

# ELIMINACIÓN DE *Vibrio cholerae* EI Tor, EN CONCHAS DE ABANICO (*Argopecten purpuratus*) CON EL USO DE RADIACIÓN GAMMA Y EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO

Torres Z.<sup>(1)</sup> [ztorres@ipen.gob.pe](mailto:ztorres@ipen.gob.pe), Bernuy B.<sup>(2)</sup>, Vivanco M.<sup>(3)</sup>, Kahn G.<sup>(4)</sup>

(1) Instituto Peruano de Energía Nuclear / Lima, Perú

(2) Universidad Nacional Agraria La Molina / Lima, Perú

(3) Universidad Nacional Federico Villarreal / Lima, Perú

(4) Universidad Nacional Agraria de La Selva / Pucallpa, Perú

## RESUMEN

Se determinó el valor  $D_{10}$  de *Vibrio cholerae* en conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*), experimento que fue llevado a cabo *in vivo*. El  $D_{10}$  fue de 0,143 kGy por lo que es necesario aplicar 8D en conchas de abanico, que es equivalente a una dosis de 1,14 kGy, la dosis óptima para la extensión de la vida útil de muestras mantenidas bajo condiciones de refrigeración (0-1 °C), examinadas periódicamente bajo el criterio de los diferentes métodos analíticos.

El tiempo de vida útil, para la característica apariencia alcanza el límite de aceptabilidad de 3, a los 11 días para las muestras control y a los 16 y 13 días para las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy; el olor de las muestras control solo fue aceptado hasta los 13 días mientras que las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy sobrepasaron este nivel llegando a 19 y 17 días respectivamente. Del mismo modo, se puede precisar que la vida útil de la característica sabor para las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy se extendió hasta los 19 y 20 días respectivamente, mientras que las muestras control solo alcanzaron los 15 días. La textura de las muestras control se mantuvo dentro de los límites aceptables hasta los 18 días, mientras que las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy, llegaron hasta los 21 y 17 días respectivamente. También se estudió el uso del pH y Bases Volátiles Nitrogenadas como índices de calidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

La incidencia de enfermedades transmitidas por alimentos afecta gravemente la salud y productividad en la mayoría de los países en vías de desarrollo, entre éstas destaca nítidamente el cólera, enfermedad que ha causado vastos daños en países como el Perú

donde la epidemia, causó pérdidas del orden de 500 millones de dólares en el comercio internacional de productos marinos el año 1991[1].

La irradiación de alimentos se presenta como una alternativa viable para asegurar la eliminación del *Vibrio cholerae*, en los productos destinados a la exportación o al consumo interno como son las conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*), las cuales son producidas ampliamente en crianzas intensivas por algunos países latinoamericanos que las destinan a la exportación en forma de producto crudo-congelado y que se presenta como una especie de riesgo por ser un molusco bivalvo cuyo hábitat se encuentra próximo a la costa, con lo que aumenta las posibilidades de contaminación [2].

El presente trabajo tuvo dos objetivos, el primero fue la determinación de la dosis óptima de irradiación para aumentar el tiempo de vida útil de las conchas de abanico en almacenamiento a temperaturas de refrigeración (0-1 °C) y el segundo la determinación del valor  $D_{10}$  para *Vibrio cholerae* en conchas de abanico, estudio que fue conducido *in vivo* y cuyo método de inoculación simula la contaminación natural con agua marina, en la cual el cultivo fue suspendido [3].

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materia prima

Las conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) usadas para la determinación del valor  $D_{10}$  fueron obtenidas directamente del criadero de una planta comercial de procesamiento de moluscos a 30 km de Lima por lo que el tiempo transcurrido entre la captura y el experimento fue de 3 horas. Los especímenes usados para la determinación de la vida útil en almacenamiento fueron comprados en el

Terminal Marítimo de Villa María, teniendo éstas por lo menos 1 día desde la extracción.

## 2.2. Empacado

Para ambas experiencias se usaron films de Nylon 6 de 25  $\mu$  de espesor, selladas a la atmósfera normal y esterilizadas por irradiación, dicho polímero está recomendado para el uso en la radapertización de carnes por su bajo olor residual cuando es sometido a la energía ionizante [4].

## 2.3. Irradiación

El equipo utilizado para la irradiación fue un Gammacell 220 ( $^{60}\text{Co}$ ), con una tasa de dosis de 48 Gy/min. Para la obtención del valor  $D_{10}$  muestras inoculadas con *Vibrio cholerae* fueron irradiadas a dosis de 0,1; 0,2; 0,3 y 0,4 kGy a temperatura ambiente. Las dosis evaluadas para la obtención de la vida útil de las muestras refrigeradas fueron de 1,0 y 2,0 kGy. Para el cálculo de la tasa de dosis se utilizó la dosimetría Fricke.

## 2.4. Almacenamiento

Todas las muestras (control e irradiadas) fueron mantenidas bajo condiciones de refrigeración (0-1 °C), las mismas que fueron examinadas periódicamente bajo el criterio de los diferentes métodos analíticos para la determinación de la vida útil en almacenamiento, que se indicarán posteriormente.

## 2.5. Determinación del valor $D_{10}$

Se determinó el efecto de la radiación gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) sobre el *Vibrio cholerae* serotipo Inaba en conchas de abanico, la cual fue incubada en Agua Peptonada Alcalina (APA) a 42 °C y 8 horas, estriada en Agar Infusión Cerebro Corazón (BHIA) inclinado e incubada por 24 horas a 37 °C [5]. El inóculo se obtuvo sembrando una asada del cultivo anterior en 3 matraces con 50 ml de APA e incubándolos a 42 °C por 24 horas, dicho volumen fue vertido en una pecera con agua de mar previamente ozonizada, conteniendo conchas de abanico, las cuales registraron una contaminación aproximada de  $10^8$  de *V. cholerae*/gr. Se tomaron muestras que fueron homogenizadas e irradiadas a las dosis indicadas en 2,3: y evaluadas microbiológicamente por el método de inclusión en placas con BHIA. Finalmente con los datos de los contajes microbianos (ufc/g) encontrados en función de la dosis de

irradiación se hizo una regresión lineal para obtener una curva semilogarítmica de letalidad donde la inversa negativa de la pendiente es el valor  $D_{10}$  [6].

## 2.6. Métodos analíticos para la determinación de la vida útil en almacenamiento

### 2.6.1. Evaluación sensorial

Las evaluaciones sensoriales del control y muestras irradiadas fueron llevadas a cabo el día 1er (después de la irradiación), 6to, 11vo y 16vo día del almacenamiento por un panel entrenado de 5 miembros. La preparación de las muestras, para su evaluación, fue como sigue: las conchas de abanico se cocinaron al vapor, sin la adición de sal ni otros aditivos, por 3 minutos y fueron colocadas en platos codificados. Se utilizó una tabla con una escala descriptiva de las características organolépticas con puntaje de 1 a 5, presentada en el anexo 1, que fue preparada tomando como patrón referencial, la tabla de calificación elaborada por Singson *et al.* [7].

### 2.6.2. Análisis microbiológico

Evaluaciones microbiológicas del control y muestras irradiadas fueron ejecutados a intervalos de 7 días durante su almacenamiento en refrigeración efectuándose recuentos de microorganismos aerobios totales usando el método de inclusión en placas con BHIA incubadas a 22 °C por 24 horas (experiencia personal).

### 2.6.3. Análisis químicos

#### 2.6.3.1. Bases volátiles totales ( BVT-N )

Fueron cuantificadas por el método de Microdifusión en placas Conway [8], empleando ácido bórico y carbonato de potasio saturado e incubado a 37 °C por 90 minutos. La titulación se llevó a cabo con ácido clorhídrico 0,02N. Las muestras control e irradiada a la dosis óptima, fueron evaluadas inmediatamente después de la irradiación, 6to, 11vo y 16vo día de almacenamiento en refrigeración.

#### 2.6.3.2. pH

El pH de la muestra homogenizada fue

determinada en un potenciómetro eléctrico en una proporción de carne /agua destilada: 1/10[9].

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Efectos de la irradiación sobre el *vibrio cholerae*

Esta fase de la investigación se centró en la determinación del valor  $D_{10}$  en conchas de abanico, experimento que fue llevado a cabo in vivo, dada la característica de filtrador propia de este espécimen por la cual los vibrios presentes en el medio marino son absorbidos en forma natural y depositados en el sistema digestivo de los mencionados bivalvos

La figura 1 muestra la curva de supervivencia del *Vibrio cholerae* ajustada mediante una regresión lineal. El valor  $D_{10}$  fue de 0,143 kGy con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,97 por lo que es necesario aplicar 8D (que es la dosis equivalente para eliminar una población de  $10^8$  UFC la cual es el promedio de células que pueden causar la enfermedad [10]) en conchas de abanico, que es equivalente a una dosis de 1,14 kGy.

Esto concuerda con los datos obtenidos por Ref. [3] quien realizó experimentos in vivo utilizando ostras (*Classostrea brasiliana*) obte-

niendo un valor de 1,5 kGy para la inactivación de un promedio de 8 ciclos logarítmicos de *Vibrio cholerae* 0139. Asimismo Ref. [3] halló el valor  $D_{10}$  para los serotipos Inaba y Ogawa de *Vibrio cholerae* entre 0,13 y 0,19 kGy.

#### 3.2. Evaluación sensorial

##### 3.2.1. Materia prima

La calidad de la materia prima se consideró como muy buena de acuerdo a lo reportado en la Tabla 1 en la cual se observa que el primer día el promedio de los puntajes otorgados por los miembros del panel para las características olor y apariencia de las muestras crudas alcanzaron el umbral de los 5 puntos.

##### 3.2.2. Conchas de abanico crudas

Los panelistas reportaron un ligero aroma impropio (off-odor), que se percibió en el momento de la apertura del empaque, el mismo que se disipaba muy rápidamente. Experiencias pasadas a dosis por debajo de 1 kGy, en ostras, indicaron presencia de olor grasoso[11]. De la Tabla 1 se halla mediante una regresión lineal que el tiempo de vida útil, para la característica apariencia alcanza el límite de aceptabilidad de 3, a los 11 días para las muestras control y a los 16 y 13 días para las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy, respectivamente.

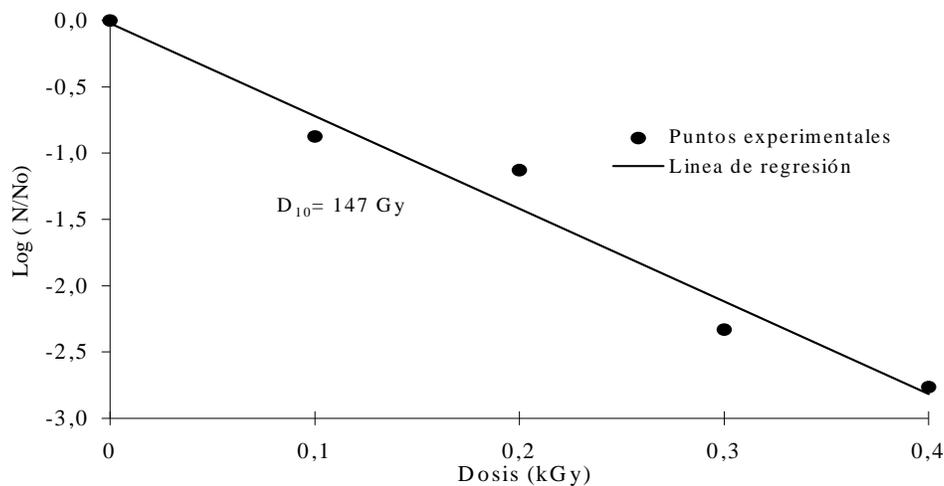


Figura 1. Determinación del valor  $D_{10}$  para *Vibrio cholerae* en conchas de abanico.

**Tabla 1.** Calificaciones promedio y límites de confianza de parámetros organolépticos evaluados en conchas de abanico crudas.

Días de almacenamiento	Apariencia	Control		1 kGy		2 kGy		Límite inferior	Límite superior
		Puntaje	Límite inferior	Límite superior	Puntaje	Límite inferior	Límite superior		
	1	5,00	2,63	7,25*	5,00	4,57	5,56*	4,93	6,31*
	6	4,13	1,96	6,00*	4,47	3,93	4,80	4,53	5,36*
	11	2,53	1,00**	5,04*	3,67	3,23	4,10	3,53	4,56
	16	2,33	-0,25**	4,37	2,93	2,47	3,46	2,60	3,91
	Olor								
	1	5,00	3,86	6,07*	4,93	4,32	5,40*	4,87	5,21*
	6	4,20	3,17	5,10*	4,27	3,88	4,83	4,20	4,61
	11	3,07	2,33	4,27	3,80	3,37	4,32	3,67	4,06
	16	2,60	1,36	3,57	3,40	2,80	3,88	3,20	3,55

\* La calificación se toma como igual al puntaje máximo (5)

\*\* La calificación se toma como igual al puntaje mínimo (1)

De acuerdo a los resultados indicados en la mencionada tabla tenemos que el olor de las muestras control solo fue aceptado hasta los 13 días mientras que las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy sobrepasaron este nivel llegando a 19 y 17 días respectivamente.

### 3.2.3. Conchas de abanico cocidas

De la Tabla 2 se puede observar que las muestras control presentaron un olor aceptable solo hasta los 13 días a diferencia de las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy que llegaron a alcanzar los 18 y 17 días respectivamente.

**Tabla 2.** Calificaciones promedio y límites de confianza de parámetros organolépticos evaluados en conchas de abanico cocidas.

Días de almacenamiento	Olor	Control		1 kGy		2 kGy		Límite inferior	Límite superior
		Puntaje	Límite inferior	Límite superior	Puntaje	Límite inferior	Límite superior		
	1	4,87	3,21	6,14*	4,67	3,40	5,63*	4,33	4,89
	6	3,73	2,67	5,23*	3,87	3,08	5,04*	3,80	4,42
	11	3,07	1,94	4,50	3,53	2,63	4,58	3,60	4,02
	16	2,67	1,03	3,96	3,27	2,04	4,27	3,07	3,69
	Sabor								
	1	4,80	3,75	5,61*	4,60	3,75	5,28*	4,53	5,43*
	6	3,93	3,25	4,87	3,93	3,43	4,76	3,93	4,92
	11	3,33	2,63	4,25	3,73	3,01	4,34	3,87	4,53
	16	2,93	1,89	3,75	3,27	2,49	4,02	3,27	4,27
	Textura								
	1	4,93	3,97	5,71*	5,00	4,84	5,12*	4,73	5,70*
	6	4,13	3,56	5,07*	4,47	4,37	4,62	4,00	5,04*
	11	3,87	3,03	4,54	4,00	3,88	4,13	3,40	4,52
	16	3,27	2,39	4,13	3,53	3,38	3,66	3,20	4,14

\* La calificación se toma como igual al puntaje máximo (5).

Del mismo modo se puede precisar que la vida útil de la característica sabor para las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy se extendió hasta los 19 y 20 días respectivamente, mientras que las muestras control solo alcanzaron los 15 días. La textura de las muestras control se mantuvo dentro de los límites aceptables hasta los 18 días, mientras que las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy, llegaron hasta los 21 y 17 días respectivamente.

### 3.3. Evaluación microbiológica

Los análisis microbiológicos se realizaron periódicamente a partir del día 1, tanto para la muestra control como para las irradiadas. Los resultados aparecen en la Tabla 3.

Los recuentos obtenidos para el día 1, demuestran que desde el punto de vista microbiológico la materia prima era de baja calidad lo cual es usual en países con un control sanitario deficiente como es el caso del Perú, donde la comercialización de productos se realiza en condiciones deficientes.

Al comparar los valores hallados en las muestras irradiadas con el control, el primer día de análisis, se puede observar una disminución significativa de la población microbiana del orden de 0,764 log para la muestra irradiada a 1 kGy y de 2,93 log para la tratada a 2 kGy, lo

cual demuestra la efectividad de las dosis empleadas. Tanto los controles como las muestras irradiadas experimentaron un aumento relativo del número de gérmenes por gramo, a lo largo del almacenamiento, encontrándose en el nivel de rechazo ( $1,00 \times 10^6$ ) en el día 2 para el control y en los días 9 y 16 para 1 y 2 kGy respectivamente. Es necesario hacer notar que la temperatura de incubación empleada (22 °C) es la recomendada para este tipo de productos y se dice que los recuentos resultan ser 10 veces más altos que si se emplea la temperatura de 35-37 °C [12].

### 3.4 Análisis químicos

#### 3.4.1 Nitrógeno de bases volátiles totales

Como se sabe la mayor parte de los ensayos de frescura para la determinación de calidad están basados en la detección y posterior medida de compuestos de degradación, producidos por desarrollo microbiano, tales como ácidos, aminos y demás bases volátiles [13]. Por este motivo en el presente estudio se realizaron los análisis de estos índices, para compararlos entre sí y con los análisis microbiológicos y sensoriales para conchas de abanico irradiadas de modo de seleccionar los tratamientos de irradiación que presenten un mejor comportamiento.

Tabla 3. Recuento total de aerobios mesófilos totales.

Días de almacenamiento	Control	1 kGy	2 kGy
1	$8,70 \times 10^5$	$1,50 \times 10^5$	$1,00 \times 10^3$
6	$6,30 \times 10^6$	$8,10 \times 10^5$	$1,33 \times 10^4$
11	$3,40 \times 10^7$	$1,47 \times 10^6$	$3,70 \times 10^5$
16	$5,40 \times 10^8$	$4,59 \times 10^6$	$1,81 \times 10^5$

Como se puede observar en la figura 2, que el contenido de N-BVT (mgN/100g) presenta un comportamiento diferente en las muestras irradiadas comparándolas con las muestras controles para diferentes días de almacenaje. Así mientras el contenido de N-BVT, crece en forma acelerada en las conchas de abanico no irradiadas a partir del 6to día, en el producto irradiado se mantienen bajos los valores, hasta el día 11 en donde presenta un incremento moderado. Algunos autores afirman [14] que se obtiene un aumento permanente de ácidos y bases en los productos marinos de alto porcentaje proteico irradiados una vez que el número de gérmenes por gramo es superior a  $10^8$ , esto implica indudablemente que son de escaso

valor (estado de descomposición) tomando en cuenta este índice de calidad. Así las bases volátiles resultan ser buenos índices sólo para el producto no irradiado, ya que en estas muestras el contenido de nitrógeno se va incrementando notoriamente a través del período de almacenamiento.

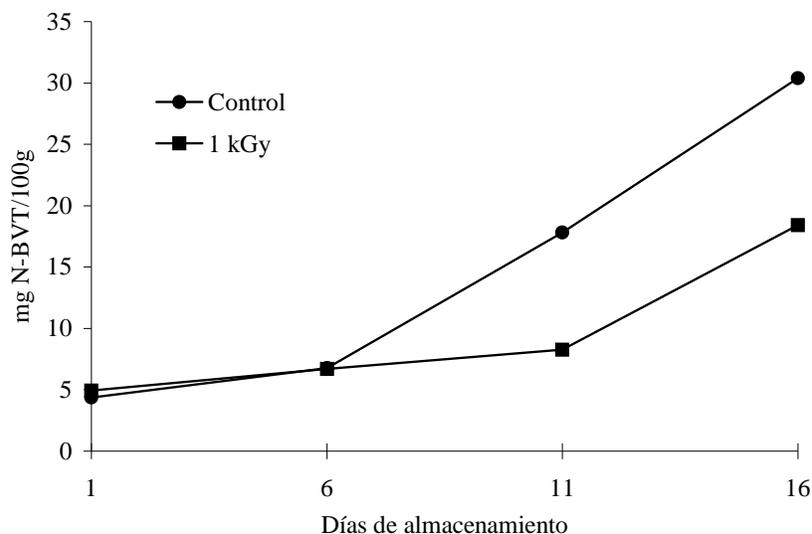
#### 3.4.2 pH

Se observa que el pH inicial de la materia prima muestra valores bajos (6,05 en promedio) comparado con el rango sugerido por Ref.[9] quien indica que la concha de abanico fresca debe tener un pH entre 6,3 y 6,9; mientras que la de baja frescura muestra un pH menor

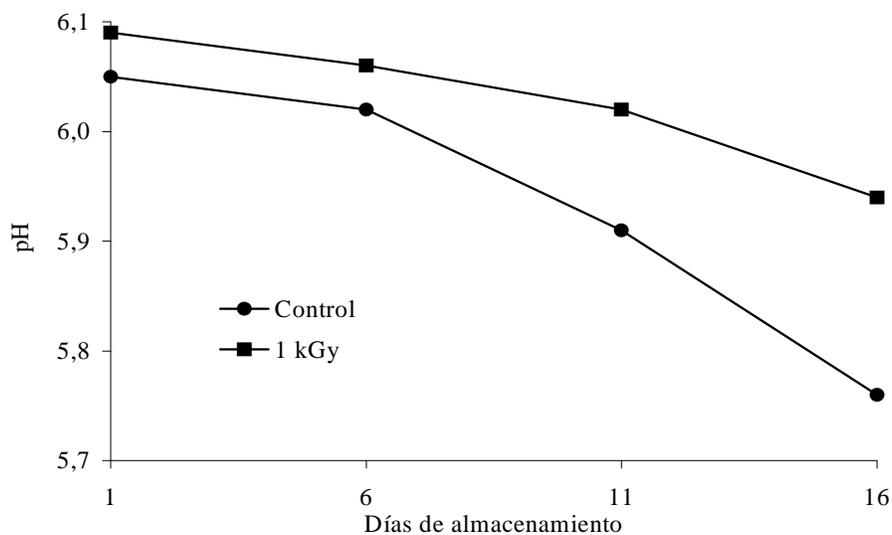
a 5,8; esto se debió a que las conchas de abanico compradas en el Terminal Marítimo de Villa María tenían como mínimo de 17 a 20 horas desde la extracción, la misma que se realiza en la caleta de Pisco el día anterior a la compra.

En la figura 3 se puede observar la variación del pH en función al tiempo; mediante una regresión lineal determinamos que la muestra control llega al valor límite de

frescura el día 14; mientras que la muestra irradiada a 1 kGy analizada en forma similar llegaría el día 27; por lo que si tomáramos en cuenta únicamente este criterio, se podría concluir que la irradiación a 1 kGy es el método adecuado para la conservación de conchas de abanico irradiadas y almacenadas bajo refrigeración (0-1 °C); afirmación que deberá ser corroborada por los demás análisis.



**Figura 2.** Variación del contenido de nitrógeno de las bases volátiles totales en conchas de abanico crudas control e irradiada a 1 kGy.



**Figura 3.** Evaluación del pH en conchas de abanico control e irradiadas a 1 kGy, almacenadas en refrigeración.

Durante el tiempo de almacenamiento se observó una disminución gradual del pH, lo cual se debe a los cambios bioquímicos que experimenta el músculo durante el post-mortem, de los cuales, el más importante es la glicólisis, en el que la degradación del glucógeno conduce a la producción de lactato o en algunos casos, mediante una vía alterna, piruvato. La presencia de estos compuestos se refleja inmediatamente en la disminución del pH [15]. De la misma manera se ha encontrado que algunos microorganismos participan en la formación de ácidos orgánicos, pero esta vía de acidificación se considera intrascendente ya que sólo fermentan un 3 % del total del glucógeno existente en los moluscos. Se recomienda una disminución de la temperatura de

almacenamiento ya que a bajas temperaturas la velocidad de las reacciones enzimáticas se reduce.

### 3.5 Análisis de costos

#### 3.5.1 Características de la Planta de irradiación

La planta, como observamos en la tabla 4, es del tipo plurifuncional la cual alberga inicialmente una carga de 100 000 Ci, incrementables a 630 000 Ci. El bunker de la planta es un ambiente blindado con paredes de 0,6 a 1,2 m de espesor, y tiene unas dimensiones de 14,0 x 6,6 m en él se encuentra la piscina, cuyas dimensiones son de 2,0 x 2,8 x 4,8 m.

**Tabla 4.** Características principales de la planta de irradiación.

Conceptos	Especificaciones
Fuente de radiación ionizante	Cobalto 60
Tipo de fuente (lámpicas)	INK-7-4-(URSS)
Actividad nominal inicial	100 kCi
Forma del irradiador	plano
Número de fuentes (lámpicas) para actividad nominal inicial	50
Número de fuentes (lámpicas) para actividad real inicial	56
Capacidad máxima de fuentes	850
Actividad potencialmente máxima cargable inicialmente	630 kCi
Recargas previstas	cada año
Vida útil prevista	15 años
Energía de la radiación ionizante	1,2 Me V
Rango de absorción de dosis promedio	0,1 a 50 kGy
Ratio de absorción de dosis	1,3 máximo
Dimensiones de empaque de "container"	0,4 x 0,4 x 0,4 m
Factor de utilización	25 % mínimo
Número de días de operación al año	350
Número de turnos por día	3
Modos de operación	lote y continuo
Tasa de dosis equivalente:	
a) En la cámara de irradiación con el irradiador en posición de almacenamiento	2,5 Mrem/h
b) Sobre el techo de la cámara de irradiación con el irradiador en posición de trabajo	2,5 Mrem/h

**Tabla 5.** Costos de capital y costos de operación de la planta de irradiación.

<b>COSTOS DE CAPITAL</b>	<b>COSTOS (US \$)</b>
Construcción civil	1 300 000
Maquinarias y equipos	1 100 000
<b>COSTO TOTAL DE CAPITAL</b>	<b>US \$ 2 400 000</b>
<b>COSTOS DE OPERACIÓN POR AÑO</b>	
<b>COSTO ANUAL DIRECTO DE OPERACIÓN</b>	
<u>Costos de personal</u>	
Jefe de Planta	12 960
Jefe de operación	12 600
Asistente de planta	10 800
Control de calidad	8 400
Gerencia	36 000
Administrativo	54 000
Personal obrero	25 200
<u>Servicios</u>	
Mantenimiento (5% valor eq.)	55 000
Utilitarios (Gastos administrativos)	10 000
Recargo de Co-60 (12,5%)	22 500
Servicios (Agua, luz y tel.)	5 600
	<b>US \$ 253 060</b>
<b>COSTO ANUAL INDIRECTO DE OPERACIÓN</b>	
<u>Depreciación, interés y seguros</u>	
Depreciación de la inversión total (10%)	240 000
Interés basado en 6% del capital total	72 000
Seguros	24 000
	<b>US \$ 336 000</b>
<b>COSTO ANUAL TOTAL</b>	<b>US \$ 589 060</b>

### 3.5.2 Características del producto

Actualmente el Perú, que es considerado entre los países productores de conchas de abanico, no aporta sino el 0,2% de la producción mundial (700 toneladas), siendo la costa central del país la principal zona de producción de dichos moluscos.

El producto destinado al mercado internacional se empaca en bolsas de polietileno de 1 Kg. capacidad por cada una. La planta de irradiación peruana seleccionada para este análisis de costos en conchas de abanico, es del tipo IV con 45 jaulas que cumplen un circuito alrededor de la fuente de cobalto 60 a una velocidad de 7 m/min. Con lo cual para que el producto reciba una dosis de 1 kGy, cada jaula deberá permanecer 11 minutos en la cámara de irradiación. Considerándose 20 horas efectivas de trabajo al día se podría irradiar un máximo de 12,35 ton de este producto. De los datos observados en la tabla 5 y tomando en cuenta que el costo de irradiación en esta instalación es de US\$ 80,69 por hora, de lo que se deduce que el costo de irradiación por

kg de concha de abanico es de US\$ 0,1568.

## 4. CONCLUSIONES

El valor  $D_{10}$  para *vibrio cholerae* fue de 0,143 kGy con un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0,97 por lo que es necesario aplicar 8D (que es la dosis equivalente para eliminar una población de  $10^8$  UFC la cual es el promedio de células que pueden causar la enfermedad) en conchas de abanico, que es equivalente a una dosis de 1,14 kGy.

La materia prima con la cual se trabajó para la determinación de la vida útil en almacenamiento fue de mala calidad ya que presentó recuentos bacterianos altos así como valores iniciales de pH inferiores a los recomendados, lo cual es debido a las deplorables condiciones sanitarias durante la comercialización. Asimismo se consiguió una disminución significativa de la población microbiana; en las muestras del primer día fue de 0,764 log para la muestra irradiada a 1 kGy y de 2,93 log para la tratada a 2 kGy.

La dosis de 1 kGy aumenta la vida útil de las conchas de abanico crudas considerando los parámetros apariencia y olor, conclusión que es apoyada por los valores de pH. Se encuentra cuestionable el uso de la cuantificación del N-BVT como un índice de calidad para conchas de abanico irradiadas, no así para el mismo producto sin irradiar.

Se recomienda una disminución de la temperatura ya que el mismo influye directamente sobre la tasa de formación de compuestos acidificantes sean estas de origen microbiano o bioquímico; vía, esta última, que actúa independientemente al proceso de irradiación a las dosis trabajadas.

## 5. REFERENCIAS

- [1] IAEA/FAO/PAHO/WHO. Technical consultation on irradiation as a public health intervention measure for control foodborne disease in Latin America and the Caribbean, Washington, (1992).
- [2] OPS/OMS., Riesgo de transmisión del cólera por los alimentos, RIMSA 7/22 WashingtonDC EUA., (30 de Abril de 1991), Tema 10.A
- [3] IAEA/FAO/PAHO/WHO. 2<sup>nd</sup>. meeting of the IAEA/FAO/PAHO/WHO coordinated research project on use of irradiation as a public health intervention a leasure to control foodborne disease in Latin America and the Caribbean, Tampa, (1997).
- [4] KILLORAN, J.J., Adv. Chem. Ser., 135 (Chem. Food packag.), (1974) 87.
- [5] CARVAJAL C., *et al.* Microbiología de alimentos marinos, CONCYTEC, Lima, (1991) 55-57.
- [6] MUÑOZ, B.R., SANCHEZ, V.M., UZCATEGUI, A.E., VACA, F.C., Preservación de alimentos por irradiación, Escuela Politécnica Nacional, Quito (1985) 89-93.
- [7] SINGSON, C., *et al.*, Technoeconomic feasibility of food irradiation in the Philippines STI/PUB/883 IAEA, Vienna (1992) 159.
- [8] CONWAY; BYRNE. Métodos de microdifusión en bioquímica, (1933) 27: 41.
- [9] MAZA, R.S., HAMAMOTO, M.H., MUÑOZ, P.A., Manual técnico de conchas de abanico, Congelación del músculo aductor y control de calidad ITP, CATC/publicaciones, Lima (1984).
- [10] OPS/OMS, Contaminación microbiana de los alimentos vendidos en la vía pública, Ed. por Claudio Almeida et al. (1996) 3-4
- [11] GARDNER, E.A., WATTS, B. M., Effect of ionizing radiation on southern oysters, Food Technol.11 (1959) 329.
- [12] FIGUEROA, C., et al. Efecto del pretratamiento con soluciones de tripolifosfato en filetes de merluza radurizados. Comisión chilena de Energía Nuclear Santiago de Chile (1979) 48.
- [13] GALLARDO, S.M., El contenido de bases volátiles como índice del grado de frescura en productos pesqueros. Informe Tec. Inst. Inv Pesq. (1978) 58.
- [14] MAYNARD, A., STEINBERG. The atom preserves seafoods. Proceeding of the gulf and caribbean fishing institute (1965) 56-63.
- [15] YU, B., RICKANSRUB, E., FORSYTHE, E. Postmortem biochemical changes and muscles properties in surf clam (*Spisula solidissima*), Journal of food Science. Vol. 43 (1978) 35-37.