

ARMAZENAMENTO DE BULBOS DE CEBOLA SOB DIFERENTES TAXAS DE AERAÇÃO INTERMITENTE ¹

ANTONIO TEIXEIRA DE MATOS², VALDECIR ANTONINHO DALPASQUALE³ e FERNANDO LUIZ FINGER⁴

RESUMO - Bulbos de cebola foram armazenados em três silos de 0,56 m de diâmetro x 2,15 m de altura, perfazendo colunas de bulbos com 2,0 m altura e submetidos a aerações intermitentes com taxas de vazão de 0,5; 1,0 e 1,5 m³.min⁻¹.m⁻³ de cebola, respectivamente. O produto permaneceu armazenado por três meses, recebendo aerações diárias por períodos determinados pelas condições psicrométricas do ar atmosférico. Ao final do armazenamento foram avaliados os percentuais de perda de massa, bulbos deteriorados, brotados e enraizados por camada de bulbos. As taxas de aeração e o armazenamento não afetaram os teores de umidade dos bulbos, porém com fluxo de 0,5 m³.min⁻¹.m⁻³ houve aumento significativo da umidade das películas externas dos bulbos aos 60 dias após o início do experimento. Aerações diárias com vazão de 0,5 m³.min⁻¹.m⁻³ foram insuficientes para promover adequada aeração, porém taxas de aeração de 1,0 e 1,5 m³.min⁻¹.m⁻³ reduziram as perdas por deterioração, e prolongaram o período de armazenamento do produto. Aos 88 dias a perda total de massa foi de 20,7%.

Termos para indexação: *Allium cepa*, deterioração, pós-colheita, silo.

STORAGE OF ONION BULBS UNDER DIFFERENT INTERMITTENT AIR FLOWS

ABSTRACT - Onion bulbs were stored in 0.56 m diameter x 2.15 m height silos as bulk in 2.0 m height layer of bulbs under intermittent air flows of 0.5, 1.0 and 1.5 m³.min⁻¹.m⁻³. Bulbs were stored during three months, receiving daily periods of aeration, whose length was determined by the exhaustion air psychrometric conditions. The flow rates and the period of storage tested did not affect the bulbs humidity content; however, the flow of 0.5 m³.min⁻¹.m⁻³ induced an increase in the skin humidity after 60 days of storage. Air flow of 0.5 m³.min⁻¹.m⁻³ was insufficient to allow over 60 days storage period, however flows of 1.0 and 1.5 m³.min⁻¹.m⁻³ decreased the percentage of bulb deterioration and prolonged the postharvest life when compared to the lower flow rate. Under the two higher flow rate, total mass lost was 20.7% after 88 days of storage.

Index terms: *Allium cepa*, deterioration, postharvest, silo.

¹ Aceito para publicação em 10 de dezembro de 1997.

² Eng. Agríc., D.Sc., Dep. Eng. Agríc., UFV, CEP 36571-000 Viçosa, MG. atmatos@mail.ufv.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Dep. de Agronomia, Univ. Estadual de Maringá, Maringá, PR.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Dep. Fitotecnia, UFV. ffinger@mail.ufv.br

INTRODUÇÃO

O uso de ventilação artificial para armazenamento de bulbos de cebolas curadas tem sido proposto como a forma mais barata para controle das condições ambientais e para redução das perdas pós-colheita (Felsenstein & Haas, 1979; Jamieson, 1980). Hunter & Toko (1965) afirmam que a circulação de ar através do produto é vantajosa sob vários aspectos, inclusive sob o aspecto do controle da umidade relativa e da temperatura do ar. Dados experimentais dos mesmos autores demonstram que o controle da umidade relativa do ar intersticial proporciona menor desenvolvimento de doenças fúngicas em tubérculos de batata, quando armazenados sob ventilação forçada. A aeração da batata e da cebola durante o armazenamento mostrou-se eficiente em prevenir o acúmulo de dióxido de carbono e etileno, assim como o excesso de umidade do ar (Logheed & Franklin, 1975). Em outro experimento, Contreras (1980) observou que a ventilação forçada (temperatura do

ar 22°C e umidade relativa de 40-50%) reduziu a brotação, o enraizamento, e a perda total de bulbos de cebola em 29, 5 e 30%, respectivamente.

A intensidade de trocas de energia e de massa entre o ar e o produto é tanto mais intensa quanto maiores forem o gradiente de pressão de vapor e a velocidade do ar circundante. Para aeração eficiente de cebolas em clima tropicais, recomendam-se temperaturas de 22-32°C e umidade relativa de 50-80% (Stow, 1975; Jamieson, 1980; Volkind et al., 1983). As taxas de aeração recomendadas para cebola variam entre 0,5 a 1,0 m³.min⁻¹.m⁻³ de produto em sistema intermitente e de 0,25 m³.min⁻¹.m⁻³ em sistema contínuo de aeração (Hall, 1980; Volkind et al., 1983).

O presente experimento teve por objetivo avaliar a conservação pós-colheita de bulbos curados de cebola, armazenados em silos à temperatura ambiente, sob três taxas de aeração intermitente.

MATERIAL E MÉTODOS

Bulbos da cv. Baía Periforme foram colhidos em Rio Pomba, MG, curados artificialmente em secador de camada fixa, pelo período de duas semanas, em condições de temperatura ambiente, seguido de toalete da parte aérea e das raízes. Posteriormente, cerca de 300 kg de bulbos foram armazenados em três silos metálicos cilíndricos (0,56 m de diâmetro x 2,15 m de altura) perfazendo colunas de 2,0 m de altura. Os protótipos dos silos foram desenvolvidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, conforme diagrama apresentado na Fig. 1. O isolamento térmico dos silos foi constituído por uma camada de 25 mm de lã de vidro e equipados com câmara de descompressão de 1,0 m x 1,0 m x 0,4 m.

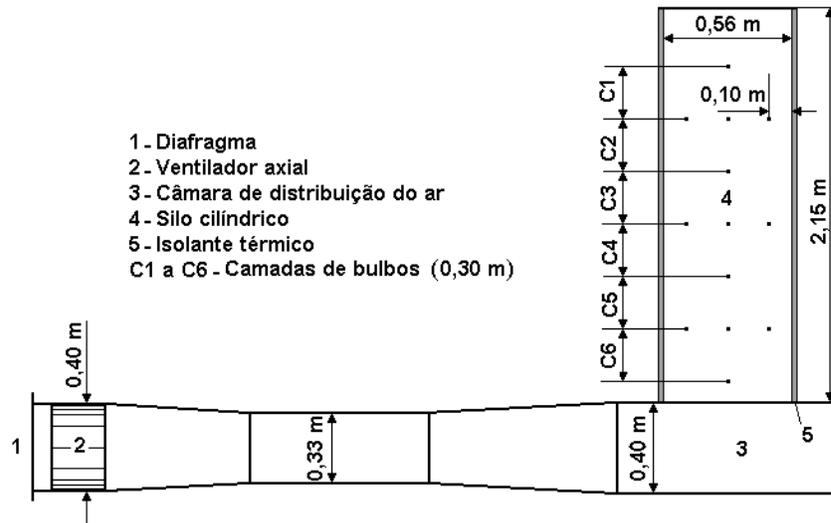


FIG. 1. Vista lateral do silo de aeração.

As condições psicrométricas do ar insuflado e do ar de exaustão dos silos foram registradas a cada hora durante as aerações. A temperatura e a umidade relativa do ambiente foram determinadas por meio de psicrômetro e higrotermógrafo. O ar foi insuflado nos silos por ventiladores axiais com vazões de 0,5, 1,0 e 1,5 m³.min⁻¹.m⁻³ de bulbos, calibrados por anemômetro de pás. A aeração foi realizada diariamente, e cada período cessou quando a umidade relativa do ar de exaustão do silo foi próxima à do ar insuflado nos silos, ou seja, cerca de 50%.

A perda total de massa foi estimada a cada 15 dias, durante os três meses do experimento, pelo uso de dinamógrafo preso ao silo e suspenso momentaneamente para registro dos valores. Ao final do experimento foram avaliados os percentuais de bulbos deteriorados, brotados e enraizados. O teor de umidade dos bulbos e películas externas foram analisados no início e final do armazenamento, em dez bulbos de cada camada do silo, secados em estufa a 70°C com ventilação forçada até peso constante. As análises foram realizadas a cada 0,30 m na coluna de bulbos, onde a camada 1 correspondeu à do topo do silo e sucessivamente até a camada 6 na base do silo. Os dados de umidade dos bulbos e películas externas foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de armazenamento útil no silo com taxa de aeração de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ de bulbos foi de apenas dois meses, enquanto que nos bulbos com taxas de $1,0$ e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ foi de três meses. No silo com menor taxa de aeração, os bulbos mostravam adiantado estado de deterioração, com escorrimento de líquidos putrefatos, após dois meses de armazenamento, totalizando 78,9% de perdas (Tabela 1). Este fato deveu-se, provavelmente, ao não-abaixamento da umidade relativa do ar intersticial, confirmados pela presença de água superficial e por focos de umidade relativa próximos a 100%.

TABELA 1. Percentual de bulbos de cebola da cv. baia periforme deteriorados, brotados e enraizados, por camada, armazenados sob diferentes taxas intermitentes de aeração.

Taxas de aeração ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$)	Camada	Perdas (%)		
		Deteriorados	Brotados	Enraizados
0,5	1	68,5	3,0	1,0
	2	87,0	0,0	0,0
	3	93,0	2,0	0,0
	4	79,2	3,2	0,0
	5	67,0	1,0	0,0
	Média ¹	78,9	1,7	0,2
1,0	1	21,1	9,0	0,0
	2	23,8	3,3	0,0
	3	24,1	2,1	0,0
	4	17,2	1,9	0,0
	5	13,1	0,6	0,0
	6	12,2	0,0	0,0
	Média ²	18,1	2,1	0,0
1,5	1	21,9	3,6	0,0
	2	15,6	3,5	0,0
	3	18,4	1,6	0,0
	4	15,7	0,8	0,0
	5	13,9	0,2	0,0
	6	12,1	0,2	0,0
	Média ²	15,5	1,7	0,0

¹ Perdas aos 60 dias de armazenamento.

² Perdas dos 88 dias de armazenamento.

Cebolas armazenadas nos silos com taxas de aeração de $1,0$ e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ de bulbos apresentaram perdas por deterioração aos 88 dias de $18,1\%$ e $15,5\%$, respectivamente (Tabela 1). Contudo, a maioria dos bulbos armazenados apresentavam condições de serem armazenados por período mais prolongado. Garcia et al. (1977), avaliando o armazenamento de bulbos de cebola da cv. Baia Periforme, em caixas mantidas a 25°C , encontraram perdas por deterioração de $14,4\%$ e $86,2\%$ após 80 e 120 dias armazenamento, respectivamente. Em bulbos da mesma cultivar, provenientes de cultura de bulbinho e armazenados em condições ambientes, apresentaram perdas de $28,3\%$ aos 60 dias de armazenamento (Müller et al., 1993). Sistema semelhante de aeração intermitente reduziu as perdas pós-colheita de cebolas precoces em 50% quando comparadas às perdas observadas em bulbos armazenados em condições ambientes sem aeração pelo período de treze semanas (Medlicott et al., 1995).

A análise estratificada das camadas de 1 a 6 no perfil da coluna mostrou tendências de aumentos nos percentuais de bulbos deteriorados e brotados ao aproximar-se do topo do silo, tanto para a taxa de aeração de $1,0$ como de $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ (Tabela 1). As perdas por deterioração aos 88 dias de armazenamento, presentes na camada do topo do silo (camada 1), foram 73 e 81% superiores às perdas da camada da base do silo (camada 6), com fluxos de aeração de $1,0$ e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$, respectivamente (Tabela 1). Nas camadas mais próximas do topo do silo, o potencial de secagem do ar ambiente e as condições de operação do sistema de aeração foram insuficientes para permitir a completa passagem da frente de aeração. Por outro lado, no silo com fluxo de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ não houve aparente diferença no percentual de deterioração entre as camadas aos 60 dias de armazenamento (Tabela 1), o que indica que o fluxo foi demasiadamente baixo para promover aeração adequada da coluna de bulbos.

O teor de umidade dos bulbos ($89,6\%$) e das películas externas ($90,7\%$) não apresentou diferenças significativas ($P < 0,01$) nas diferentes camadas de bulbos com fluxos de aeração de $0,5$ aos 60 dias e $1,0$ e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$, aos 88 dias de armazenamento. O teor de umidade dos bulbos não foi afetado pelos fluxos de

aeração e pelo período de armazenamento. Porém o armazenamento dos bulbos por 60 dias sob fluxo de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ afetou significativamente o teor de umidade das películas (Tabela 2); o resultado demonstra que houve absorção de umidade pelas películas externas. O armazenamento por 88 dias em fluxos de 1,0 e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ não influenciou o teor de umidade das películas externas, o que mostra que o ar insuflado nestas taxas foi insuficiente para induzir desidratações nas películas externas (Tabela 2).

As maiores perdas de massa dos bulbos ocorreram no primeiro mês de armazenamento (Tabela 3). Estas perdas variaram de 9,7%, 10,7% e 12,0% em relação aos fluxos de 0,5, 1,0 e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$, respectivamente (Tabela 3). As elevadas perdas de massa observadas durante os 30 dias iniciais de armazenamento, resultaram, provavelmente, da maior perda de água das películas externas e do pescoço e das lesões ocorridas durante a cura artificial até a completa cura dos bulbos. O aumento do fluxo de 1,0 para $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ não influenciou a perda acumulada de massa após 88 dias de armazenamento (Tabela 3). Os fluxos de aerações de 1,0 e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ proporcionaram velocidades de deslocamento de ar pela massa de $0,10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, consideradas mínimas para promover aeração eficiente (Volkind et al., 1983). Por outro lado, a taxa de aeração de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ promoveu velocidade do ar de $0,07 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, ocasionando excessivas perdas por apodrecimento, pela dificuldade de exaustão do ar intersticial com alta umidade relativa.

TABELA 2. Teor de umidade dos bulbos e películas externas de bulbos de cebo submetidos a diferentes fluxos de aeração.

Tratamento	Umidade (%)	
	Bulbo	Película externa ¹
Teor inicial	89,5	90,3a
$0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$	89,6 ²	91,7b
$1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$	89,5 ³	90,4ab
$1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$	89,8 ³	91,1ab

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

² Análises aos 60 dias de armazenamento.

³ Análises aos 90 dias de armazenamento.

TABELA 3. Perda de massa, em porcentagem, de bulbos da cv. Baia periforme armazenados em silos com diferentes fluxos de aeração intermitente.

Dias de armazenamento	Fluxos de aeração ($\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$)		
	0,5	1,0	1,5
30	9,7	10,7	12,0
45	14,9	10,7	14,3
60	16,0	16,6	17,8
74	-	19,2	19,5
88	-	20,4	20,7

CONCLUSÕES

1. Aeração intermitente diária de bulbos de cebolas em silos possibilita a conservação prolongada em condições de temperatura ambiente.

2. Fluxo de aeração de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ é inadequado para o armazenamento dos bulbos; induz perdas médias por deterioração de 78,9%, após 60 dias de armazenamento.

3. Os fluxos de aeração testados e o período de armazenamento nos silos não afetam os teores de umidade dos bulbos; contudo, o fluxo de $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ eleva significativamente o teor de umidade das películas externas, aos 60 dias de armazenamento.

4. Taxas de aeração de $1,0$ e $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$ permitem período útil de armazenamento de, no mínimo, 88 dias, com perdas por deterioração de 18,1 e 15,5%, respectivamente; no mesmo período de armazenamento, a perda total de massa dos bulbos relativa a ambos os fluxos fica em torno de 20,7%.

REFERÊNCIAS

- CONTRERAS, M.I.C. **Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la conservación de cebollas (*Allium cepa* L.) cultivar Valenciana Sintética 14**. Quillota: Universidad Católica de Valparaíso, 1980. Tese de Mestrado, 58p.
- FELSENSTEIN, G.; HAAS, E. Armazenamento a longo prazo de batatas e cebolas em Israel. **Jornal de Armazenagem**, Viçosa, v.1, n.3, p.6-7, dez. 1979.
- GARCIA, J.L.; BLEINROTH, E.W.; YOKOMIZO, Y.; SHIROSE, I. Comportamento das variedades de cebola de maior comercialização no Brasil quanto ao armazenamento. **Coletânea do ITAL**, n.3, p.27--53, 1977.
- HALL, D.W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: The AVI, 1980. 381p.
- HUNTER, J.H.; TOKO, H.V. Control of potato-storage diseases as affected by air flow, temperature and relative humidity. **Transactions of the ASAE**, v.8, n.5, p.578-580, 1965.
- JAMIESON, M.F.S. **Secado e almacenamiento de cebollas**. Montevideo: Oficina Regional de la FAO para América Latina. 1980. 21p.
- LOUGHEED, E.C.; FRANKLIN, E.W. Air flow influence CO_2 production of apple fruits, potato tubers and onion bulbs. **HortScience**, v.10, n.4, p.388-390, 1975.
- MEDLICOTT, A.; BRICE, J.; SALGADO, T.; RAMÍREZ, D. Forced ambient air storage of different onion cultivars. **HortTechnology**, v.5, n.1, p.52-57, 1995.
- MÜLLER, S.B.R.; CASALI, V.W.D.; SILVA, J.S. Perdas de peso e deterioração de cebolas (*Allium cepa*) curadas artificialmente. In: **Relatório de Pesquisa: Projeto Olericultura 87/92**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1993. p.194-197.
- STOW, J.R. Effects of humidity on losses of bulb onions (*Allium cepa* L.) stored at high temperatures. **Experimental Agriculture**, v.11, n.1, p.81-87, 1975.
- VOLKIND, I.L.; ORSLOV, N.N.; MUKHANOV, P.A. Modern potato and vegetables storage. New Delhi. American Pub. Co., 1983. 188p.