

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CEBOLA IRRADIADA NA ARGENTINA E ARMAZENADA NO BRASIL¹

JULIO MARCOS MELGES WALDER², OSVALDO ALFREDO CURZIO³, CLARA ANA CROCI⁴, RACHEL ELISABETH DOMARCO⁵, MARTA HELENA FILLET SPOTO² e LUCIMARA BLUMER⁶

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da cebola, cv. Valenciana Sintética 14, irradiada com 60 Gy e transportada por rodovia de Buenos Aires, Argentina, para Piracicaba, SP, Brasil. O lote de cebola irradiada (20 sacos de 20 kg cada) e o lote controle (20 sacos de 20 kg cada) foram armazenados durante seis meses à temperatura ambiente (20°C a 28°C) e umidade relativa de 50% a 100%. O controle de qualidade foi feito todo mês, por meio de análises físicas, químicas e sensoriais. O tratamento com radiação reduziu a perda de peso dos bulbos e conservou alta a porcentagem de bulbos comerciáveis sem afetar as propriedades sensoriais. Aos 180 dias de armazenamento, a perda de peso nas amostras não-irradiadas foi de 32%, significativamente maior do que nas amostras irradiadas (13%). A porcentagem de bulbos comerciáveis foi de 92,3% das amostras irradiadas, contra 52,3% das amostras não-irradiadas.

Termos para indexação: brotamento, podridão, qualidade de cebola, análise sensorial.

QUALITY EVALUATION OF ONION IRRADIATED IN ARGENTINA AND STORED IN BRAZIL

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the quality of the onion cultivar Valenciana Sintética 14, irradiated with 60 Gy and sent by road from Buenos Aires, Argentina, to Piracicaba, SP, Brazil. The irradiated onion lot (20 bags of 20 kg each) and the control lot (20 bags of 20 kg each) were stored up to six months at 20°C-28°C and RH ranging from 50% to 100%. Quality control was made every month by physical, chemical and sensorial analysis. The radiation treatment reduced the weight loss of the bulbs and preserved the high percentage of marketable bulbs without affecting the sensorial properties. After 180 days of storage, the weight loss of unirradiated samples was 32%, significantly higher than irradiated samples (13%). The percentage of marketable bulbs was 92.3% for irradiated samples, and 52.3% for unirradiated samples.

Index terms: sprout, rot, onion quality, sensorial analysis.

INTRODUÇÃO

Produtos hortícolas – especialmente cebola – na fase pós-colheita são altamente sujeitos a perdas na fase de armazenamento, principalmente por cau-

sas fisiológicas. O brotamento, além de consumir o próprio peso do produto, deprecia ou até mesmo inviabiliza sua comercialização.

O interesse pelo uso da irradiação na inibição do brotamento de cebolas e outros bulbos pertencentes ao gênero *Allium* foi estimulado pelo trabalho de Dallyn & Sawyer (1959), os quais conseguiram a completa inibição do brotamento em cebolas após a irradiação com doses de apenas 3,7 krad a 7,4 krad. A partir desse trabalho, muitas investigações foram realizadas sobre a aplicação de radiações ionizantes para a inibição de brotamento em cebolas (Kahan & Temkin-Gorodeiski, 1968; Park et al., 1972; Nair et al., 1973; Siddiqui et al., 1979; Langerak, 1984; Hossain et al., 1982 citados por Thomas, 1984; Lu et al., 1987; Kawashima et al., 1990).

¹ Aceito para publicação em 13 de janeiro de 1997.

² Eng. Agr., Dr., CENA-USP, Campus "Luiz de Queiroz", Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP.

³ Eng. Quím., Dr., Prof. Titular, Dep. de Química y Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

⁴ Bioquímica, Dr^a, Prof^a Adjunta, Dep. de Química y Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur.

⁵ Econ. Doméstica, Dr^a, CENA-USP.

⁶ Eng^a Agr^a, M.Sc., CENA-USP.

A irradiação de cebolas tem comprovado ser um método eficaz e economicamente viável na redução da podridão dos bulbos e prolongamento do período de armazenamento de cebolas (Kalman, 1978; Singson et al., 1978; Thomas et al., 1986). Entretanto, o manuseio do produto deve ser realizado com cuidado, para prevenir danos durante o transporte e armazenamento (Diehl, 1977; Curzio et al., 1985; Wolters et al., 1990).

Este estudo foi conduzido para verificar os efeitos da radiação e do transporte rodoviário na conservação da qualidade de cebolas 'Valenciana sintética 14'.

MATERIAL E MÉTODOS

Bulbos da variedade Valenciana Sintética 14 foram colhidos no início de março, na zona de CORFO - Rio Colorado, próximo à Universidad Nacional del Sur (UNS), em Bahía Blanca, Argentina.

Os bulbos curados no campo foram embalados em 40 sacos comerciais de 20 kg cada um.

Dentro de 30-40 dias após a colheita (fim de março), 20 sacos de cebolas foram irradiados na Argentina (Buenos Aires) com radiação gama de fonte de Cobalto 60 com uma dose média de 60 Gy, com a relação dose máxima/dose mínima menor que 2.

Após a irradiação, as amostras de cebolas tratadas e não-tratadas foram transportadas por caminhão ao CENA-USP (Piracicaba, SP), chegando no final de abril do mesmo ano.

Cada saco foi dividido em dois sacos, de 10 kg cada um. Os sacos foram armazenados no CENA em prateleiras, à temperatura ambiente (20°C a 25°C) e umidade relativa variada, de 50% a 100%. A determinação da qualidade das amostras, durante o armazenamento no Brasil, foi feita por meio das análises física, química e sensorial, no dia da chegada e após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias.

A variação da perda de peso foi avaliada pesando-se, no dia da chegada, todos os sacos individualmente, tendo seus pesos anotados como peso no tempo zero. Mensalmente, as amostras retiradas ao acaso (quatro sacos de cada lote) eram pesadas de forma individual e obtida a porcentagem de perda de peso. As perdas por brotamento externo e podridões foram avaliadas em porcentagem, classificando-se todos os bulbos contidos em cada amostra.

Sobre todos os sacos de ambos os lotes nos quais foi controlada a perda de peso, foram avaliadas a aparência geral e a firmeza das cebolas. Essas avaliações foram realizadas por 40 provadores não treinados. As amostras foram apresentadas em bandejas codificadas com dois

algarismos escolhidos ao acaso. Foi utilizada a seguinte escala para avaliação desses atributos: 5 = excelente; 4 = boa; 3 = regular; aceitável para o mercado; 2 = ruim, e 1 = péssima, descartável.

Foram analisadas as perdas por brotamento externo e putrefação tomando-se as mesmas amostras utilizadas para análise de perda de peso e aparência geral. Os bulbos de cada saco foram contados e avaliados da seguinte maneira: a) bulbos considerados "bons" ou "comerciáveis", b) bulbos que apresentaram brotamento externo e c) bulbos que apresentaram putrefação. Os resultados foram apresentados em termos de porcentagem.

Dos sacos controlados foram tomados 30 bulbos, "bons" ou "comerciáveis", nos quais foi feito um corte longitudinal para avaliação das alterações na coloração interna. A cor foi avaliada colocando-se o aparelho próximo à base do bulbo, no sentido do crescimento do broto. Foi avaliado o parâmetro "L" da coloração, em colorímetro Color Meter - Minolta 200B.

A avaliação sensorial interna foi feita em 30 bulbos de cada amostra, levando-se em consideração os seguintes parâmetros: a) aparência interna do bulbo (com escala de 1 a 7, iniciando com "extremamente inaceitável" até "extremamente aceitável"), b) odor (com escala de 1 a 7, iniciando com "nenhum" e atingindo o máximo com "intenso" e c) brilho (com a mesma escala do item odor). Esses parâmetros foram analisados por 20 provadores não treinados.

Para a avaliação da porcentagem de brotamento, utilizou-se a seguinte fórmula: porcentagem de brotamento interno = (comprimento do broto/comprimento da cebola) x 100.

O teor de sólidos solúveis foi medido pelo refratômetro Auto Abbe (10500/10501), utilizando-se quatro amostras por tratamento, com cinco repetições por amostra a cada 30 dias, até completar 180 dias de armazenamento.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado para as análises de perda de peso, brotamento externo, putrefação, brotamento interno e coloração interna. Para "aparência geral", "firmeza" e "aparência interna", foram empregados blocos casualizados, onde cada provador funcionou como um bloco (Pimentel-Gomes, 1987). Para avaliar os dados obtidos, foi empregada a análise de variância univariada, e as variâncias foram discriminadas pelo teste F ($P < 0,05$). As comparações múltiplas entre as médias foram efetuadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados originais das análises físicas e sensoriais foram submetidos às análises de variância, para obtenção do valor F. Com exceção do odor, todos

os parâmetros foram afetados significativamente pela dose de radiação e pelo período de armazenamento.

Através das médias observadas, constata-se que até os 90 dias de armazenamento as perdas de peso não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, embora a porcentagem de cebolas comerciáveis irradiadas fosse praticamente o dobro das comerciáveis não-irradiadas (Tabela 1). A partir dos 120 dias, essa diferença passou a ser significativa, tanto entre as doses de radiação quanto entre os períodos de armazenamento. Esses resultados podem ser atribuídos ao efeito inibitório da irradiação sobre a atividade respiratória dos bulbos e à inibição do brotamento (Curzio & Croci, 1983).

A porcentagem de cebolas comerciáveis foi calculada a partir da diferença entre o total de cebolas armazenadas e as cebolas podres e brotadas (Tabela 1). A irradiação reduziu consideravelmente as perdas das cebolas durante o período de armazenamento, principalmente a partir dos 120 dias de armazenamento. Aos 180 dias, 92,3% das cebolas irradiadas ainda estavam em condições de comercialização, ao passo que entre as cebolas não-irradiadas, apenas 56,2% estavam boas.

Quanto à incidência de podridão, durante os primeiros 90 dias ocorreu um pequeno aumento do apodrecimento dos bulbos, tanto nas amostras irradiadas quanto nas não-irradiadas (Tabela 1). A partir dos 120 dias obervou-se um aumento significativo no apodrecimento das amostras não-irradiadas, alcançando no final do armazenamento 21,7%, praticamente o triplo das amostras irradiadas (7,7%), o que confirma os resultados observados por Wolters et al. (1990).

As cebolas irradiadas não apresentaram brotamento externo durante todo o período de armazenamento (Tabela 1), e as cebolas não-irradiadas apresentaram brotamento externo a partir dos 120 dias de armazenamento, atingindo cerca de 30% aos 180 dias.

O brotamento interno, medido como a relação entre o comprimento do broto e o comprimento do bulbo, foi estatisticamente significativo, tanto nos tratamentos quanto nos períodos de armazenamento. As cebolas irradiadas sempre apresentaram um brotamento interno inferior a 11%, enquanto as cebolas não-irradiadas atingiram 80% de brotamento aos 180 dias de armazenamento (Tabela 1). Este fato demonstra, em termos econômicos, a eficiência da irradiação como técnica de conservação de cebolas.

A aparência geral das cebolas irradiadas manteve-se constante, considerada entre regular e boa, durante quase todo o período de armazenamento, diminuindo as médias somente aos 180 dias, enquanto as não-irradiadas obtiveram médias mais baixas a partir dos 60 dias, consideradas entre ruins e péssimas. A firmeza apresentou valores constantes das médias em relação às cebolas irradiadas, durante os 180 dias de armazenamento, enquanto o controle apresentou médias decrescentes a partir dos 90 dias, consideradas entre ruins e péssimas (Tabela 2).

Aparência interna, odor e brilho das cebolas foram medidos nas cebolas comerciáveis. As cebolas irradiadas não apresentaram modificações na aparência interna ao longo do período de armazenamento, obtendo médias mais altas do que as não-irradiadas aos 180 dias de armazenamento. A irradiação não

TABELA 1. Médias observadas das variáveis físicas de cebolas irradiadas, durante o armazenamento¹.

Período de armazenamento (dias)	Perda de peso (%)		Comerciáveis (%)		Podres (%)		Brotamento externo (%)		Brotamento interno (%)	
	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy
1	0,0Aa	0,0Aa	99,1Aa	99,3Aa	0,7Aa	0,7Aa	0,2Aa	0,0Aa	1,8Aa	11,8Aa
30	2,0Aa	1,6Aa	98,3Aa	97,9Aa	1,3Aa	2,0Aa	0,4Aa	0,0Aa	18,8Ab	4,0Ba
60	3,5Aa	0,7Aa	93,5Ab	96,1Aa	4,0Aa	3,6Aa	2,4Aa	0,2Aa	37,7Ac	5,6Ba
90	10,0Ab	5,4Aab	89,5Ac	92,4Ab	5,0Aa	7,6Aa	5,5Ab	0,0Aa	63,5Ad	3,8Ba
120	21,5Ac	9,6Bbc	56,0Ae	82,3Bc	30,9Ab	17,1Bb	16,4Ab	0,0Ba	62,5Ad	10,1Ba
150	25,7Ac	11,6Bc	66,2Ad	93,5Bb	26,0Ab	6,5Ba	14,0Ab	0,0Ba	65,4Ad	0,0Bb
180	32,2Ad	13,0Bc	56,2Ae	92,3Bb	21,7Ab	7,4Ba	28,1Ac	0,0Ba	80,9Ae	2,1Ba

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Médias observadas dos atributos sensoriais e valor "L" de cebolas irradiadas, durante o armazenamento¹.

Período de armazenamento (dias)	Aparência geral		Firmeza		Aparência interna		Brilho		Valor L	
	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy	0 Gy	60 Gy
1	4,0A:	3,5Aa	3,9Aa	3,8Ba	5,4Aa	4,9Aa	4,7Aa	3,8Ba	77,7Aa	71,5Ba
30	3,9A:	3,9Aa	3,4Ab	3,9Ba	4,5Ab	4,6Aa	4,6Aa	4,2Aa	77,5Aa	74,6Bb
60	3,8A:	3,7Aa	3,5Ab	3,8Aa	4,4Ab	4,3Aa	4,0Aab	4,0Aa	77,5Aa	75,0Bb
90	2,8A:	3,8Ba	2,8Ac	3,8Ba	4,0Abc	4,6Aa	3,6Ab	3,8Aa	79,1Aab	75,5Bb
120	1,9A:	3,7Ba	2,0Ae	3,7Bb	3,6Acd	4,3Aa	3,3Ab	4,0Aa	80,3Ab	75,5Bbc
150	2,0A:	3,7Ba	2,1Ae	3,4Bb	4,3Ad	4,4Aa	3,8Ab	4,3Aa	79,6Ab	76,3Bbc
180	2,4A:	3,1Bb	1,5Ad	3,3Bb	3,2Ad	4,4Ba	3,3Ab	3,8Aa	81,4Ab	77,5Bc

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

alterou o odor das cebolas, uma vez que não houve diferença significativa deste atributo com relação às cebolas irradiadas, durante todo o período de armazenamento. O brilho das cebolas irradiadas variou muito pouco durante os 180 dias, enquanto o controle perdeu significativamente o brilho após os 60 dias (Tabela 2).

As análises da coloração interna das cebolas geralmente são feitas de três formas: instrumental, química ou visual. A avaliação instrumental da cor das frutas e hortícolas é geralmente efetuada usando-se uma medida de diferença de cor que se aproxima espectralmente das funções padrões observadas pelo olho humano, expressa através dos parâmetros "L", "a" e "b" (Dixon & Hobson, 1984).

No tocante à cebola, foi considerado apenas o valor "L" (luminosidade), o qual foi analisado cortando-se o bulbo ao meio, no sentido longitudinal e colocando-se o aparelho em cima do broto. A luminosidade apresentou grande variação, sendo que as amostras irradiadas permaneceram mais escuras (valor "L" mais baixo) desde o início do tratamento (Tabela 2). Este resultado confirma o escurecimento observado visualmente no broto irradiado, resultado da necrose dos tecidos meristemáticos.

De maneira geral, houve diferença estatística entre as amostras irradiadas e as não-irradiadas, quanto ao teor de sólidos solúveis; esta diferença é pequena, o que indica que a irradiação não afetou adversamente o teor de sólidos solúveis das cebolas (Tabela 3). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Curzio & Croci (1988).

TABELA 3. Médias observadas do teor de sólidos solúveis de cebolas irradiadas, durante o armazenamento.

Dose de radiação (Gy)	Teor de sólidos solúveis (°Brix) ¹
0	8,78a
60	9,57b

Período de armazenamento (dias)	Teor de sólidos solúveis (°Brix) ¹
0	10,56a
30	9,46b
60	9,05bc
90	9,06bc
120	8,77bc
150	8,17c
180	9,15b

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

O processo de irradiação reduz a perda de peso e o brotamento, e mantém a qualidade sensorial da cebola 'Valenciana sintética 14', da Argentina, prolongando o seu período de conservação por, no mínimo, seis meses, nas condições comerciais de transporte e armazenamento utilizadas no Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Sra. Nadir Helena Voltarelli, pelos serviços de digitação e diagramação, e também à Srta. Clarice Matraia, pelo auxílio nas análises físicas, químicas e sensoriais.

REFERÊNCIAS

- CURZIO, O.A.; CROCI, C.A. Extending onion storage life by gamma-irradiation. *Journal of Food Processing and Preservation*, Trumbull, v.7, n.3, p.19-23, 1983.
- CURZIO, O.; CROCI, C.A. Radioinhibition process in Argentinian garlic and onion bulbs. *Radiation Physics and Chemistry*, Torino, v.3, n.1/3, p.203-206, 1988.
- CURZIO, O.A.; CROCI, C.A.; GRUNEWALD, T. Evaluation of Argentinian onions shipped to and stored at Federal Republic of Germany. *Food Irradiation Newsletter*, Vienna, v.9, n.2, p.40-42, 1985.
- DALLYN, S.L.; SAWYER, R.L. Effect of sprout inhibition levels of gamma irradiation on the quality of onions. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, New York, v.73, p.398-406, 1959.
- DIEHL, J.F. Experiences with irradiation of potatoes and onions. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, Berlin, v.10, n.3, p.178-181, 1977.
- DIXON, T.J.; HOBSON, G.E. A general method for the instrumental assessment of the colour of tomato fruit during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.35, p.1277-1281, 1984.
- KAHAN; R.S.; TEMKIN-GORODEISKI, N. Storage tests sprouting control on up-to-date variety potatoes and on an experimental onion variety (Beith Alpha). In: *PRESERVATION OF FRUIT AND VEGETABLES BY IRRADIATION*, 1966, Vienna. *Proceedings...* Vienna: IAEA, 1968. p.29-37.
- KALMAN, B. The potential for commercial onion irradiation in Hungary. *Food Irradiation Information*, Karlsruhe, n.8, p.9-13, 1978.
- KAWASHIMA, K.; HAYASHI, T.; UMEDA, K. Storage properties of Japanese onions irradiated on a large scale. In: *ASIAN REGIONAL COOPERATIVE PROJECT ON FOOD IRRADIATION: RESEARCH AND DEVELOPMENT*. Vienna: FAO/IAEA, 1990. p.13-18. (IAEA-TECDOC-545).
- LANGERAK, D.I. The effect of combined treatment on the inactivation of moulds in fruit and vegetables. *Food Irradiation Newsletter*, Vienna, v.8, n.1, p.16-17, 1984.
- LU, J.Y.; STEVENS, C.; YAKUBU, P.; LORETAN, P.A. Gamma, electron beam and ultraviolet radiation on control of storage rots and quality of Walla Walla onions. *Journal of Food Processing and Preservation*, Trumbull, v.12, p.53-62, 1987.
- NAIR, P.M.; THOMAS, P.; USSUF, K.K.; SURENDRANATHAN, K.K.; LYMAYE, S.P.; SRIRANGARAJAN, A.N.; PADWAL-DESI, S.R. Studies of sprout inhibition of onions and potatoes and delayed ripening of bananas and mangoes by gamma irradiation. In: *RADIATION PRESERVATION OF FOOD*, 1972, Vienna. *Proceedings...* Vienna: IAEA, 1973. p.347-366.
- PARK, N.P.; CHOI, E.H.; BYUN, K.E. Studies on the storage of onions by radiation. *Journal of Food Science and Technology*, India, v.4, p.84-87, 1972.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. 12.ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467p.
- SIDDIQUI, A.K.; HOSSAIN, M.A.; CHOUDRURY, M.S.V.; MARTIN, M.A.; AMIN, M.R.; HOSSAIN, M.M. Sprout inhibition of onions by irradiation. *Nuclear Science Applications, Series A: Bio-Sciences*, New York, v.10, p.45-49, 1979.
- SINGSON, C.C.; DE GUZMAN, Z.M.; MENDOZA, E.B. Use of gamma irradiation for the extended commercial storage of Phillipine onions and other agricultural produce. In: *FOOD PRESERVATION BY IRRADIATION*, 1977, Vienna. *Proceedings...* Vienna: IAEA, 1978. v.1, p.133-153.
- THOMAS, P. Radiation preservation of foods of plant origin. Part 2. Onions and other bulb crops. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v.21, n.2, p.95-136, 1984.
- THOMAS, P.; PADWAL-DESAI, S.R.; SRIRANGARAJAN, A.N.; JOSHI, M.R.; JANAVE, M.T.; BHONDE, S.R.; QARDI, S.M.H. Pilot-scale storage tests on the efficacy of gamma irradiation for sprout inhibition of onions under commercial storage conditions. *Journal of Food Science and Technology*, India, v.23, p.79-81, 1986.
- WOLTERS, T.C.; LANGERAK, D.I.; CURZIO, O.A.; CROCI, C.A. Irradiation effects on onion keeping-quality after sea shipment from Argentina to the Netherlands. *Journal of Food Science*, Chicago, v.55, n.4, p.1181-1182, 1990.