

EFEITOS DA IRRADIAÇÃO E ESTOCAGEM EM DUAS VARIEDADES DE LEGUMINOSAS

A. L.C.H. Villavicencio*, J. Mancini-Filho**, H. Delincée*** and A. Bognár***

*IPEN/CNEN-SP, Travessa R, Nº 400 - Cid. Univer.-São Paulo - CEP. 05508-910 - Brasil.

**Depto. de Alimentos e Nutrição Experimental, F. C. F. da USP, São Paulo, Brasil.

***Federal Research Centre for Nutrition, Engesserstr. 20, D-7500, Karlsruhe, Alemanha.

Using irradiation for insect disinfestation of legumes, it should be ascertained that the nutritional quality of these valuable crops is maintained. In this study we employed two varieties of Brazilian beans: *Phaseolus vulgaris* L., var. carioca and *Vigna unguiculata* (L.) Walp, var. macaçar, obtained in a local market, and irradiated in Brazil using a ^{60}Co source with doses ranging from 0, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 and 10.0 kGy. Following irradiation, beans were stored at room temperature for 3 months in Brazil and then shipped to Germany, where storage was continued. After beans been treated with radiation, the optimum cooking time was established for each dose and variety. Sensorial evaluation tests were carried out by means of a six people panel trained to this specific task. We proposed to check results after a 6-month storage period of this two kinds of legumes. After analysis of cooking time and sensory properties was evaluated the B6 vitamin content. No was observed vitamin losses in macaçar and carioca beans allow the irradiation dose utilised up to 1 kGy.

INTRODUÇÃO

A irradiação de alimentos pode trazer um grande número de benefícios, incluindo o controle de insetos. Para a desinfestação de grãos, a irradiação oferece uma alternativa atrativa comparada aos tratamentos químicos normalmente utilizados. Através desta técnica, grande maioria de insetos são mortos com doses na faixa de 0.25 - 1.0 kGy, as quais podem prevenir as perdas na estocagem de grãos e farinhas, entre outros. A irradiação pode preservar as leguminosas e outros alimentos para consumo humano, animal e plantio até a próxima colheita. Pode-se observar uma tendência na literatura nos últimos anos, quanto ao uso de baixas doses de radiação e a qualidade nutricional do alimento irradiado, conforme destacado no trabalho de Fox et al. 1989, sobre os efeitos da radiação gama nas vitaminas do complexo B. Atualmente esta sendo recomendado o uso de baixas doses de radiação com o intuito de desinfestar os grãos por insetos. No Brasil a dose permitida na irradiação de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) é de 1 kGy, conforme portaria da Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL nº 09, de 08 de março de 1985).

As leguminosas de modo geral, constituem uma importante fonte de proteínas e vitaminas em países tropicais e sub-tropicais conforme Abdul-Kadir et al. (1990). Embora grandes quantidades de grãos são produzidas anualmente no Brasil, eles são afetados frequentemente pela infestação de insetos. A irradiação de alimentos, tais como grãos, peixes, frutas secas e

leguminosas, é reconhecida mundialmente como uma técnica segura e efetiva no tratamento de alimentos como cita Loaharanu (1994). Diehl, 1993, apresenta uma revisão detalhada abordando os resultados de 30 anos de pesquisas sobre as qualidades nutricionais, biológicas e toxicológicas dos alimentos como uma técnica de preservação e implementação da qualidade do alimento. Usando a irradiação para desinfestação de leguminosas, em doses baixas, normalmente, se mantém a qualidade nutricional. As leguminosas contribuem nutricionalmente de forma considerável com as vitaminas do complexo B, entretanto, resultados conflitantes, sobre perda de vitaminas após baixas doses de radiação são citados por Fonseca et al. (1974), Badshah e Klopfenstein (1989). Em contrapartida, outros autores não encontraram praticamente perdas de vitaminas induzidas pela radiação, Adrian e Frayssinet, (1975), Sreenivasan et al. (1974), Nene et al. (1975), Delincée e Bognár (1993), os quais obtiveram dados semelhantes aos encontrados em nossos estudos.

Neste trabalho, estudamos o efeito de diferentes doses de radiação e a perda de vitaminas B₆ após apropriado tempo de cocção e análise sensorial com as duas variedades de feijão brasileiro, Macaçar (*VIGNA UNGUICULATA (L) WALP*) e Carioca (*PHASEOLUS VULGARIS L.*).

MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRAS - Foram utilizadas duas variedades de feijão *Phaseolus vulgaris L.*, var. carioca e *Vigna unguiculata (L.) Walp.*, var. macaçar, normalmente presentes no cardápio da população brasileira.

As amostras de feijão foram obtidas no comércio da cidade de São Paulo.

IRRADIAÇÃO - Para a irradiação das amostras, foi utilizado um irradiador Gammacell 220, ⁶⁰Co, nas doses de 0, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 and 10.0 kGy, em temperatura ambiente média de 24 ° C. As amostras foram embaladas em sacos plásticos de 1.5 Kg, em duplicata, para cada dose proposta.

ESTOCAGEM - As amostras permaneceram por 2 meses no Brasil em temperatura média de 24 ° C, devidamente embaladas e após este período seguiram por via aérea para a Alemanha, onde foram estocadas em temperatura controlada de 24 ° C, onde foram feitos os ensaios a seguir enumerados.

TEMPO DE COCCÃO - O tempo de cocção foi determinado colocando-se as amostras de molho em água destilada por 17 horas em temperatura ambiente de 24 ° C e em seguida cozidas a 100 ° C. Para determinar o tempo ótimo de cocção, a uma constante de 100 ° C, as amostras tiveram um intervalo de tempo inicial de 8 min.. Os parâmetros de cocção estão listados na tabela 1. Na avaliação sensorial da cocção utilizou-se uma escala de 5 atributos listados na tabela 2. O tempo ótimo foi determinado, quando a equipe de análise sensorial considerou os feijões perfeitamente cozidos.

QUALIDADES SENSORIAIS - As qualidades sensoriais foram medidas por um painel de 5 panelistas devidamente treinados. Durante e após o cozimento, a textura, a forma, o odor, a cor e o sabor foram avaliados conforme descritivo dos panelistas, usando uma escala de nove

pontos, de acordo com o "Official Collection of Testing Methods according to paragraph 35 LMBG 1990". A seguinte escala de pontos foi utilizada:

- 9 = Perfeito, Ótimo
- 8 = Típico, sem trocas
- 7 = Típico com pequenas trocas
- 6 = Trocas notáveis
- 5 = Suaves deficiências
- 4 = pronunciadas deficiências
- 3 = Fortes deficiências
- 2 = Muito fortes deficiências
- 1 = Completamente trocados (não se pode medir)

Imediatamente após o cozimento as amostras foram analisadas, média e desvio padrão foram calculados e aplicado o teste T

ANÁLISE QUÍMICA - Para esta análise foram utilizadas amostras cozidas e liofilizadas. 20 g da amostra foram utilizadas para a extração. A vitamina B₆ foi determinada fluorometricamente por HPLC, conforme a metodologia usada nos laboratórios do Instituto de Química e Biologia, Stuttgart, Alemanha (Bognár, 1986, 1989, Bognár & Fresinius, (1992) e Merck Forum 1992:1-14). Eluição isocrática, coluna de nucleosil 120, C18, 5 µm (Macherey + Nagel). As análises foram feitas em triplicatas.

A retenção da vitamina B₆ nas amostras foi calculada do seguinte modo:

$$\% \text{ de retenção} = \frac{A}{B} \cdot 100$$

onde

A = conteúdo de vitamina em 100 g de material liofilizado da amostra irradiada e cozida, incluindo o caldo.

B = conteúdo de vitamina em 100 g de material liofilizado da amostra não irradiada e cozida, incluindo o caldo

Tabela 1: Parâmetros utilizados na determinação do tempo de cocção

Alimento (irradiado / não irradiado)	Peso (g)	Água destilada adicionada (g)	Tempo de molho (h) ¹	Temperatura de cozimento (°C) ²	Tempo inicial para cozimento ³	peso após cozimento ⁴
variedade Macaca	250	950	17	100	8	1200
variedade carioca	250	950	17	100	8	1200

1. A 24°C

2. Equipamento para cocção; 8 panelas de aço em fogão elétrico.

3. Tempo necessário para a temperatura da água atingir 100 oC.

4. Perda de água por evaporação e complementação com água fervente.

Tabela 2: Atributos de qualidade sensorial na avaliação do grau de cozimento

Categoria / grau de cozimento	sabor	Textura
A = ainda cru	crú, agrio,	dura, seca,
B = não cozido o suficiente	ainda cru, ainda agrio,	ainda duro, grão seco, casca seca
C = perfeitamente cozido	gosto típico, puro	"al dente", macio, úmido,
D = quase totalmente cozido	um tanto aguado, ácido	a polpa macia e casca firme
E = totalmente cozido	insipido, ácido	polpa macia, desintegrando

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tempo de cozimento:

O tempo de cocção para as duas variedades está expresso na tabela 3, onde podemos observar que para as amostras tratadas com doses mais baixas de radiação, há uma variação significativa para a variedade Carioca, porém a variedade Macaçar, mostra uma pequena variação no tempo de cozimento, aproximando-se do controle não irradiado. Para ambas as variedades, há um decréscimo linear do tempo de cocção com o aumento da dose de radiação. Nas dose mais baixas permitidas, a desinfestação ocorre, e o tempo de cozimento varia conforme a variedade estudada. Podemos observar que nas doses maiores, acima de 2.5 kGy, o tempo de cozimento diminui bastante, porém estas doses são impróprias para o consumo. A redução no tempo de cocção após o tratamento com radiação, tem sido descrito para muitas leguminosas e feijões secos de acordo com Nene et al.(1975), Iyer et al (1980), Aguilera and Steinsapir (1985), chickpeas e mungbeans, Nene et al, (1975), Rao and Vakil (1985), Aurangzeb et al. (1990), lentilhas por Nene et al. (1975), Iamail et al. (1976), Rao e Vakil (1985), feijões brancos, ervilhas e lentilhas sofrem pequenas ou nenhuma alteração com doses baixas de radiação conforme trabalho de Delincée et al., (1993). A redução no tempo de cocção tem sido atribuída à fragmentação do amido de acordo a Sabularse et al. (1991). O aumento da solubilidade do amido também foi observado logo após doses de radiação segundo El-Saadany et al. (1979).

Uma vez que a irradiação degrada as substâncias pecticas que constituem a lamela média, uma melhora no tempo de cocção dos feijões pode ocorrer, porém o efeito da irradiação deve ser otimizado não somente na redução do tempo de cocção, mas também de acordo com as propriedades sensoriais, retenção de vitaminas e qualidade da proteína descritas por Delincée et al. (1993).

Análise sensorial:

De acordo com a classificação de cor, textura, sabor, odor e forma, concluiu-se que para as doses de até 1.0 kGy os valores encontrados demonstram que o alimento é de boa qualidade, similares aos controles. Para as amostras de 2.5 kGy não são encontradas grandes variações relativas à irradiação em ambas as variedades analisadas. Nas doses que excedem 5 kGy, para ambas as variedades, fortes transformações são notadas no odor, sabor, cor, textura e forma, além de se tornarem inadequadas para o consumo, conforme mostrado na tabela 4.

Rao e Vakil (1985), mostram que a intensidade nas trocas de cor, odor e sabor, aumentam em função da dose de radiação. Delincée et al..(1993), cita que não há diferenças significantes para

feijão branco, ervilhas e lentilhas com doses até 5 kGy embora algumas diferenças possam ocorrer.

Retenção de vitamina B₆:

A quantidade total de Piridoxal, Piridoxamina e Piridoxana foram analisadas nas amostras cozidas e liofilizadas, a influência dos efeitos da dose de radiação e do tempo de cozimento sobre o total de vitamina B₆ está expresso na tabela 5.

Observamos que entre as variedades estudadas neste trabalho, há um leve aumento na quantidade total de vitamina B₆ na variedade Carioca, a variedade Macaçar mostra menores valores das diferentes frações. O conteúdo de vitamina B₆ diminui com o aumento da dose de radiação, perdas em 0.5 - 2.5 kGy estão na faixa de 0 - 6% , na dose de 5.0 kGy observamos uma perda de 1 a 12 % e para 10 kGy, de 14 a 19 % de perdas. As perdas observadas nas variedades Carioca e Macaçar, permitem concluir que a irradiação em dose de desinfestação até 1 kGy provoca um efeito mínimo nas perdas do conteúdo de vitamina B₆. Estes resultados estão de acordo com a maioria dos estudos sobre conteúdo de vitaminas em alimentos, com doses de até 1 kGy. Bógnar (1993) e Delincée e Bógnar (1993) mostram também pequenas perdas das vitaminas em outras variedades de leguminosas. Com altas doses de radiação, as perdas são aumentadas, Brin et al. (1961), demonstram que carne de porco crua e cozida, irradiadas com doses de 20 kGy não mostram perdas de pyridoxina enquanto que com doses de 56 kGy, causam uma perda de cerca de 50 %. Kennedy (1965), não encontra perdas de vitamina B₆ em trigo irradiado com doses de 2.0 kGy e estocado por 3 meses. Underdal et al. (1973) e (1976), mostram que irradiação de filé de bacalhau e de cavalinha com dose de 1 kGy, à temperatura de 0° C causam perdas de 16 e 13 % respectivamente.

Tabela 3: Influência da dose de radiação e o tempo de cocção

TEMPO COZIMENTO	VARIEDADE MACAÇAR	TEMPO COZIMENTO	VARIEDADE CARIOCA
DOSE (kGy)	TIME (min.)	DOSE (kGy)	TIME (min.)
0	66	0	100
0.5	60	0.5	86
1.0	53	1.0	78
2.5	45	2.5	69
5.0	42	5.0	62
10.0	30	10.0	56

Tabela 4: Avaliação das características sensoriais dos feijões Carioca e Macaçar irradiados
var. Carioca

DOSES (kGy) / caracterist.	0	0.5	1.0	2.5	5.0	10.0
cor	9	8	7 - 8	7	6	6
odor	9	7 - 8	7	6	5	5
sabor	9	7 - 8	7	6	5	4
forma	9	7 - 8	7 - 8	7	7	6
consistência	9	7 - 8	7	6	6	6

var. Macaçar

DOSES (kGy)/ caracterist.	0	0.5	1.0	2.5	5.0	10.0
cor	8	8	8	7	7	5
odor	7	7	7	6	4	3
sabor	7	7	7	6	4	3
forma	8	8	8	8	7	6
consistência	7	7	7	7	6	6

Tabela 5: Efeito da dose de radiação e estocagem no conteúdo de vitamina B6

Tipo de Feijões / Dose de radiação	Tempo de cocção (min.)	conteúdo $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ de materia seca								materia seca g / 100 g de amostra
		Vitamina B6								
		Piridoxamina		Piridoxal		Piridoxina		Total		
x	s	x	s	x	s	x	s			
Carioca										
0	100	162	8*	12	2*	318	10*	492	12*	92.8
0.5	86	153	3	12	2	315	8	480	8	89.3
1.0	78	152	5	12	2	316	6	480	6	92.7
2.5	69	146	5	11	2	306	9	463	9	97.9
5.0	62	121	6*	10	2*	290	11*	421	13*	93.1
10.0	56	111	3*	8	2*	265	10*	384	11*	98.5
Macaçar										
0	66	120	4*	7	1*	260	9*	387	6*	97.4
0.5	60	115	5	4	1	258	7	377	5	93.6
1.0	53	106	2	3	1	270	8	379	7	93.1
2.5	45	107	3	3	1	266	10	376	6	95.1
5.0	42	104	6*	1	1*	261	12*	366	7*	91.4
10.0	30	87	8*	1	1*	232	11*	320	8*	93.3

n = 2 - 4* analysis x = Mean value; s = standard deviation

CONCLUSÃO

Para as doses de até 1 kGy com o intuito de desinfestação das duas variedades de feijões estudadas, houve uma redução do tempo de cocção e as qualidades sensoriais não foram afetadas, embora resultados conflitantes terem sido publicados sobre o efeito da radiação nas vitaminas. Com doses de até 1 kGy pudemos observar que a vitamina B₆ não foi afetada, sugerindo que esta é uma técnica alternativa para reduzir as perdas na estocagem dos alimentos. Altas doses de radiação, neste caso 2,5, 5,0 e 10 kGy, podem reduzir o tempo de cocção consideravelmente, mas resultam em redução tanto das qualidades sensoriais como das nutritivas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos de laboratório, S. Delincée, A. Wachs, I. Nerz e S. Dieterich a valiosa e constante ajuda na preparação e análise do material.

Agradecemos à Agência Internacional de Energia Atômica, Viena, Austria; ao Instituto de Fisiologia Nutricional, Karlsruhe, Alemanha e ao Instituto de Química e Biologia, Stuttgart, Alemanha (BFE), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-KADIR et al. (1990) *J. Food Sci.* **55**, 1472-1473.
- ADRIAN, J., FRAYSSINET, C., (1975) La désinsection de céréals et des légumineuses africaines par l'irradiation gamma. *L'Alim. et la Vie*, **63**, 265-272.
- AGUILERA, J.M., STEINSAPIR, A., (1985) Dry processes to retard quality losses of beans (*Phaseolus vulgaris*) during storage. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* **18**, 72-78.
- AURANGZEB, AHMAD, M., BADSHAH, A., BIBI, N., (1990) Effect of gamma irradiation on cookability and associated physicochemical properties of two legumes. *Pakistan J. Sci. Ind. Res.* **33**, 151-154.
- BADSHAH KHATTAK, A., KLOPFENSTEIN, C.F., (1989) Effects of gamma irradiation on the nutritional quality of grain and legumes. I. Stability of niacin, thiamin, and riboflavin. *Cereal Chem.* **66**, 169-170.
- BADSHAH KHATTAK, A., KLOPFENSTEIN, C.F., (1989) Effects of gamma irradiation on the nutritional quality of grain and legumes. II. Changes in amino acid profiles and available lysine. *Cereal Chem.* **66**, 171-172.
- BÓGNAR, A., (1986) Bestimmung von Vitamin B₆ in Lebensmitteln mit Hilfe der Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie (HPLC). *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **181**, 200-205.
- BÓGNAR, A., (1989) Optimierung der Vitamin B1 und B2 Bestimmung in Lebensmitteln mit Hilfe der Hochdruckflüssigkeits-Chromatographie (HPLC). BFE-Bericht R-89-01 Karlsruhe, pp. 9-19.
- BÓGNAR, A., (1993) Studies on the influence of cooking on the vitamin B6 content of food. In: Bioavailability '93, Proceeding part 2. BFE-R-93-1, Karlsruhe 1993, pp. 346-351.
- BÓGNAR, A. & FRESINIUS (1992) *Anal. Chem.* **343**, 155-156.
- BRIN, M., OSTASHEVER, A.S., TAI, M., KALINSKY, H. (1961) Effects of feeding X-irradiated pork to rats on their pyridoxine nutrition as reflected in the activity of plasma transaminases. *J. Nutr.* **75**, 35-38.

- DELINCEE, H., & BÓGNAR, A., (1993) Effect of ionizing radiation on the nutritional value of legumes. In: Bioavailability '93, Proceeding part 2. BFE-R-93-1, Karlsruhe, 367-371.
- Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL n.º 09, de 08 de marco de 1985). Boletim Embrarad (1985) ano V, 8.
- DIEHL, J. F., (1993) Will irradiation enhance or reduce food safety? Food Policy, 143-151.
- EI-SAADANY, R.M.A., FODA, Y.H., EL SADAANY, F.M. (1979) Improving of Egyptian rice by means of gamma radiation. Stärk 31, 230-234.
- FONSECA, H., NOGUEIRA, J.N., MAFFEI, C.I., OLIVEIRA, M.G. (1974) Effects of gamma irradiation on the organoleptic nutritive properties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L. cv. *mulatinho*). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA-BC-018.
- ISMAIL, F.A., OSMAN, A.Z., SEDKY, K.H. (1976) Eigenschaften von bestrahlten Linsen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 67, 140-146.
- IYER, V., SALUNKHE, D.K., SATE, S.K., ROCKLAND, L.B. (1980) Quick-cooking beans (*Phaseolus vulgaris* L.) I. Investigations on quality. Qual. Plant. Plant. Foods Hum. Nutr. 30, 27-43.
- KENNEDY, T.S., (1965) Studies on the nutritional value of foods treated with c-radiation. I. Effects on some B-complex vitamins in egg and wheat. J. Sci. Food Agric. 16, 81-84.
- LOAHANU, P. (1994) Food irradiation in developing countries: A practical alternative. IAEA Bulletin, 30-35.
- NENE, S.P., VAKIL, U.K., SREENIVASAN, A. (1975) Improvement in the textural qualities of irradiated legumes. Acta Alimentaria 4, 199-209.
- Official Collection of Testing Methods according to paragraph 35 LMBG 1990.
- RAO, V.S., VAKIL, U.K., (1985) Effects of gamma-irradiation on cooking quality and sensory attributes of four legumes. J. Food Sci., 50, 376-378.
- SABULARSE, V.C., LIUZZO, J.A., RAO, R.M., GRODNER, R.M. (1991) Cooking quality of brown rice as influenced by gamma irradiation, variety and storage. J. Food Sci. 56, 96-98, 108.
- SREENIVASAN, A., (1974) Compositional and quality in some irradiated foods. In: Improvement of Food Quality by Irradiation, IAEA, Vienna, 129-155.
- UNDERDAL, B., NORDAL, J., LUNDE, G., EGGUM, B., (1973) The effect of ionizing radiation on the nutritional value of fish (cod) protein. Lebensm. Wiss. Technol. 6, 90-93.
- UNDERDAL, B., NORDAL, J., LUNDE, G., EGGUM, B., (1976) The effect of ionizing radiation on the nutritional value of mackerel. Lebensm. Wiss. Technol. 9, 72-74.