



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN SEMILLA:

Área del proyecto: Ciencias Básicas Ciencias Aplicadas X

FACULTAD: INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES

LINEA DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE RADIOISOTOPOS
(verificable en el SAEW)

1 Proyecto de Investigación

Título:

Aplicación de una tecnología no contaminante -radiación gamma- para extender la vida útil de pimiento (*Capsicum annuum*) entero y mínimamente procesado.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Los alimentos mínimamente procesados son importantes en los mercados del mundo ya que mantienen la calidad nutricional y organoléptica del producto fresco. La irradiación de alimentos es un método de conservación en frío utilizado para disminuir la carga microbiana, retardar la maduración e inhibir reacciones enzimáticas.

En este proyecto se evaluará el efecto de la irradiación gamma sobre la calidad poscosecha de tres variedades de pimiento "Italian sweet", "Lamuyo" y "California wonder" entero y la calidad microbiológica de pimiento cortado. El pimiento tanto entero como cortado será irradiado a las dosis de 250, 500, 750 y 1000 Gy y almacenado en refrigeración a 8°C y 95% HR durante 30 días.

Durante el período de almacenamiento se evaluarán las propiedades fisico-químicas, organolépticas y microbiológicas de las tres variedades de pimiento entero y cortado. Para determinar la mejor dosis se compararán los resultados antes y después de la irradiación.

Finalmente y debido a la importancia de los compuestos bioactivos como: vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos en el pimiento, se determinará el efecto de la radiación sobre estos. Para lo cual, se cuantificará el contenido de los compuestos bioactivos a través de cromatografía líquida de alta eficiencia durante el almacenamiento.

Palabras clave (3-5): irradiación, pimiento, vida útil, compuestos bioactivos. Mínimamente procesados.



4 **Objetivos, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación**

- **Objetivos**

1. **Objetivo General**

Aplicar una tecnología no contaminante –irradiación gamma- para extender el tiempo de vida útil de las tres variedades “Italian sweet”, “Lamuyo” y “California wonder” de pimiento entero y mínimamente procesado.

2. **Objetivos Específicos**

1. Determinar el efecto de la irradiación gamma con cuatro dosis sobre la calidad poscosecha de tres variedades de pimiento entero.
2. Determinar el efecto de la irradiación sobre la calidad microbiológica en tres variedades de pimiento cortado y envasado en bandejas cubiertas con láminas plásticas de Cloruro de Polivinilo (PVC) para alimentos.
3. Determinar la mejor dosis de irradiación gamma que conserve la calidad de los pimientos enteros y mínimamente procesados en refrigeración.
4. Estudiar el efecto de la radiación sobre compuestos bioactivos (vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos) presentes en tres variedades de pimiento entero y mínimamente procesado.

- **Hipótesis**

La aplicación de radiación gamma sobre pimiento entero y mínimamente procesado extiende su vida útil y preserva su calidad.

- **Resultados esperados**

1. La calidad poscosecha de tres variedades de pimiento entero después de que hayan sido irradiados a cuatro diferentes dosis y almacenados en refrigeración.
2. La calidad microbiológica de tres variedades de pimiento cortado después de que hayan sido irradiados a cuatro diferentes dosis, empacados y almacenados en refrigeración.
3. La mejor dosis de irradiación gamma para preservar la calidad poscosecha de pimiento entero y la calidad microbiológica de pimiento cortado y empacado.
4. El efecto de la irradiación sobre los contenidos de vitamina C, β -caroteno y compuestos



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



fenólicos en el pimiento entero y cortado empacado luego de haber sido irradiado a cuatro diferentes dosis y refrigerado.

5. El efecto de la combinación de la irradiación y refrigeración en la calidad del pimiento entero y cortado.

- **Potenciales Usuarios**

Productores del vegetal, cadenas de supermercados, comercializadores, exportadores, comunidad científica en general.

5 Relevancia de esta propuesta de investigación con los objetivos científicos del departamento y su Línea de Investigación.

El pimiento (*Capsicum annuum*) es un vegetal no climatérico, originario de México, Bolivia y Perú (FAO, 2002). Existen cuatro variedades de pimiento, entre las cuales se encuentra la variedad *Capsicum pubescens* R. & P. cultivada en el Perú y en el Ecuador (FAO, 2002).

Entre las variedades dulces de pimientos en el país se tienen "Italian sweet", "Lamuyo" y "California wonder" cuya diferencia radica en la coloración, verde, amarillo y rojo, respectivamente (Morales-Zoto, 2013, p. 978).

El pimiento se caracteriza por ser una fuente rica de vitamina C (tiene el doble de vitamina C que los cítricos como el limón o la naranja) (Eroski, 2005), vitamina E y carotenoides, los cuales poseen propiedades antioxidantes. Sin embargo, la capacidad antioxidante del pimiento se atribuye principalmente al contenido de compuestos fenólicos. En varios estudios realizados se ha encontrado una posible correlación entre la disminución del riesgo de contraer enfermedades degenerativas como cáncer, diabetes y enfermedades coronarias y las propiedades antioxidantes de los compuestos fenólicos (Morales-Zoto, 2013, p. 977).

Los productos alimenticios mínimamente procesados tienen gran importancia en los mercados del mundo, su demanda ha crecido notablemente debido a la exigencia de los consumidores por productos frescos, sanos y nutritivos. Se caracterizan por mantener la calidad organoléptica y nutricional después de haber sido expuestos a un tratamiento mínimo, son más perecederos debido al rompimiento de paredes celulares durante su procesamiento (Cantwell y Suslow, 2011, p. 501).

En el Ecuador se tiene una gran variedad de productos mínimamente procesados, entre estos el pimiento. Es importante mencionar que el pimiento tiene gran importancia económica en los mercados europeos debido a la alta demanda durante todo el año (Agroinformación, 2002).

El objetivo de la industria de producción de hortalizas y frutas en fresco o mínimamente procesadas es proporcionar al consumidor un producto muy parecido al fresco con una vida más prolongada. Para conseguirlo, es necesario aplicar tecnologías poscosecha eficientes o combinarlas entre sí.

La irradiación de alimentos, considerada como técnica poscosecha y conocida como pasteurización en frío se utiliza para disminuir la carga microbiana, retardar los procesos de maduración e inhibir reacciones enzimáticas, de tal manera que permite alargar el tiempo de vida útil de los productos que se comercializan y consumen en fresco (Arvanitoyannis, 2010, p. 11).

El pimiento no se puede refrigerar a temperaturas muy bajas menores a 6°C, debido a que el vegetal sufre daños por frío y se genera un nuevo problema: el riesgo de crecimiento microbiano. Por tal razón, es necesario aplicar técnicas de eliminación de microorganismos, como la irradiación.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación será mantener la calidad poscosecha y microbiológica de tres variedades de pimientos frescos, enteros y cortados mediante la combinación de radiación gamma y refrigeración.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



Se han realizado varios estudios de la aplicación de radiación gamma sobre productos alimenticios, sin embargo, no se ha determinado el efecto de la radiación sobre la composición nutricional. Por esta razón, en este proyecto se propone además de determinar el tiempo de vida útil, también determinar el efecto de la radiación sobre los principales compuestos bioactivos en las tres variedades del pimiento: vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos, debido a su importancia en la dieta de los consumidores.

Dentro de la línea de investigación "Aplicaciones de radioisótopos" del Departamento de Ciencia Nucleares de la Escuela Politécnica Nacional, la irradiación de alimentos es una de las aplicaciones más importantes, empleada para garantizar la inocuidad de las frutas y vegetales. En esta investigación se busca mantener la calidad poscosecha de pimiento entero y la calidad microbiológica de pimiento cortado.

6 **Descripción del proyecto, metodología, cronograma de trabajo y justificación del equipo requerido**

- Descripción del proyecto (Máximo una carilla)

En la presente investigación se estudiará la calidad poscosecha de tres variedades de pimiento "Italian sweet", "Lamuyo" y "California wonder" entero y la calidad microbiológica del pimiento cortado mediante la aplicación de irradiación gamma y refrigeración. También se evaluará las propiedades fisico-químicas, organolépticas y nutricionales del pimiento, por lo que se seguirá el procedimiento descrito a continuación:

1. Se determinará la calidad poscosecha de tres variedades de pimiento de la provincia de Santa Elena entero después de haber sido irradiado a cuatro diferentes dosis y refrigerado.
2. Se determinará la calidad microbiológica de tres variedades de pimiento cortado, irradiado a cuatro diferentes dosis, empacado y refrigerado.
3. Se evaluarán las propiedades fisico-químicas de tres variedades de pimiento entero y cortado, antes y después de la irradiación.
4. Se determinarán los parámetros fisiológicos de tres variedades de pimiento entero y cortado, antes y después de ser expuestos a radiación gamma.
5. Se determinará la calidad organoléptica del pimiento entero y cortado; antes y después de la irradiación.
6. Se determinará la cantidad de vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos en las tres variedades pimiento entero y cortado, antes y después de la irradiación.
7. Se realizarán análisis microbiológicos antes y después de la irradiación y almacenamiento en el pimiento cortado debido a que los productos mínimamente procesados o de IV gama son más susceptibles al ataque de microorganismos.

- Metodología y diseño de la investigación (Máximo una carilla)

• **Adquisición de la materia prima.**

Se realizarán dos viajes de muestreo a las plantaciones de pimiento de la provincia de Santa Elena, el primer viaje será para mostrar el pimiento para el estudio de la calidad poscosecha de pimiento entero y el segundo para el estudio de la calidad microbiológica del pimiento cortado ya que por limitación de espacio en las cámaras de refrigeración del DECAB no se puede realizar los dos experimentos simultáneamente.

En cada visita de muestreo se adquirirán 50 kg de cada variedad.

• **Experimentación**

-**Determinación de la calidad poscosecha de pimiento entero irradiado y refrigerado**

1. El pimiento se seleccionará y lavará de forma manual con agua corriente y se desinfectará con agua clorada con una concentración de 200 ppm.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



2. Se caracterizará la materia prima de acuerdo con las siguientes propiedades:
 - Físico-químicas: pH, °Brix, acidez titulable, firmeza, sólidos solubles.
 - Organolépticas: olor, sabor, presencia de sabores extraños (off-flavor) y aspecto externo.
 - Nutricionales: contenido de vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos
3. Se irradiarán lotes de 30 pimientos enteros por triplicado a dosis de 250, 500, 750 y 1000 Gy (Arvanitoyannis, 2010, p. 50).
El diseño experimental será un Diseño Factorial 3x4 donde las variables de diseño serán la dosis de irradiación y la variedad de pimiento.
4. Adicionalmente se prepararán dos blancos de comparación de 30 pimientos enteros cada uno. El primer blanco no será irradiado y se almacenará a temperatura ambiente, el segundo blanco no se irradiará pero se refrigerará.
5. Las muestras de pimiento irradiado entero se almacenarán en cámaras de refrigeración a 8°C, 95% HR durante 30 días.
6. Se evaluarán todas las propiedades mencionadas en el punto dos para pimiento entero.
7. Se evaluará el efecto de la irradiación al comparar las propiedades mencionadas en el punto dos además de pérdida de peso del pimiento entero, antes y después de la irradiación.
8. Los resultados serán procesados con el programa estadístico STATGRAPHICS CENTURION XVI para seleccionar la mejor dosis de irradiación.

Determinación de la calidad poscosecha de pimiento entero irradiado y refrigerado

1. El pimiento se seleccionará y lavará de forma manual con agua corriente y se desinfectará con agua clorada con una concentración de 200 ppm.
2. Los pimientos serán cortados dentro de la cámara de refrigeración de forma manual y colocados en bandejas cubiertas con láminas plásticas de Cloruro de Polivinilo para alimentos.
3. Se realizará un análisis microbiológico inicial de conteo total hongos, levaduras y coliformes en el DECAB.
4. Se irradiarán lotes de 12 bandejas por triplicado con pimientos cortados a las dosis de 250, 500, 750 y 1000 Gy (Arvanitoyannis, 2010, p. 50).
El diseño experimental será un Diseño Factorial 3x4 donde las variables de diseño serán la dosis de irradiación y la variedad de pimiento.
5. Adicionalmente se prepararán dos blancos de comparación de 30 pimientos enteros cada uno. El primer blanco no será irradiado y se almacenará a temperatura ambiente, el segundo blanco no se irradiará pero se refrigerará.
6. Las muestras de pimiento cortado irradiado se almacenarán en cámaras de refrigeración a 8°C, 95% HR durante 30 días.
7. Se evaluarán todas las propiedades mencionadas en el punto dos para pimiento entero y se realizarán los análisis microbiológicos del punto tres cada semana.
8. Se evaluará el efecto de la irradiación al comparar las propiedades del pimiento mínimamente procesado además de pérdida de peso, antes y después de la irradiación.
9. Los resultados serán procesados con el programa estadístico STATGRAPHICS CENTURION XVI para seleccionar la mejor dosis de irradiación.

Determinación de contenido de vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos

1. Procesar 5 pimientos hasta obtener una suspensión homogénea.
2. Extraer la vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos de la suspensión homogénea. De acuerdo a métodos de extracción establecidos por la AOAC (AOAC, 2005).
3. Cuantificar el contenido de vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos a través de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).
Se determinará la cantidad de vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos de acuerdo con los siguientes métodos de Van Niekerk (Van Niekerk, 1988), Pettersson y Jonsson (Pettersson y Jonsson, 1990) y Folin y Ciocalteu (Folin y Ciocalteu, 1927), respectivamente.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



BIBLIOGRAFÍA

1. Arvanitoyannis, I. (2010). Irradiation of Food Commodities: Techniques, Applications, Detection, Legislation, Safety and Consumer Opinion. USA: ELSEVIER
2. Association of analytical communities. (2005). Official Methods of analysis of AOAC International (18va. ed.). Maryland, USA.
3. Cantwell MI, Suslow TV. 2011. Sistemas de manejo postcosecha: Frutas y hortalizas precortadas (mínimamente procesadas). En: Kader, A., Pelayo, C. [Eds.].). Tecnología Postcosecha de cultivos hortofrutícolas. California: Universidad de California. pp. 501-522.
4. Díaz, V. (1996). *Análisis de Vitaminas Lipo e Hidrosolubles en alimentos por cromatografía líquida de alta presión*. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniería Química). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
5. Eroski, F. (2005). "Pimiento" *Guía Práctica hortalizas y verduras*. Recuperado de <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/pimiento/imprimir.php> (Mayo, 2014)
6. Folin O y Ciocalteau V. (1927). On tyrosine and tryptophane determinations in proteins.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s08.htm> (Mayo, 2014)
8. Info agro, (2002). El cultivo del pimiento. Recuperado de <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm> (Mayo, 2014)
9. Morales-Soto, A., Gómez-Caravaca, A., García-Salas, P., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2013). High-Performance liquid chromatography coupled to diode array and electrospray time-of-flight mass spectrometry detectors for a comprehensive characterization of phenolic and other polar compounds in three pepper (*Capsicum annum* L.) samples. *Food Research International*, 51(1), 977-984.
10. Pettersson A. y Jonsson L. (1990). Separation of cis-trans isomers of alpha-carotene and beta-carotene by adsorption HPLC and identification with diode-array detection. *J Micronutr* 8(1):23-41
11. Van Niekerk P. (1988). Determination of vitamins: HPLC in food analysis, London, England: Macrae R, editor.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**



Se recomienda que el proyecto, su metodología y diseño de la investigación, este sustentada en referencias bibliográficas actualizadas y que en el cronograma de ejecución del proyecto se considere el tiempo que toma la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

Cronograma de trabajo anual:

Actividad	MESES					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
Revisión Bibliográfica	X	X	X	X	X	X
Adquisición de equipos, reactivos	X					
Viaje técnico de muestreo para el estudio de pimiento entero		X				
Procesamiento de pimiento entero, caracterización de materia prima e irradiación de muestras.		X				
Almacenamiento y monitorización de muestras		X	X			
Análisis de Resultados			X			
Viaje técnico de muestreo para el estudio de pimiento cortado				X		
Procesamiento de pimiento cortado, caracterización de materia prima e irradiación de muestras.				X		
Almacenamiento y monitorización de muestras				X	X	
Análisis de Resultados					X	
Elaboración de informe final					X	X

Justificación del equipo requerido:

Para determinar vitamina C, β -caroteno y compuestos fenólicos se requerirá de columnas para HPLC específicas para cada caso.

7 Fecha de inicio

01/07/2014.

8 Tiempo dedicación docentes, infraestructura, equipamientos y fondos adicionales.



- Tiempos de dedicación semestral del Director de proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores. (Máximo 200 horas por semestre para el Director y 100 horas por semestre para los docentes colaboradores)
Director: 200 horas por semestre
Docente Colaborador: 100 horas por semestre
1 becario: 20 horas por semana
- Infraestructura y equipos disponibles para la ejecución del proyecto

Fuente de Cobalto-60, Laboratorio de Poscosecha, DECAB, Laboratorio de Análisis Sensorial DECAB - Planta Piloto DECAB, laboratorio de análisis que cuente con: HPLC, rotavapor, material de vidrio, etc.
- Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**



9		Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto
Se recomienda que los costos de los equipos, reactivos y materiales de laboratorio, <u>estén sustentados con proformas actuales:</u>		
Lista de ítems (por favor especifique)		Cantidad solicitada (US \$)
1. Contratación de pasantes		2 600,00
Subtotal		2 600,00
2. Equipos Columnas HPLC: DC18, YMC-Carotenoides, YMC TRIART		2 647,92
Subtotal		2 647,92
3. Reactivos y materiales de laboratorio Materia Prima Ácido metafosfórico (500g) Homocisteína (25g) Estándar Vitamina C (2g) Etanol 95% (4L) Sulfato de sodio anhidro (1kg) Hidroxitolueno Butilado (BHT) (250g) Acetonitrilo HPLC (20 L) Estándar β-caroteno (100 mg) Ácido gálico (500g) Análisis microbiológicos		500,00 164,24 141,50 121,00 14,64 36,97 37,30 325,00 140,80 131,29 1 008,00
Subtotal		2620,74
4. Literatura especializada		00,00
Subtotal		00,00
5. 2 viajes técnicos y de muestreo		1 000,00
Subtotal		1 000,00
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales		1 100,00
Subtotal		1 100,00
TOTAL (Proyectos Semilla hasta US\$ 10.000,00 más IVA)		9 968,66
10		FIRMA DEL APLICANTE
 Nombre: Catalina Vasco, PhD. CC: 1711748713		LUGAR Y FECHA
		Quito, 22 de Mayo del 2014
DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO		
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Ciencias Nucleares, en Sesión Extraordinaria del jueves 22 de mayo de 2014 mediante Resolución No. 21-14 y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.		
 JEFE DEL DEPARTAMENTO Nombre: Dra. Florinella Muñoz B. CC: 1704582020		Quito, 23 de mayo de 2014