

**UNIVERSIDAD NACIONAL
HERMILIO VALDIZÁN-HUANUCO**

ESCUELA DE POST GRADO



=====

**LA CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA C EN FRESAS ANTES
Y DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN IONIZANTE
Y LA ÉTICA EMPRESARIAL**

=====

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN GESTIÓN
EMPRESARIAL**

TESISTA: Mg. DOLORES ESTHER VILLANUEVA ZAMBRANO

ASESOR: DR. ABNER A. FONSECA LIVIAS

LIMA – HUANUCO - PERÚ

2018

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a Dios porque está conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome la fuerza necesaria para continuar, A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado mi formación académica, A mi esposo y mi querida única hija, quienes depositan su entera confianza en cada reto que se me presenta y me apoyan sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Es por ellos, que soy lo que soy ahora.

Los amo con mi vida.

Dolores Esther Villanueva Zambrano

AGRADECIMIENTO

Esta Tesis, es el resultado del esfuerzo efectuado por un equipo de trabajo, formado por mi esposo y mi querida hija quienes a lo largo de mucho tiempo les hago falta, sin embargo apoyaron y motivaron la formación de mis anhelos. A mí muy estimado asesor de tesis, Dr. Abner Fonseca Libias, quien con muchísima paciencia estimulo paso a paso el desarrollo de la presente tesis y asimismo al Dr. Reynaldo Ostos, cuya experiencia encamino sabiamente la culminación de mi trabajo.

A todos mis profesores a quienes debo mis conocimientos y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas para prepararnos para un futuro competitivo.

Dolores Esther Villanueva Zambrano

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo demostrar que la “Cuantificación de vitamina “C” en alimentos perecibles (fresas) antes y después de la exposición a la radiación ionizante”, permite evidenciar la modificación de la cuantificación de vitamina “C” en alimentos perecibles (fresas) sometidos a dicho tratamiento cuarentenario. Se consideró como variable independiente a la Radiación ionizante y como variables dependientes a la Cuantificación de la vitamina C antes de la radiación y a la Cuantificación de la vitamina C después de la radiación. Se realizó una investigación experimental estableciéndose la medición de la vitamina “C” en fresas de cinco variedades y se obtuvo como resultados antes de la radiación ionizante: 55.73 mg/100g, para la primera muestra, 57.20 mg/100g, para la segunda muestra, 58.67 mg/100g, para la tercera muestra, 57.20 mg/100g, para la cuarta muestra y 57.79 mg/100g, para la quinta muestra. Asimismo se obtuvo como resultados después de la radiación ionizante: 43.12mg/100g, para la primera muestra, 42.53mg/100g, para la segunda muestra, 41.07 mg/100g, para la tercera muestra, 42.53mg/100g, para la cuarta muestra y 43.12 mg/100g, para la quinta muestra. Estos resultados evidenciaron una diferencia en la cuantificación de la vitamina C, antes y después de la radiación ionizante, lo cual debe ser de conocimiento de la empresa que usa este recurso de tratamiento cuarentenario en la comercialización de alimentos perecibles.

SUMMARY

The present study aims to demonstrate that the "quantification of vitamin" C "in perishable foods (strawberries) before and after exposure to ionizing radiation", shows the modification of the quantification of vitamin "C" in perishable foods (Strawberries) subjected to said quarantine treatment. It was considered as independent variable to the ionizing Radiation and as dependent variables to the Quantification of vitamin C before the radiation and to the quantification of the vitamin C after the radiation. An experimental investigation was made establishing the measurement of vitamin "C" in strawberries of five varieties and obtained as results before the ionizing radiation: 55.73 mg / 100g, for the first sample, 57.20 mg / 100g, for the second sample, 58.67 mg / 100g, for the third sample, 57.20 mg / 100g, for the fourth sample and 57.79 mg / 100g, for the fifth sample. For the second sample, 41.07 mg / 100 g, for the third sample, 42.53 mg / 100 g, for the fourth sample, the results were obtained after the ionizing radiation: 43.12 mg / 100 g, for the first sample, 42.53 mg / 100 g, And 43.12 mg / 100g, for the fifth sample. These results evidenced a difference in the quantification of vitamin C, before and after ionizing radiation, which should be known to the company that uses this resource quarantine treatment.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi demonstrar que a "quantificação de vitamina" C "em produtos perecíveis (morangos) antes e após a exposição à radiação ionizante", torna evidente a modificação da quantificação de vitamina "C" em produtos perecíveis (morangos) submetidos ao referido tratamento de quarentena. Foi considerado como uma variável independente de radiação como dependente da Quantificação de vitamina C antes da radiação e a quantificação de vitamina C após variáveis de radiação ionizante. Uma investigação experimental foi conduzida estabelecendo a medição vitamina "C" em morangos cinco variedades e obtido como resultados antes de radiação ionizante: 55,73 mg / 100 g durante a primeira amostra, 57,20 mg / 100 g, para a segunda amostra, 58,67 mg / 100 g, para a terceira amostra, 57,20 mg / 100 g, para a quarta amostra e 57,79 mg / 100 g, para o quinto exemplo. Também foi obtido como resultado, depois de radiação ionizante: 43.12mg / 100 g, para a primeira amostra, 42.53mg / 100 g, para a segunda amostra, 41,07 mg / 100 g, para a terceira amostra, 42.53mg / 100 g, para a quarta amostra e 43,12 mg / 100 g, para o quinto exemplo. Estes resultados mostraram uma diferença na quantificação de vitamina C, antes e depois da radiação, que deverá ser de conhecimento da empresa usando este tratamento quarentena recurso ionizante.

INTRODUCCIÓN

Existe la tendencia de los consumidores en el mundo, de adquirir alimentos priorizando el valor nutritivo en relación a los aspectos preventivos y/o curativos que estos pudieran presentar, sin dejar de exigir la calidad sensorial ⁽¹⁾.

Asimismo, es conocido que los alimentos en general son perecederos, por razones naturales de tiempo y razones agregadas de su comercio, distribución y manipulación. Siendo la causa principal del deterioro, el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) y enzimas. Esta consideración tiene implicancias, pues se ha calculado que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de microorganismos ⁽²⁾.

El deterioro de un alimento es toda modificación que sufre el mismo y que de acuerdo a las costumbres, con diferencias individuales, hace que no resulte apropiado para el consumo humano, lo cual es un concepto relativo porque si bien es cierto que algunos alimentos alterados pueden resultar muy perjudiciales para la salud del consumidor, también existen muchos alimentos que estando deteriorados no dañan a la salud, pero sus características organolépticas pueden estar alteradas y no ser apetecibles.

Esta situación hace que las industrias recurran a tecnologías capaces de evitar el deterioro y lograr la llamada calidad sensorial puesto que finalmente es una condición importante para el consumidor. La aplicación de la radiación ionizante, es un proceso físico no térmico que se usa para destruir ciertos microorganismos en los alimentos y para ampliar su vida útil. ^{(3) (4) (5)}

El consumidor, debe estar en el conocimiento que los alimentos irradiados tienen la apariencia íntegra del alimento, pero que sus atributos estructurales referidos a su valor nutritivo, preventivo o curativo están disminuidos, y que la llamada seguridad alimentaria, es una situación temporal, puesto que el uso continuo de esta tecnología está enfrentando la aparición de microorganismos resistentes y existen sugerencias de incrementar la dosis de radiación.

La adquisición de alimentos no solo depende de los atributos estructurales o funcionales, descrito en el presente trabajo, sino de otros factores propios de un estudio de mercado.

En la búsqueda de referencias del tema, se encontró abundante información con respecto al uso de radiación ionizante en alimentos como recomendación en la conservación de alimentos, sin embargo con respecto a los cambios estructurales sufridos por el alimento luego de la radiación ionizante ⁽⁶⁾ la búsqueda fue exhaustiva pero infructuosa.

INDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCION.....	IX
CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
Formulación del Problema	2
Problema general.....	2
Problemas específicos	2
Objetivo General y objetivos específicos.	2
Objetivo general.....	2
Objetivo específico	2
Hipótesis y/o sistema de hipótesis.....	3
Variables.....	3
Justificación e Importancia.....	4
Viabilidad.....	4
limitaciones	5
CAPÍTULO II.	6
ANTECEDENTES.....	12
MARCO TEÓRICO.....	27
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	70
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	83
CAPITULO V-DISCUSSION DE RESULTADOS.....	93
CAPITULO VI- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	95
ANEXOS.....	99

CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

a) Descripción del problema

El Perú ha tenido un incremento notable en la agro-exportación de vegetales frescos, lo cual correlaciona con la tendencia en el mundo hacia el consumo de frutas y verduras que no solo proveen vitaminas y minerales, necesarios para una vida saludable, sino también compuestos naturales con la potencialidad de proteger de enfermedades. Asimismo la tendencia de los consumidores en el mundo es a adquirir alimentos priorizando su valor nutritivo en relación a los aspectos preventivos y/o curativos que estos pudieran presentar, sin dejar de exigir la calidad sensorial (1). Hemos de considerar que las frutas y verduras son productos muy perecederos, por razones naturales de tiempo, comercio, distribución y manipulación, asimismo son muy sensibles a la contaminación, siendo la causa principal del deterioro, el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) y enzimas. Esta consideración tiene implicancias, pues se ha calculado que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de microorganismos (2).

Estas son las razones por las que los alimentos en el comercio, requieren de tratamientos cuarentenarios sofisticados de conservación y solución de problemas fitosanitarios. Los tratamientos cuarentenarios más utilizados son aditivos y fumigantes químicos como métodos convencionales, sin embargo, estos son muy cuestionados por ser altamente tóxicos y perjudiciales para la salud y el medio ambiente. La tecnología de Irradiación de alimentos surge como una alternativa viable de tratamiento cuarentenario, por ser un proceso físico, no térmico que se usa para destruir microorganismos en los alimentos y para ampliar su vida útil. (3) (4) (5) Considerando que los rayos gamma utilizados, son radiaciones ionizantes electromagnéticas de una longitud de onda muy corta.

Es así que esta tecnología se convierte en un recurso de gran utilidad para la empresa dedicada a la comercialización de alimentos perecibles, puesto que se considera un recurso apropiado tanto para conseguir una

protección eficaz del consumidor con respecto a los riesgos de origen microbiano, como para lograr la mejor conservación del alimento disminuyendo pérdidas económicas de la empresa.

El presente trabajo plantea demostrar que la “Cuantificación de vitamina “C” en alimentos perecibles (fresas) antes y después de la exposición a la radiación ionizante”, evidencia la modificación de la cuantificación de vitamina “C” en los alimentos sometidos a este tratamiento cuarentenario. Para fines de la investigación se escogió a la vitamina C, por estar presente principalmente en frutas y hortalizas frescas, siendo un componente que se destruye fácilmente por temperatura, almacenamiento o radiación, en la presente tesis utilizamos su medición en la fruta considerada una de las más sensibles (fresas) como indicador de la variación que presenta este producto frente a la radiación.

b) Formulación del Problema

Problema general

¿La exposición de las fresas a la radiación ionizante modifica la cuantificación de la vitamina “C”?

Problemas específicos

- ¿Cómo es la “cuantificación de vitamina “C” en fresas antes de la exposición a la radiación ionizante?
- ¿Cómo es la “cuantificación de vitamina “C” en fresas después de la exposición a la radiación ionizante?
- ¿Qué diferencias hay entre las cuantificaciones respectivas?

c) Objetivo general

Precisar la cuantificación de la vitamina “C” en los alimentos perecibles (fresas) al exponer a la radiación ionizante.

Objetivos específicos

- Cuantificar la vitamina C en fresas antes de la radiación ionizante.
- Cuantificar la vitamina C en fresas después de la radiación ionizante.
- Medir la diferencia de la cuantificación de vitamina “C” en alimentos perecible (fresas) antes y después de la exposición a la radiación ionizante.

d) Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

Hi: La exposición de las fresas a la radiación ionizante modifica la cuantificación de la vitamina "C".

Ho: La exposición de las fresas a la radiación ionizante no modifica la cuantificación de la vitamina "C".

e) Variables

Variable independiente

- Radiación ionizante

Variable dependiente

- Cuantificación de la vitamina "C"

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente	Dimensión	Indicadores	Valor Final	Tipo de Variable
Radiación ionizante	Accesibilidad al recurso de Radiación ionizante	Exposición a RI:		
		• Tasa de Dosis	3,3006	Razón
		• Irradiador	Tipo: 1	Ordinal
		• Radiación	Gamma de Co-60	Nominal
		• Condiciones Ambientales	18.0 °C: 968 hPa	Intervalo
		• Geometría de irradiación:	Cilindro cerrado de 20.47cm de altura y 15.49 cm. de dm	Razón
Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Valor Final	Tipo de Variable
Cuantificación de la vitamina "C"	Medición de las muestras de fresa	Peso	mg/100g	Razón
		Masa molar	176,12 g/mol	Razón
		Punto de fusión	190°C	Intervalo
		Solubilidad	Agua	Nominal
		Clasificación	Vitamina	Nominal

f) Justificación

La justificación del presente trabajo se encamina a esclarecer el uso de la radiación ionizante como tratamiento cuarentenario en alimentos perecibles. Teniendo en cuenta que la innovación tecnológica de la información y comunicación en el mundo, ha conseguido una sociedad conocedora de la modernidad, y por ello expresa exigencias de una mejor calidad de vida, sin embargo esta vertiginosa transformación, de alguna manera insta a la ambición desmedida en el mundo, trayendo consigo la pérdida de valores y principios en el desempeño de las personas y por ende en las diversas entidades.

Esta situación viene afectando a todas las poblaciones y aún más donde existe pobres niveles de educación, donde los casos de corrupción, especulación financiera e inmobiliaria, intoxicaciones alimentarias, falta de veracidad en la publicidad, esta concienciado a la sociedad sobre la importancia de que la empresa actúe conforme a principios y valores éticos. Es por ello que en la actualidad, los valores y principios se sitúan en el primer plano de las demandas de la sociedad en el ámbito de las administraciones públicas y privadas. ⁽⁶⁾ Logrando que la responsabilidad de la empresa, trascienda al campo económico y entre en los campos social y medioambiental. En ese contexto el presente trabajo intenta demostrar la existencia de cambios en la "Cuantificación de vitamina C en fresas antes y después de la exposición a la radiación ionizante (60Co o Haz de electrones)" y mediante los resultados, efectuar un aporte al conocimiento, sobre el uso de la radiación ionizante como tratamiento cuarentenario, puesto que en este mundo moderno, se considera un recurso apropiado tanto para conseguir una protección eficaz del consumidor con respecto a los riesgos de origen microbiano, como para lograr la mejor conservación del alimento disminuyendo pérdidas económicas de la empresa.

g) Viabilidad.

Para considerar un proyecto viable, se debe tomar en cuenta la disponibilidad de recursos financieros, humanos y materiales. Asimismo se debe responder las siguientes preguntas: ¿Es políticamente viable?,

¿Se dispone de recursos humanos, económicos y materiales suficientes para realizar el estudio en el tiempo disponible o previsto?, ¿Es factible lograr la participación de los sujetos u objetos necesarios para la investigación?, ¿Es factible conducir el estudio con la metodología disponible o seleccionada?, ¿La metodología a seguir conduce a dar respuesta al problema?

Todas son preguntas que para el tema seleccionado son de respuesta afirmativa, por lo cual se puede decir que nuestro proyecto tiene:

- **Viabilidad Técnica,**
Contamos con los recursos tecnológicos necesarios
- **Viabilidad Económica,**
Estimamos que la relación costo beneficio permite el desarrollo del proyecto
- **Viabilidad Social**
Consideramos que los beneficios que aportaría los resultados del proyecto a la sociedad serian de impacto a las condiciones de vida de la población.
- **Viabilidad Operativa**
Pues no existen restricciones legales o de otra índole para la puesta en marcha del proyecto.

h) Limitaciones

- La dificultad que tengan los procesos de aplicación de encuestas,
- La disponibilidad del personal para efectuar el proceso
- Las recomendaciones que se obtengan serán de aplicación dependiente de otros actores
- El tema específico de la cuantificación de la vitamina C en fresas y su relación al área empresarial no presenta referencias teóricas

CAPÍTULO II

2.1 ANTECEDENTES

TEORICOS

1. El Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo - México- Texcoco, en mayo del 2009, publico en su revista de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, el artículo: **Irradiación Gamma Como Tratamiento Cuarentenario en Frutos de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y los cambios en su Calidad**, cuyos autores son: María del Rosario Justo Gómez y Arturo Hernández Montes

En el presente estudio se investigó el efecto de la irradiación y periodo de maduración sobre la calidad de los frutos de guayaba almacenados en refrigeración, evaluando pérdidas de peso, firmeza, color, vitamina C, acidez titulable y sólidos solubles totales. Además, se evaluó el efecto de la irradiación sobre el desarrollo de larvas de *Anastrepha ludens* en los frutos de guayaba infestados.

La mosca de la fruta (*Anastrepha ludens* L.) es un problema para la exportación de frutas por las barreras fitosanitarias establecidas por los países importadores. La irradiación es un tratamiento que representa una alternativa cuarentenaria en contra de la mosca mexicana de la fruta y constituye un proceso físico que no deja ningún residuo indeseable en el alimento. En este trabajo se investigó el efecto de la dosis absorbida de irradiación y el periodo de maduración sobre la calidad de los frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.), además del desarrollo de larvas. Se utilizaron frutos de guayaba en madurez fisiológica.

En un primer experimento, los frutos de guayaba fueron infestados con huevecillos de mosca mexicana de la fruta (*A. ludens* L.), irradiados a 0, 150 y 300 Gy y colocados en un insectario por 15 d a 27 °C y 68 % de humedad relativa (HR) para el desarrollo de larvas.

La irradiación tuvo efecto en la mortalidad de las larvas de forma que las larvas en los frutos irradiados murieron antes que en los frutos no irradiados.

En un segundo experimento, los frutos de guayaba fueron irradiados a 0, 150 y 300 Gy y refrigerados a 10 ± 1 °C por 15 d con 80 % HR y almacenados a 20 °C para completar su maduración. Se realizaron evaluaciones a los 0, 3 y 6 d de la maduración.

Los resultados mostraron que no hubo efecto significativo de la irradiación sobre la calidad de los frutos, con excepción de la firmeza y pérdida de peso. El periodo de maduración no mostró diferencia significativa para la firmeza de la cáscara, acidez y los sólidos solubles totales.

Conclusiones: La irradiación produjo la mortalidad de las larvas de *Anastrepha ludens* L. Las larvas de los frutos irradiados murieron mucho antes que las de los frutos testigo. Con excepción de la firmeza y pérdida de peso, las variables evaluadas en este experimento no presentaron efecto significativo con la dosis de irradiación. Por otro lado, se observó una influencia del periodo de maduración sobre las variables de respuesta evaluadas a excepción de la firmeza en la cáscara, la acidez titulable y sólidos solubles totales.

Este trabajo demuestra los efectos de descontaminación y cambios físicos de los alimentos irradiados, concluyendo que el proceso de irradiación de alimentos es benéfico, con lo cual anima a la aplicación de este tipo de procedimiento. La tesis presentada tiene el objetivo de desarrollar la ética empresarial, mediante la demostración de la existencia de cambios en el alimento irradiado: tanto en sus condiciones físicas como en su total descontaminación; transparentar esta información al público quien podrá contrastar los cambios en el alimento irradiado y la seguridad de la descontaminación total con lo cual valuará la ética del empresariado y el conocimiento de un producto saludable.

2. La Unidad de Postgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el año 2008, publicó la Tesis Doctoral para optar el grado académico de Magíster en Ciencia de los Alimentos: **Tratamiento Cuarentenario contra la Mosca Mediterráneo (Ceratitis Capitata) en Mangos variedad Haden (Manguífera Índica) con Irradiación Gamma (Co-60)**, cuya autora es María Elena Peña Cuadros

Objetivo General es Validar el uso de la irradiación como tratamiento cuarentenario, para la exportación de frutas frescas. Determinando la dosis mínima efectiva para larvas del tercer estadio de *Ceratitidis capitata* wiedemann que asegure la no emergencia de adultos en mangos y Evaluando los efectos de la dosis óptima de irradiación sobre la calidad de la fruta mediante análisis sensorial y químico.

En el Perú, el Instituto Peruano de Energía Nuclear, se realizó la investigación en dos etapas: 1° determinar la dosis mínima efectiva de irradiación a la cual no haya emergencia de mosca adulta (prueba de bioensayo), 2° la evaluación de 30000 individuos a la dosis mínima efectiva, que proporciona datos estadísticamente confiables (prueba confirmatoria); confirmándose que a 0,1kGy no hay emergencia; de la evaluación química y organoléptica, además no existe diferencia significativa frente a los mangos que no fueron tratados.

Conclusiones: La irradiación de mangos frescos como tratamiento de cuarentena es una alternativa viable, y la dosis por debajo de 1,0 kGy, los cambios organolépticos no son perceptibles. La dosis utilizada de 0,10 kGy, previene la emergencia de moscas adulta de *Ceratitidis capitata* Wiedemann.

Este trabajo establece la inocuidad del proceso de irradiación en alimentos considerando que los alimentos utilizados son los de mayor sensibilidad con respecto a los demás, asimismo establece que la irradiación no solo descontamina el alimento sino también previene la infestación. Con respecto a la tesis presentada es de considerar que el proceso de irradiación es recomendable en su uso como sistema de almacenamiento de alimentos y que debe ser un recurso de aplicación

empresarial con la única salvedad de implementar un sistema ético que permita el conocimiento del público para su aceptación.

3. La Revista ECIPERU ISSN del Encuentro Científico Internacional: en enero 2011, publico el artículo: **Efecto de la Radiación Gamma Sobre La Vitamina C**, cuyo autor es Johnny Vargas R. del Instituto Peruano de Energía Nuclear. El objetivo es demostrar que la irradiación de alimentos puede variar el contenido vitamínico de un alimento, pero que esta variación puede minimizarse controlando algunos parámetros, como la irradiación en congelado, al vacío, tiempo de almacenamiento.

Los productos fueron irradiados en el Equipo de Irradiación Gammacell 220, se hicieron análisis dosimétricos, que de acuerdo a la densidad y geometría nos permitió calcular los tiempos de exposición a la radiación gamma, 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 Para la determinación de la vitamina C, se utilizó el método de la AOAC

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

Conclusiones: La dosis de 0,1 kGy y 1,0 kGy producen un % de destrucción de vitamina C en la solución de agua de 15,62 % y 64,11 % respectivamente; mientras en el jugo de naranja los porcentajes de destrucción son mucho menores 5,25 % y 7,33 %, esto se atribuye al efecto protector de los otros constituyentes del jugo de naranja, frente a la radiación. A mayor dosis, mayor porcentaje de destrucción de vitamina C. El porcentaje de destrucción de vitamina C, ocurre en la siguiente secuencia: Cristales secos < jugo de naranja < solución de agua. Las dosis usadas para el tratamiento cuarentenario están entre 100 Gy y 400 Gy por lo que las pérdidas de vitaminas son mínimas. La radiación gamma es una alternativa como tratamiento cuarentenario en el Perú, para la exportación de frutas y hortalizas. La Tecnología de Irradiación permitirá ampliar y mejorar el

acceso de los productos peruanos a los mercados internacionales. Con el uso de la tecnología de Irradiación lograremos un desarrollo sostenible conservando la salud y el medio ambiente.

Esta referencia es de importancia considerando que es una experiencia desarrollada en nuestro país y que establece la importancia de la aplicación de la radiación gamma como tratamiento cuarentenario en el Perú, para la exportación de frutas y hortalizas, asimismo establece los posibles efectos de la radiación en alimentos, lo cual es tomado en cuenta en la tesis presentada, para instar al empresariado una conducta ética y conseguir beneficios colaterales entre ellos incrementar las ventas y ganancias de la empresa

4. La dirección de aplicaciones del IPEN, en el año 2005, publicó el artículo de investigación: **Aplicaciones de la radiación gamma en frutas y hortalizas. Perspectivas agroindustriales para el espárrago peruano**, cuyos autores son: Johnny Vargas, Mónica Vivanco Maldonado, Marco Linares, Paula Huamanlazo, Flor de María Quispe

El objetivo de la investigación fue demostrar que la radiación gamma por fuente de Cobalto 60, aplicada en alimentos a dosis adecuada es una alternativa beneficiosa para la conservación y solución de problemas fitosanitarios en alimentos, en contraste con el uso de aditivos y fumigantes químicos como métodos convencionales en su tratamiento, los cuales son muy cuestionados por ser altamente tóxicos y perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

Los objetivos de la irradiación en los productos trabajados fueron: Eliminación de los hongos causantes de la pudrición en fresas y el retardo de la maduración o senescencia en mangos y espárragos sin alterar significativamente sus propiedades nutritivas, físico-químicas y sensoriales. Como tratamiento cuarentenario en mangos y espárragos el objetivo fue la determinación de la dosis mínima óptima que asegure la no emergencia de *Ceratitidis capitata* del 3° estadio y *Copitarsia decolora* del 2° estadio, respectivamente, al estado adulto, manteniendo las características propias de los productos a la dosis mínima seleccionada. Para el caso de

espárragos liofilizados, el objetivo fue la reducción de la población microbiana, manteniendo sus propiedades intrínsecas.

Conclusión: Se establecieron las dosis para lograr los objetivos planteados

- Dosis de 0,75; 1,0 y 2,0 kGy logran extender la conservación en mangos, espárragos y fresas respectivamente.
- Dosis entre 0,10 y 0,15 kGy previenen el desarrollo de larvas de *Ceratitis capitata* infestantes en mangos haden.
- Dosis de 3 kGy son suficiente para mejorar la calidad higiénica en espárragos liofilizados en trozos, sin alterar significativamente sus características físico-químicas.

La relación con la tesis presentada es que la radiación gamma por fuente de Cobalto 60, es recomendable como proceso de almacenamiento de productos alimenticios y es el procedimiento utilizado para la irradiación de fresas, en la tesis y demuestra que un producto tan sensible puede ser afectado en pequeñas proporciones en su valor alimenticio, pero que se logra la descontaminación total del fruto. Una explicación apropiada al consumidor permitirá la comprensión del beneficio y se implementara la ética empresarial que se impone en el mundo.

5. En la Universidad de Navarra (España), en enero del 2004, Joan Fontrodona y Javier de los Santos, realizaron un estudio sobre el **Clima Ético de la Empresa Española: Grado de implantación de Prácticas Éticas**, con la finalidad de conocer como las organizaciones gestionan la ética y cuáles son sus motivaciones y objetivos. Los aspectos que estudian son: la evolución de la sensibilidad sobre la ética empresarial, tanto en las empresas como en los propios directivos y su opinión sobre el impacto que la ética tiene en la reputación de las empresas; el nivel de implantación de prácticas éticas en las empresas españolas, su grado de comunicación en los diferentes niveles organizativos y las motivaciones que les empujaron a implantarlas, o , por el contrario, los motivos por los que no tienen practicas éticas y su opinión sobre la necesidad o no de implantarlas; y las intenciones de las empresas respecto a seguir avanzando en el desarrollo de la ética empresarial y el plazo para llevar a cabo estas actuaciones.

En conclusión obtuvieron que:

- La sensibilidad hacia la ética se incremento
- Las áreas con más problemas éticos son: recursos humanos, compras y ventas
- El 85% de las empresas, tienen implantado algún tipo de práctica ética.
- La práctica ética de mayor implantación son documentos formales: declaración de valores, códigos de conducta etc.
- La comunicación de la práctica ética es extensiva a los trabajadores en el 80% de casos.
- El compromiso ético es más bajo en niveles inferiores que en la dirección o mandos intermedios.
- La responsabilidad del seguimiento de prácticas éticas es compartida entre las autoridades
- Las empresas plantean conseguir con la práctica ética: potenciación de valores y la reputación corporativa
- En empresas donde no existen practicas éticas, la principal razón es que consideran que ya hay un compromiso moral suficiente en la organización
- Existe un interés generalizado por trabajar y desarrollar prácticas éticas en la empresa

La Relación que existe con el trabajo de Tesis desarrollado es que en nuestro país la práctica ética está iniciándose y se encuentra en posibilidades de crecimiento. Más aun cuando la experimentación efectuada demuestra al empresario la necesidad de la conducta ética de una empresa

6. En la Universidad de Rafael Belloso Chacín, en noviembre del 2008, se presentó el trabajo de investigación: **Valores Éticos y Responsabilidad Social Empresarial: Una Plataforma Gerencial en Universidades Privadas**, cuyos autores son: Cristina Seijo, de la Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada UNEFA. Maracaibo – Venezuela y Maritza Ávila, de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. Maracaibo – Venezuela

El estudio tiene como objetivo propiciar un análisis en relación a los valores éticos y responsabilidad social empresarial como una plataforma gerencial en universidades privadas, tomando en consideración teorías que la sustentan como lo son las diferentes conceptualizaciones. En cuanto a los valores éticos y en cuanto a la Responsabilidad Social se ha llevado a cabo un análisis de documentos, bajo un enfoque interpretativo de tipo descriptivo y diseño no experimental referidos a múltiples autores. A efectos de esta investigación, se entiende por valor al conjunto de creencias que una organización tiene sobre su quehacer diario, así como las organizaciones ejercen su responsabilidad social cuando prestan atención a las expectativas que tienen los diferentes grupos de interés. En relación a las consideraciones finales, puntualizaran un conocimiento más amplio en cuanto a los valores y la responsabilidad social, permitiendo reflexionar ante su incidencia como plataforma gerencial en universidades privadas.

En conclusión el trabajo efectuado permite considerar que los valores son componentes fundamentales de las formulaciones estratégicas de la organización incluyendo a la identidad, la visión, la misión y los objetivos de una organización. Asimismo señala que los códigos de ética son sistemas de reglas establecidas con el propósito de guiar el comportamiento de los integrantes de la empresa y de aquellos con los que interactúan habitualmente y en razón a ello, la responsabilidad social debe observarse desde el plano empresarial y corporativo

La Relación que existe con el trabajo de Tesis desarrollado, es que establece una condición imprescindible entre la ética y la empresa, lo cual motiva el estudio efectuado, a partir de una demostración de las diferencias entre la fruta comercializada con o sin procesos de mantenimiento (radiación)

7. El Centro de Investigación de la Universidad del pacifico, publica un documento de discusión, **“Diagnostico de la Responsabilidad Social en el Perú”** elaborado en mayo del 2007, por el autor: Pedro Franco, dicho documento obedece a una amplia revisión secuencial histórica de la Responsabilidad Social en el Perú y cuyo resumen refiere: La Responsabilidad Social en nuestro país ha pasado por diversas etapas, partiendo desde conceptos de filantropía hasta la adopción de prácticas,

políticas y programas en diversas empresas. Actualmente, con un panorama económico más estable, las empresas han podido desarrollar los temas de RSE e integrarlos a su planeamiento estratégico, teniendo en cuenta a los diversos grupos de interés identificados, como el Estado, los proveedores, los clientes, los trabajadores, los accionistas, las ONGs, la comunidad, entre otros. El siguiente informe muestra un panorama general de los orígenes, dimensiones, prácticas, retos y oportunidades futuras de la responsabilidad social empresarial en el Perú.

La Relación con el trabajo de Tesis desarrollado, es que la ética empresarial que se pretende demostrar como condición imprescindible en toda empresa, es componente principal de la Responsabilidad Social, siendo el documento de discusión correspondiente a mismo ámbito de la tesis, establece un origen secuencial e histórico común.

8. La Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en julio del 2007, publica en la revista de investigación: Gestión en el Tercer Milenio, de la Facultad de Ciencias Administrativas el trabajo **“La Ética Empresarial Como Creación De Valor”** cuyo autor es Máximo Ugarte Vega Centeno

El objetivo es demostrar que la incorporación de la ética en las organizaciones evitara riesgos jurídico-legales y generara creación de valor. El cambio de siglo ha traído nuevas exigencias tanto en la economía, la tecnología e Internet, las que han acentuado la divulgación de los conocimientos y el incremento del rol social de las empresas en el avance de las organizaciones, así como su creciente papel en las sociedades. Es allí donde surge la ética como creación de valor, en razón de la transparencia de las conductas empresariales que benefician a toda la comunidad y a la empresa misma, además de evitar las consecuencias jurídico-legales que conllevarían su no práctica.

En conclusión, señalan que:

- La globalización ha traído nuevos retos y exigencias en la economía y la empresa, donde la ética toma más relevancia

- Para que la ética no quede en palabras o dichos, es importante institucionalizarla mediante normas y actitudes de honestidad, para así evitar los riesgos jurídicos-legales.
- La ética empresarial no es un valor añadido, sino un valor intrínseco de las organizaciones.
- El fortalecimiento de los valores y principios de las organizaciones tiene efectos en el capital humano.
- Es importante generar una cultura de responsabilidad y principios éticos.
- La transparencia viene a ser un valor intangible de toda organización por lo que se procura que la empresa, frente a la sociedad, tenga un comportamiento honrado, veraz y honesto.
- La actitud transparente de las personas que integran una organización se exteriorizará en las actividades que realicen dentro y fuera de ella.
- Si la ética se incorporase como una exigencia estratégica en toda empresa, se evitarían los riesgos jurídicos-legales en que pudiera incurrir la organización si no actuara bajo sus principios.
- Y, por último, podemos decir que seguirá siempre en agenda el conflicto no resuelto entre la ética y los beneficios económicos.

Existe relación con el trabajo de Tesis desarrollado, puesto que se integran, mientras que el presente trabajo demuestra mediante la revisión teórica la importancia de la ética empresarial, el trabajo de tesis demuestra mediante un experimento que cuando se aplica un procedimiento es vital señalar las consecuencias del mismo puesto que se ganara mucho más en el criterio del comprador escoger una fruta en posible mal estado de conservación con riesgos para la salud o aceptar un alimento irradiado con posible valor disminuido de su efecto nutritivo pero seguro en cuanto a evitar riesgos para la salud.

9. El presente artículo “**La investigación en Ética Empresarial**”, tiene su origen en la comunicación presentada en las «I Jornades per al Foment de la Investigació en Ciències Humanes i Socials», que ha sido reelaborada a la luz de la Tesina de Licenciatura que presenté en junio de 1996. Cuya autora es ELSA GONZÁLEZ ESTEBAN, debemos mencionar que la

Universitat Jaume I de Castelló – España, tiene como idioma oficial al valenciano, semejante al catalán.

El objetivo de este artículo es mostrar algunos aspectos básicos, en primer lugar el concepto de ética empresarial y en segundo lugar, conocer cuáles son los niveles de aplicación de la ética en la empresa, para delimitar los ámbitos o niveles de reflexión que abarca la investigación en ética empresarial. Considera que la ética empresarial es una exigencia de la sociedad, pues ha cobrado gran relevancia en nuestros días, pues tanto a nivel político como económico los grandes titulares sobre beneficios indebidos mediante fraudes, sobornos, corrupción, privilegios, competencia desleal, productos en mal estado, etc., han dado lugar en muchos países europeos a demandar que de algún modo se ponga freno a estos y a otros problemas como la contaminación del medio ambiente y del planeta; marginados del desarrollo; seguridad de los productos y de los procedimientos; cuestiones sobre los límites de una competencia mundial implacable.

Los empresarios al no poseer respuestas claras, piden que desde la ética se les ofrezcan orientaciones para guiar su conducta de modo racional, y sin que esto suponga una pérdida de beneficio. De este modo la investigación realizada parte de una concepción de Ética Aplicada, no como un correctivo externo y sancionador de la empresa, sino como un saber que pretende orientar la acción humana en un sentido racional.

La ética empresarial no tiene por qué ser un freno para el beneficio económico de las empresas, sino que ésta le confiere a la organización empresarial la legitimidad social que necesita para poder desarrollar su actividad. Y, por lo tanto, no merma su eficacia económica, sino que la incrementa ofreciéndole un largo plazo en el mercado.

El trabajo considera la ética empresarial integrativa como una exigencia de conocer la realidad empresarial y delimitar los niveles en los cuales la ética puede implementarse, para lo cual desarrolla una revisión de diferentes autores con respecto a los niveles de aplicación de la ética en Norteamérica y en Europa, concluyendo que dentro de la empresa existe un espacio para

la dimensión ética, y que esta dimensión tiene que ver con la participación de los diferentes grupos de intereses en la empresa. Desde este punto de vista, las empresas son responsables de las decisiones y acciones que toman o que llevan a cabo en la sociedad, y de las consecuencias que de estas acciones se derivan.

En relación a la tesis presentada, debemos decir que tienen puntos comunes al señalar la necesidad de la ética empresarial que en nuestro país está comenzando

10. La Escuela de PostGrado de la UPC, en octubre del 2011 en el "CUADERNO DE INVESTIGACIÓN EPG" publico el **artículo "La Responsabilidad Social y su Relación con las Pymes en el Perú y su Entorno Económico"** cuya autora es María Altamirano E.

Este trabajo de investigación presento como objetivo sistematizar el conocimiento de la implementación de sistemas de gestión para facilitar a las PYMES interesadas en hacer de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE).

En el artículo se considera que la ética y las buenas prácticas, corresponden a todo tipo de empresas, sin importar su tamaño y se convierte para las PYMES en una oportunidad, a la que se puede acceder con iniciativa y creatividad, más que con recursos. Las PYMES constituyen un sector fundamental de nuestra economía y su labor en materia de responsabilidad social no sólo genera beneficios para su gestión, sino que constituye también un aporte para toda la sociedad.

Se establece el concepto de la responsabilidad social empresarial (RSE), y como se combina con las Pymes, asimismo considera el entorno económico y las pymes en el Perú, haciendo referencia de los cuatro sectores empresariales: las empresas transnacionales, las grandes empresas, las medianas empresas y las PYMES (Pequeñas y Microempresas). Hace indicación que los tres primeros, juntos, son el 2% de las empresas en el Perú y que juntos, generan el 50% del PBI, mientras que las PYMES constituyen el 98% y genera el otro 50%.

El trabajo concluye señalando:

- Aun cuando contamos con un positivo ambiente macroeconómico, los estudios presentados sobre las dificultades frente a los resultados o ventajas que tienen las PYMES para introducir la RSE en su gestión, demuestran que todavía existe un largo camino por recorrer. El desconocimiento o los paradigmas creados en relación a la RSE en PYMES, dificulta su implementación en este tipo de organizaciones.
- La RSE se convierte en una posibilidad de diferenciación de la competencia, que bien aprovechada por nuestras PYMES puede ser importante para su éxito empresarial.
- Una empresa que desee ser reconocida como socialmente responsable debe introducir cambios en sus procesos y prácticas para mejorar sus impactos económicos, sociales y ambientales, construyendo un sistema de gestión para asegurar la permanencia de los cambios inducidos por la RSE.
- Las PYMES que cuentan con un sistema de gestión de calidad, medioambiente, seguridad y salud ocupacional, pueden fácilmente integrar el sistema de gestión de la RSE en su organización, puesto que todas ellas desarrollan el ciclo de mejora continua.

La relación existente con el trabajo de tesis se hace evidente, pues este artículo manifiesta la importancia de implementar la Responsabilidad Social empresarial, siendo esta una expresión de la ética empresarial que trata de impulsar la tesis, mediante la demostración efectuada en la experimentación.

11. La editora. Perú 2021, publicó en mayo del 2005 la Primera edición de **“El ABC, de la Responsabilidad Social Empresarial en el Perú y en el Mundo”** un libro cuyos autores son: Giuliana Canessa Illich y Emilio García Vega. La editora, Perú 2021, tiene el objetivo de difundir la necesidad de que las empresas incorporen la responsabilidad social empresarial, como una herramienta de gestión y sobre la base de los conceptos y estrategias de RSE desarrollados en el mundo, aporta un modelo de responsabilidad social empresarial llamado Modelo de RSE Perú 2021.

“El ABC de la Responsabilidad Social Empresarial en el Perú y en el Mundo” establece definiciones, acciones y beneficios, con la finalidad de “una filosofía o forma ética de gestión”, considera que la responsabilidad social empresarial es el medio por el cual los empresarios se comprometen a participar activamente en el desarrollo sostenible del país y del mundo. El documento presenta los conceptos básicos de la RSE, la historia de su evolución en el mundo y en Latino América, los beneficios de la RSE, el Modelo de RSE Perú 2021, un alcance de lo que es el Balance Social y los Reportes de Sostenibilidad y finalmente, se presentan los estándares generales más conocidos en el tema de la RSE.

La conclusión de este libro es la expectativa de que los empresarios cumplan un rol como agentes de cambio para mejorar el entorno en el que se desenvuelve su empresa y así lograr un país próspero, democrático, pacífico y justo, pilares de la Visión al 2021.

La relación con la tesis, es que ambos procesos tienen la finalidad de incluir la ética empresarial como componente imprescindible de la Responsabilidad social de la empresa en el Perú

2.2 MARCO TEÓRICO

El estilo de vida actual puede promover inadecuados hábitos alimenticios, consumiendo alimentos con baja calidad nutricional y capacidad antioxidante. Lamentablemente en nuestra dieta se incluye comida rápida con alto contenido en grasas, alimentos chatarra, enlatados que contienen conservadores y bebidas con alto contenido de azúcar como los refrescos, reduciendo el consumo de alimentos naturales ⁽¹³⁾. Esto ha causado graves problemas de salud en nuestra sociedad como la desnutrición y obesidad, así como el aumento de diversas enfermedades crónico degenerativas, como una consecuencia del estrés oxidativo. Por otro lado existe una amplia difusión acerca de productos farmacéuticos y/o cosmetológicos que exaltan los beneficios del uso de antioxidantes con fines muy diversos, tales como prevención o mejoría ante enfermedades, mejoría en la calidad de vida, tratamientos antienvjecimiento, En las propagandas de estos productos se utilizan y tratan de explicar (con mayor o menor grado de veracidad) términos

tales como estrés oxidativo, radicales libres, antioxidantes, especies reactivas del Oxígeno, vitaminas anti estrés, etc. ^{(14) (15) (16)}.

Si nuestra sociedad toma conocimiento de estos términos en forma inadecuada tendremos más de un problema por resolver, pues si bien es cierto que se ha encontrado asociación entre estrés y envejecimiento y con numerosas enfermedades adquiridas por exposición a xenobióticos. Muchas investigaciones están tratando de explicar la participación de las especies reactivas de oxígeno en el desarrollo y características clínicas de enfermedades, tales como diabetes, cirrosis alcohólica, hipertiroidismo, cáncer, etc. ⁽¹⁷⁾.

En el presente trabajo trataremos de demostrar que la conservación de alimentos mediante la irradiación afecta la estructura molecular de dichos alimentos, especialmente en las moléculas vitamínicas y antioxidantes conformantes de muchas frutas y vegetales que muchas veces se ingieren en razón a los beneficios que estos componentes brindarían en su estado natural.

2.3 BASES TEÓRICAS

Es necesario referir en el marco teórico una breve revisión de: Estrés Oxidativo, Radicales Libres, Antioxidantes, Radiación y el uso de la Radiación en los alimentos. Asimismo revisaremos la composición del fruto seleccionado por su labilidad frente a los procesos cuarentenarios, para el trabajo de investigación: la fresa

ESTRÉS OXIDATIVO ^{(16) (18) (19)}.

El estrés oxidativo es un estado de la célula en la cual se encuentra alterada la homeostasis óxido-reducción intracelular, es decir el balance entre pro-oxidantes y antioxidantes. Este desbalance se produce a causa de una excesiva producción de especies reactivas, y/o por deficiencia en los mecanismos antioxidantes, conduciendo a daño celular.

En esta revisión consideramos a los radicales libres de oxígeno, sin embargo la excesiva o desregulada formación del radical óxido nítrico ($\text{NO}\cdot$) y especies reactivas del Nitrógeno se ha denominado “estrés nitrosativo”. El óxido nítrico regula múltiples funciones celulares y sistémicas incluyendo la proliferación celular. Así, se ha puesto en evidencia que dicho gas reacciona covalentemente con grupos $-\text{SH}$ del receptor y que dicho proceso (denominado S-nitrosilación) y da lugar, de una forma reversible, a la inhibición de la transfosforilación del receptor y de la fosforilación de sustratos exógenos, lo que podría contribuir a la inhibición de la proliferación celular inducida del factor de crecimiento epidérmico en condiciones de estrés nitrosativo ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁶⁾.

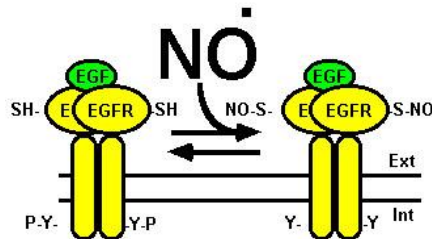


Figura 1

El óxido nítrico ($\text{NO}\cdot$) S-nitrosila al EGFR inhibiendo su actividad tirosina quinasa. Proceso que es revertido por agentes reductores. La localización de los grupos $-\text{SH}$ susceptibles de ser S-nitrosilados se desconoce.

RADICALES LIBRES:

Un radical libre, es una especie química, (átomo, molécula, macromolécula), que presenta electrones desapareados en su último nivel.

La agresividad de los Radicales Libres, se debe a que en su órbita externa, que es donde tienen lugar las reacciones químicas, están contenidos los electrones solitarios que tienden a aparearse con otro electrón ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁹⁾.

La atracción paramagnética de estas especies las hace muy reactivas, comportándose como verdaderos misiles biológicos pues el no ser dependientes de receptores específicos, les permite una capacidad de agresión indiscriminada sobre los tejidos vivos.

La vida de un radical es extremadamente fugaz, su agresividad y actividad destructora ocurren con la inimaginable celeridad de fracciones de milésimas

de segundo; tiempo requerido para la consecución del electrón complementario, estabilizar su carga eléctrica y con ello, dejar de ser un Radical Libre.

Esto va seguido de la nefasta secuela que se origina al deprivar de un electrón a otras especies químicas celulares, pues quien pierde un electrón se transforma a su vez en un nuevo radical, o en dos nuevos radicales como en el caso de la peroxidación lipídica. Los nuevos Radicales Libres así originados constituyen el punto de partida de la cascada catabólica del ciclo destructivo tisular, reacción en cadena de daños impredecibles

Los radicales libres, ejercerán sus efectos sobre glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, en función de su concentración, localización y del estado del sistema neutralizador ^{(16) (14) (17) (19)}.

Figura 2

O [•] Super Oxide	H ₂ O ₂ Hydrogen Peroxide	•OH Hydroxyl Radical	ROOH Lipid Hydroperoxide	HO• Hydroperoxy Radical	ROO• Lipid Peroxy Radicals
RO• Lipid Alkoxy Radicals	CHO Alderhydes	NO Nitric Oxide	O Epoxides	C:O Activated Carbonyls	¹ O Singlet Oxygen

ACCIÓN BIOLÓGICA:

Radicales libres derivados del oxígeno, son altamente reactivas, y pueden dar lugar a reacciones secundarias útiles o nocivas con muchas sustancias presentes en el organismo o extra-orgánicas. Son éstos productos finales los que producirán los mayores efectos de citotoxicidad.

Radicales libres derivados del nitrógeno

De las especies reactivas del nitrógeno, el óxido nítrico es el más sobresaliente. El óxido nítrico es un radical libre activo y puede reaccionar con el oxígeno para formar el anión peroxinitrito, sobre el cual la vitamina C en el

plasma sanguíneo ejerce su mayor efecto necrofágico. Los macrófagos producen óxido nítrico como parte de sus armamentos citotóxicos ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁶⁾.

Las reacciones en relación a los radicales libres, se dividen normalmente en tres categorías: iniciación, propagación y terminación:

1. Reacciones de iniciación: Son las reacciones que producen un aumento en el número de radical libre,
2. Reacciones de propagación: Son reacciones en las que el número total de radicales libres, es el mismo que el de partida.
3. Reacciones de terminación: Son las reacciones en las que se produce una disminución neta del número de radicales libres.

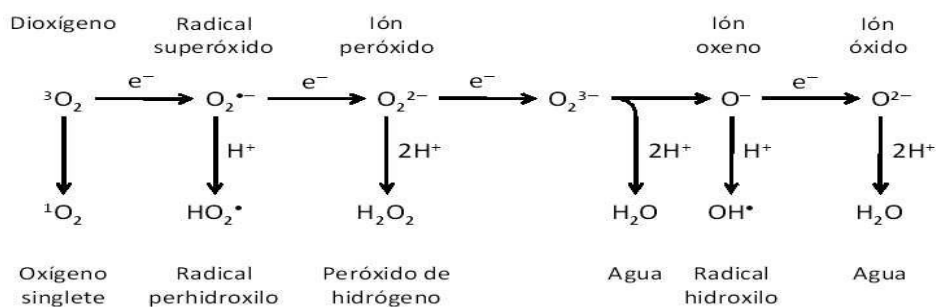
Típicamente dos radicales libres, se combinan para formar una especie química más estable, ejemplo: $2H \rightarrow H_2$

PRODUCCIÓN DE RADICALES LIBRES: ⁽¹⁹⁾

1. Generación Endógena de Radicales Libres: Los procesos fisiológicos del organismo generan cierta tasa de estas sustancias oxidantes:

- Respiración Mitocondrial
- Sistemas de defensa
- Retículo Endoplasmático
- Enzima Xantina DHS-a

La mayoría de radicales libres, derivados del oxígeno se producen en condiciones normales de **metabolismo aeróbico** y el daño que causan a las células es reparado constantemente. Las principales especies reactivas del Oxígeno son: el radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$), el peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) y el radical oxidrilo ($HO\cdot$). Una de las principales fuentes es la cadena respiratoria, donde pueden ocurrir las siguientes transferencias de electrones:



Por otra parte, el H_2O_2 puede reaccionar con metales divalentes (libres o unidos a proteínas) y producir $\text{HO}\cdot$, vía **reacción de Fenton**.

El ejemplo tipo es la reacción con Fe^{2+} libre, que ocurre según la siguiente reacción:



En forma similar, puede reaccionar también con el grupo prostético de metaloproteínas conteniendo hierro según la **reacción de Haber Weis**, de igual forma se podría revisar las vías de reacción de cada radical libre.

2. Generación Exógena de Radicales Libres

Nuestro organismo es un sistema abierto dependiente de su entorno, por lo cual existen factores externos que generan radicales libres

- Radiaciones
- Contaminantes
- Actividad Física intensa
- Humo del tabaco
- Dietas
- Metabolización de fármacos

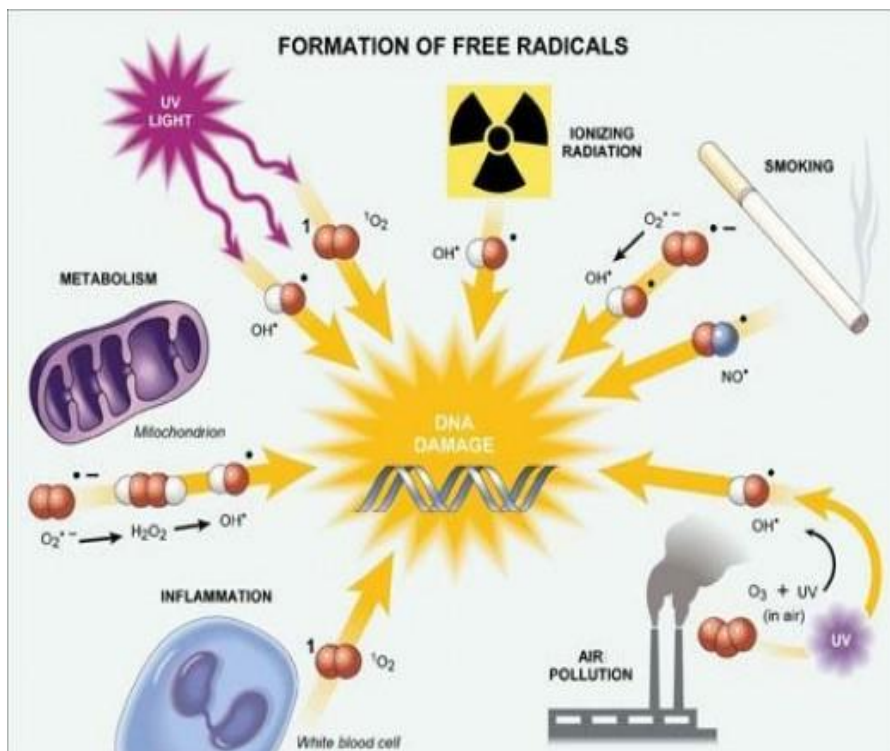


Figura 4

Conociendo que se denomina, estrés oxidativo a la situación en la que las células están expuestas a un ambiente prooxidante y los mecanismos defensivos antioxidantes son sobrepasados de forma que se llega a afectar el estado redox celular. En los sistemas biológicos los elementos prooxidantes provienen en su mayoría del oxígeno, y secundariamente del nitrógeno.

La Explosión Oxidativa en relación a la vitamina C ⁽²⁰⁾

Las células fagocíticas (neutrófilos, monocitos, macrófagos, eosinófilos) tienen una habilidad de generar radicales libres. Estos radicales son utilizados en el ataque citotóxico, especialmente cuando se enfrenta una infección bacteriana.

La cadena respiratoria de los fagocitos es muy diferente de la de otras células: los componentes individuales están ensamblados en la membrana citoplásmica (en vez de la mitocondrial), y requieren de varias etapas de activación.

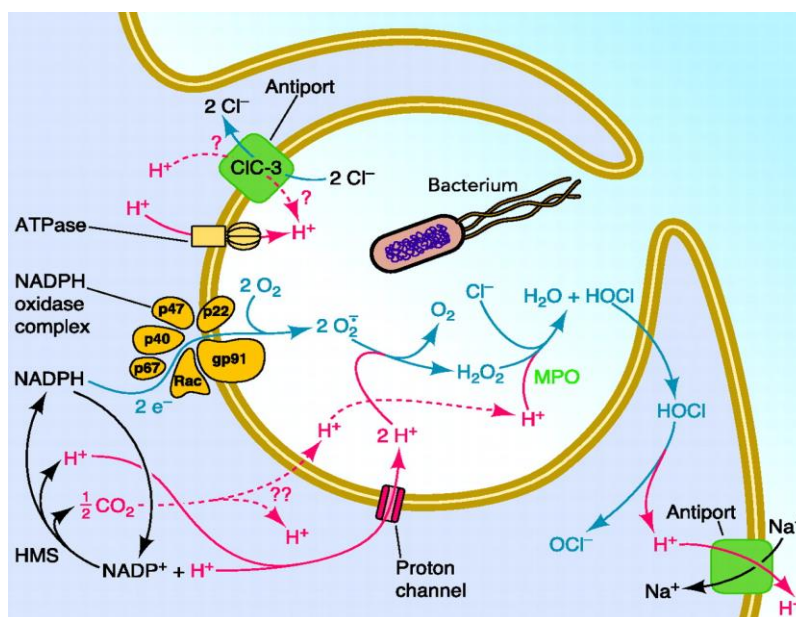


Figura 5

Primero, **producen superóxido** trasladando un electrón del NADPH al oxígeno molecular. Luego, el superóxido **da origen a otras formas reactivas de oxígeno**, como el **peróxido de hidrógeno**, en una reacción favorecida por el bajo pH de la vacuola fagocítica. Los **neutrófilos** tienen una **elevada concentración de mieloperoxidasa**, que en presencia de un halógeno como el cloro, **cataliza la reacción** de éste con el H₂O₂ **generando ácido**

hipocloruro (OCH), particularmente eficaz como microbicida (la peroxidasa característica del eosinófilo, por su parte prefiere el bromo como sustrato para esta reacción, sin que se entienda todavía la utilidad de esta diferencia). Lo que parece muy claro es que **las células fagocíticas requieren enorme protección antioxidante para evitar ser víctima de sus propios productos.**

El ascorbato (vitamina C) tiene fundamental importancia en la producción celular de los macrófagos (el principal indicador del contenido corporal de vitamina C ha sido durante muchos años la concentración de ascorbato en los leucocitos, imprescindible para el correcto funcionamiento de la inmunidad celular).

SISTEMA DE DEFENSA - ANTIOXIDANTES ⁽²¹⁾.

Una red compleja de sistemas de defensa en humanos para protegerle contra la producción excesiva de y el daño por las especies reactivas en un esfuerzo por mantener la “homeostasis redox”. Cuando la producción o acumulación de radicales libres o especies reactivas de oxígeno y nitrógeno supera la capacidad del organismo para defenderlo, se produce un estado de estrés oxidativo (o estrés nitrosativo),

Además del daño directo de moléculas biológicas y tejidos, el estrés oxidativo también puede activar factores de transcripción como el factor nuclear κB (NF-κB), que desencadena cascadas de señalización que provocan la liberación de citocinas e inflamación.

El estrés oxidativo ha sido objeto de investigación intensa en años recientes y se ha vinculado con la patogenia de varias enfermedades crónicas, incluidos cáncer, osteoporosis, diabetes tipo 2, padecimientos neurodegenerativos y enfermedad cardiovascular. **Esto se ha fundamentado por diversos estudios que demuestran que las dietas con gran contenido de frutas y vegetales, y por ello, ricas en antioxidantes dietéticos, se relacionan con un riesgo reducido de enfermedad crónica** ⁽²²⁾.

Los antioxidantes comprenden un grupo grande de enzimas y compuestos endógenos, así como componentes dietéticos exógenos, que protegen contra el estrés oxidativo al prevenir la formación de especies reactivas, recolectar,

neutralizar y eliminar especies reactivas, lo que inhibe las reacciones en cadena oxidativas, interacción de metales reactivos y repara el daño de ciertas moléculas biológicas.

La capacidad para manejar y prevenir el estrés oxidativo depende del funcionamiento de los sistemas de defensa antioxidantes endógenos y exógenos, los cuales pueden influirse por la variación genética individual.

Los polimorfismos de nucleótido único (PNU) en genes que codifican para enzimas antioxidantes endógenas o proteínas implicadas en la captación y utilización de antioxidantes dietéticos pueden tener un impacto directo sobre la capacidad para manejar el estrés oxidativo y prevenir el desarrollo subsecuente de enfermedades en un individuo. Inclusive, los sistemas antioxidantes endógenos y exógenos interactúan, y las complejas interacciones entre genes y dieta pueden influir aún más sobre la capacidad de un individuo para manejar el estrés oxidativo

Existen varios sistemas de reparación de daño al ADN, y a nivel de proteínas hay muchas reacciones que son reversibles, en tanto que los lípidos quizás sean las macromoléculas más establemente afectadas y con consecuencias más directas sobre la integridad celular. ⁽²³⁾.

Ante el peligro que representa el daño oxidativo, las células se encuentran habilitadas con mecanismos de protección:

Mecanismos preventivos:

Ayudan a inactivar los radicales libres inmediatamente después de ser formados

Mecanismos secuestradores:

Pueden secuestrar, para su eliminación, el exceso de especies reactivas formadas en el organismo.

Mecanismos reparadores:

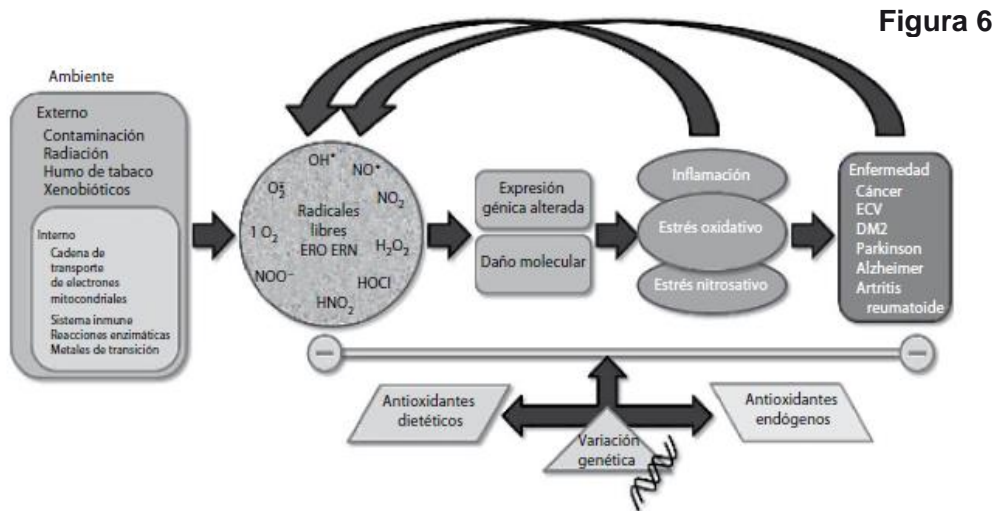
Pueden revertir los daños que causan los radicales libres, mediante sistemas endógenos que el propio cuerpo produce y sistemas exógenos que el organismo adquiere de su entorno, se refieren:

Sistemas Reparadores

Directo: Reducción de los grupos (S-S) de los aminoácidos azufrados de las proteínas por enzimas específicas como la disulfuro reductasa y la sulfoxido reductasa.

Indirecto: En primer lugar se reconoce el daño molecular siendo este eliminado o degradado y en segundo se sintetiza la parte eliminada. Esto ocurre tanto en las proteínas oxidadas y peróxidos lipídicos de las cadenas carbonadas como en las oxidaciones del DNA y RNA

El posible destino celular bajo condiciones de estrés, dependerá de varios factores: el contenido endógeno de defensas antioxidantes, el grado de estimulación de las mismas bajo la condición de estrés, la reversibilidad de las modificaciones a macromoléculas producidas, la magnitud del estrés oxidativo y sus consecuencias funcionales.



ANTIOXIDANTES (21) (24) (25).

Los antioxidantes son moléculas que a bajas concentraciones, respecto a las de un sustrato oxidable, retardan o previenen su oxidación. El antioxidante al chocar con el radical libre cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre débil no tóxico.

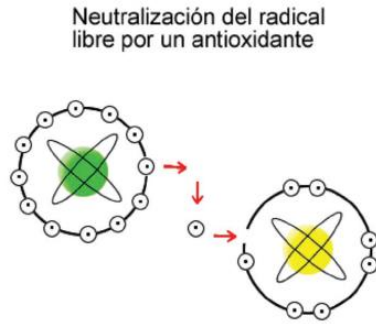


Figura 7

CLASIFICACIÓN DE ANTIOXIDANTES: ⁽¹⁵⁾.

1. ENDÓGENOS

Enzimas: catalasa, superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, glutatión S-transferasas, Glutatión reductasa, Hemo oxigenasa, Aldehído deshidrogenasa, tioredoxina-reductasas, sulfoci-metionina-reductasa, 8-Oxoguanina glucosilasa y Paraoxanasa.

No Enzimas: Glutatión, Ácido lipoico, Bilirrubina, Melatonina, Ácido úrico, Ubiquinol, Proteínas de unión a metales: Ferritina, Lactoferrina, Metalotioneína, Transferrina, Ceruloplasmina.

2. EXÓGENOS

Se obtienen a través de la dieta: Vitamina C (ácido ascórbico/ascorbato) Vitamina E (tocoferoles, tocotrienoles) Carotenoides (α -caroteno, β -caroteno, zeaxantina, luteína, licopeno, β -criptoxantina, etc.), Polifenoles (flavonoles, flavanoles, antocianinas, isoflavonas, ácido fenólico). Elementos traza: cobre, zinc, manganeso, selenio y hierro

MECANISMOS DE ACCIÓN

De acuerdo al lugar en que funcionan pueden ser:

Antioxidantes Preventivos: actúan al comienzo de la cadena de oxidación (reductores de peróxidos orgánicos e inorgánicos) evitan la iniciación de la secuencia de reacciones ej: enzimas, glutatión peroxidasa, catalasa y peroxidasa

Antioxidantes secundarios: los que actúan bloqueando en alguna etapa de la cadena de oxidación, una vez iniciada, captando radicales libres. Ej: La superóxido dismutasa, las vitaminas C, E y A.

Los mecanismos de acción que desarrollan son diversos:

- Interacción directa con especies reactivas
- Prevención de la formación enzimática de especies reactivas
- Prevención de la formación de especies reactivas dependientes de metales (como agentes quelantes)
- Activación o inducción de la actividad de enzimas antioxidantes

LA SUPEROXIDODISMUTASA (SOD)

Es una enzima altamente distribuida en todas las células aerobias y su concentración aumenta adaptativamente con la exposición de la célula a gradientes superiores de presión de oxígeno, en correlación a la actividad metabólica de cada célula.

La superóxido dismutasa (SOD) La actividad catalítica neutraliza la capacidad reactiva del radical superóxido, al reducirlo a peróxido, (Markesbery, 1997), de acuerdo a la siguiente reacción:

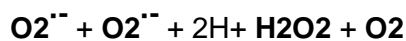
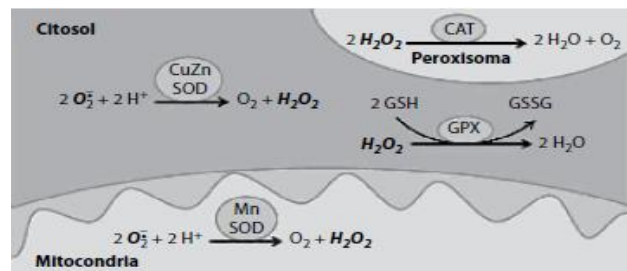


Figura 8



Evidentemente, la cadena antioxidante debe continuar con la reducción definitiva hacia el agua, por parte de peroxidases o catalasa, del peróxido aquí producido.

El H_2O_2 es descompuesto en oxígeno y agua por la catalasa, mediante la reacción: $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

La superóxido dismutasa, establece una “vigilancia” bioquímica, porque el anión superóxido generalmente se forma como intermediario en las

reacciones de oxigenación de sustratos; de esta manera se protegen los tejidos de la acción deletérea potencial de este radical libre.

En humanos existen tres formas de superóxido dismutasa.

SOD1 en el citoplasma, esta isoenzima presenta 2 subunidades, cada una contiene cobre (Cu^{2+}) y zinc (Zn^{2+}) en su centro reactivo.

SOD2 en mitocondrias y contiene manganeso (Mn^{2+}), en su centro reactivo.

SOD3 en el líquido extracelular.

Las mutaciones en la primera enzima SOD (SOD1) se han relacionado con la esclerosis lateral amiotrófica (ELA) y su sobreexpresión se ha relacionado con el Síndrome de Down.

LA CATALASA

Es una enzima que participa en la eliminación del peróxido de hidrógeno formado como producto de la actividad de enzimas oxidasas (por ejemplo, la xantina oxidasa), cataliza la conversión de peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua.

Se presenta en forma de hemotetrámero y se localiza en los peroxisomas

En su mecanismo de acción, la propia molécula de agua actúa como donante de electrones: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

Esta enzima se encuentra en sangre, médula ósea, mucosas, riñón e hígado.

LA GLUTATIÓN PEROXIDASA (GP)

Es una enzima selenio dependiente que cataliza la reducción del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) a agua y alcohol, utilizando como agente reductor el glutatión reducido: $2 \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{G} - \text{SH} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{GSSG}$

Es también dependiente de la acción de otra enzima, la glutatión reductasa, la cual le garantiza el estado reducido del glutatión

Existen al menos 3 formas de GP seleno dependientes que difieren en su ubicación y en su especificidad de sustrato: una forma intracelular o celular, una extracelular o plasmática y otra con actividad específica para los fosfolipoperoxidos que, por lo general, está asociada a la membrana celular

La enzima está presente, fundamentalmente, en eritrocitos y otras especies formes de la sangre, protegiendo a sus membranas y a la hemoglobina de la acción de los peróxidos.

La Glutación Peroxidasa, también recicla antioxidantes como la vitamina C, a quienes reduce para que puedan continuar neutralizando a los radicales libres.

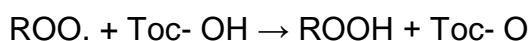
En cuanto a los antioxidantes no endógenos, mientras las vitaminas actúan donando o aceptando electrones en las reacciones de óxido-reducción, los minerales regulan la actividad de las enzimas antioxidantes actuando como cofactores.

VITAMINA E (alfa-tocoferol)

Es un conjunto de compuestos fenólicos: tocoferoles y tocotrienoles.

El alfa tocoferol es el más común y biológicamente el que tiene mayor acción vitamínica. Los fosfolípidos de las membranas mitocondrial, del retículo endoplasmático y plasmática poseen afinidades para el alfa-tocoferol, por lo que está muy concentrado en estos sitios.

Se considera el más importante protector de las moléculas lipídicas, ya que su acción consiste en proteger de la peroxidación a los ácidos grasos poliinsaturados de los fosfolípidos de la membrana celular y también en inhibir la peroxidación de las LDL. Neutraliza el oxígeno singlete, captura radicales libres hidróxilos, neutraliza peróxidos y captura anión superóxido para convertirlo en formas menos reactivas. Los tocoferoles actúan interrumpiendo reacciones de cadena con radicales libres como resultado de su capacidad de transferir el hidrógeno fenólico a un radical peroxilo libre, quedando, a la vez, en la forma de radical libre fenoxi o fenoxilo, en reacciones intermedias no reversibles que presuponen la transformación de la vitamina hasta su producto final inocuo:



También desempeña una función fisicoquímica en el ordenamiento de las membranas lipídicas, especialmente de los fosfolípidos ricos en ácido araquidónico (actúa así como estabilizador de membranas).

Los tocoferoles y el selenio actúan sinérgicamente, lo que permite al organismo disponer de su actividad antioxidante aunque uno esté disminuido. De hecho, el selenio es requerido para la función pancreática normal, la cual es necesaria para la correcta digestión de los lípidos. Por otra parte, aunque ya es conocido que la presencia de vitamina E está en franca correlación con la disponibilidad para digerir y absorber lípidos debido a su naturaleza hidrofóbica, trabajos recientes demuestran la estrecha relación del incremento del requerimiento de la vitamina (y del selenio) con la ingestión de ácidos grasos insaturados, el envejecimiento y el padecimiento de patologías crónicas degenerativas como la aterosclerosis, el mal de Alzheimer o el carcinoma prostático.

LA VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO) ⁽²⁶⁾.

Es un importante antioxidante hidrosoluble que actúa potenciando el efecto de otros antioxidantes tal como sucede con la vitamina E y el selenio. No se sintetiza en el organismo, por lo que debe ser aportada por la dieta. Sus principales funciones son neutralizar el oxígeno singlete (O_2), capturar radicales hidróxilos y aniones superóxido y regenerar la forma oxidada de vitamina E una vez que ha reaccionado con un radical libre. Actúa de forma sinérgica con la vitamina E, y se ha comprobado que se absorbe mejor si se encuentra en una formulación que contenga vitamina E.

Algunos estudios muestran su participación de la vitamina C como antioxidante sobre el endotelio vascular evitando la oxidación del óxido nítrico, potenciando su actividad y aumentando su síntesis. Otros estudios sugieren una disminución de la peroxidación lipídica en presencia de vitamina C.

El mecanismo molecular de acción de esta vitamina la sitúa en un nivel antioxidante de alta jerarquía, pues incluye la inhibición de la formación de radicales superóxido, o de nitrosaminas durante la digestión, además, es el agente que reduce los radicales fenoxilo formados durante la actividad vitamínica E, restableciéndola.

Por estas razones parece demostrado su papel beneficioso en la aparición y progresión de la aterosclerosis.

La principal consecuencia derivada del déficit de vitamina C es el escorbuto, raro en países occidentales en los que la dieta contiene la cantidad mínima necesaria de vitamina C para evitar la enfermedad. Se caracteriza por un defecto en la formación del colágeno, cuya consecuencia es la fragilidad capilar con las consiguientes petequias y gingivorragias, dolores generalizados, anemia multifactorial por la hemorragia, por disminución en la absorción de hierro y por déficit de folato

Aunque es evidente su importante papel como potente antioxidante, los ensayos clínicos no aportan datos concluyentes para afirmar que la ingesta de cantidades elevadas de vitamina C aisladamente prevenga la aparición y desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas

EL BETACAROTENO

Es precursor de la vitamina A, importante antioxidante lipofílico que neutraliza el oxígeno singlete. Su deficiencia puede provocar queratosis, ceguera nocturna, sequedad ocular y mancha de Bitot (depósitos blancos de epitelio queratinizado en la esclerótica), así como disminución de la resistencia a infecciones.

Tiene la propiedad de capturar las especies reactivas de oxígeno producidas en la piel por efecto de la radiación UV, por lo que es un componente habitual de cremas protectoras solares para prevenir fotodermatosis e incluso cáncer de piel. Además es capaz de regenerar la vitamina C una vez que ha reaccionado con un radical libre. Algunos estudios reflejan su capacidad de inhibir la peroxidación lipídica de las LDL, y otros afirman que es capaz de aumentar la cantidad de HDL. Por ambas acciones tendría un papel beneficioso actuando en la patogénesis de la aterosclerosis

EL LICOPENO

Es un carotenoide sin acción análoga a la de la vitamina A, destaca por sus acciones antioxidantes. Los tomates y sus productos derivados son las fuentes más representativas de estos compuestos.

Además de los estudios que hacen referencia al efecto de nutrientes o alimentos aislados sobre los marcadores de estrés oxidativo, cabe destacar aquellos que se refieren a los patrones dietéticos.

La recomendación de un estilo de vida sano practicando ejercicio regularmente y una dieta basada en los productos de la dieta mediterránea parece eficaz para prolongar la supervivencia y reducir ciertas patologías.

Respecto a los tratamientos antioxidantes existen en la literatura resultados contradictorios, son necesarios más estudios para definir las enfermedades, el momento y el tipo de la intervención, el perfil del paciente, los antioxidantes y sus dosis adecuadas para que estos tratamientos sean claramente exitosos

LA COENZIMA Q 10 (ubiquinona)

Es un potente antioxidante liposoluble presente en todas las células del cuerpo que procede de la dieta y también es sintetizado en el organismo a partir de tirosina, fenilalanina y Acetil CoA. Se encuentra en todas las membranas celulares, principalmente en la de la mitocondria, donde participa en la cadena de respiración aeróbica. Además potencia la respuesta del sistema inmune (su capacidad de producir anticuerpos), y como antioxidante es capaz de proteger el ADN de la acción de radicales libres y también de impedir la peroxidación lipídica

LA MELATONINA

Es considerada la principal hormona de la glándula pineal, es un derivado químico de la serotonina, cuya producción y secreción máxima tienen lugar durante la noche, es decir, en la oscuridad, y cuya misión es entrar en todas las células del organismo para realizar en ellas su función más básica, que consiste en actuar como un potente neutralizador de radicales libres.

La melatonina atrapa al radical OH⁻ además de estimular enzimas antioxidativas importantes (SOD, GPx y GR), por lo que es considerada actualmente como un importante antioxidante.

En cuanto a la hipótesis de su papel protector frente a neoplasias, algunos estudios reflejan cómo personas con esta enfermedad presentan niveles significativamente más bajos de melatonina que la población sana. Se postula una relación inversa entre los niveles de melatonina y la progresión tumoral.

EL GLUTATIÓN

Es el principal antioxidante hidrosoluble en el citoplasma de la célula. Está formado por tres aminoácidos: cisteína, glicina y ácido glutámico. Es un tripéptido, gamma glutamil-cisteinil-glicina, que participa en las reacciones del metabolismo de aminoácidos como donante de grupos gamma glutamilos. Desde el punto de vista de la oxidorreducción, el glutatión reducido (GSH) es capaz de ceder electrones desde su grupo sulfidrilo (SH) a una especie oxidada, como podría ser un lipoperóxido de las membranas, funcionando así como un potente agente antioxidante y rindiendo el producto oxidado (GSSG).

OLIGOELEMENTOS

El manganeso, cobre, selenio y zinc actúan como cofactores de las enzimas antioxidantes, pero también son capaces de ejercer funciones antioxidantes de manera independiente.

EL SELENIO

Es un oligoelemento que aumenta la actividad de algunas enzimas antioxidantes (selenoenzimas), entre ellas la glutatió peroxidasa. Tiene un mecanismo de acción estrechamente relacionado con el de la vitamina E

EL MANGANESO

Es un oligoelemento que forma parte de la estructura de la enzima superóxido dismutasa 2, protege contra la peroxidación lipídica, atrapa radicales hidróxilo y superóxido e induce la síntesis de metalotioneínas.

EL HIERRO Y EL COBRE

Son oligoelementos que tienen importantes propiedades antioxidantes, pero también pueden actuar como fuente de producción de radicales libres, ya que su forma reducida (Fe^{2+} y Cu^{+}) son muy reactivos (a diferencia de la forma

oxidada Fe 3+ y Cu 2+), descomponen el peróxido de hidrógeno en radical hidróxilo.

ZINC

Se reconoció recientemente que interviene en la regulación del estrés oxidativo. Las NADPH oxidasas son un grupo de enzimas asociadas a la membrana plasmática que catalizan la producción de superóxido mediante el empleo de NADPH como electrón donante. El zinc es un inhibidor de esta enzima. La enzima superóxido dismutasa 1 y 3 contiene cobre y zinc. Se sabe que el zinc induce la producción de metalotioneína, que es muy rica en cisteína y es un excelente atrapador de radicales hidróxilo. Los iones de hierro y cobre catalizan la producción de iones hidróxilo a partir del peróxido de hidrógeno. El zinc, al competir tanto con el hierro como con el cobre por la fijación a la membrana celular disminuye la producción de dichos radicales.

PARAOXANASA ⁽²⁷⁾.

La paraoxanasa 1 (PON1) es una éster hidrolasa presente en las lipoproteínas de alta densidad (HDL), relacionada con la eliminación de componentes oxidados de las lipoproteínas de baja densidad (LDL).

Se sintetiza principalmente en el hígado, PON1 circula en el plasma unido con la superficie de las lipoproteínas de alta densidad y contribuye a la capacidad antioxidante de dichas lipoproteínas. Algunos factores que pueden influir sobre la actividad de PON1, como la edad, el género, los fármacos, los antioxidantes y polifenoles dietéticos, los lípidos en la dieta y el alcohol. Varios estudios han demostrado que el impacto de estas variantes en la actividad de PON1 también puede modularse por la dieta, incluidos el jugo de naranja y de grosella negra así como las dietas ricas en vegetales y ácido oleico.

LOS POLIFENOLES ⁽²⁴⁾.

Son un conjunto heterogéneo de moléculas que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos fenólicos y de tener potente actividad antioxidante. Los polifenoles del vino incluyen, entre otros, a los ácidos fenólicos, quercetina, catequinas y resveratrol. La presencia de alcohol

puede aumentar la absorción de los polifenoles del vino al aumentar su solubilidad.

Respecto al efecto que pueden tener los antioxidantes de la dieta en la atenuación del estrés oxidativo posprandial, un estado asociado con elevado riesgo de aterosclerosis, diabetes y obesidad, algunos autores destacan el papel beneficioso de la ingesta de polifenoles cuando son aportados junto con una comida alta en grasa. Tales compuestos mejoran la disfunción endotelial y disminuyen la susceptibilidad de las LDL a ser oxidadas.

El vino sigue siendo considerado un componente con potencial antioxidante.

También son de gran importancia los polifenoles presentes en infusiones y extractos naturales, destacando las catequizas presentes en el té verde. En el aceite de oliva, fundamentalmente en el de oliva virgen, están presentes, sobre todo, los fenoles simples hidrotirosol y tirosol. Además contiene ácidos grasos monoinsaturados, que son más resistentes a la oxidación que los poliinsaturados. Por todo ello el vino y el aceite de oliva son componentes con función antioxidante.

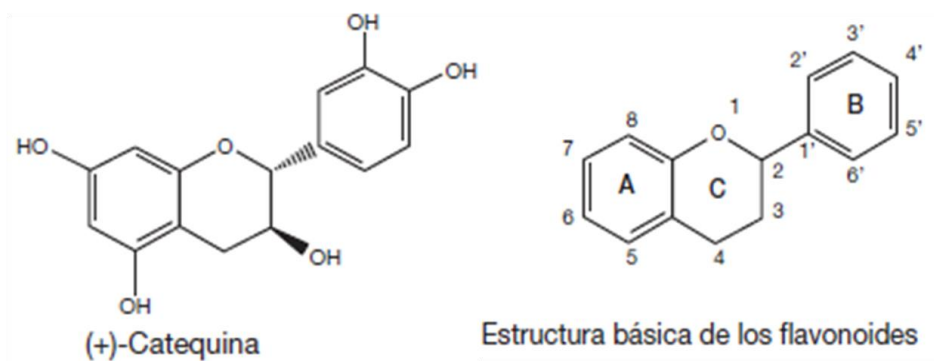
FLAVONOIDES ⁽²⁴⁾.

Los flavonoides son sustancias que contribuyen a los efectos benéficos en la salud que se encuentran en frutas, vegetales y derivados (jugos, vino, té, chocolate).

Los flavonoides son poderosos antioxidantes. Los mecanismos hasta hoy descritos que definen la capacidad antioxidante de los flavonoides son:

- a) El atrapamiento de especies activas del oxígeno y del nitrógeno; y
- b) La quelación de metales de transición (hierro, cobre) que pueden iniciar reacciones de oxidación.

La capacidad antioxidante de los flavonoides depende, del número y localización de sus múltiples grupos hidroxilo.



Otro mecanismo reciente señala que los flavonoides podrían proteger a los lípidos del daño por sustancias oxidantes o por otros compuestos que podrían afectar la estructura y/o función de las membranas biológicas. Se estudió la interacción de membranas sintéticas y compuestos de distintas familias de flavonoides, observándose que la capacidad de los flavanoles para proteger a las membranas de la oxidación mediada por un compuesto liposoluble dependió de su grado de polimerización. Estas evidencias experimentales indican que la capacidad antioxidante de ciertos flavonoides se debe, al menos en parte a su interacción con las membranas, a través de uniones puente de hidrógeno, previniendo el acceso de ciertos oxidantes al interior hidrofóbico de las membranas.

PROCIANIDINAS ⁽²⁸⁾.

Son polifenoles bioactivos y farmacológicos que residen en las semillas de uva, espino, corteza de pino, el té, el chocolate y plantas.

Los mecanismos potenciales de procianidina, lo ubican como uno de los antioxidantes más potentes conocidos - 50 veces más potente que la vitamina E y 20 veces más que la vitamina C, de acuerdo con algunas pruebas.

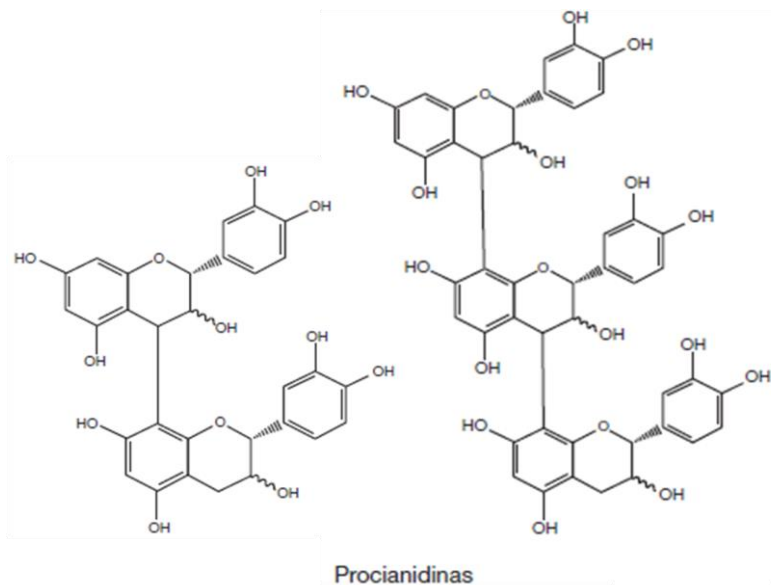


Figura 10

Las procianidinas y/o sus derivados metabólicos, interactúan con numerosas proteínas celulares, siendo importante su interacción con factores de transducción de señal, receptores nucleares y factores de transcripción, y así modifican el metabolismo celular en diversos tejidos, en un sentido beneficioso para la salud.

LAS ANTOCIANINAS ^{(29) (30) (31)}.

Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico.

De todas las antocianidinas que actualmente se conocen (aproximadamente 20), las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez; la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa.

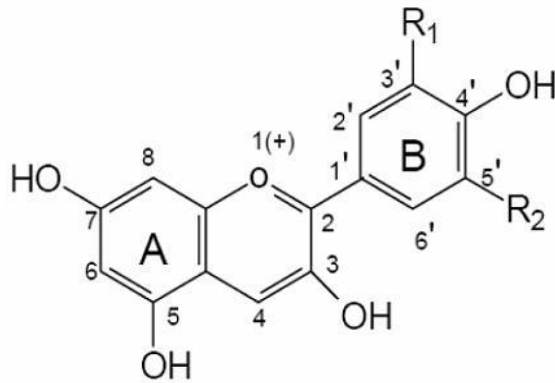


Figura 11

Tabla 2

Aglicona	Substitución		λ_{max} (nm) espectro visible
	R1	R2	
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH3	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH3	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH3	OCH3	510 (azul-rojo)

Figura 1. Estructura y sustituyentes de las antocianinas. (Durst y Wrolstad, 2001)

El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismos en el grupo flavilo; por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo. La principal fuente de antocianinas son frutas rojas, principalmente bayas (fresas) y uvas rojas, cereales, principalmente maíz morado, vegetales y vino rojo entre las bebidas.



Figura 12

Se consideran flavonoides complejos, con un importante efecto antioxidante al apoyar la regeneración de los tejidos, fomentar el flujo de la sangre, reducir el colesterol, promover la formación de colágeno, reducir el envejecimiento del cuerpo, disminuir los riesgos de ataque al corazón y son excelentes preventivos contra el cáncer.

EL RESVERATROL

Un polifenol derivado de la uva, que también se encuentra en el vino tinto, en fresas, arándanos y moras, tiene propiedades beneficiosa para la salud como antiinflamatorio, anticancerígeno, antitrombótico, entre otros. Se ha descubierto que puede alargar la vida, al parecer, debido a que estimula genes asociados con la longevidad que producen proteínas del tipo SirT nucleares y mitocondriales cuya función es mantener frenado el proceso de apoptosis y al mismo tiempo aumentar la resistencia a condiciones de estrés por parte de la célula. El resveratrol imita los efectos de la restricción calórica, aunque los mecanismos moleculares implicados no están del todo clarificados

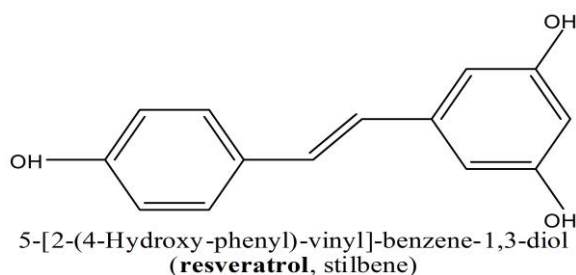


Figura 13

RADIACION

La radiación consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

CLASIFICACIÓN

Las ondas o radiaciones electromagnéticas se pueden clasificar en:

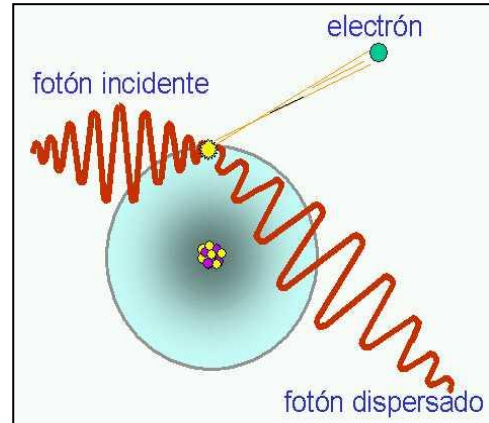
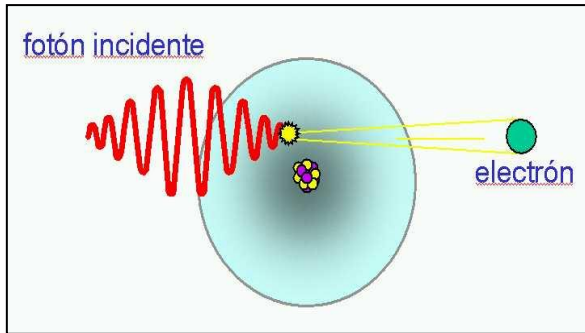
Radiación no ionizante: No tienen la suficiente energía como para romper los enlaces que unen los átomos del medio que irradian (ondas de radio y TV, microondas, luz visible, etc.).

Radiación ionizante: Tienen suficiente energía como para producir ionizaciones de los átomos del medio o materia que es irradiado. Van desde los rayos X hasta la radiación cósmica.

Figura 14

Efecto Compton

Efecto Fotoeléctrico

**EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN** ⁽³²⁾ ⁽³³⁾.

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes son la consecuencia de un número importante de fenómenos desencadenados por el pasaje de radiación a través de un medio. Cada interacción entre la radiación y la materia involucra la transferencia de una pequeña cantidad de energía al medio

Los eventos iniciales son ionizaciones y excitaciones de átomos y moléculas del medio a lo largo de las trayectorias de las partículas ionizantes.

En esta etapa física ocurren eventos fisicoquímicos, en particular la radiólisis del agua

Para un efecto biológico, se deben considerar, la energía de la radiación incidente, la distribución temporal de la dosis absorbida y la transferencia de esa energía al medio biológico

Los efectos propiamente dichos resultarán de la convergencia de depósitos energéticos en el volumen blanco (mecanismos directos) y la generación de moléculas con gran reactividad que continuarán el daño en los distintos niveles considerados (mecanismos indirectos).

El organismo humano (y en general cualquier sistema biológico complejo) presenta niveles de organización, y comunicación entre ellos, mediante estructuras y funciones integradas desde átomos, moléculas, células, órganos, y sistemas. Esta organización, determinará una cascada de

respuestas específicas comprometerán a todo el sistema en su conjunto en relación a la dosis entregada

Una célula comprometida por un evento ionizante puede morir o sobrevivir. Si sobrevive podrá continuar con sus funciones dentro del conjunto o podrá transformarse, esto es sufrir modificaciones que redundarán en la pérdida de los mecanismos de control sobre su capacidad de multiplicación (carcinogénesis).

La radiación puede producir modificaciones en las células, generalmente llamadas

"daños celulares", debido a diversos factores:

- Procesos físicos, de muy corta duración, menores a 10^{-16} seg.
- Procesos químicos, de una duración aproximada de 10^{-12} - 10^{-6} seg.
- Procesos biológicos, de duración prolongada.

El proceso de ionización supone necesariamente cambios en átomos y moléculas, aunque sólo sea en forma transitoria, que a veces puede dañar a las células.

Si se producen daños celulares y no se reparan adecuadamente, puede ocurrir que las células afectadas mueran o se vea impedida su reproducción, o bien que se origine una célula viable, pero modificada. Ambos extremos tienen implicancias profundamente distintas para el organismo.

La mayoría de los órganos y tejidos del cuerpo no se ven afectados ni tan siquiera por la pérdida de un importante número de células; no obstante, si la pérdida es lo suficientemente elevada se producirá un daño susceptible de ser observado, que será el reflejo de una pérdida de funcionalidad del tejido. La probabilidad de que se produzcan tales daños será cero a dosis pequeñas, pero por encima de un determinado nivel (umbral) aumentará rápidamente hasta la unidad (100%).

Por encima del umbral aumentará asimismo la gravedad del daño con la dosis. Este tipo de efectos, conocidos anteriormente como no estocásticos, se denominan ahora determinísticos.

El resultado será muy diferente si en vez de producirse la muerte de la célula irradiada, ésta queda alterada. A pesar de la existencia de mecanismos de

defensa altamente efectivos, una célula somática modificada pero viable pueden, tras un período de retardo prolongado y variable (período de latencia), dar lugar a la aparición de una condición maligna, un cáncer. La probabilidad de aparición de un cáncer radioinducido aumenta con la dosis, pero su gravedad es independiente de la dosis. Estos tipos de efectos se denominan estocásticos o probabilísticos, es decir de naturaleza aleatoria o estadística.

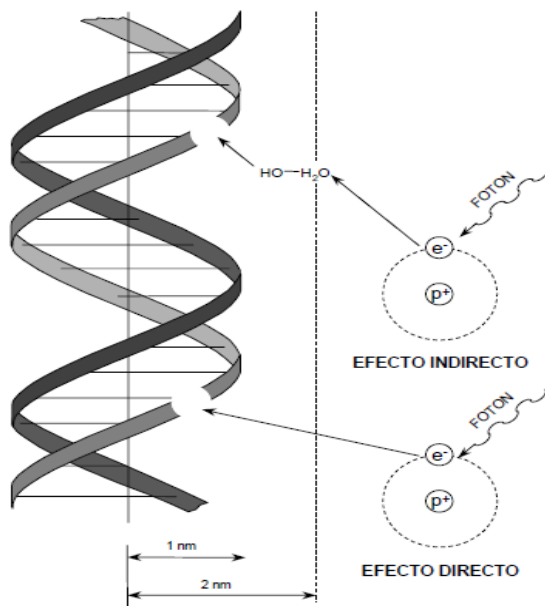
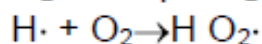
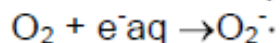
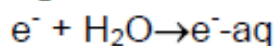
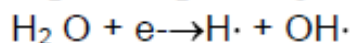
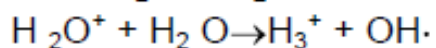
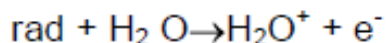


Figura 15

MECANISMOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Cuando la radiación causa excitación o ionización en un sistema biológico, en particular en moléculas críticas (proteínas, enzimas, ADN, membranas etc.) la modificación de ese sistema es por acción directa de la energía entregada.

Considerando que los sistemas biológicos son esencialmente agua, la energía absorbida en ese volumen de agua generará moléculas intermediarias con gran reactividad química, dando lugar a los mecanismos inicialmente de este tipo:



El efecto más deletéreo está
generado por el radical
hidroxilo ($\text{OH}\cdot$)

A partir de la radiólisis de los sistemas acuosos se generan entonces, radicales libres.

APLICACIÓN DE RADIACIONES IONIZANTES A LOS ALIMENTOS ⁽³⁴⁾ ⁽³⁵⁾.

Siendo los alimentos fuentes de salud y bienestar, por proporcionar los requerimientos energéticos y demás nutrientes indispensables para la vida, en algunas ocasiones se convierten en vectores de enfermedades agudas, graves o crónicas, producidas por bacterias, hongos, insectos, entre otros organismos (Enfermedades Transmitidas por los Alimentos). Esto ha ocasionado también un problema en la industria alimentaria, porque los niveles de producción de alimentos disminuyen. Se reportan pérdidas importantes de alimentos por contaminación de organismos, los cuales degradan los alimentos y los convierten en no aptos para el consumo humano; esto ocurre durante la cosecha, transporte, procesado y almacenamiento.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima pérdidas por esa causa de entre un 5% y un 10% de la producción mundial de granos, y aún más en algunos países no desarrollados. Si se evitaran o lograran disminuir esos porcentajes, se podrían destinar esos alimentos a los países pobres.

Para evitar las pérdidas en producción y el daño a la salud humana, se ha recurrido a métodos de esterilización por irradiación ionizante.

La irradiación de alimentos es un método físico de conservación, similar a otros que utilizan el calor o el frío. La irradiación no sustituye a la correcta fabricación y manipulación de alimentos pero puede aplicarse con diferentes propósitos, como:

- **Prevención de enfermedades transmitidas por los alimentos** – La irradiación se puede usar para eliminar de forma efectiva los organismos

que producen enfermedades transmitidas por los alimentos como *Salmonella* y *Escherichia coli* (*E. coli*).

- **Conservación** – La irradiación se puede usar para destruir o inactivar los organismos que producen la descomposición y para extender la vida de los alimentos en el anaquel.
- **Control de insectos** – La irradiación se puede usar para destruir insectos en el interior o sobre frutas tropicales importadas a los Estados Unidos. Además, la irradiación disminuye la necesidad de usar otras prácticas para el control de plagas que pueden dañar la fruta.
- **Retraso de la germinación y la maduración** – La irradiación se puede usar para inhibir la germinación (por ejemplo, de los porotos) y para retrasar la maduración de la fruta y aumentar su duración.
- **Esterilización** – La irradiación se puede usar para esterilizar alimentos que luego se pueden almacenar por años, sin refrigeración. Los alimentos esterilizados se pueden usar en hospitales para pacientes con sistemas inmunológicos gravemente dañados, como los pacientes con SIDA o que están sometidos a quimioterapia. Los alimentos esterilizados por medio de la irradiación están expuestos a niveles de tratamiento sustancialmente mayores que aquellos que se aprobaron para uso normal.

La irradiación de alimentos consiste en exponer el producto a la acción de las radiaciones ionizantes (cuyas unidades son el kilogray, kGy) durante un tiempo determinado. Esta energía es emitida por elementos como el uranio, radio, kriptón, torio, entre otros. La radiación es similar a la que recibimos diariamente del sol, teléfonos celulares, alumbrado público, computadoras, etcétera.

Se utilizan tres fuentes de energía ionizante, de acuerdo a la Norma General Codex para Alimentos Irradiados (CODEX STAN 106-1983, Rev.1- 2003): rayos gamma de los elementos cobalto 60 o cesio 137 (^{60}Co o ^{137}Cs); rayos X generados por máquinas que trabajan a energía no mayor de 5 MeV, y electrones generados por máquinas que trabajan a energía no mayor de 10 MeV.

Los tratamientos utilizados se clasifican de acuerdo con la dosis media absorbida.

La dosis baja (hasta 1 kGy) se usa para retardar procesos biológicos de frutas frescas y hortalizas, así como para eliminar insectos y parásitos en diversos alimentos. La media (hasta 10 kGy) se emplea para reducir microorganismos patógenos y alterantes, así como para mejorar propiedades tecnológicas de los alimentos. La dosis alta (superior a 10 kGy) sirve para la esterilización comercial de ciertos alimentos en casos especiales, como en dietas hospitalarias para inmunodeficientes y alimentos para astronautas.

Según la OMS, las dosis media y máxima (10 kGy y 15 kGy respectivamente) de emisión del ^{60}Co y ^{137}Cs son incapaces de inducir radiactividad en los productos. Lo mismo sucede con los generadores de electrones y rayos X. Además, dichas dosis no afectan la temperatura de los alimentos, por lo que comúnmente se les considera como esterilización en frío.

Alimentos congelados

La irradiación también se aplica en alimentos congelados, pues se refiere que si bien es cierto se piensa que un alimento que se encuentra en un ambiente totalmente frío o bien congelado, está libre de organismos patógenos y es totalmente seguro para el consumo humano, existen microorganismos que resisten temperaturas muy bajas. Estudios recientes demuestran que la aplicación de la irradiación gamma ayuda a reducir el número de microorganismos presentes en los alimentos congelados, o inclusive a eliminarlos por completo.

Alimentos almacenados

Los alimentos almacenados comprenden granos, frutas, legumbres, entre otros productos que se dan por temporadas. Durante las etapas de almacenamiento los alimentos pueden presentar el crecimiento de un gran número de microorganismos, los cuales pueden producir metabolitos secundarios, incluyendo toxinas, que pueden causar la muerte. Un ejemplo de este tipo de contaminantes es el hongo del maíz, *Aspergillus flavus*, el cual produce las aflatoxinas, que son cancerígenas. Una medida de prevención contra la contaminación es aplicar radiación gamma para esterilizar la cosecha y evitar que se produzca el crecimiento de insectos, bacterias y plagas.

La irradiación y el proceso de maduración en alimentos

Las radiaciones ionizantes son efectivas para prolongar la vida de anaquel y almacenamiento de los alimentos.

Figura 16



Valor nutritivo y organoléptico de los alimentos irradiados ⁽³⁶⁾.

Las dosis de radiación empleadas en los procesos industriales no ejercen (o lo hacen en muy poca intensidad) efectos en la digestibilidad de las proteínas o en la composición de aminoácidos esenciales de los alimentos irradiados.

Aun cuando dosis de radiación muy elevadas provocan cambios en el aroma y sabor de los alimentos, en general la irradiación no modifica su valor nutritivo.

El efecto que la radiación produce sobre los lípidos es semejante al de la autooxidación. Estas alteraciones pueden reducirse congelando previamente los alimentos, pero algunos, como los muy grasos, no son adecuados para este sistema de conservación. Los resultados de las investigaciones sobre el efecto de la radiación en las vitaminas son diversos. **La sensibilidad de las vitaminas hidrosolubles a las radiaciones es muy variada y depende de la dosis empleada y el tipo y estado físico del alimento. Por ejemplo, con dosis bajas no parece provocar pérdidas vitamínicas, mientras que con dosis altas pueden presentarse efectos adversos.** Por otra parte, si bien la radiación no parece afectar a las vitaminas del grupo B, sus efectos sobre la tiamina en la carne de mamíferos son también contradictorios. En el caso de las vitaminas liposolubles, las vitaminas D y K son muy resistentes y apenas resultan afectadas por las radiaciones, mientras que las vitaminas A y E son muy sensibles

Efecto de la radiación sobre los microorganismos

Una de las aplicaciones potenciales del tratamiento de los alimentos con radiaciones ionizantes es la de destruir microorganismos alterantes y patógenos, en este caso los iones producidos por la irradiación de los alimentos dañan o destruyen los microorganismos de forma inmediata, ya que modifican la estructura de la membrana celular y afectan sus actividades enzimáticas y metabólicas. También afectan a las moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA) y ácido ribonucleico del núcleo celular, impidiendo la duplicación celular y originando la muerte de los microorganismos. La mayor parte de los resultados obtenidos en experimentos con animales a los que se les han suministrado alimentos irradiados y dosis elevadas de productos radiolíticos, indican que éstos no provocan efectos adversos considerables.

Sin embargo se debe considerar que, existe radiorresistencia de las esporas de *Cl. Botulinum* o microorganismos como la *Listeria monocytogenes*, en cuyos casos la aplicación de radiaciones ionizantes quedaría, por tanto, restringida a la higienización de alimentos. Sin embargo los microorganismos de mayor frecuencia son destruidos quedando el alimento esterilizado.

En esta revisión encontramos información indirecta, referente a que se estaría incrementando a la dosis de radiación en los alimentos, teniendo en cuenta la aparición de microorganismos resistentes (es evidente que los alimentos modificados podrían generar esta consecuencia)

La FDA exige que los alimentos irradiados contengan el símbolo internacional de irradiación, además de la declaración “Manipulado con radiación” o “Manipulado con irradiación” en la etiqueta del producto. Los alimentos a granel, como las frutas y las verduras, deben estar etiquetados de forma individual o tener una etiqueta al lado del envase de venta. La FDA no exige que los ingredientes individuales en los alimentos que contienen múltiples ingredientes como las especias, sean etiquetados.

Las controversias fueron tratadas en mayo de 2003 cuando se celebró en Chicago el **I Congreso Mundial sobre Irradiación de Alimentos**, en el que se desarrollaron las siguientes conclusiones:

- Cuatro décadas de estudios científicos dirigidos por expertos nacionales e internacionales revelan que la irradiación de alimentos es segura y efectiva y proporciona una calidad nutricional adecuada.
- La irradiación puede aplicarse ampliamente como un tratamiento higiénico y fitosanitario para una gran variedad de alimentos.
- La irradiación es un proceso alimentario admitido en el Codex Alimentarius (Codex General Standard for Irradiated Foods) y debería considerarse como un proceso, no como un aditivo, por las agencias nacionales reguladoras de alimentos.
- El volumen de alimentos irradiados librados al mercado ha aumentado significativamente en los últimos años, pero la introducción total en el comercio es aún pequeña y el potencial de crecimiento elevado. Liderados por las grandes asociaciones de comercio de alimentos y agricultura, fabricantes de alimentos, proveedores de equipos y servicios de irradiación y las grandes cadenas de venta al por menor, el número de supermercados que ofrecen productos cárnicos irradiados ha aumentado en sólo 3 años, desde 84 a más de 7.000. Casi 2.000 restaurantes, incluidos aquellos que pertenecen a las grandes cadenas de comida rápida o de alimentos listos para su consumo (RTE) están sirviendo carne tratada con radiaciones ionizantes. Sin embargo, las cantidades de alimentos irradiados producidos en Europa han disminuido en los últimos años.
- Un incremento en la consciencia pública acerca de las enfermedades alimentarias y en la responsabilidad de varios sectores de la industria alimentaria ha motivado que ésta última y los consumidores acepten la irradiación de alimentos como una tecnología efectiva de protección frente a las enfermedades de transmisión alimentaria.
- La irradiación como tratamiento fitosanitario está alcanzando una gran importancia, seguida a la reciente introducción de frutas irradiadas procedentes de Hawai en algunas de las grandes cadenas de venta al por menor de Estados Unidos. Algunos países, como Brasil, Chile, México, Sudáfrica y Tailandia se están preparando para exportar fruta irradiada a

los Estados Unidos, a raíz de la aprobación del tratamiento fitosanitario de irradiación por la USDA/APHIS en octubre de 2002.

- Con el aumento en las demandas por las autoridades reguladoras de la seguridad alimentaria desde “la granja a la mesa” y la globalización del comercio alimentario, se necesita urgentemente un esfuerzo concertado para comunicar la eficacia de la irradiación como un tratamiento higiénico y fitosanitario a todos los niveles de la industria alimentaria, incluyendo productores, fabricantes, distribuidores y organizaciones de consumidores. Los principales educadores pueden asistir significativamente en esta campaña de información pública.
- Se debe proporcionar una información correcta a los consumidores para que ellos acepten la irradiación de alimentos.
- Los alimentos irradiados deben estar presentes en el mercado para permitir que los consumidores puedan optar por su elección.
- La situación, pues, queda pendiente y el grado de confianza del consumidor va a ser decisivo en la solución final. La base normativa se ha establecido y se han impuesto ciertas condiciones que deben cumplirse estrictamente para proteger la salud y la seguridad de los consumidores

Efecto de la radiación ionizante sobre la vitamina C ⁽³⁷⁾ ⁽³⁸⁾.

La Vitamina C es uno de los compuestos orgánicos más sensibles a la temperatura, almacenamiento.

La radiación sobre los alimentos no actúa de forma 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. 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, como la irradiación en congelado, al vacío, tiempo de almacenamiento.

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. También se encontraron porcentajes similares de vitamina C en papas irradiadas y el control después de 5 meses de almacenamiento.

La tecnología de irradiación es una alternativa viable como tratamiento cuarentenario en frutas y hortalizas frescas de exportación.

La mayoría de reportes revisados con respecto a este punto no esclarecen el conocimiento de la pérdida de esta vitamina en los alimentos irradiados lo cual permite asumir que no existen dichas pérdidas o que no son significativas.

Esta situación impide que los estudiosos puedan efectuar recomendaciones referenciadas a la sociedad sin convertirse en una “naturista radical”

¿Es recomendable el uso de la radiación ionizante?

Actualmente se considera imposible garantizar la producción de alimentos crudos de origen animal, en especial las aves y el cerdo, sin la presencia de ciertos microorganismos y parásitos patógenos como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Toxoplasma* y *Trichinella*. Estos alimentos pueden suponer una amenaza nada desdeñable para la salud pública y el tratamiento por irradiación, ya sea solo o combinado con otros tratamientos, ofrece algunas ventajas en comparación con los métodos clásicos.

Estas ventajas, que pueden considerarse excepcionales, son:

- La posibilidad de tratar los alimentos después de envasados, con lo que se evita que los microbios presentes en los alimentos no tratados contaminen los que ya se han procesado
- La conservación de los alimentos en estado fresco durante largos periodos sin detrimento de la calidad, y

- Los ahorros que pueden hacerse empleando una técnica de procesamiento de baja energía y bajo costo en vez de otros métodos de procesamiento de alimentos, como el tratamiento térmico o la refrigeración.
- La irradiación puede ser sumamente útil para abordar los principales problemas alimentarios de los países desarrollados. No obstante, a pesar del respaldo de la FAO y la OMS, y en especial de la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius, los países desarrollados han tardado en adoptar esta tecnología; está claro que uno de los motivos es la actitud del público hacia una técnica en la que intervienen radiaciones.

Hacemos un comentario en razón a la existencia de “muchas creencias” de parte del consumidor, las que sin base científica, hacen que este recurso no sea ampliamente aceptado por los gobiernos, a pesar de los beneficios en cuanto a los tratamientos cuarentenarios de conservación y solución de problemas fitosanitarios.

Así por ejemplo, en el libro de consulta de este tema se reporta una lista de preguntas del público consumidor y respuestas sobre las preocupaciones, los temores y los errores más frecuentes en relación con irradiación de alimentos, lo cual estamos refiriendo con exactitud. Hacemos referencia de la bibliografía indicada por considerarse de importancia para sustentar un aspecto de la presente tesis.

Una de las principales razones de que la irradiación de alimentos no tenga aún una aplicación más general es que los gobiernos dudan de que el consumidor acepte bien los alimentos irradiados. Sin el respaldo del público, la irradiación de alimentos seguirá sin utilizarse no sólo en el mundo desarrollado sino también en los países en desarrollo, que se resisten a invertir en plantas y equipos costosos cuando los propios países desarrollados parecen mostrar tan poco entusiasmo. Aunque 34 países han aprobado el tratamiento por irradiación de una treintena de productos alimenticios, la industria amplía con gran parsimonia las aplicaciones de la irradiación, a pesar de la inocuidad y la eficacia del proceso, y a pesar de las pruebas que demuestran que la irradiación

resulta eficaz por relación al costo para combatir los organismos nocivos y prolongar el tiempo de conservación.

Las causas del no uso de este recurso empresarial, está relacionado a que el público consumidor, entiende mal este proceso, pues desconoce cómo funciona, para qué sirve y para qué no sirve. Un error muy frecuente es pensar que los alimentos procesados por irradiación se hacen radiactivos. Pero también hay otras preocupaciones basadas en conceptos erróneos que obstaculizan innecesariamente el uso eficaz de este procedimiento. ⁴⁴

¿Qué le pasa al alimento cuando se le irradia?

Al alimento se le aplica una forma de energía denominada radiación ionizante, que es el mismo tipo de energía utilizado, entre otras cosas, para hacer radiografías, esterilizar hasta el 50 % de todos los productos médicos e higiénicos y tratar ciertos tipos de cáncer.

¿Por qué se tratan los alimentos por irradiación?

Los alimentos se irradian por los mismos motivos por los que se les trata por calentamiento, refrigeración, congelación o medios químicos: para eliminar los insectos, los hongos y las bacterias que los descomponen y hacen que provoquen enfermedades, así como para que se conserven durante más tiempo y en mejores condiciones en los almacenes, los comercios y los hogares.

¿Se pueden comer sin peligro los alimentos irradiados?

Sí. El tratamiento no altera el alimento en forma alguna que pueda resultar nociva para las personas.

¿Se vuelve radiactivo el alimento a causa de la irradiación?

No. Los alimentos irradiados en las condiciones aprobadas no se vuelven radiactivos.

Los alimentos irradiados, ¿tienen aspecto, olor o sabor diferentes?

Dada la pequeña cantidad de energía que interviene en la irradiación de alimentos, por lo general no pueden detectarse cambios significativos en el aspecto, el olor o el sabor si el proceso se lleva a cabo correctamente. Incluso resulta difícil detectar cambio alguno por medio de un análisis de laboratorio. Debemos recordar que la industria de la alimentación desea que sus productos resulten atractivos para los consumidores, y no al contrario. Si un alimento irradiado fuera muy diferente de lo que el consumidor espera, no se vendería.

¿Son nutritivos los alimentos irradiados?

Sí. La irradiación, al igual que todos los métodos conocidos de tratamiento de alimentos, puede reducir el contenido de algunos nutrientes, como las vitaminas, pero lo mismo ocurre cuando se guardan alimentos a temperatura ambiente durante varias horas después de la cosecha. Cuando las dosis de radiación son bajas, las pérdidas de nutrientes son inapreciables o carentes de importancia. A las dosis más elevadas que se emplean para aumentar el tiempo de conservación o luchar contra las bacterias perjudiciales, las pérdidas nutricionales son inferiores, o cuando menos iguales a las provocadas por otros tratamientos. Cabe afirmar sin duda que los alimentos irradiados son sanos y nutritivos.

La ingestión de alimentos irradiados, ¿tiene efectos a largo plazo?

Los estudios realizados en animales, muchos de ellos durante varios años, no han revelado razón alguna para preocuparse por los efectos a largo plazo sobre la salud causados por los alimentos irradiados ni sobre riesgos asociados a la ingestión de esos alimentos. Estos estudios se han realizado en muchos países diferentes y en organizaciones internacionales de gran prestigio.

Pero, ¿no es cierto que en algunos ensayos en animales no se pudo demostrar que la irradiación de alimentos es inocua?

Durante los últimos treinta años, se han llevado a cabo muchos cientos de ensayos en animales alimentados con sustancias irradiadas o

componentes de alimentos irradiados. Un número sumamente pequeño de estos ensayos dieron resultados no concluyentes que se interpretaron como prueba de que la irradiación de alimentos no era inocua. Cada uno de estos estudios se ha revisado minuciosamente y, en muchos casos, se ha repetido. El resultado de estas investigaciones posteriores explicó muchos de los resultados «negativos» iniciales. En general, el problema residía en el plan de estudio o la forma en que éste se había llevado a cabo. A veces el tamaño de la muestra -el número de animales utilizados en el estudio- era demasiado pequeño para permitir una interpretación correcta de los resultados. En otros casos, al repetir el estudio fue imposible reproducir los resultados originales. La realidad es que, sólo en el Reino Unido más de cien generaciones de animales de laboratorio sensibles han vivido y prosperado alimentándose a base de productos esterilizados por irradiación. En muchos otros países se han obtenido resultados semejantes.

¿Qué son los «productos radiolíticos»?

Se trata de un término científico que designa los compuestos químicos formados por exposición a las radiaciones ionizantes. Esos compuestos aparecen en los alimentos tratados con radiaciones y son idénticos o, similares a los que se encuentran normalmente en los alimentos procesados por otros medios, en particular los cocinados o incluso en alimentos sin procesar.

¿Se han identificado todos los productos radiolíticos presentes en los alimentos? ¿Hay alguno que sea peligroso?

Se han realizado numerosas investigaciones para identificar y evaluar los productos radiolíticos en los alimentos. Nadie puede afirmar categóricamente que ya se han encontrado todos esos productos, pero la conclusión importante es que todos los que se han identificado hasta la fecha son similares a otros que aparecen normalmente en los alimentos. De ninguno de ellos puede decirse que aparezca solamente como consecuencia de la irradiación. Además, no existe prueba alguna

de que cualquiera de estas sustancias suponga un peligro para la salud humana.

¿Cabe la posibilidad de que algunos de ellos perjudiquen a las células sin que lo sepamos?

También en este caso la respuesta es negativa. Los agentes químicos y de otro tipo capaces de dañar las células se denominan mutágenos.

Nuestros alimentos, irradiados o no, contienen naturalmente algunos mutágenos. Estos pueden formarse mediante métodos corrientes de tratamiento de alimentos cuya inocuidad está aceptada. Los alimentos ahumados, por ejemplo, pueden contener sustancias químicas que perjudican a las células, pero tras profundos estudios, no se ha encontrado ninguna prueba de que los alimentos irradiados presenten mayor riesgo de exposición a los mutágenos que los alimentos tratados por los procedimientos ordinarios.

En cuanto a los microorganismos de los alimentos que la irradiación no elimina, ¿son más peligrosos?

Es cierto que la irradiación -en los niveles que se emplean normalmente para tratar alimentos -no destruye, por completo todos los microorganismos presentes; es decir, no esteriliza el alimento.

Después del tratamiento, los organismos supervivientes pueden comenzar a multiplicarse de nuevo si las condiciones les son favorables. Por ejemplo, las esporas de la bacteria llamada *Clostridium botulinum* no quedan eliminadas cuando se aplican dosis bajas de radiación. Si un alimento irradiado o pasteurizado contiene este microorganismo y se mantiene en un recipiente cerrado a la temperatura ambiente, el *C. botulinum* puede multiplicarse y producir la toxina causante del botulismo, originando una forma a menudo mortal de enfermedad de transmisión alimentaria. Debemos recordar que los microorganismos patógenos que sobreviven en los alimentos irradiados son tan peligrosos -pero no más- como los mismos organismos en los alimentos no irradiados. Al igual que con cualquier otro alimento, el consumidor debe

adoptar las precauciones adecuadas,-por ejemplo, la refrigeración y manipulación y preparación correctas- para asegurarse de que los microorganismos potencialmente nocivos no plantean ningún problema.

¿Qué alimentos se tratan con radiaciones?

Por supuesto que no todos los alimentos -ni siquiera la mayoría- son actualmente, ni lo serán nunca, candidatos al tratamiento con radiaciones. La irradiación se emplea solamente cuando se necesita y cuando presenta ventajas desde el punto de vista económico. A continuación se dan algunos ejemplos de alimentos para los que se ha autorizado el tratamiento con radiaciones en varios países: patatas y cebollas: para retrasar los brotes cuando las condiciones climáticas dificultan el almacenamiento; especias, hierbas, verduras deshidratadas y condimentos: para eliminar microorganismos e insectos; aves, gambas, ancas de rana y pescado: para eliminar microorganismos (en especial los patógenos) y prolongar el tiempo de conservación; mangos, papayas, fresas y setas: para desinsectar y prolongar el tiempo de conservación; arroz, granos de cacao y trigo: para eliminar insectos y microorganismos.

El hecho de que se haya autorizado el procesamiento por irradiación de ciertos elementos no significa necesariamente que el producto local vaya a ser irradiado. La elección depende de muchos factores, como la disponibilidad de otros métodos de tratamiento y, sobre todo, el costo.

Pero si el producto se destina a la exportación, lo más probable es que se recurra a la irradiación a causa de su eficacia para eliminar los insectos nocivos y prolongar el tiempo de conservación. Si un producto en particular origina problemas de salud pública (v.g., aves de corral crudas), es muy probable que se utilice la irradiación, porque, a diferencia de otros medios de tratamiento como el calor, no altera el producto.

¿Hay actualmente alimentos irradiados en el mercado?

La irradiación de alimentos se ha aprobado en 33 países para unos 30 productos alimentarios, y la lista no deja de crecer. En algunos países, la aprobación se concede sólo con fines experimentales, con el fin de determinar la dosis más apropiada para un tipo dado de alimentos. En algunos países se ha ensayado la comercialización, y otros llevan varios años con productos alimentarios irradiados en el mercado, pero aún no existe un gran mercado comercial para los alimentos de este tipo. Un motivo, especialmente en lo que se refiere a la comercialización local y nacional, es que el público comprende mal y acepta a duras penas la irradiación de los alimentos. Esta barrera va cayendo poco a poco a medida que los gobiernos, las organizaciones de consumidores y otros ofrecen información que ayude al público a formarse un juicio informado del valor de esta técnica, y organizan ensayos de comercialización para permitir al consumidor evaluar la calidad y las ventajas de los alimentos irradiados.⁴⁴

¿Quién regula e inspecciona las instalaciones de irradiación de alimentos?

Naturalmente, la aplicación de normas de sanidad y seguridad varía de unos países a otros. Las plantas de irradiación deben registrarse como establecimientos de tratamiento de alimentos y obtener una licencia del organismo oficial encargado de la regulación y la inspección de la industria alimentaria, a fin de poder garantizar que se observan los requisitos higiénicos elementales. La autorización para manejar material radiactivo suele proceder de las autoridades nacionales que se ocupan de la energía atómica. Una vez que dispone de licencia y que está en funcionamiento, la planta de irradiación seguramente tendría que funcionar de conformidad con las pautas recomendadas por la Comisión del Codex Alimentarius. Del cumplimiento de estas pautas se encargaría el órgano oficial que se ocupa de la regulación y la inspección de la industria de tratamiento de alimentos. Aunque tal vez nunca llegue a existir un programa internacional de vigilancia, el Organismo

Internacional de Energía Atómica se propone publicar una lista de establecimientos acreditados de irradiación de alimentos y la FAO seguirá publicando información sobre irradiación de alimentos en sus manuales técnicos.

¿Cómo pueden identificarse los alimentos irradiados en el mercado?

Los alimentos irradiados no pueden reconocerse por su aspecto, su olor, su sabor o su tacto. La única forma segura de que el consumidor sepa si un alimento se ha procesado por irradiación es que el producto lleve una etiqueta que lo diga claramente o que lo indique por medio de un símbolo. El etiquetado puede variar de un país a otro, pero los países que decidan seguir las pautas formuladas por la Comisión del Codex Alimentarius deberán etiquetar todos los alimentos que se hayan irradiado, y, además, posiblemente otros productos que no han sido irradiados ellos mismos pero que llevan uno o más componentes irradiados antes de incorporarlos al producto final. La elección del texto indicativo o del símbolo depende de cada país. No obstante, el símbolo goza de una aceptación cada vez más generalizada como medio de informar al público de que un producto alimentario ha sido tratado con radiaciones ionizantes.

Necesidad del etiquetado y de la información del público

Hay quienes opinan que no se debe poner una etiqueta especial en los alimentos irradiados, por estimar que las otras formas del tratamiento de alimentos no se indican en la etiqueta, que los alimentos irradiados no presentan riesgo alguno del que haya que advertir al público y que el consumidor puede resistirse a comprar productos alimentarios identificados con la palabra «irradiado», tanto más cuanto que en algunos idiomas hay poca diferencia entre los adjetivos «irradiado» y «contaminado» (con contaminantes radiactivos). También esgrimen el argumento de que la palabra «irradiado» por sí sola no informa suficientemente sobre las ventajas de la irradiación de alimentos.⁴⁴



Por lo general, las propuestas de no etiquetar los alimentos irradiados se han rechazado en aras de ofrecer una información completa, por considerar que el consumidor tiene derecho a estar bien informado sobre los productos alimentarios que adquiere y utiliza. El hecho de que la técnica sea segura y eficaz y de que los alimentos irradiados sean sanos y no entrañen amenaza alguna para la salud no tiene por qué guardarse en secreto. Una política de ocultación desalentaría a la larga el uso de la irradiación, en lugar de alentarlo. El consumidor informado quizá dé preferencia en el futuro a los pollos irradiados, por dar sólo un ejemplo, a fin de estar seguro de que compra un alimento exento de organismos patógenos.

Si se quiere que sea verdaderamente útil para el consumidor, el etiquetado de los alimentos irradiados debe estar respaldado por campañas de información pública y de educación concebidas inicialmente para ayudarlo a decidir si desea poder comprar alimentos procesados por irradiación, y después ayudarlo a adoptar decisiones juiciosas en la elección y el uso de productos irradiados. Los países, naturalmente, organizarán los esfuerzos de educación pública de acuerdo con sus necesidades, sus recursos y sus políticas individuales.

Unas veces, el Estado será la principal fuente de información, por no decir la única. Otras, la industria alimentaria, los grupos de consumidores y los medios de comunicación se ocuparán de los programas de información y educación del público y, es de esperar,

colaborarán para ofrecer a éste datos fiables y útiles. Los comités de orientación nacionales, compuestos por representantes de todos los sectores, podrían contribuir eficazmente a coordinar las actividades educativas, cerciorándose de que el material de información preparado y distribuido al público es conciso, completo y coherente.

Como es lógico, los individuos y organismos que están ya persuadidos de que la irradiación de alimentos puede contribuir en gran medida a reducir las pérdidas de alimentos y a evitar las enfermedades de transmisión alimentaria ansían que esta técnica tenga una rápida expansión. Las dos ventajas mencionadas son, a los ojos de muchos, un sólido argumento a favor de la irradiación. Pero no hay que olvidar que el consumidor ya no está dispuesto a aceptar esos argumentos de modo pasivo y que insistirá en participar plenamente en cualquier decisión que se adopte sobre la cuestión. Sin duda exigirá que se le proporcione información plena y objetiva sobre las bases científicas del uso de las radiaciones ionizantes, así como la obligación de etiquetar con claridad los productos alimentarios irradiados.

Los países que tienen previsto lanzar o ampliar el uso de las técnicas de irradiación de alimentos han de estar dispuestos a conseguir la plena participación del consumidor en este proceso. Para ello es esencial una labor eficaz de educación e información del público.⁴⁴

Nuestro país, ha tenido un incremento notable en la agro exportación de vegetales frescos, en correlación con la tendencia mundial de los consumidores para adquirir alimentos priorizando su valor nutritivo, en especial frutas y verduras por la provisión de vitaminas, minerales y su potencialidad protectora de enfermedades en relación a los aspectos preventivos y/o curativos que estos pudieran presentar, sin dejar de exigir la calidad sensorial , **pero a pesar de este crecimiento el uso del recurso de la irradiación de alimentos es mínimo, lo cual debe estar ocasionando pérdidas que no se están calculando,** considerando que las frutas y verduras son productos muy perecederos, por razones naturales de tiempo, comercio, distribución y

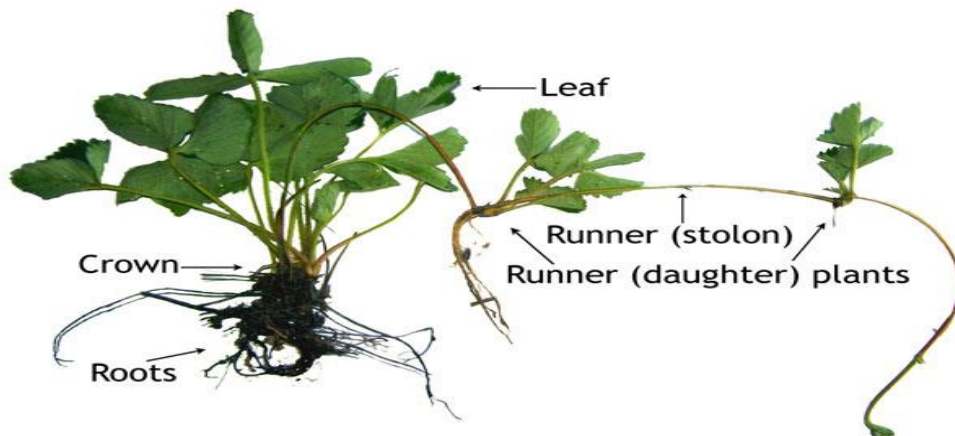
manipulación, asimismo son muy sensibles a la contaminación, siendo la causa principal del deterioro, el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) y enzimas. Este no uso, posiblemente obedece al riesgo que corre el empresario a que su producto no tenga aceptación por “razones y creencias del consumidor”

REFERENCIA DEL FRUTO SELECCIONADO PARA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: LA FRESA ⁽³⁹⁾ ⁽⁴⁰⁾ ⁽⁴¹⁾ ⁽⁴²⁾ ⁽⁴³⁾.

El origen de la fresa es europeo, de la región alpina; en ese entonces era una fruta pequeña y de sabor intenso. En el siglo XVIII se descubrió en Chile una fresa más grande, la cual conocemos hoy como fresón o frutilla y que es la que comúnmente se siembra en todo el mundo por sus altos rendimientos y que actualmente recibe el nombre genérico de “fresa”.

La fresa pertenece al orden rosales, de la familia Rosaceae, la sub familia Rosoideae, del género *Fragaria* con más de veinte especies y 1,000 variedades.

Figura 17



La planta de fresa o fresón es pequeña con no más de 50 centímetros de altura, raíces superficiales, tiene numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos que se originan en la corona o un rizoma muy corto que se encuentra al nivel del suelo y constituye la base del crecimiento de la planta.

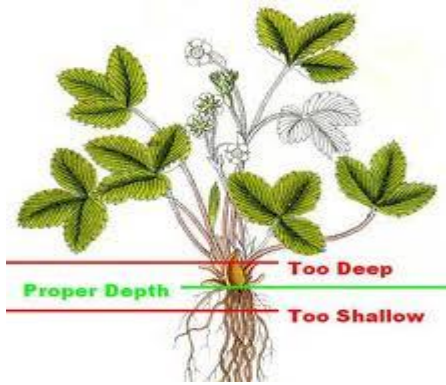


Figura 18

En la base se encuentran tres tipos de yemas: uno de tallos, otro de estolones y una más de donde se forman los racimos florales.

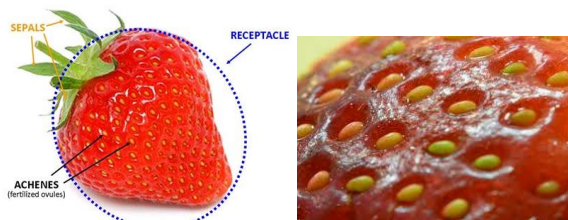


Figura 19

Lo que se conoce como fresa es realmente un falso fruto, ahí se encuentran las semillas pequeñas donde están los achenios o verdaderos frutos.

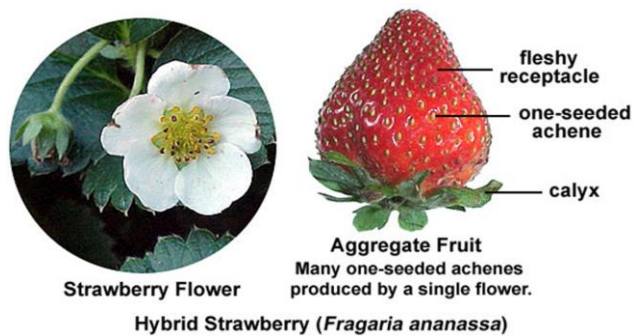


Figura 20

La fresa que conocemos actualmente fue introducida en Europa por los primeros colonos de Virginia (Estados Unidos). Con la llegada de la fresa de Virginia en el siglo XIX, se obtuvieron nuevas variedades que ganaron en tamaño y perdieron en sabor. Se conocen en el mundo más de 1.000 variedades por su gran capacidad de hibridación, en general las **plantas de fresas** pueden ser clasificadas en:

- **uníferas o día corto o no reflorecientes:** se diferencian las flores con un período de luz inferior a las 12 horas
- **bíferas o día largo o reflorecen:** se diferencian las flores con un período de luz superior a las 14 horas
- **neutral o fotoindiferente:** diferencian gemas de flor con cualquier condición de luminosidad.

Con base en la época de maduración las variedades de fresa son distinguidas como precoces, intermedias, tardías y muy tardías; desde las más precoces a las más tardías las variedades de fresa son: Alba, Queen Elisa, Clery, Irma, OLa, Maya, Adria, Récord, Plateará y Sueva. Ventana, Nora, Kilo, Camarosa, Candonga Sabrosa, vesca, moscatel y viridis

COMPONENTES ESTRUCTURALES

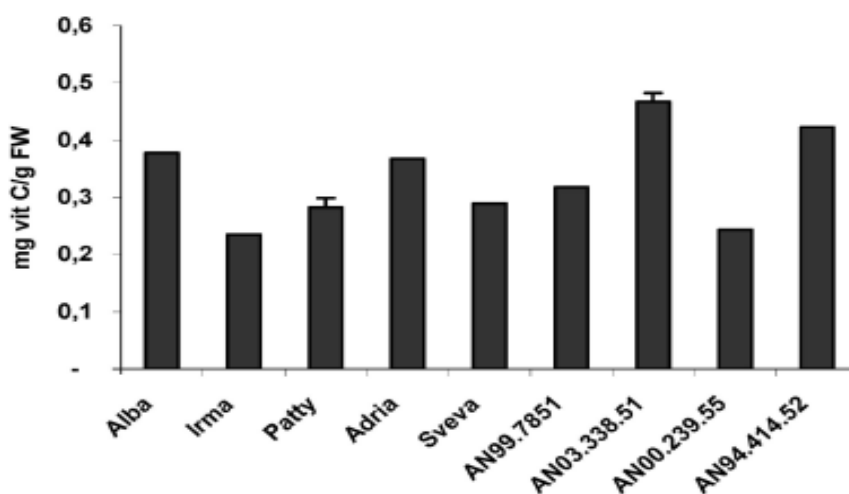
Las fresas y los fresones son frutas muy poco energéticas, cuyo principal componente —después del agua— lo constituyen los hidratos de carbono (con una cantidad moderada, alrededor del 7% de su peso), fundamentalmente: fructosa, glucosa y xilitol. También son una buena fuente de fibra. Son muy ricas en vitamina C, con un porcentaje incluso superior al que posee la naranja. Una ración media de fresas, 150 g, contiene 86 mg de vitamina C; mientras que una naranja mediana, 225 g, 82 mg. Si bien, en cualquiera de los dos casos, las ingestas diarias recomendadas para esta vitamina (60 mg),

Entre los minerales, los más elevados son el hierro y el yodo, seguidos del calcio, fósforo, magnesio y potasio. Además, su bajo aporte en sodio y su alto contenido en potasio hace que estén indicadas en personas con hipertensión arterial.

Las fresas contienen diversos ácidos orgánicos, entre los que destacan: el ácido cítrico (de acción desinfectante y alcalinizadora de la orina, potencia la acción de la vitamina C), ácido málico, oxálico, y también contienen pequeñas cantidades de ácido salicílico. Por ello, deben evitarlas aquellas personas que presenten intolerancia a la aspirina (ácido acetil salicílico).

El color de la fresa es debido a unos pigmentos vegetales (flavonoides) conocidos como antocianinas. Éstas actúan como potentes antioxidantes. En este sentido, si tenemos en cuenta que el proceso oxidativo trae como consecuencia el depósito de colesterol en las arterias, y es responsable del envejecimiento y de ciertas mutaciones cancerígenas, se puede decir que las fresas ejercen un importante efecto protector sobre la salud. De hecho, las fresas constituyen una de las frutas con mayor capacidad antioxidante, la cual no sólo se debe a su contenido en antocianinas, sino también a la presencia en su composición de cantidades importante de polifenoles (ácido elágico) y de vitamina C.

Existen comparativas de medición de fenoles totales, flavonoides totales, antocianinas totales, la vitamina C y folatos en diferentes variedades de fresa, en el mundo, considerándose nueve fenotipos, los más comunes



Contenido de vitamina C de los nueve genotipos de fresa seleccionados, expresado en miligramos de vitamina "C" por gramo de peso fresco.

La fresa es una fuente de compuestos polifenólicos con actividad antioxidante, especialmente antocianinas, ácidos fenólicos y vitamina C; los cuales son protectores de la oxidación de muchos organelos.

Las fresas poseen mayor actividad antioxidante que muchas frutas como: toronja, naranja, uva roja, kiwi. Sin embargo, los metabolitos secundarios en

fresa se pueden potencializar haciendo una dosificación controlada de nutrientes en los suelos.

En el Perú existen diversas variedades de fresa, las cuales se han introducido de Estados Unidos, Europa y otras regiones del mundo, pero en la actualidad son cinco las más cultivadas:

1. Chandler (Americana),
2. Tajo (Holandesa),
3. Sern (Sancho),
4. Aromas
5. Camarosa,

Estas cinco son las que más se comercializan en los mercados de Lima.

Para el clima de la costa del Perú se adaptan las variedades de día corto trasplantadas en los meses de abril a mayo, mientras que las de día neutro, pueden ser sembradas durante todo el año, como ocurre con “Aromas” en la actualidad en Huaral. Para la sierra, en valles interandinos y valles abrigados se recomienda las variedades de día corto.

En el país las más difundidas son:

“**Chandler**”, también conocida como “Cañetana”. Originaria de la Universidad de California. Tiene muy buena aceptación en el mercado de consumo en fresco. Los frutos en forma cónica alargada de color rojo intenso y de tamaño grande. Es de elevado rendimiento que puede tener producción continua desde agosto hasta fines de enero en condiciones de costa y tiene tolerancia al transporte.³⁹

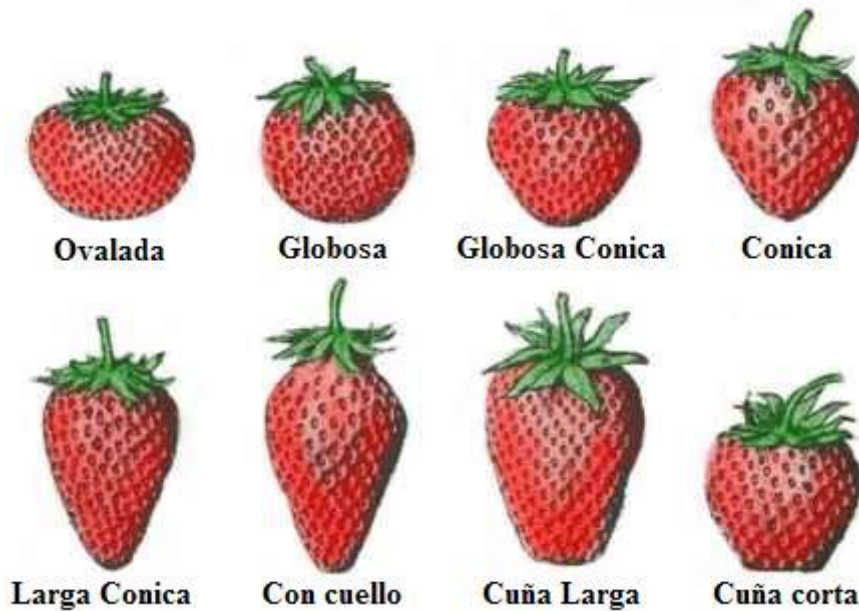
“**Tajo**”, conocida también como “Holandesa” y “Cresta de gallo”. Frutos grandes de coloración rojo anaranjada, de forma ligeramente redondeada poco achatada con tendencia a ser lobulada. Es de elevado rendimiento y tolerante al transporte.³⁹

“**Pájaro**”, también procede de la Universidad de California. Es más tardío. De menor rendimiento que las anteriores.

“**Camarosa**”: también obtenida por la Universidad de California, es precoz, de elevado rendimiento durante toda la campaña, presenta frutos grandes de color rojo intenso y brillante en su parte externa, de forma cónica y achatada, tiene buen sabor y firmeza. Por sus mejores características viene reemplazando a la “Chandler” en Estados Unidos”.

“**Sern**”, conocida también como “**Sancho**”, obtenido por la Universidad de California. Frutos de forma cónica oblonga, con tendencia a ser achatados de color rojo anaranjado brillante, calibre normal y de dureza bastante consistente, la pulpa muy consistente con corazón lleno. Puede producir en cualquier época del año. No tiene floración continua, por lo que no se usa en cultivos intensivos.³⁹

“**Aromas**” de alta productividad, es planta de hábito erecto. Frutos de buen color y calibre muy consistente. Tiene amplio espectro de tolerancia a cambios de temperatura del medio ambiente³⁹



CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo porque se tratará de explicar la variación de la vitamina C, luego de la radiación ionizante y su consideración en la empresa

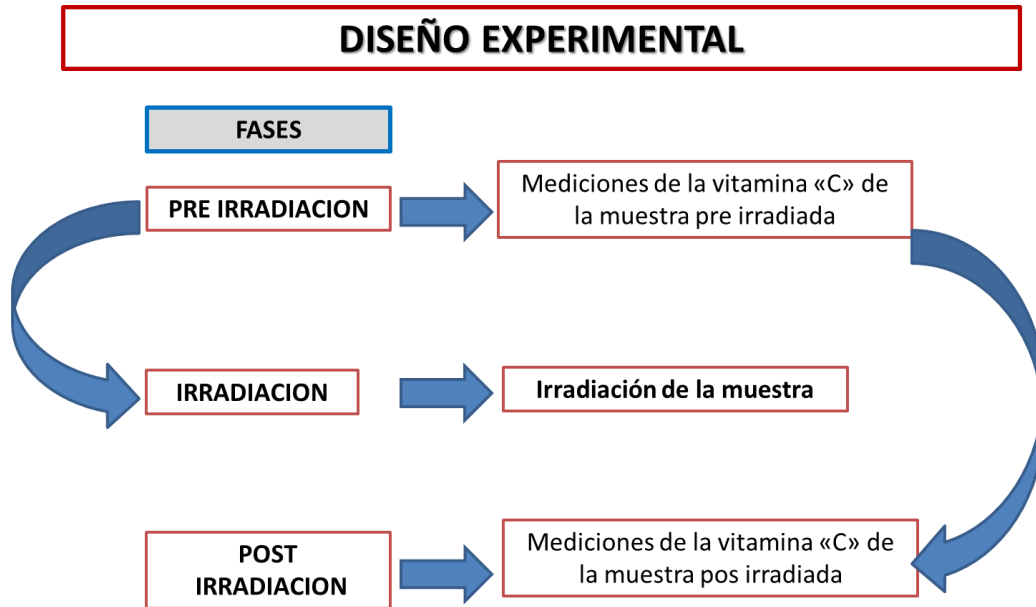
Tipo de Investigación

- Según el tiempo de estudio, es prospectivo porque se desarrollan mediciones de la variación de la cantidad de vitamina c como antioxidante en las fresas en tiempos diferenciados de seis meses y posteriormente se estudia su implicancia en la ética empresarial
- Según la participación del investigador es de tipo experimental porque desarrolla mediciones en laboratorios especializados en radiación ionizante en las fresas
- Según la cantidad de medición variable es de tipo transversal porque la mediciones se efectúan en el mismo tiempo por cada etapa de la experiencia
- Según el tipo de variables a estudiar es Analítico, porque se analizan las variantes de medición antes y después de cada irradiación y se analiza sus implicancias en la estructura de la muestra

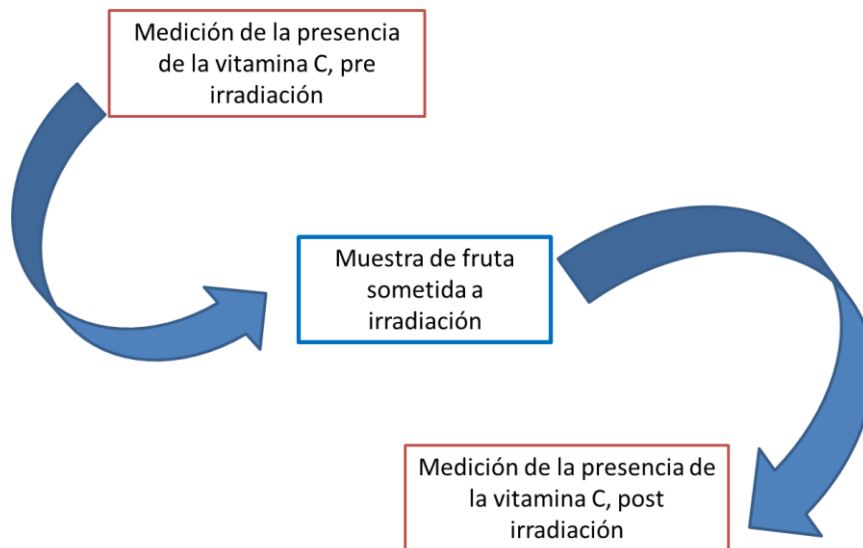
3.2. Diseño y esquema de la investigación

El presente trabajo presenta un Diseño experimental

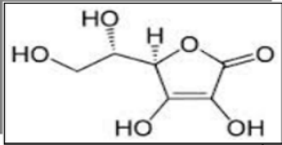
- Porque se plantea una hipótesis sobre la cual se establece una medición y en el tiempo se realiza una nueva experiencia y una segunda medición, por lo cual corresponde al Diseño experimental de dos mediciones



Se medirá la presencia de la vitamina C en las fresas antes y después de la radiación ionizante.



CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS DE FRESA, PARA EL REGISTRO DE LA CUANTIFICACIÓN

VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO):		
Fórmula	C ₆ H ₈ O ₆	
Masa molar	176,12 g/mol	
Punto de fusión	190 °C	
Solubilidad	En agua	
Clasificación	Vitamina	
Denominación IUPAC	(R)-3,4-dihidroxi-5-((S)-1,2-dihidroxietil)furano-2(5H)-ona	

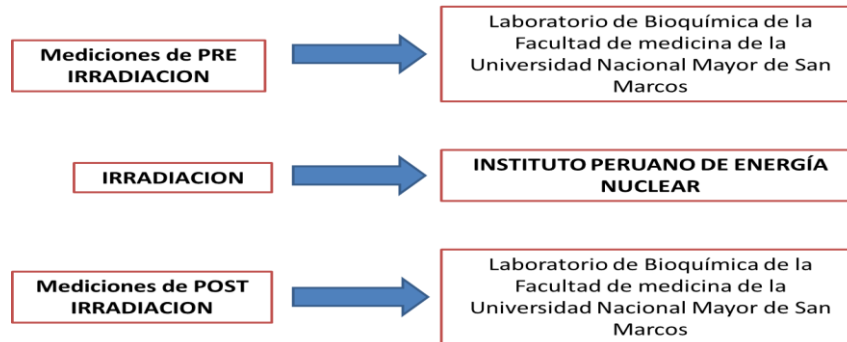
INVESTIGADOR: Dra. Dolores Villanueva

Denominación de muestras	Variedad de Fresa
Primera muestra	Chandler (Americana),
Segunda muestra	Tajo (Holandesa),
Tercera muestra	Sern (Sancho),
Cuarta muestra	Aromas
Quinta muestra	Camarosa.

3.3. Ámbito de estudio

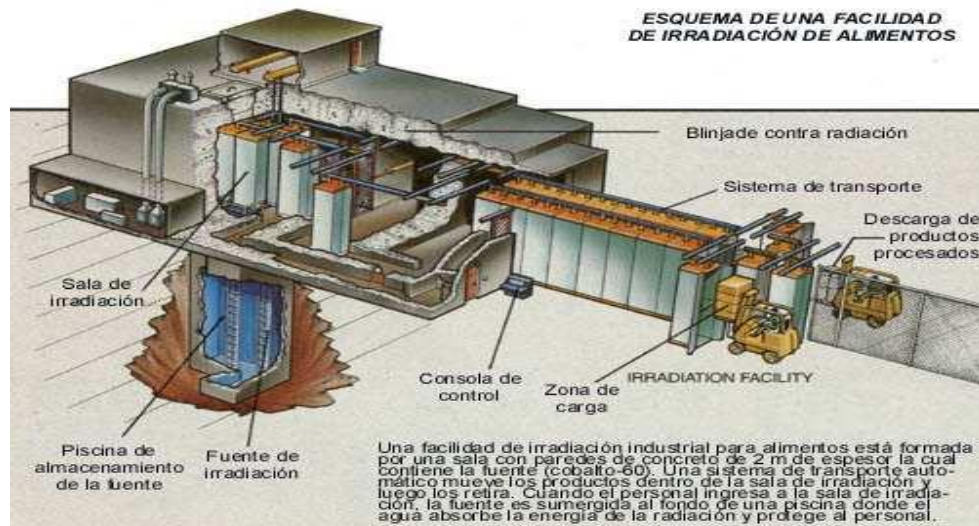
El estudio en cuanto a la preparación de muestras se desarrollo en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ÁMBITO DEL ESTUDIO



En cuanto al proceso de irradiación se llevó a cabo en el Instituto Peruano de Energía Nuclear – IPEN

Figura 24



El local donde se efectúa la irradiación es un espacio consta principalmente de un edificio construido de concreto armado, en el que se encuentra localizada la Sala de Irradiación cuyos muros actúan como blindaje contra las radiaciones con un espesor de 1.7 m. Es en esta Sala donde los productos son expuestos a la acción de los rayos gamma provenientes de la fuente de radiaciones de Cobalto-60. Tanto el traslado de los productos hacia dentro de la cámara como el izaje de la fuente para irradiarlos, se realizan mediante equipos y dispositivos accionados en forma automática desde la consola de control.

La "fuente" radiactiva de Cobalto-60 con que se trabaja en estas instalaciones varía según el propósito de la Planta pero normalmente oscilan entre 250,000 a un millón de Curies. La fuente se encuentra almacenada, por razones de seguridad, en una poza de agua de 5 m. de profundidad y sólo es elevada a la superficie cuando se inicia el proceso de irradiación de los productos. La planta tiene una serie de dispositivos y mecanismos que brindan seguridad en su funcionamiento. Cuenta con almacenes de tránsito destinados a albergar los productos separándolos antes y después del tratamiento.

Debido a su diseño multiuso, permite la realización de servicios de irradiación a distintos dosis y a varias clases de productos como alimentos, los cuales requieren dosis bajas y medias para la desinsectación, descontaminación microbiana, y también a productos de uso médico, que requieren dosis altas para su esterilización.

3.4. Población y muestra

Muestra para la práctica experimental

Existen múltiples variedades de fresa, en el mundo, se han descrito los más frecuentes en nueve fenotipos.

Se ha seleccionado como muestra de estudio fresas de cinco variedades: Chandler (Americana), Tajo (Holandesa), Sern (Sancho), Aromas y Camarosa.

Los frutos de fresa en su variedad, se adquirieron en una distribuidora local de Huaral.

Los frutos a evaluar fueron seleccionados con tamaño y color uniformes, después de eliminar los frutos que presentaron daños físicos

CUADRO 1
CARACTERIZACION DE LAS MUESTRAS DE FERESA PARA EL
REGISTRO DE LA CUANTIFICACION

VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO):		
Fórmula	C ₆ H ₈ O ₆	
Masa molar	176,12 g/mol	
Punto de fusión	190 °C	
Solubilidad	En agua	
Clasificación	Vitamina	
Denominación IUPAC	(R)-3,4-dihidroxi-5-((S)-1,2-dihidroxietil)furano-2(5H)-ona	
INVESTIGADOR: Dra. Dolores Villanueva		
FECHA 24 de junio 2016		
Se atribuye un numero de muestra a cada variedad de fresa para el experimento		
100gramos de fresa fresca		Miligramos/100gramos
Primera muestra		Chandler (Americana)
Segunda muestra		Tajo (Holandesa)
Tercera muestra		Sern (Sancho)
Cuarta muestra		Aromas
Quinta muestra		Camarosa

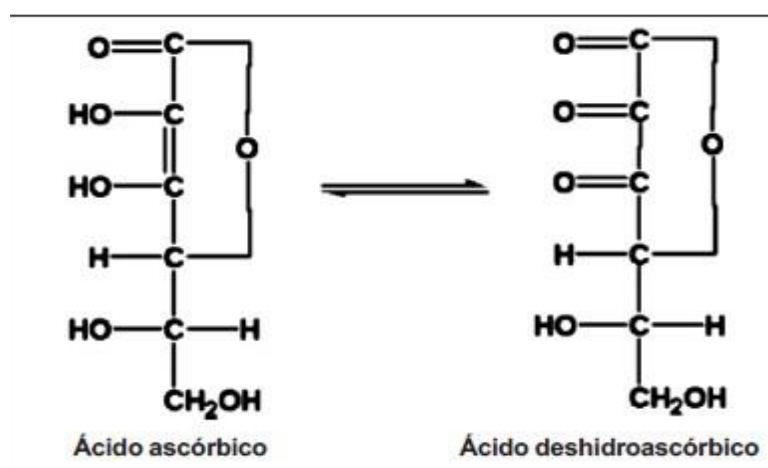
3.5. Técnicas e instrumentos de investigación.

Técnicas

Medición de la vitamina C

La vitamina C o ácido ascórbico es un compuesto inestable, debido a la facilidad con la que se oxida e hidrata.

Son muchas las características y propiedades de la Vitamina C debida, principalmente, a que es muy termosensible y lábil a la acción del oxígeno y a las radiaciones ultravioletas. La vitamina C corresponde al grupo de las vitaminas hidrosolubles, y como la gran mayoría de ellas no se almacena en el cuerpo por un largo período de tiempo. El ácido ascórbico tiene la estructura de una lactona con una configuración enodiol; su acidez se deriva del carácter enólico de los grupos hidroxilos. La característica más importante del ácido ascórbico es su oxidación reversible para formar ácido deshidroascórbico .En presencia de oxígeno, el ácido ascórbico se degrada fundamentalmente, a ácido deshidroascórbico. Este último compuesto posee actividad completa de vitamina C. (Zago *et. al*, 2010).



Las reacciones de oxidación de la vitamina C se aceleran por el calor, los álcalis, la presencia de algunos metales como el cobre y el hierro y la acción de la luz, etc. De todas las vitaminas, la vitamina C es la más lábil e inestable y puede ser degradada a través de muchas vías: las de oxidación y degradación térmica son las más importantes. Debido a la alta sensibilidad de la vitamina C al calor, algunos investigadores propusieron usar el contenido residual de esta vitamina como índice de retención de nutrientes; se considera, que si el ácido ascórbico resiste los tratamientos térmicos durante el procesamiento de alimentos todos los demás nutrimentos serán poco afectados (Badui, 1999).

Es un índice de apreciación de las pérdidas de otras vitaminas y sirve como criterio válido de la conservación de otros componentes organolépticos nutritivos, tales como pigmentos naturales y sustancias aromáticas (Badui, 1999).

Tanto la vitamina C propiamente dicha (ácido 1-ascórbico), como la forma parcialmente oxidada (ácido dehidroascórbico), ofrecen propiedades vitamínicas; los métodos rutinarios de titulación con yodo o con 2,6-diclorofenolindofenol sólo determinan la forma reducida; sin embargo, rinden buenos resultados en el análisis de frutas e incluso en el extracto de vegetales no sometidos a tratamientos térmicos, porque toda la vitamina C presente en ellos se encuentran en la forma reducida (Hart y Fisher, 1991).

El método oficial de análisis para la determinación de la vitamina C en los zumos es método volumétrico del 2,6-dicloroindofenol, (Método 967.21 de la AOAC, asociación de los químicos analíticos oficiales). Aunque este método no es oficial para otros tipos de productos alimentarios, se usa a veces como un ensayo de control de calidad rápido para una variedad de productos alimentarios, en lugar del método microfluorométrico (Método 984.26 de la AOAC), de menos tiempo.

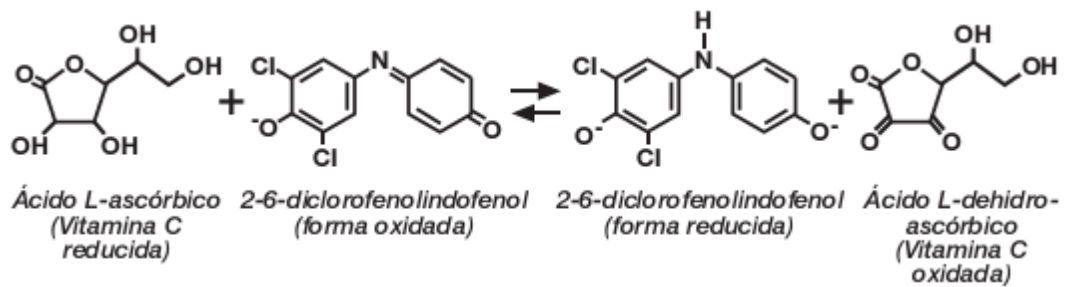
En el primer método se determina la vitamina C en su forma reducida por titulación visual con 2,6-diclorofenolindofenol, el cual se basa en la reducción del colorante 2,6-diclorofenolindofenol por solución de ácido ascórbico. El contenido de ácido ascórbico es directamente proporcional a la capacidad de un extracto de la muestra para reducir una solución estándar de colorante determinada por titulación.

El objetivo de la práctica es determinar el contenido de vitamina C de varios productos, mediante un método volumétrico, utilizando el tinte indicador 2,6-diclorofenolindofenol.

METODO VOLUMÉTRICO DEL 2,6-DICLOROFENOLINDOFENOL (Método 967.21, 45.1.14, de la AOAC)

El ácido ascórbico (vitamina C) puede ser determinado químicamente en el laboratorio basándose en su fuerte capacidad reductora. La

cuantificación de vitamina C en el alimento es dada por la cantidad de ácido L- dehidroascórbico. El método volumétrico recomendado por la AOAC es la titulación con el indicador redox 2,6-diclorofenolindofenol. El análisis implica la oxidación del ácido ascórbico con un colorante redox, como el 2,6-diclorofenolindofenol (azul en medio básico y rojo en medio ácido), el cual se reduce en presencia de un medio ácido, a un compuesto incoloro (Zago *et. al*, 2010).



Reacción de oxidación del ácido ascórbico

Fuente: Zago *et. al* (2010)

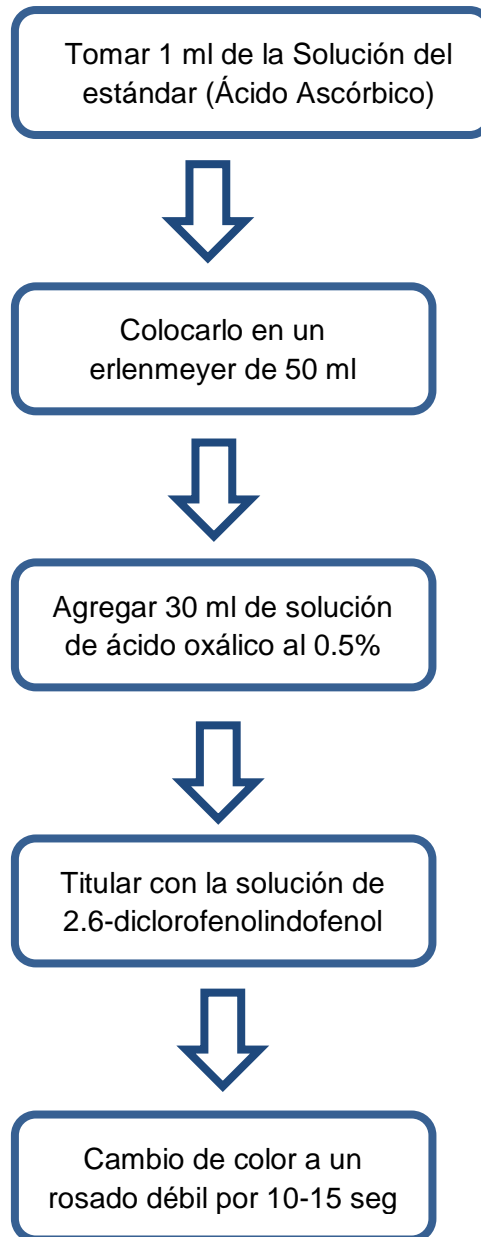
MATERIALES Y METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA VITAMINA C

Materiales

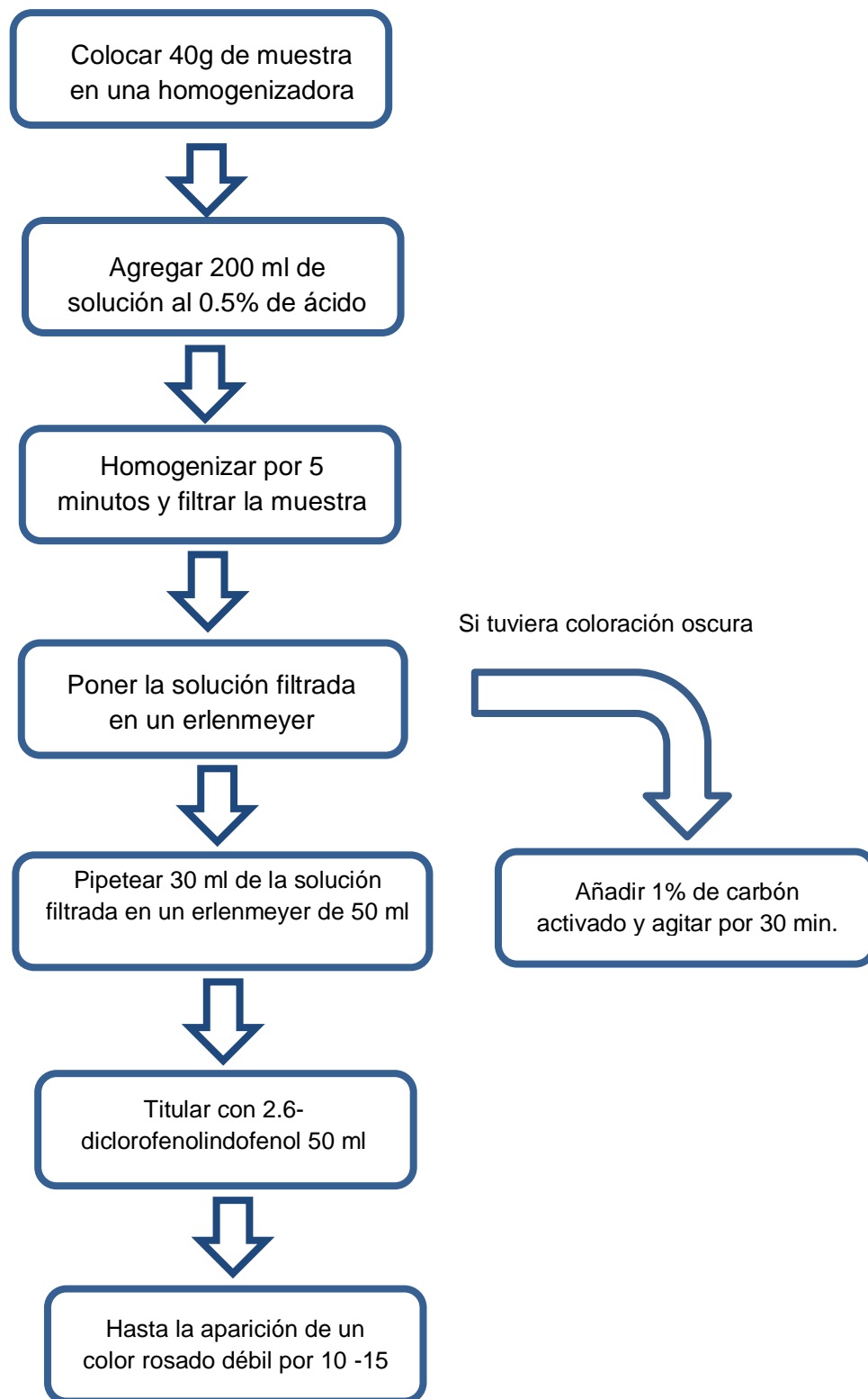
- Muestra alimenticia: FRESAS
- Erlenmeyer
- Pipetas
- Homogenizador
- Buretas

Reactivos

- Estándar de trabajo
- Solución de 2,6-diclorofenolindofenol
- Solución de ácido oxálico al 0.5%

PROCEDIMIENTO**Análisis del estándar de trabajo**

Calculo del equivalente en ácido ascórbico por ml de solución de 2.6-diclorofenolindofenol (T): X mg de ácido ascórbico por Y ml de solución de 2.6-diclorofenolindofenol **T = X / Y**

Análisis de la muestra

Hacer la titulación de un blanco sobre 30 ml de la solución de ácido oxálico al 0.5% y restar este valor de las otras titulaciones

Determinación de ácido ascórbico

Calcular el contenido de ácido ascórbico según la siguiente fórmula:

Donde:

$$\text{mg de ácido ascórbico por 100 g de muestra} = \frac{V + T + 100}{W}$$

Donde:

V = ml de 2,6-diclorofenolindofenol utilizados para titular una alícuota de muestra

T = equivalente en ácido ascórbico de la solución del 2,6 - diclorofenolindofenol expresado en mg por ml de colorante.

W = gramos de muestra en la alícuota analizada.

Validez

El instrumento utilizado, fue validado por expertos:

- Miriam Palomino química farmacéutica
- Liliana Torrealva: Ingeniero Química
- Liudmila Nevsgoda: Ingeniero Química
- Justina Najarro: Química
- Gisela Oliveira: Química

Confiabilidad

El instrumento fue sometido al índice de confiabilidad alfa Cronbach y el valor obtenido fue:

3.6. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos

A. Técnicas de recojo

Preparación del zumo de fruta

- Triturar 100 gramos de fresas.
- Filtrarlo a través de una gasa.

Titulación del ácido ascórbico

- Poner en un Erlenmeyer de 100 ml:
 - 10 ml de zumo
 - 15 ml de agua destilada
 - 0,25 ml de HCl (15% v/v)
 - 0,25 ml de almidón (1% w/v) que actúa como indicador.
- Llenar la bureta con 15 ml de la disolución de yodo.
- Titular lentamente y agitando la disolución de zumo contenida en el Erlenmeyer, hasta que vire al azul.

B. Técnicas de procesamiento

Técnicas de irradiación

Las fresas se irradiarán en el Equipo Gammacell 220, se harán análisis dosimétricos.

Para las dosimetrías se utilizara el método ASTM - E 1026 – 1995.

Las soluciones de vitamina C diluida en agua y contenida en el extracto acuoso bruto de fresa se irradiarán a diferentes dosis:
0,1KGy, 1,0KGy, 10,0KGy

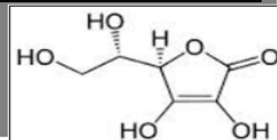
C. Técnicas de presentación de datos

Las mediciones se registraran en una tabla preparada para facilitar la medicion comparativa, la que se adjunta en el anexo (2)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

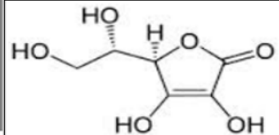
4.1 REGISTRO DE HALLAZGOS

CUADRO 2	
CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA C EN FRESAS ANTES DE LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN IONIZANTE	
VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO):	
Fórmula	C ₆ H ₈ O ₆
Masa molar	176,12 g/mol
Punto de fusión	190 °C
Solubilidad	En agua
Clasificación	Vitamina
Denominación IUPAC	(R)-3,4-dihidroxi-5-((S)-1,2-dihidroxiethyl)furano-2(5H)-ona
INVESTIGADOR: Dra. Dolores Villanueva	
LECTURA ANTES DE LA IRRADIACION – FECHA 24 de junio 2016 Determinación de la cantidad de Vitamina C o Acido ascórbico en fruta fresca	
100gramos de fresa fresca	Miligramos/100gramos
Primera muestra	55.73
Segunda muestra	57.20
Tercera muestra	58.67
Cuarta muestra	57.20
Quinta muestra	57.79
Promedio	57.32



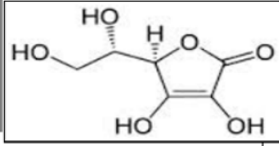
Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

CUADRO 3
CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA C EN FRESAS DESPUES DE LA
EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN IONIZANTE

VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO):		
Fórmula	C ₆ H ₈ O ₆	
Masa molar	176,12 g/mol	
Punto de fusión	190 °C	
Solubilidad	En agua	
Clasificación	Vitamina	
Denominación IUPAC	(R)-3,4-dihidroxi-5-((S)-1,2-dihidroxietil)furano-2(5H)-ona	
INVESTIGADOR: Dra. Dolores Villanueva		
FECHA 24 de junio 2016		
Procedimiento:		
<ul style="list-style-type: none"> • Método: Campo de irradiación conocido: ET01-APL110-SERA • Tasa de dosis de referencia: 3,3006 • Irradiador Tipo: 1. Marca Gammacell 220 Excel Modelo: C-198. Serie: GS - 401 • Radiación Gamma de Co-60 • Condiciones Ambientales: 18.0 °C: 968 hPa • Geometría de irradiación: La muestra fue irradiada dentro de un cilindro cerrado de 20.47cm de altura y 15.49 cm. de diámetro (LT15-DA-13 SERA) • Cotización: 034 – 2016 – SERV inhi 		
100gramos de fresa fresca	Miligramos/100gramos	
Primera muestra	43.12	
Segunda muestra	42.53	
Tercera muestra	41.07	
Cuarta muestra	42.53	
Quinta muestra	43.12	
Promedio	42.47	

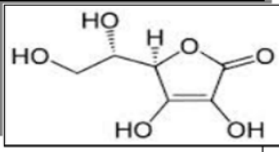
Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

CUADRO 4
CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA C EN FRESAS ANTES Y DESPUES DE
LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN IONIZANTE

VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO):		
Fórmula	C ₆ H ₈ O ₆	
Masa molar	176,12 g/mol	
Punto de fusión	190 °C	
Solubilidad	En agua	
Clasificación	Vitamina	
Denominación IUPAC	(R)-3,4-dihidroxi-5-((S)-1,2-dihidroxi-etil)furano-2(5H)-ona	
INVESTIGADOR: Dra. Dolores Villanueva		
REGISTRO DE LA MEDICION COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS		
100gramos de fresa fresca	Miligramos/100gramos	
	ANTES DE IRRADIAR	DESPUES DE IRRADIAR
Primera muestra	55.73	43.12
Segunda muestra	57.20	42.53
Tercera muestra	58.67	41.07
Cuarta muestra	57.20	42.53
Quinta muestra	57.79	43.12
Promedio	57.32	42.47

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

CUADRO 5
CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA C EN FRESAS ANTES Y DESPUES DE
LA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN IONIZANTE

VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO):			
Fórmula	C ₆ H ₈ O ₆		
Masa molar	176,12 g/mol		
Punto de fusión	190 °C		
Solubilidad	En agua		
Clasificación	Vitamina		
Denominación IUPAC	(R)-3,4-dihidroxi-5-((S)-1,2-dihidroxiethyl)furano-2(5H)-ona		
INVESTIGADOR: Dra. Dolores Villanueva			
REGISTRO DE LA CANTIDAD DE VITAMINA C, PERDIDA POR IRRADIACION			
100gramos de fresa fresca	Miligramos/100gramos		
	ANTES DE IRRADIAR	DESPUES DE IRRADIAR	CANTIDAD DE VITAMINA C, PERDIDA POR IRRADIACION
Primera muestra	55.73	43.12	12.61
Segunda muestra	57.20	42.53	14.67
Tercera muestra	58.67	41.07	17.6
Cuarta muestra	57.20	42.53	14.67
Quinta muestra	57.79	43.12	14.67
Promedio	57.32	42.47	14.844

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Tabla 1. Cuantificación de la vitamina C en fresas antes de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Cuantificación de la vitamina C	Media	DE	IC _{95%}	
			Li	Ls
Antes de la exposición a la radiación ionizante	57.3	1.1	55.98	58.64

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

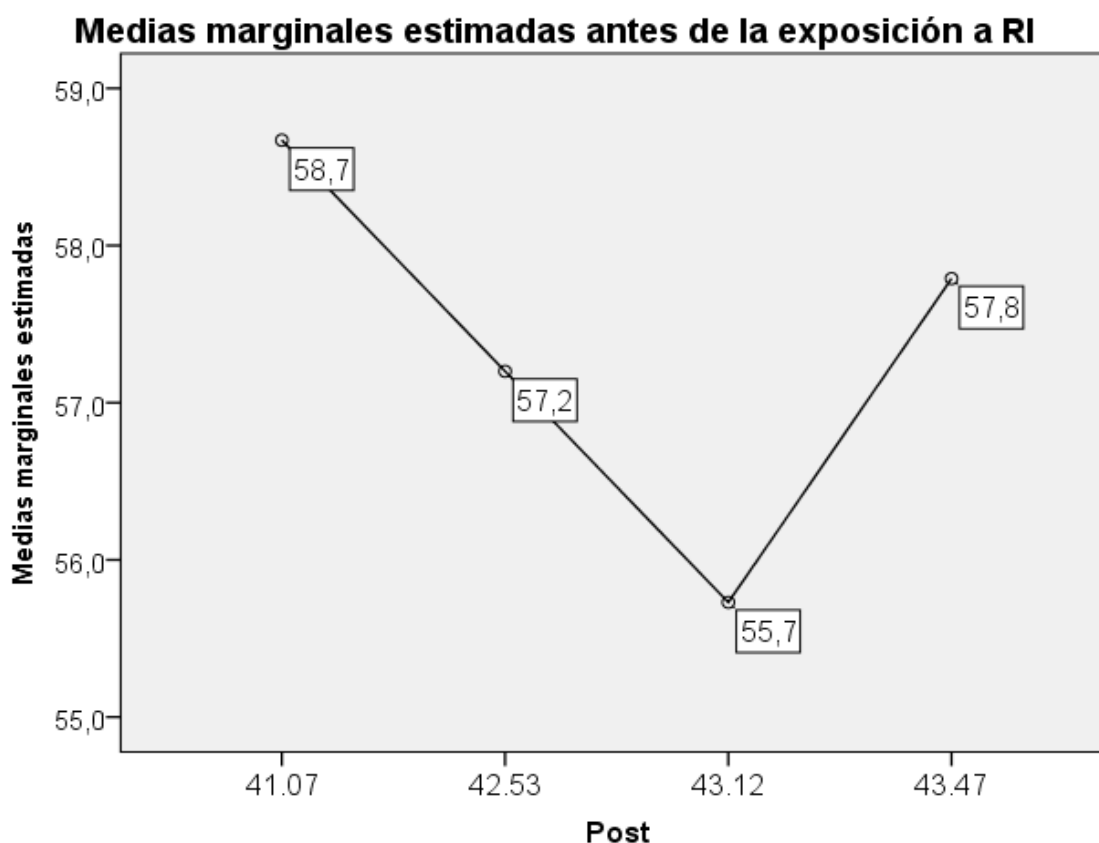


Figura 1. Cuantificación de la vitamina C en fresas antes de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Análisis

En la tabla 1, se aprecia la cuantificación de la vitamina C en fresas antes de ser expuesto a la radiación ionizante, de $57,3 \pm 1,1$ mg, promedio; con un intervalo de confianza al 95% 55,98 a 58,64 mg.

Tabla 2. Cuantificación de la vitamina C en fresas después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Cuantificación de la vitamina C	Media	DE	IC _{95%}	
			Li	Ls
Después de la exposición a la radiación ionizante	42.5	0.9	41.4	43.68

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

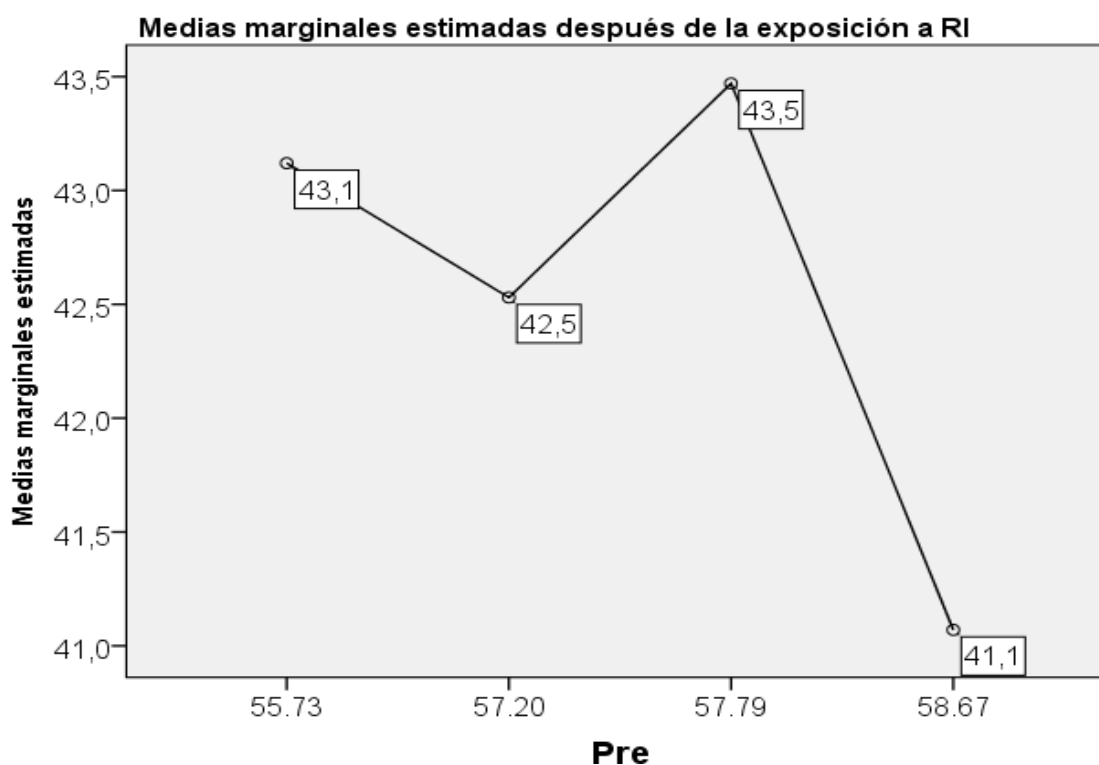


Figura 2. Cuantificación de la vitamina C en fresas después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Análisis

En la tabla 2, se aprecia la cuantificación de la vitamina C en fresas después de ser expuesto a la radiación ionizante, de $42,5 \pm 0,9$ mg, promedio; con un intervalo de confianza al 95% 41,4 a 43,68 mg.

Tabla 3. Diferencia de la cuantificación de la vitamina C en fresas antes y después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Cuantificación de la vitamina C	Media	DE	IC _{95%}	
			Li	Ls
Diferencia de antes con después	14.8	1.8	12.54	17.00

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

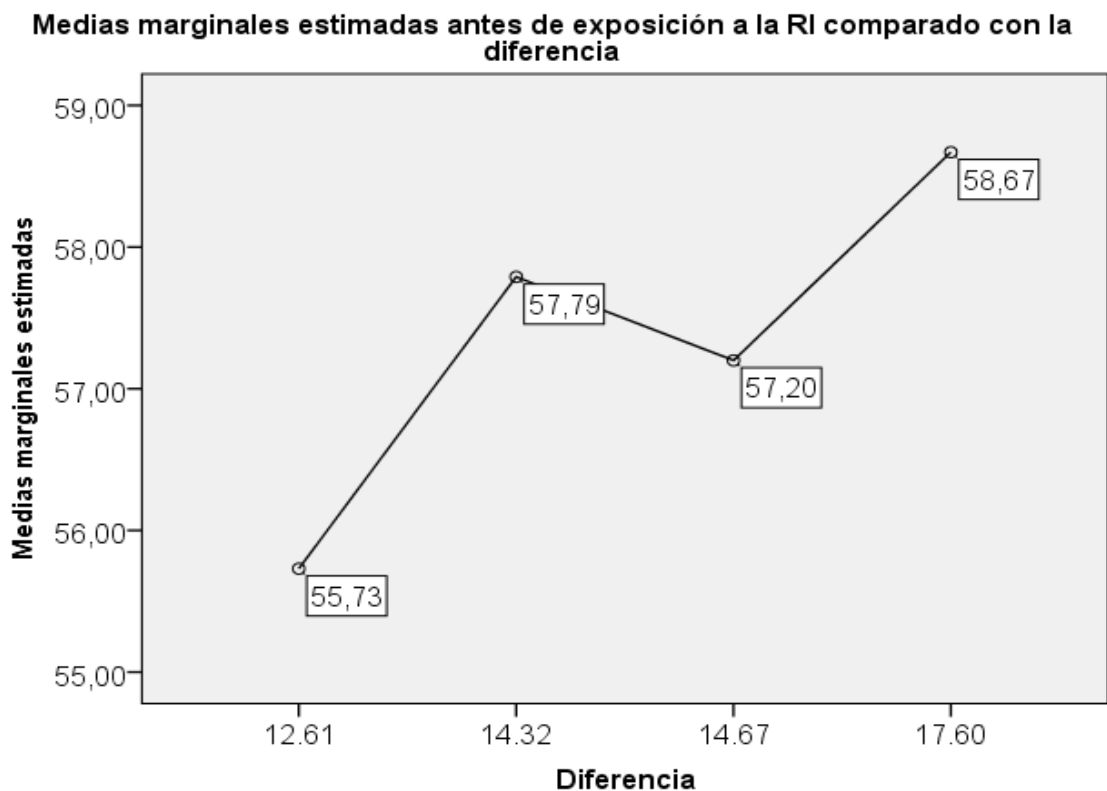


Figura 3. Diferencia de la cuantificación de la vitamina C en fresas antes de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Medias marginales estimadas después de exposición a la RI comparado con la diferencia

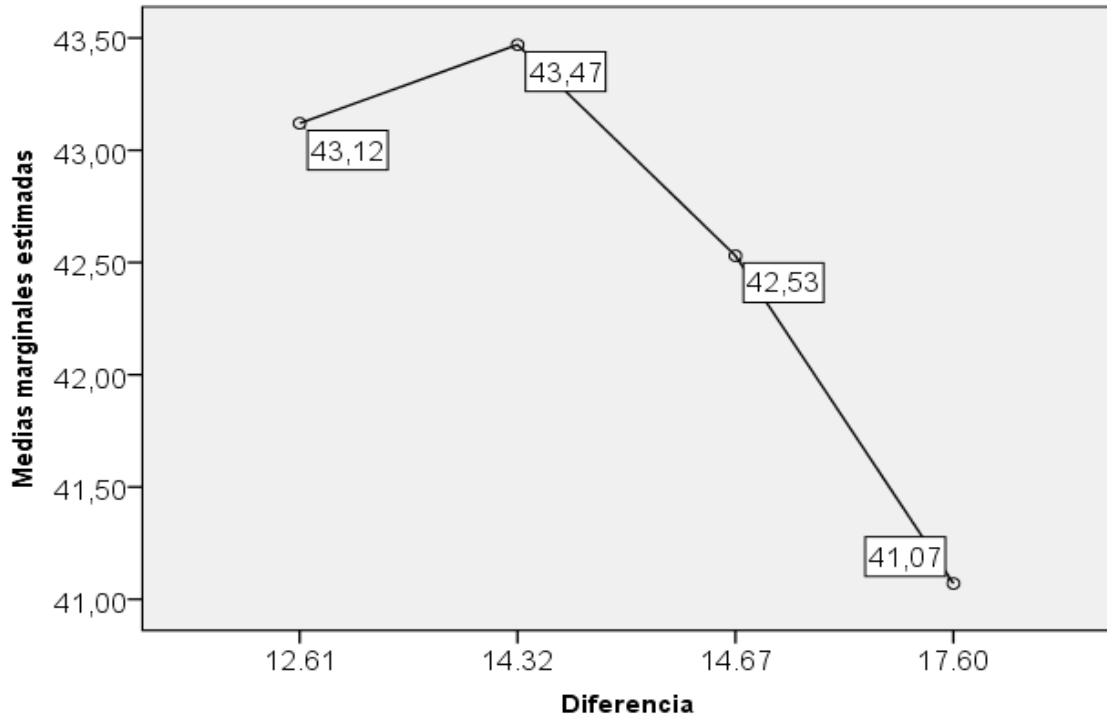


Figura 4. Diferencia de la cuantificación de la vitamina C en fresas después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Análisis

En la tabla 3, se aprecia la diferencia de la cuantificación de la vitamina C en fresas antes y después de ser expuesto a la radiación ionizante, de $14,8 \pm 1,8$ mg, promedio; con un intervalo de confianza al 95% 12,54 a 17,00 mg.

Interpretación

4.3 Contrastación de la hipótesis

A fin de contrastar la hipótesis de investigación y considerando que la muestra en estudio es pequeña, se utilizó el test de Shapiro – Wilk para determinar la prueba de la normalidad y seleccionar el estadístico de prueba más apropiado.

Tabla 4. Determinación de la prueba de normalidad mediante el test de Shapiro – Wilk de la cuantificación de la vitamina C en fresas antes y después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Pruebas de normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p valor
Antes de la exposición a RI	0.955	5	0.776
Después de la exposición a RI	0.898	5	0.398
Diferencia de la exposición a RI	0.897	5	0.393

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

Análisis

En la tabla 4, se realiza la prueba de la normalidad a fin de establecer el estadístico de prueba para la contrastación de la hipótesis; en tal sentido se aprecia que los valores de cuantificados de la vitamina C en las fresas antes de la exposición a radiación ionizante fue 0,955 y p valor 0,776, por lo que establece que los datos obtenidos tienen una distribución normal. De la misma forma se aprecia que los valores de cuantificados de la vitamina C en las fresas después de la exposición a radiación ionizante fue 0,898 y p valor 0,398, por lo que establece que los datos obtenidos tienen una distribución normal. Semejante a los valores anteriores, se aprecia la diferencia de la cuantificación de la vitamina C en las fresas comparando el antes con el después de la exposición a radiación ionizante fue 0,897 y p valor 0,393, se establece también que los datos obtenidos tienen una distribución normal.

Estos valores nos orientan que el estadístico de prueba a ser utilizados es la estadística paramétrica; el estadístico seleccionado es la *t de student* para muestras relacionadas.

Tabla 5. Comparación y diferencia de la cuantificación de la vitamina C en fresas antes y después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Cuantificación de la vitamina C	Diferencia emparejada				t	gl	p valor
	Media	DE	IC _{95%} Inferior	Superior			
Antes y después de la exposición a la RI	14.8	1.8	12.54	17.00	18.4	4	0.000

Fuente: Ficha de la cuantificación de la vitamina C en fresas.

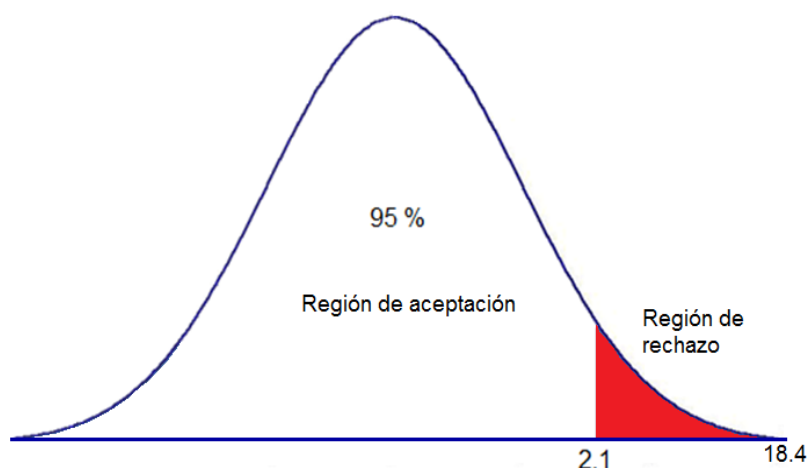


Figura 5. Comparación y diferencia de datos de cuantificación antes y después de la exposición a la radiación ionizante. Lima, junio 2016.

Análisis

En la tabla 5 se aprecia la diferencia emparejada de la cuantificación de la vitamina C en fresas medidas antes y después de la exposición a la radiación ionizante.

La media de las diferencias que se obtuvo fue $14,8 \pm 1,8$ mg, la t calculada fue 18,4 para cuatro grados de libertad, el p valor obtenido fue 0,000 ($p < 0,05$); por lo que con 0,0% de error se puede afirmar que al exponer las fresas a la radiación ionizante sufrirá modificación en la cuantificación de la vitamina "C"; en conclusión, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis de investigación (H_i) "La exposición de las fresas a la radiación ionizante modifica

la cuantificación de la vitamina "C". En un trabajo posterior se podrá obtener la media de las diferencias entre 12,54 a 17,0 mg.

Interpretación

De acuerdo a lo obtenido En la tabla 5 se aprecia la diferencia emparejada de la cuantificación de la vitamina C en fresas medidas antes y después de la exposición a la radiación

Se observa que los datos tienen significancia estadística

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a los resultados de la experimentación, en primer lugar **se verifica el referente bibliográfico que indica que una ración media de 150g de fresas, contiene 86 mg de vitamina C.** Pues en la medición experimental se obtuvo un promedio de 57.32 mg por 100 gramos de fresas, con lo cual se calcula que en 150 gramos existen 86 mg de vitamina C.

En segundo lugar observamos que **al final de la experimentación se genera una pérdida de vitamina C**, la cual se calcula mediante la diferencia comparativa de los resultados antes y después de la irradiación. **La pérdida de vitamina C es la que se espera en base a los efectos biológicos de la radiación aplicada.**

La disminución de la vitamina C, en el alimento irradiado es el efecto biológico más evidente, teniendo en cuenta que esta vitamina, es uno de los componentes más sensibles de la estructura de la fruta.

Sin embargo ESTA DISMINUCIÓN NO CONVIERTE EL ALIMENTO EN NOCIVO, las profusas investigaciones realizadas durante los cuatro últimos decenios han confirmado el valor y la inocuidad de las radiaciones ionizantes como medio de tratamiento de alimentos.⁴⁴

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación demuestra que:

- El tratamiento de alimentos con radiación ionizante, es un recurso necesario para las empresas de comercialización de alimentos perecibles, especialmente a los que se dedican a la exportación.
- Que si bien es cierto, el tratamiento de alimentos con radiación ionizante, ocasiona efectos biológicos, en cuanto a la disminución de la provisión de vitaminas, no los convierte en nocivos.
- Que los alimentos sometidos a radiación ionizante, permiten la seguridad, en cuanto a la protección eficaz del consumidor frente a los riesgos de origen microbiano
- Que la aplicación de la radiación ionizante da la posibilidad de tratar los alimentos después de envasados, con lo que se evita que los microbios presentes en los alimentos no tratados contaminen los que ya se han procesado
- Que los alimentos sometidos a radiación ionizante, permiten la conservación de los alimentos en estado fresco durante largos periodos sin detrimento de la calidad,
- Que la aplicación de la radiación ionizante da la posibilidad de ahorro por ser una técnica de procesamiento de baja energía y bajo costo en vez de otros métodos de procesamiento de alimentos, como el tratamiento térmico o la refrigeración.
- Que la aplicación de la radiación ionizante, evitara las pérdidas económicas que sufre el empresariado dedicado a la comercialización de alimentos perecibles
- Que los resultados tangibles de la cuantificación realizada, al ser sometidos al criterio de los empresarios logra influenciar en la ética empresarial
- La relación con la tesis presentada, está en la importancia que tiene la ética empresarial en la gestión de una organización para responder a las exigencias de la demanda actual en el mundo, mientras que la tesis reporta un resultado de experimentación que demuestra al empresario que usa técnicas de almacenamiento con radiación la necesidad imperativa de la transparencia para aceptar la disminución de los nutrientes y la seguridad de un alimento totalmente descontaminado.

RECOMENDACIONES

El presente trabajo de investigación demuestra que es recomendable el uso de la radiación ionizante, especialmente en el empresariado dedicado a la comercialización de alimentos perecibles

Que el empresariado que asuma este recurso, debe considerar indispensable la aplicación de la ética empresarial

Teniendo en cuenta que los países desarrollados han tardado en adoptar esta tecnología; está claro que uno de los motivos es la actitud del público hacia una técnica en la que intervienen radiaciones.

Por ello consideramos que la ética empresarial debe encaminarse a transparentar la información para que el consumidor, logre el conocimiento de:

- Que los alimentos irradiados tienen la apariencia íntegra del alimento, pero que sus atributos estructurales referidos a su valor nutritivo, preventivo o curativo están ligeramente disminuidos.
- Que la adquisición de alimentos no solo depende de los atributos estructurales o funcionales, sino de otros factores propios de un estudio de mercado.
- La existencia de legislación, mecanismos de control e inspección de orden mundial
- El uso del etiquetado en todo alimento irradiado

Para que el consumidor adquiriera este conocimiento se requiere de:

- Campañas de información pública
- Educación para ayudarle a decidir y luego a adoptar decisiones en la elección y uso de productos irradiados.

Los que debieran intervenir en este proceso serían

- Los países, que desean impulsar la exportación tendrían que organizar esfuerzos de educación pública
- Las empresas que calculen sus pérdidas y ganancias en el uso de este recurso

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Greco NID. Estudio Sobre las Tendencias de Consumo de Alimentos Primera Parte – Generalidades y Casos MINSAs, editor. Lima - Perú: MINSAs; 2010.
2. Stella Maris Alzamora SNGABNSLV. CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS - MANUAL DE CAPACITACIÓN. Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria (AGST) ed.: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO; © FAO, 2004.
3. Suárez R. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR IRRADIACIÓN Latinoamericano UdCE, editor. Argentina - <http://www.redalyc.org/revista.oa?id=877>: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal ; INVENIO Junio 2001.
4. Opinión del Comité científico de la AESA-Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Aplicación de radiaciones ionizantes a los alimentos. revista del comité científico- AESA-Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Núm. Referencia: AESA-2003-004; Núm. Referencia: AESA-2003-004.
5. Juan Carlos Gálvez Ruiz GVBC. Uso de la radiación en la conservación de alimentos. Revista Universidad de Sonora - Departamento de Ciencias Químico Biológicas. ;(Revista Numero 22).
6. Cortina AO. Ética de la Empresa. Claves para una nueva cultura empresarial:

- TROTTA ; 2005.
7. Auditores Externos - Chile. Etica de la empresa - claves para una nueva cultura empresarial. In Cortina A...: impreso por la Editorial Tecnos de 1994.
 8. Cortina A. ÉTICA EMPRESARIAL Y OPINIÓN PÚBLICA. Selecciones de Teología. julio - setiembre 1998; 37(http://www.seleccionesdeteologia.net/selecciones/lilib/vol37/147/147_cortina).
 9. Crespo MF. Lo Etico de la Etica Empresarial. Revista Venezolana de Gerencia. 2003 abril-junio, ; vol. 8, núm. 22,2003, (pp. 307-322).
 10. RESPONSABLE FSDGÉYS. Norma para la Evaluación de la Gestión Ética y Socialmente Responsable en las organizaciones. Forética/SGE 21/. Versión 2008.
 11. ética FFpledg. Responsabilidad Social – Modelos de aplicación - Sistema de Gestión ética y socialmente responsable. Revista Forum - Calidad. 2011;(INGECAL ART07/2011).
 12. Bermudez AF. TRANSPARENCIA Y RESPONSABILIDAD SOCIALMENTE ECOLÓGICA. PRINCIPIOS ÉTICOS VÁLIDOS PARA EL DESARROLLO EMPRESARIAL Y CIENTÍFICO. 2011 Agosto.
 13. Julio Sanchez Fierro ARC. Estilo de vida y habitos alimenticios de la poblacion pediatrica latinoamericana y su implicacion en la obesidad. Fundacion ABBOT. 2011.
 14. SUWALSKY MAYM. Radicales libres,antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea. 2006;(494 - II Sem. 2006 - pp. 161-172).
 15. Alomar DMF. ANTIOXIDANTES: captadores de radicales libres ó sinónimo de salud? .
 16. Molina MdCRd. El estrés oxidativo y el destino celular. Revista QuímicaViva. 2003;(Volumen 2, Número 1, abril 2003).
 17. González-Urbaneja DI. Radicales libres - Algunas consideraciones clínicas. Gaceta Médica de Caracas. mayo de 2005.:(Gac Méd Caracas v.114 n.2 Caracas abr. 2006).
 18. Chirino YI. Evidencias de la participacion del peroxinitro en diversas enfermedades. Revista de investigacion clinica. Julio - Agosto 2006; Vol 58 N° 4 - pp 350 - 358.
 19. Sanchez GM. Especies reactivas del oxígeno y balanc eredox, parte I: aspectos básicos y principales especies reactivas del oxígeno. Revista Cubana de Farmacia. 2005 -dic; Rev Cubana Farm v.39 Ciudad de la Habana sep.(n.3).

20. Zequeira LDEB. Vitaminas y oxidorreductasas antioxidantes: defensa ante el estrés oxidativo. Rev Cubana Invest Biomed. 2006; Facultad de Ciencias Médicas "Julio Trigo López"(25(2):).
21. Carolina Criado Dabrowska MSMM. Vitaminas y antioxidantes. ACTUALIZACIONES EL MEDICO. 2009.
22. Luis Delgado Olivares GBCTSM. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. Investigación y Ciencia - Universidad Autónoma de Aguascalientes. 2010, pp. 10-15 septiembre-diciembre, ;(núm. 50,).
23. El-Soheymy LADCABA. Nutrigenética y modulación del estrés oxidativo. Annales Nestlé. Ann Nutr Metab 2012; 60((suppl 3):27-36).
24. Belles VVi. E papel antioxidante de los alimentos de origen vegetal vitaminas y polifenoles. Facultad de Medicina - Universidad de Valencia. .
25. Julio Sanhueza C. AVB. NUTRIGENÓMICA: REVELANDO LOS ASPECTOS MOLECULARES DE UNA NUTRICIÓN PERSONALIZADA. Revista Chilena de Nutricion. 2012 Marzo ; Vol. 39(, Nº1,).
26. Wikinski DRLWd. Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal- Acta Bioquím Clín Latinoam. 2007; 41((4): 525-32).
27. Carmen Garcés LLSRRMBBCEV. Análisis de la actividad paraoxonasa. Clin Invest Arterioscl. 2007; 19((6):287-92).
28. Elejalde Caravaca Ee. Extracción y caracterización de antocianos y procianidinas de distintas variedades de uva. F o rmula. 1999, 67-82;(5,).
29. Cuevas Montilla E.1 AA2yWP. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE ANTOCIANINAS. Institut für Lebensmittelchemie, Universidad Mayor San Simón Cochabamba. .
30. GLORIA ASTRID GARZÓN1 PD. LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN. Acta biol. Colomb. 2008 27 - 36; , Vol. 13(No. 3,).
31. Miguel Aguilera Ortíz* MdCRVRGCMYJAMV. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. DE 2011 MAYO/AGOSTO; Volumen XIII,(No 2,).
32. Balseiro I. Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes. Proteccion Radiologica. .
33. Cammarata GE. Conservación de alimentos por irradiación. Las Tesinas de Belgrano. 2010.

34. Sendra E, CMyGB. Alimentos irradiados. Arbor. 2001 (Enero), 129-153 pp.; CLXVIII,(661).
35. Cantúa JCGRVB. Uso de la radiación en la conservación de alimentos. .
36. alimenticia DdAdEUSdiys. Seguridad Alimentaria - Riesgos de la irradiación de alimentos. Investigación y Ciencia. 2010 mayo;(pag.5).
37. R. JV. Efecto de la radiación gamma sobre la vitamina C. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Av. Canadá 1470 Lima 41. enero 2011; Volumen 8,(número 1,).
38. Cristina Rojas-Argudo(1) LPACMA. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE RAYOS X A DOSIS MODERADAS SOBRE LOS COMPONENTES BIOACTIVOS DE MANDARINAS. Rev. Iber. Tecnología Postcosecha. 2007; Vol 8(2:74-81).
39. Agricultura Md. Estudio de la fresa en el Perú y el mundo. 2008 Lima, Octubre.
40. MSc. Luz Marina Carvajal de Pabón IDCEHYDRDCPICAGDCB. Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria xananassa*. Revista Cubana de Plantas Medicinales. 2012; 17((1)37-53).
41. D. Donno* MCGLBMGMDTMAKCGB. Currants and strawberries as bioactive compound sources. Journal of Applied Botany and Food Quality. 2013; 86, .
42. Cantillano¹ RFF, Ávila² JMM, Peralba³ MdCR, Mara T. Actividad antioxidante, compuestos fenólicos y ácido ascórbico de frutillas en dos sistemas de producción. Hortic. bras.. 2012 - dez.; v. 30,(n. 4, out.).
43. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. Nutrition. (2012); 28.
44. FDA adgdIEUrdlrdam. La irradiación de alimentos. Información sobre alimentosx. 2011 Junio 2011.
45. JEREZ JJR. Tratamiento de alimentos con radiación ionizante. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2004/11/03/15100.php>. 3 de noviembre de 2004;(Ciencia y tecnología de los alimentos).
46. Salud OMDI. LA IRRADIACION DE LOS ALIMENTOS. Una técnica para conservar y preservar la inocuidad de los alimentos Ginebra: Obra publicada por la Organización Mundial de la Salud en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 1989.

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA SOBRE ÉTICA EMPRESARIAL

CONDICION: Anónima

OBJETIVO: "Deseamos conocer sobre la importancia de la ética en las empresas que trabajan con nuestra población, de modo que podamos seleccionar el voluntario correcto para el proyecto adecuado".

MARQUE CON UNA EQUIS (x), DONDE USTED CREA CONVENIENTE:

ÉTICA Y ACTIVIDAD ECONÓMICA

1. ¿Cree que los valores éticos deben tenerse en cuenta en las actividades comerciales?

• Si

• No

2. ¿Cree que los valores éticos deben influir en el mercado?

• Si

• No

3. ¿Considera que los valores éticos constituyen un obstáculo a las posibilidades de lucro?

• Si

• No

4. ¿Cree que los valores éticos incrementan las posibilidades de lucro?

• Si

• No

• Omite

ÉTICA EN LA EMPRESA

5. ¿Qué importancia atribuye su empresa a la ética?

• Mucha

• Poca

• Ninguna

6. ¿Considera que los empleados de su empresa enfrentan conflictos a raíz de...?

- | | SI | NO |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Diferencias con los directivos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Actividades Poco éticas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Comportamiento desleal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

7. Su empresa, ¿considera importante alguno de los siguientes aspectos al contratar empleado?

- | | SI | NO |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Orientación sexual | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Estabilidad matrimonial | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Solidez en sus convicciones éticas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Credo religioso | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8. ¿Qué marco ético promueve su empresa?

- | | SI | NO |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Legalidad Vigente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Misión Corporativa | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Valores Generales | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Ejercicio de virtudes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Realización de los empleados | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. Considera necesario que su empresa cuente con un código de ética

- No creo que sea tan necesario
- Sí, es básico
- No tengo idea que es un código de ética

10. Durante un proceso de contratación de personal usted...

- Aplica un cuestionario de desempeño laboral para sus capacidades de trabajo

- Aplicaría situaciones de compromiso para ver su reacción
- Hablaría con la persona que puso como referencia para ver si dice la verdad

11. ¿La ética, es un factor determinante en la forma de actuar de una persona, este concepto es un talento o un capital humano?

- Es un talento individual o virtud personal
- Es un capital humano que hay que considerar como fortaleza institucional
- No se que es talento o capital humano

12. ¿Qué es más relevante, hacer las cosas con el fin de cumplir objetivos o hacer las cosas correctamente?

- Hacer la cosas para para cumplir los objetivos
- Hacer las cosas correctamente independientemente de resultados
- Ambas son importantes hacer las cosas bien sin afectar a terceros

13. Para los trabajadores de una empresa, trabajar tiempo extra es un castigo en-----Pero es una protesta en-----

- Japón – Venezuela
- Venezuela – Japón
- Brasil – Perú

14. Como gerente de su empresa usted recibe el reporte sobre la existencia de maltrato laboral verbal, ¿Cuál es su evaluación?

- No me pasaría porque no dejaría que nadie se hablara mal, ni yo a ellos ni ellos a mi, ante todo el respeto e integridad
- Puede ser porque creo que si todos nos tratamos como iguales, se crea un ambiente laboral agradable
- Me da igual, mientras saquen el trabajo bien

15. ¿Cómo se difunden los valores éticos en su empresa?

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| SI | NO |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- Misión empresa
- Folletos, web, otros
- Presentaciones orales
- Sesiones de trabajo
- Reuniones periódicas
- Proyectos específicos

16. ¿Se difunden también fuera de la empresa?

- Si
- No
- Un poco

17. ¿Desarrolla su empresa proyectos o iniciativas concretas relacionadas con la aplicación de principios éticos en su labor como tal?

- Si
- No
- Ambas
- No responde

18. ¿A qué tipo de miembro de su empresa se dirigen estos proyectos o iniciativas?

- | | SI | NO |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Altos directivos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Personal en general | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Personal administrativo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Personal de área específica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ÉTICA Y MISIÓN CORPORATIVA

19. ¿Existe algún documento que exprese los principios éticos de su empresa?

- Si
- No

20. ¿Qué tipo de documento es?

- | | SI | NO |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • Misión de empresa | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Credo o declaración de valores | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Código de conducta | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • Otros | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

