

## Efectos de la radiación gamma sobre la vitamina C en solución de agua, jugo de naranja y cristales secos

Johnny Vargas\*

Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

### Resumen

Uno de los compuestos orgánicos más sensibles a la temperatura, almacenamiento y radiaciones es el ácido ascórbico. En una planta de irradiación para el tratamiento cuarentenario se procesan frutas y hortalizas frescas, vegetales portadores de vitamina C. En este estudio se presentan los resultados de la irradiación de vitamina C a una determinada concentración (42,24 mg/100 ml), contenida en 3 diferentes sustratos: Jugo de naranja, solución de agua y ácido ascórbico puro en cristales, diluida posteriormente en agua. Las dosis aplicadas de radiación gamma fueron 0; 0,1; 1,0 y 10 kGy, la tasa de dosis fue 7,433 Gy/min. Los resultados muestran que los mayores porcentajes de destrucción de vitamina C irradiada, a las dosis respectivas, se presentaron en la solución de vitamina C contenida en agua (15,62; 64,11 y 84,38 %) debido al efecto indirecto de la radiación gamma. Para la vitamina C contenida en jugo de naranja se encontraron porcentajes de: 5,25; 7,33 y 50,50 % respectivamente, debido a que los otros constituyentes del jugo de naranja tienen un efecto protector en la vitamina C contra las radiaciones. Para la vitamina C en cristales se hallaron menores porcentajes de destrucción: 3,13; 4,60 y 6,74 %, demostrándose que el tipo de sustrato y la dosis aplicada tienen un papel importante en los efectos de la radiación sobre la vitamina C.

### Gamma radiation effect on vitamin C in water solution, orange juice and dried crystals

#### Abstract

One of the more organic compounds sensitive to temperature, storage and radiation is ascorbic acid. In an irradiation plant quarantine treatment, will be processed fruits and vegetables, vegetable carriers of vitamin C. We present the results of the irradiation of vitamin C at a specific concentration (42.24 mg/100 ml) contained in three different substrates: orange juice, water solution of ascorbic acid in pure crystals diluted in water. The applied doses of gamma radiation were 0, 0.1, 1.0, and 10 kGy dose rate was 7.433 Gy / min. The results show that the highest vitamin C destruction irradiated at the respective doses were presented in the solution of vitamin C contained in water, (15.62, 64.11 and 84.38 %) due to the indirect effect of gamma radiation to the vitamin C contained in the orange juice percentages were: 5.25, 7.33 and 50.50 % respectively, due to which the other constituents of orange juice have a protective effect against vitamin C radiation for vitamin C in crystals were lower destruction rates: 3.13, 4.60 and 6.74 %. It is demonstrated that the type of substrate and the applied dose have an important role in the effects of radiation on vitamin C.

### 1. Introducción

El Perú ha tenido un incremento notable en la agro-exportación de vegetales frescos, que contienen, entre otros nutrientes, la vitamina C. Estos productos requieren de tratamientos cuarentenarios sofisticados como el agua caliente o el fumigante químico bromuro de metilo, que es perjudicial para la salud y 50 veces más destructor de la capa de ozono que los clorofluorocarbonos (CFC), por lo que está próxima su prohibición total.

A través del tiempo se ha ido reduciendo o prohibiendo el uso de aditivos y fumigantes

químicos sobre los alimentos, la tendencia actual es utilizarlo cada vez menos.

La tecnología de irradiación de alimentos surge como una alternativa viable, como tratamiento cuarentenario por ser un proceso físico, debido a que los rayos gamma son radiaciones electromagnéticas de una longitud de onda muy corta, de la misma naturaleza que la luz visible, ultravioleta, infrarrojo, rayos X, microondas y ondas de telecomunicaciones. Además es un proceso en frío, que no eleva la temperatura del

---

\* Correspondencia autor: [jvargas@ipen.gob.pe](mailto:jvargas@ipen.gob.pe)

producto, es de alta penetrabilidad y no deja residuos [1].

Este proceso reemplaza a los métodos químicos más tóxicos para combatir a las poblaciones microbianas e insectos de los alimentos.

La Vitamina C es uno de los compuestos orgánicos más sensibles a la temperatura, almacenamiento y radiaciones, está presente principalmente en las frutas y hortalizas frescas, siendo la más utilizada de todas. El máximo defensor de esta vitamina fue el premio Nobel Linus Pauling, un químico americano que sostuvo la teoría que la mayoría de las enfermedades se producía por deficiencia de la misma [2].

La radiación sobre los alimentos no actúa de manera semejante en todo tipo de productos y el grado de destrucción de la vitamina, depende de la composición misma del alimento, porcentaje de agua contenida (o absorbida) por el mismo tiempo transcurrido entre la irradiación y el análisis, condiciones de almacenaje previas y posteriores a la irradiación, dosis de radiación, tasas de dosis, naturaleza y concentración de la vitamina, presencia o ausencia de aire, temperatura y otras variables [3].

Dentro de las otras variables debemos de agregar la geometría del producto, la densidad relativa y la distancia fuente de radiación-producto.

La irradiación de alimentos puede variar el contenido vitamínico de un alimento, pero esta variación puede minimizarse controlando algunos parámetros, tales como la irradiación en congelado, al vacío, tiempo de almacenamiento, etc.

Por otro lado, Diehl (1990) menciona que a bajas dosis (1 kGy) no encontró cambios significativos en contenidos de vitamina C, por ejemplo en naranjas, plátanos, mangos y papayas [4]. También se encontraron porcentajes similares de vitamina C en papas irradiadas durante el control después de 5 meses de almacenamiento [5].

Debido a su importancia desarrollamos este trabajo de investigación sobre el efecto de la radiación gamma en el ácido ascórbico o Vitamina C, en diferentes sustratos y a

diferentes dosis.

## 2. Experimental

Los productos fueron irradiados en el equipo de irradiación Gammacell 220. Previamente se hicieron análisis dosimétricos, que de acuerdo con la densidad y geometría nos permitieron calcular los tiempos de exposición a la radiación gamma (13,45; 134,5 y 1345 minutos), para administrar las diferentes dosis deseadas a ser estudiadas.

Para las dosimetrías se utilizó el método ASTM E 1026 – 1995 Practice for Using the Fricke Reference Standard Dosimetry System, que consiste en una solución de iones ferrosos en medio ácido, estos por la radiación se oxidan a iones férricos, cuantificándose por espectrofotometría. Para la determinación de la vitamina C se utilizó el método de la AOAC.

Las soluciones de vitamina C diluída en agua y contenida en el jugo de naranja se irradiaron en matraces aforados de 100 ml. El ácido ascórbico o vitamina C en cristales se irradiaron en viales, luego se diluyeron con agua destilada en matraces aforados a 100 ml.



**Figura 1.** Solución de ácido ascórbico y jugo de naranja en cámara de irradiación.

## 3. Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se aprecia que el mayor porcentaje de destrucción sucede en la solución de ácido ascórbico en agua, que para 10 kGy es de 84,38 %, debido al efecto indirecto de las radiaciones. En el caso de la vitamina C contenida en el jugo de naranja, a la misma dosis, el porcentaje de destrucción es de 50,50%, debido a que los otros nutrientes presentes en la naranja sirven de agente protector contra las radiaciones.

**Tabla 1.** Irradiación de la vitamina C en solución con agua, jugo de naranja y en cristales.

Dosis (kGy)	Solución de ácido ascórbico en agua		Jugo de Naranja		Acido ascórbico en cristales	
	mg ácido ascórbico por 100 ml	(%) de destrucción	mg ácido ascórbico por 100 ml	(%) de destrucción	mg ácido ascórbico por 100 ml	(%) de destrucción
0	42,68	0	42,24	0	42,24	0
0,1	35,64	15,62	40,44	5,25	40,92	3,13
1,0	27,08	64,11	39,55	7,33	40,30	4,60
10,0	6,60	84,38	21,56	50,50	39,39	6,74

También se observa que dosis de 0,1 y 1,0 kGy producen una destrucción entre un 5,25 % a 7,33 % en el jugo de naranja; sin embargo, a las mismas dosis en la solución de agua se observa una destrucción entre 15,62 % y 64,11 % respectivamente. También podemos apreciar que a mayor dosis se observa un mayor porcentaje de destrucción, que está en relación con el tipo de sustrato, donde el menor porcentaje de destrucción de vitamina C sucede en:

Cristales secos < jugo de naranja < solución de agua

Las dosis usadas para el tratamiento cuarentenario oscilan entre 100 Gy y 400 Gy, teniendo en cuenta que otra aplicación de la tecnología de irradiación es la descontaminación microbiana, donde se aplica dosis promedio de 10 kGy, por lo que la dosis administrada para el tratamiento cuarentenario en frutas y hortalizas es hasta 100 veces menor, minimizándose de esta manera los efectos adversos en sus características intrínsecas de los vegetales a tratar.

#### 4. Conclusiones

Dosis de 0,1 kGy y 1,0 kGy producen destrucción de vitamina C, en la solución de agua, de 15,62 % y 64,11 % respectivamente; mientras que en el jugo de naranja los porcentajes de destrucción son menores y oscilan entre 5,25 % y 7,33 %, respectivamente, debido al efecto protector contra las radiaciones de los otros constituyentes presentes en el jugo de naranja.

A mayor dosis, mayor porcentaje de destrucción de vitamina C. El menor porcentaje de destrucción de vitamina C ocurre en cristales secos, seguido por el jugo de naranja y el mayor porcentaje de destrucción de la vitamina C o ácido ascórbico se encontró en la solución de agua.

Las dosis óptimas para el tratamiento cuarentenario oscilan entre 100 Gy y 400 Gy, por lo que las pérdidas de las vitaminas son mínimas.

La radiación gamma es una alternativa como tratamiento cuarentenario para la exportación de frutas y hortalizas, permitirá ampliar y mejorar el acceso de los productos peruanos a los mercados internacionales.

#### 5. Bibliografía

- [1] Vargas J, *et al.* Aplicaciones de la radiación gamma en frutas y hortalizas. Perspectivas agroindustriales para el espárrago peruano. En: Instituto Peruano de Energía Nuclear. Informe Científico Tecnológico 2004. Lima: IPEN; 2005. p. 123-128.
- [2] Botanical Online. Propiedades de la Vitamina C (Ácido ascórbico) [homepage de internet]. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/medicinalesvitaminac.htm>
- [3] Calderón T. La irradiación de alimentos. Principios realidades y perspectivas de futuro. Madrid : Mc Graw-Hill; 2000.
- [4] Diehl JF. Safety of irradiated foods. New York: Marcel Decker Inc.; 1990.
- [5] Cohen AJ, Elias PS, Eds. Recent advances in food irradiation. Elsevier Biomedical Press; 1984.