

# Irradiação de mandioca minimamente processada

Valter Arthur<sup>1</sup>, Bianca Maria Pedroso<sup>2</sup>, Paula Bergamin Arthur<sup>2</sup>, Márcia Nalesso Costa Harder<sup>3</sup>,  
Suely Salumita Haddad Franco<sup>4</sup>, Camilo Flamarion de Oliveira Franco<sup>5</sup> e Jorge Cazé Filho<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Professor, Doutor, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA, Piracicaba, São Paulo, Brasil, Departamento de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia, Piracicaba, SP, Brasil (arthur@cena.usp.br) <sup>2</sup>Alunas do Curso de Pós-Graduação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN/CNEN/USP, Avenida Linneu Prestes, 2242. Cidade Universitária - São Paulo, SP, Brasil. <sup>3</sup>Professora, Doutora, Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC, Piracicaba, SP, Brasil (marcia.harder@fatec.sp.gov.br) <sup>4</sup>Aluna de Pós-Doutorado do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN/CNEN/USP, Avenida Linneu Prestes, 2242. Cidade Universitária - São Paulo, SP, Brasil (gilmita@uol.com.br) <sup>5</sup>Pesquisador, Doutor, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa / Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA, João Pessoa, PB, Brasil (camilo.urucum@hotmail.com) <sup>6</sup>Pesquisador, Doutor, EMEPA (jorgecazeffilho@yahoo.com.br)

Resumo - A mandioca é considerada uma fonte alimentícia muito rica em calorias, cultivada em solos pobres e de fácil crescimento. É uma cultura extremamente resistente, capaz de produzir rendimentos econômicos satisfatórios, tornando um alimento viável contra a fome em diversas regiões pobres do mundo. É uma raiz bastante perecível, caracterizada por sua rápida deterioração pós-colheita. No trabalho foi utilizada mandiocas embaladas em sacos de polietileno a vácuo, irradiadas com doses de 0 (controle), 1, 3 e 5 kGy e armazenadas em temperatura de refrigeração por 1, 21, 30 e 50 dias, com o objetivo de avaliar o efeito sinérgico da embalagem, irradiação e da refrigeração na conservação de mandioca minimamente processada. Após irradiação foram feitas as análises de: pH, peso, umidade, textura e cor, os resultados mais relevantes foram pH e acidez, comprovando que as análises apresentaram alterações significativas no decorrer do período de armazenamento, podendo-se concluir que a radiação não afetou as características físico-químicas. As doses de 1 kGy e 3 kGy foram as que melhores resultados apresentaram nas características físico-químicas das mandiocas por um período de até 50 dias de armazenamento em refrigeração.

Palavras-chave: irradiação de alimentos, efeito sinérgico, mandioca, minimamente processada.

## Irradiation of cassava processed minimally

Abstract - The cassava is considered a very rich food source in calories, cultivated in poor soils and of easy growth. It is an extremely resistant culture, capable to produce satisfactory economical, turning a viable food against the hunger in several poor areas of the world. It is a quite perishable root, characterized by fast deterioration postharvest. In the work cassavas were used wrapped in sacks of polyethylene to vacuum, irradiated with doses of 0 (control), 1, 3 and 5 kGy and stored in temperature of refrigeration by 1, 21, 30 and 50 days. The objective was to evaluate the synergistic effect of the packing to vacuum, of the irradiation and refrigeration in the conservation of the cassava processed minimally. After irradiation were analyzed variables of the pH, weight, humidity, texture and color of the samples, the most relevant results were in the variables pH and acidity, proving that the analyzes presented significant differences in period of the storage, concluding that the radiation no affects the physic-chemical characteristics of the cassava. The doses of 1 and 3 kGy were what better results presented for a period of until 50 days of storage in refrigeration.

Keywords: food irradiation, synergistic effect, cassava, processed minimally.

## Introdução

A mandioca é a principal fonte de calorias para cerca de 500 milhões de pessoas no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento onde é cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico. Mais de oitenta países cultivam, e o Brasil é o segundo maior produtor, com em torno de 15% da produção mundial. Todos os estados brasileiros cultivam essa raiz que se situa entre os nove primeiros produtos agrícolas, em área cultivada, e o sexto, em valor de produção. Ainda assim, a mandioca é um alimento pouco estudado no país e

praticamente inexplorado industrialmente (Embrapa, 2015).

A mandioca por ser uma cultura de climas áridos, possui habilidade de crescimento em solos pobres, é resistente a doenças, de fácil propagação, capaz de produzir rendimentos satisfatórios. Tais características a tornam uma arma tão viável quanto poderosa contra a fome, em diversas regiões pobres do mundo (Paiva, 1994).

A Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas - BA), unidade da Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, selecionou nove clones de mandiocas que poderá ser um forte

aliado ao combate a fome nutricional nas regiões semiáridas do Brasil, com baixo teor de ácido cianídrico, permitindo o consumo fresco sem riscos de intoxicação, “estes clones podem prevenir também cegueira em crianças, ocasionadas pela falta de vitamina A” (Embrapa, 2015).

Por outro lado, existe um inconveniente a mandioca fresca deteriora-se rapidamente, limitando sua utilização e consumo. Segundo Booth (1994) e Richard & Coursey (1981), as raízes de mandioca são mais perecíveis que outros tubérculos e sua deterioração iniciam-se entre o 1º e o 7º dia após a colheita, não podendo ser conservadas em condição satisfatória por mais alguns dias.

A extrema perecibilidade das raízes, pós-colheita, pode estar ligado a quantidade de água existente na raiz, que é em torno de 60%, isso facilita a contaminação microbiológica. A deterioração pode ocorrer de duas maneiras, uma chamada de primária, causada por agentes fisiológicos e a secundária ou microbiana.

Outro fator relevante na deterioração das raízes de mandioca é a poda. Observou-se que, efetuando-se a poda da parte aérea na planta em estado vegetativo e procedendo-se a colheita após duas ou três semanas, conservam-se as raízes por muito mais tempo. Pesquisas comprovam que o efeito da poda sobre a redução da deterioração fisiológica pode prolongar-se por nove semanas (Paiva, 1994). A deterioração, normalmente, começa nas regiões que sofrem danos físicos. Segundo Ravi et al. (1996), o local da maioria dos danos severos é normalmente no istmo, parte superior das raízes, que se conecta com o sistema da planta.

Os microorganismos nos alimentos são causadores de alterações químicas prejudiciais, resultando no que chamamos “deterioração microbiana”. A deterioração resulta em alterações de cor, odor, sabor, textura e aspectos do alimento (Franco, 2004).

A preservação e a conservação são processos independentes, que geralmente se complementam, estabelecendo a continuidade necessária para que o alimento e os produtos alimentícios permaneçam inalterados em valores organolépticos e nutritivos e apresentem condições higiênicas capazes de assegurar o seu consumo (Salinas, 2002).

A irradiação é um excelente método, que sob o ponto de vista técnico, satisfaz plenamente o objetivo de proporcionar aos alimentos, estabilidade nutritiva, condições de sanidade e de mais longo período de armazenamento. Muitos países como Estados Unidos, Japão, Índia, Canadá, Israel, Suécia e Turquia tem utilizado a irradiação dos alimentos para a

conservação de produtos comercializados. As radiações ionizantes exercem sobre os alimentos, atividade bactericida.

O processo de refrigeração difere dos demais processos de frio, pelos graus de temperatura utilizados, que estão compreendidos entre 1 °C a 10 °C. A maior parte dos alimentos alteráveis pode ser conservada por refrigeração durante um tempo limitado, onde não se evitam, porém se retardam as atividades microbianas e enzimáticas (Gava, 1999).

O congelamento é um método eficiente para armazenar raízes de mandioca, por controlar ambos os tipos de deterioração: fisiológica e microbiológica. No entanto, alterações de textura e qualidade das raízes têm sido observadas, com a utilização desse método de conservação. O ponto de congelamento dos alimentos é mais baixo do que o da água pura. De modo geral, os alimentos congelam-se de 0 °C a - 4 °C (Gava, 1999).

A desvantagem relativa do método de congelamento em comparação com os proveitos que oferece ao mercado de consumo é o gasto, a que abriga, de uma cadeia interrupta de aplicação de diferentes graus de baixa temperatura (cadeia de frio).

A aplicação de parafina em raízes de mandioca tem sido eficiente para prolongar o seu período de conservação. Este efeito é atribuído à diminuição da permeabilidade ao oxigênio e, conseqüentemente, inativação parcial de algumas enzimas oxidativas (peroxidase e polifenoloxidase), reduzindo assim as perdas de umidades das raízes, e diminuindo a contaminação microbiana (Kato & Souza, 1987).

Conservantes só podem ser utilizados em determinados produtos, sendo a quantidade máxima a ser utilizada prescrita pela legislação vigente (Gava, 1999). Pois estes produtos deixam resíduos, que são tóxicos e cancerígenos.

A utilização de métodos de conservação para prolongar a vida útil da mandioca como a irradiação, já foi estudada por outros autores que utilizaram doses de até 10 kGy, que atualmente são consideradas doses relativamente altas. Segundo Lagunas & Solar (1995), doses entre 2,0 e 7,0 kGy reduzem significativamente, a flora bacteriana de alimentos, inclusive os microrganismos patogênicos, fungos e leveduras, conseguindo dessa forma prolongar a vida útil do produto.

Segundo Neto et al. (1997), mandiocas irradiadas com 2, 4 e 6 kGy apresentaram médias de aceitabilidade próxima às das mandiocas frescas, indicando que estas doses não alteram as características sensoriais do produto. As mandiocas não irradiadas apresentaram manchas escuras e

alterações nas características sensoriais, no segundo dia de armazenamento. Os autores concluíram, ainda, que as mandiocas irradiadas com 8 e 10 kGy, armazenadas por 9 dias, mantiveram cor e aparência idênticas às das mandiocas frescas recém irradiadas, não apresentando sinal de escurecimento e mantendo desta forma suas características físicas e sensoriais.

Devido a esses problemas o objetivo do trabalho foi irradiar mandioca minimamente processadas embaladas a vácuo visando o aumento da vida útil do produto.

### Material e Métodos

A parte experimental foi realizada no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, LRA-CENA-USP em Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Foi utilizada a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da variedade IAC- 567-70, minimamente processada e acondicionadas em sacos de polietileno com capacidade de 300 mL. As mesmas foram cortadas em pedaços de aproximadamente 10 cm embaladas a vácuo, sem conservantes.

As amostras foram submetidas ao tratamento com radiação gama do Cobalto-60, para isto foi utilizada uma fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam 650, sob uma taxa de dose de 1,232 kGy/h. Cada tratamento constou de 6 repetições, com peso médio de 400 gramas de mandioca por embalagem num total de 2.400 gramas por tratamento. Foram utilizadas doses de radiação gama de: 0 (controle), 1, 3, 5 kGy. Após a irradiação as amostras foram colocadas em câmaras climatizadas com temperatura de refrigeração 6-8 °C, posteriormente foram feitas análises físico-químicas (para determinação dos valores de pH, acidez, perda de peso, umidade, textura e cor) no 1°, 21°, 30°, e 50° dias de armazenamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Foi realizada a análise de variância, com aplicação do teste F. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

Constam na Tabela 1 valores de pH, que no 1° dia de armazenamento, a testemunha apresentou um maior pH mas não houve diferença entre os tratamentos. No 21° dia a mandioca irradiada com 1 kGy apresentou o menor pH mas não diferiu dos

demais tratamentos. No 30° dia todos os tratamentos diferiram entre si, sendo o menor pH verificado na mandioca irradiada com 1 kGy. No 50° dia não houve diferença no pH das mandiocas irradiada com 1 kGy e 3 kGy. Considerando-se a mandioca irradiada com 1, 3 kGy, não houve diferença no pH durante o período de armazenamento. Para a mandioca irradiada com 5 kGy observa-se que não houve diferença no pH, no 1° e 21° dia, diferindo no 30° dia no qual apresentou o maior valor de pH. É importante observar ainda que na mandioca irradiada com 3 kGy o pH apresentou um valor maior aos 21° dias de armazenamento, seguido por um menor valor, comportamento semelhante ao observado por Sarmento (1989) nas espécies de Branca de Santa Catarina e por Ferreira (1986) na cultivar Mantiqueira.

Pelos resultados da Tabela 2, verifica-se que no primeiro dia de armazenamento não houve diferença entre a testemunha e demais tratamentos. A mandioca irradiada com 5 kGy apresentou o menor teor de acidez, diferindo da mandioca irradiada com 1 kGy e 3 kGy. No 21° dia a testemunha e a mandioca irradiada com 1 kGy apresentaram um maior teor de acidez, não diferindo da mandioca irradiada com 5 kGy, mas diferindo da mandioca irradiada com 3 kGy. No 30° dia todos os tratamento diferiram entre si, sendo maior teor de acidez observado na mandioca irradiada com 1 kGy, e o menor, na mandioca irradiada com 5 kGy. No 50° dia, a mandioca irradiada com 1 kGy, não diferiu da mandioca irradiada com 3 kGy.

**Tabela 1.** Valores médios de pH da mandioca irradiada, embalada e refrigerada, durante os períodos de armazenamentos.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	7,19 Aa	7,21 Aa	-	-
1 kGy	6,92 Ab	6,76 Aa	6,86 Aa	6,92 Aa
3 kGy	7,12 Aa	7,48 Ab	7,19 Ab	7,03 Aa
5 kGy	7,09 Aab	7,24 Ab	7,82 Bc	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

Para a mandioca irradiada com 1 kGy não houve diferença do teor de acidez, durante o período de armazenamento. Para a mandioca irradiada com 3

kGy observa-se que o maior teor de acidez foi encontrado no 1º dia, não diferindo do 50º dia. Para a mandioca irradiada com 5 kGy o 1º dia não diferiu do 21º dia, os quais diferiram do 30º, que por sua vez apresentou menor teor de acidez. A acidez é o importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, um processo de decomposição do alimento seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera a concentração dos íons de hidrogênio (Instituto Adolfo Lutz, 1985). Pelos resultados obtidos, podem-se constatar pela Tabela 2, que embora no decorrer do experimento, fossem observadas alterações significativas, estas não comprometeram o teor de acidez das amostras. As mandiocas irradiadas com 3 kGy apresentam uma menor acidez, no 21º e no 30º dia. Por esse parâmetro de avaliação, observou-se que a radiação gama pode ter induzido efeitos benéficos nas qualidades físico-químicas das amostras de mandioca.

**Tabela 2.** Valores médios de acidez da mandioca irradiada, embalada e refrigerada durante o período de armazenamento, expressos em (mL NaOH 0,1 N / 100g da amostra).

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	1,09 Ab	1,08 Ab	-	-
1 kGy	1,16 Aa	1,29 Aa	1,29 Aa	1,22 Aa
3 kGy	1,19 Aa	0,63 Bb	0,88 ABb	1,10 Aa
5 kGy	0,90 Ab	0,92 Aab	0,42 Bc	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey. - Amostra deteriorada

Na Tabela 3, observa-se que o maior peso foi verificado na testemunha, não diferindo das mandiocas irradiadas com 1, 3 e 5 kGy. Menor peso foi observado na mandioca irradiada com 5 kGy. Os resultados da perda de peso das amostras foram afetados neste experimento, estando de acordo com os resultados obtidos por Booth (1973) e Tejadac & Moscoco (1979).

Além da perda de peso, foi observado um leve aumento de umidade nas amostras, constatando-se que a perda de peso está relacionada com o teor de umidade, estando de acordo com os resultados de Ferreira (1986), no seu experimento com mandioca da variedade Mantiqueira, onde houve uma perda de peso, e um aumento de umidade.

**Tabela 3.** Valores médios do peso da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada durante o período de armazenamento.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	404,43Aa	403,71Aa	-	-
1 kGy	402,31Aa	402,01Aa	401,16Aa	400,92Aa
3 kGy	403,40Aa	402,48Aa	401,29Aa	400,93Aa
5 kGy	401,37Aa	400,24Aa	388,32Aa	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostra deteriorada

Verifica-se pela Tabela 4, que o primeiro dia de armazenamento o maior teor de umidade foi encontrado na mandioca irradiada com 5 kGy diferindo dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si. No 21º dia o menor teor de umidade foi encontrado na testemunha e na amostra irradiada com 1 kGy, não diferindo da amostra irradiada com 3 kGy, as quais diferiram da irradiada com 5 kGy. No 30º dia, a amostra irradiada com 1 kGy apresentou o menor teor de umidade, diferindo das amostra irradiada com 3 kGy e esta não diferindo da amostra irradiada com 5 kGy. No 50º dia de armazenamento, a amostra irradiada com 1 kGy apresentou um menor teor de umidade, diferindo da amostra irradiada com 3 kGy.

**Tabela 4.** Valores médios da umidade da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada durante o período de armazenamento, expressos em porcentagem.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	59,22Aa	59,10Aa	-	-
1 kGy	59,44Aa	59,92Aa	57,98Aa	57,42Ab
3 kGy	58,49Aa	61,34Ba	62,79Cb	62,29BCb
5 kGy	65,42ABb	66,00Ab	60,47Bab	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

Na mandioca irradiada com 1 kGy como se observa-se na Tabela 4, não houve diferença no teor de umidade durante o período de armazenamento. Para a amostra irradiada com 3 kGy, o menor teor de umidade foi verificado no 1º dia, diferindo dos demais períodos, onde se verificou um aumento da mesma, o mesmo resultado também observado por

Sarmiento (1989), na variedade Branca de Santa Catarina. Para a amostra irradiada com 5 kGy, observa-se que o maior teor de umidade foi encontrado no 1º e no 21º dia diferindo do 30º dia, que apresentou uma menor umidade em relação aos demais períodos. A perda de peso das amostras da mandioca irradiada com 5 kGy, no 50º dia de armazenamento, foi devido provavelmente ao alto teor de umidade que se encontrava no interior das mesmas. As variações nos valores de umidade também podem ser possivelmente atribuídas à variabilidade existente entre as raízes de uma mesma cultivar, como é descrito por Kato & Souza (1987).

Observa-se pela Tabela 5, que no 1º dia de armazenamento, embora a testemunha tenha apresentado a maior textura, não diferiu da mandioca irradiada com 1 kGy e 3 kGy, diferindo apenas da amostra irradiada com 5 kGy, a qual apresentou menor textura. No 21º dia do armazenamento, com exceção do tratamento com 5 kGy todos os demais tratamentos não diferiram entre si, sendo que a maior textura foi observada na testemunha e a menor na mandioca irradiada com 5 kGy. No 30º dia a mandioca irradiada com 1 kGy apresentou a maior textura, não diferindo dos demais. No 50º dia a amostra irradiada com 1 kGy apresentou a maior textura, não diferindo da dose de 3 kGy.

Os valores de L são indicados pelas coordenadas de “a” e “b”, num plano retangular de eixos com valores de 0 a 100, destacando a luminosidade da coloração entre tons de branco (100) e preto (0).

**Tabela 5.** Valores médios da textura da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento, expressos em (lbf/g).

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	21,36Aa	20,98Aa	-	-
1 kGy	17,32 Aab	18,40 Ba	17,72Ba	16,32Ba
3 kGy	16,34 ABab	19,12 Ab	16,08Ba	16,09Aa
5 kGy	10,71 Ab	14,34 Abc	15,43Ba	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

Observa-se na Tabela 6, que no primeiro e 21 dias a testemunha apresentou o menor valor L, diferindo dos demais tratamentos. No 30º dia não houve diferença significativa entre os tratamentos. No 50º

dia a amostra irradiada com a dose de 1 kGy apresentou o maior valor L, diferindo da amostra irradiada com 3 kGy. Constata-se, que para nenhum dos tratamentos houve diferença significativa entre os valores L obtidos durante o armazenamento. Pode-se observar ainda, pela tabela 6 que todas as amostras atingiram valor de luminosidade acima de 80, isso indica que nenhuma amostra apresentou grau visível de escurecimentos enzimático ou processo de oxidação, durante o período de armazenamento.

**Tabela 6.** Valores médios do valor L da mandioca, irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	70,72Aa	70,55Ab	-	-
1 kGy	86,63Ab	86,43 Aa	86,63 Aa	87,58 Aa
3 kGy	84,09Ac	85,78 Aa	85,69 Aa	83,60 Ab
5 kGy	84,89Ac	84,52 Aa	84,68 Aa	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

Observa-se, na tabela 7, que no 1º e no 21º dia de armazenamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No 30º dia, o maior valor “a” foi observado na amostra, irradiada com 3 kGy, a qual não diferiu da amostra irradiada com 1 kGy, mas diferiu da amostra irradiada com 5 kGy. No 50º dia de armazenamento, a amostra irradiada com 3 kGy, apresentou o menor valor “a” diferindo da mandioca irradiada com 1 kGy.

**Tabela 7.** Valores médios do valor “a” da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	-0,89Aa	-0,87Aa	-	-
1 kGy	-1,25 Aba	-1,14 Aa	-1,09 Aab	-1,57 Bb
3 kGy	-1,55 Aa	-1,14 Aa	-1,55 Ab	-0,95 Aa
5 kGy	-1,22 Aa	-0,98 Aa	-0,82 Aa	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

Observou-se que a amostra irradiada com a dose de 1 kGy, não diferiu dos demais períodos de armazenamentos até o 30º dia, diferindo do 50º dia, que por sua vez apresentou o maior valor “a”. Para as amostras irradiadas com 3 e 5 kGy, não houve efeito do período de armazenamento.

Pela Tabela 8, a testemunha apresentou maior valor “b” mas não diferiu das amostras irradiadas em todos os períodos de avaliações.

**Tabela 8.** Valores médios do valor “b” da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	24,20Aa	23,50Aa	-	-
1 kGy	22,11Aa	22,11 aA 22,00Aa	21,10Aa	19,98Aa
3 kGy	22,58Aa	21,38Aa	22,05Aa	20,98Aa
5 kGy	21,56Aa	20,66Aa	20,01Aa	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

### Conclusões

1. A mandioca, minimamente processada e embaladas à vácuo em sacos de polietileno, pode ser tratada pelo processo de irradiação para aumentar sua vida útil de prateleira em refrigeração.

2. As doses de 1 kGy e 3 kGy foram as que apresentaram os melhores resultados em relação as características físico-químicas das mandiocas por um período de até 50 dias de armazenamento em refrigeração.

### Referências

BOOTH, R.H. The storage of fresh cassava roots. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT AND TUBER CROPS, 1973, Ibaclan., **Proceedings**. Iblacan, 1973. 15p.

BOOTH, R.H. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Postharvest deterioration and its control. **Experimental Agriculture**, v.12, p. 103-111, 1976.

COURSEY, D.G. Traditional post harvest technology of tropical perishable staples. **Industry and Environment**, v.4, p.10, 1981.

EMBRAPA, edição 20/02/15. <http://www.embrapa.br/ fontes HTML/ mandiocas cerrado 25/04/05>.

EMBRAPA, edição 03/05/03. <http://www.embrapa.Br/sede.embrapa.Br/noticias/ banco de notícias, 20/02/15>.

FERREIRA, M.E. Efeito do armazenamento na composição, cocção e características do amido das raízes de alguns cultivares de mandioca. Lavras, 1986. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FRANCO, G.M.B. **Microbiologia Landgraf**. São Paulo: Atheneu, 2004. 69p.

GAVA, J.A. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1999. 132p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2 ed. São Paulo, 1985. V.1.

KATO, M.S.A.; SOUZA, S.S.C. Conservação de raízes após colheita. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.9-18, 1987.

LANARA. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. I. Métodos microbiológicos; II. Métodos físico e químicos. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

LAGUNAS, M.; SOLAR, M.C. Radiation processing foods: an overview of scientific principles and current status. **Journal of Food Protection**, v. 58, n.2, p. 186, 1995.

NETO, P.R.N.; SPOTO, M.H.F.; DOMARCO, R. E. Uso da radiação gama a inibição do escurecimento da mandioca in natura, sem casca. **Boletim de Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.15, n.1, p.75-83, 1997.

PAIVA, F.F.A. Conservação e armazenamento de raízes de mandioca. **Circular Técnica. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará**, n.8, p.7-37, 1994.

RAVI, V.; AKED, J.; BALAGOPALAN, C. Storage methods and quality changes. **CRC- Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.7, p.661-709, 1996.

RICHARD, J.E.; COURSEY, D.G. Cassava storage. **Tropical Science**, v.23, n.1, p.1-32, 1983.

SALINAS, R.D. Alimentos e Nutrição introdução à bromatologia. Porto Alegre. Artmed, 2002 p. 64.

TEJADAC, R.R.; MOSCOCO, S.W. **Perdidas post cosecha en yuca**. República Dominicana: Centro de Investigaciones Economicas y Alimenticias, 1979. 70p.