86,1
K ₂ SO ₄	97,2	96,9	96,6	96,4

perda de matéria fresca foi determinada após uma semana de armazenamento, quando a taxa de perda de peso foi constante, sendo então determinadas pelo período de um mês.

Películas externas de dez bulbos foram cuidadosamente removidas e posteriormente colocadas nos dessecadores com as umidades relativas e temperaturas previamente estabelecidas. A umidade de equilíbrio das películas em cada temperatura e a umidade relativa foram determinadas com base na variação diária da perda de matéria fresca, sendo que a umidade de equilíbrio foi atingida quando não foram detectadas alterações no peso das películas. Uma vez atingida a umidade de equilíbrio, as películas foram desidratadas, até peso constante, em estufa com ventilação forçada a 60°C, para determinação do teor de umidade.

Os tratamentos foram compostos por três repetições. Os dados de taxa de perda de matéria fresca foram submetidos a análise de regressão múltipla, e os de umidade de equilíbrio foram relacionados aos de umidade relativa seguindo o método proposto por Day & Nelson (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 1 mostra a superfície de resposta para a taxa de perda de matéria fresca dos bulbos em função das diversas temperaturas e umidades relativas estudadas. Umidades relativas superiores a 75% e temperaturas acima de 20°C causaram aumentos na taxa de perda de massa (Fig. 1). A elevação da taxa de perda de matéria fresca, em condições de temperaturas e umidade relativa elevadas, parecem estar relacionadas ao aumento da permeabilidade das películas (Apeland, 1971). Por outro lado, a elevação da perda diária de matéria fresca observada, em baixas umidades relativas inferiores a 55%, estão asso-

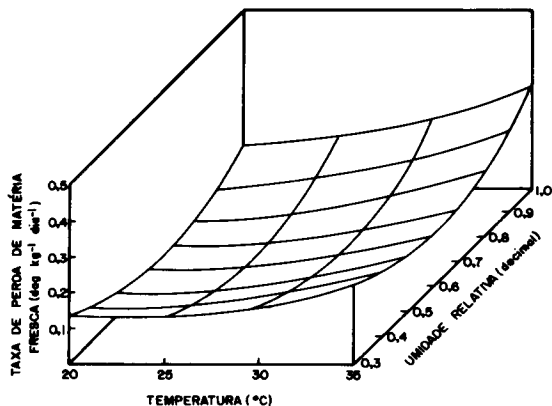


FIG. 1. Taxas de perda de matéria fresca de bulbos de cebola em função da temperatura e umidade relativa de armazenamento.

ciadas à presença de rachaduras nas películas externas, o que provavelmente aumentou a transpiração dos bulbos. Stow (1975) observou comportamento similar ao armazenar cebolas sob temperatura de 30°C e umidade relativa variando de 35 a 95%. Temperatura de 20°C e umidade relativa entre 55 e 75% proporcionaram as menores taxas de perda de matéria fresca, havendo tendência de aumento desta com a elevação da temperatura (Fig. 1). Outros autores, trabalhando com armazenamento de cebolas em condições ambientes, concluíram que umidades de 55 a 70% são as mais efetivas para prolongar a conservação dos bulbos (Berg & Lentz, 1973; Stow, 1975; Ward, 1976). Os resultados obtidos neste trabalho confirmam os obtidos por Apeland (1971), segundo o qual a maior parcela das perdas de massa no armazenamento são causadas pelas condições de temperatura, pela umidade relativa e pela permeabilidade das películas externas.

A análise de regressão múltipla dos dados de taxa de perda de matéria fresca obtidos dos bulbos armazenados sob as diversas temperaturas e umidades relativas, mostraram que a perda de matéria pode ser estimada pela equação (1) que segue:

$$\text{TPMF} = 0,698 - 0,273 \times 10^{-1} \cdot T + 0,547 \times 10^{-3} \cdot T^2 - 0,115 \times 10^{-3} \cdot \text{UR} + 0,736 \cdot \text{UR}^2 + 0,796 \times 10^{-2} \cdot T \cdot \text{UR}$$

$$R^2 = 0,92 \quad (1)$$

onde:

TPMF = taxa de perda de matéria fresca (dag kg⁻¹ dia⁻¹);

T = temperatura do ar (°C);

UR = umidade relativa do ar (decimal);

*, **, *** indicam significância a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Em ensaios preliminares houve tentativas para determinação da umidade de equilíbrio da película externa presa ao bulbo. Contudo, não foi possível determinar com precisão o ponto de equilíbrio, em face do aparecimento de infecções por fungos e bactérias, nas umidades mais elevadas, assim como pelo tempo demasiadamente longo para obtenção do aparente ponto de equilíbrio, isto é, cerca de 40 dias. O uso de películas isoladas, dos bulbos, permitiu obter o equilíbrio higroscópico cinco dias após o início do experimento. As umidades de equilíbrio médias das películas externas, nos intervalos de umidades relativas de 33 a 97%, e a temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, são apresentadas na Fig. 2. A dispersão dos pontos obtidos na Fig. 2 mostra que não houve diferenças de comportamento das isotermas em relação às temperaturas testadas. Aos dados foram ajustadas isotermas obtidas de acordo com a equação de Smith, apresentada por Brooker et al. (1974), a saber:

$$U_e = 0,0313 - 0,1978T^{-0,1517} \ln(1-UR) \quad (2)$$

onde:

U_e = umidade de equilíbrio da película externa (decimal);

T = temperatura do ar (°C); e

UR = umidade relativa do ar (decimal).

O comportamento da isoterma média apresentada na Fig. 2 mostra que no intervalo de umidade relativa de 33 a 86% houve incrementos de 0,15 décimos na umidade das películas, enquanto no in-

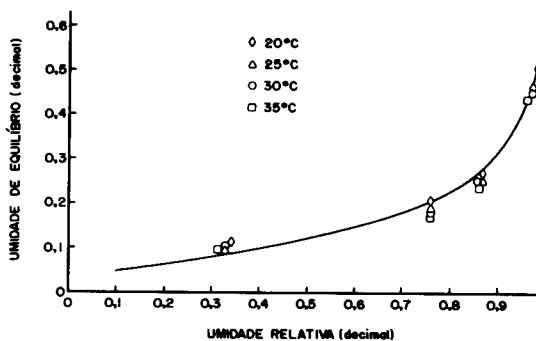


FIG. 2. Umidade de equilíbrio das películas externas de bulbos de cebola em função da temperatura e umidade relativa do ar.

intervalo de 86 a 97% esta elevação foi de 0,20 décimos. Estes resultados demonstram que a presença de umidades relativas elevadas favorecem a absorção de vapor de água pelas películas, com elevação da permeabilidade e da taxa de perda de peso dos bulbos armazenados em umidades superiores a 75%.

CONCLUSÕES

1. Elevação da temperatura entre 20 e 35°C estimula a taxa de perda de matéria fresca de bulbos armazenados de cebola.

2. Umidade relativa entre 55 e 75% resulta em menor perda de matéria fresca no armazenamento dos bulbos, em temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C.

3. Umidades relativas superiores a 75% elevam a taxa de perda de peso dos bulbos armazenados nas diversas temperaturas estudadas.

4. Armazenamento dos bulbos em umidades relativas inferiores a 55% induzem rachaduras nas películas externas, estimulando a perda de matéria fresca.

REFERÊNCIAS

- APELAND, J. Effects of scale quality on physiological processes in onion. *Acta Horticulturae*, v.20, p.72-79, 1971.
- BERG, L. van der; LENTZ, C.P. Effect of relative humidity, temperature and length of storage on decay and quality of potatoes and onions. *Journal of Food Science*, v.38, p.81-83, 1973.
- BERG, L. van der; LENTZ, C.P. High humidity storage of vegetables and fruits. *HortScience*, v.13, n.5, p.17-21, 1978.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. *Drying cereal grains*. Westport: AVI Co., 1974. 265p.
- DAY, D.L.; NELSON, G.L. Desorption isotherms for wheat. *Transactions of the ASAE*, v.6, n.2, p.293-297, 1965.
- HALL, D.W. *Drying and storage of horticultural crops*. Westport: AVI Co., 1980. 381p.
- HOLT, J.E.; SCHOORL, D.; MUIRHEAD, I.F. Post-harvest quality control strategies for fruit and vegetables. *Agricultural Systems*, v.10, p.21-37, 1983.
- JAMIESON, M.F.S. *Secado y almacenamiento de cebollas*. Uruguay: Oficina Regional de la FAO para América Latina, 1980. 21p.
- KAYS, S.J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Avi Book, 1991. 532p.
- MORALES, P.G.; JIMENEZ, G.S.; ARATA, N.A. Deshidratación de vegetales - Isotermas de sorción. *Alimentos*, v.8, n.4, p.5-8, 1983.
- STOW, J.R. Effects of humidity on losses of bulb onions (*Allium cepa* L.) stored at high temperature. *Experimental Agriculture*, v.11, n.1, p.81-87, 1975.
- TUCKER, W.G.; DREW, R.L.K. Post-harvest studies on autumn-drilled bulb onions. The effect of harvest date, conditioning treatments and field drying on skin quality and on storage performance. *Journal of Horticultural Science*, v.57, n.3, p.339-348, 1982.
- WARD, C.M. The influence of temperature on weight loss from stored onion bulbs due to desiccation, respiration and sprouting. *Annals of Applied Biology*, v.83, p.149-155, 1976.
- WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, W.B.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. *Postharvest - An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. Westport: AVI Co., 1981. 162p.
- YOO, K.S.; PIKE, L.M. Postharvest losses of mechanically injured onions after curing. *HortScience*, v.30, n.1, p.143, 1995.