

ELIMINACIÓN DE *VIBRIO CHOLERAE* EN FILETE DE LISA (*Mugil cephalus*) MEDIANTE RADIACIÓN GAMMA

Torres Z.⁽¹⁾ ztorres@ipen.gob.pe

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

RESUMEN

En el presente trabajo se investigó la eliminación de *vibrio cholerae* O1 biotipo El Tor ($1,87 \times 10^8$ ufc/g) en filetes frescos de lisa (*Mugil cephalus*) aplicando dosis de radiación entre 0 y 0,5 kGy. Además, a fin de evaluar cambios físicos, químicos y sensoriales se aplicaron dosis de 1, 2, 3 y 4 kGy a filetes de lisa sin inocular. Finalmente, se determinó el D_{10} para *vibrio cholerae* en una suspensión de suero fisiológico ($5,2 \times 10^8$ ufc/ml) mediante el método del Número Más Probable (NMP) y dosis de irradiación de 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 y 1,5 kGy.

El valor D hallado para una concentración de $1,87 \times 10^8$ ufc/g de filete fue de 0,13 kGy. La cantidad de humedad, proteína, grasa y ceniza no fueron afectadas significativamente y se mantuvieron alrededor de 73 a 75,5 %; 17 %; 3,8 a 4,2 % y 1%, respectivamente. Las muestras control presentaron una variación de "drip" entre 0,82 y 0,88% y de N-BVT entre 15,97 y 44,11 %, en tanto que las irradiadas a 1, 2, 3 y 4 kGy presentaron variación de "drip" entre 1,77 y 1,56; 0,98 y 1,99; 2,13 y 2,47; 1,86 y 2,10 y de N-BVT entre 17,79 y 30,16; 16,37 y 26,88; 16,33 y 25,12; 15,31 y 33,54 mg N/100 g, respectivamente. El mayor promedio de vida para la característica apariencia lo obtuvieron las muestras control (23 días) y el menor las irradiadas a 3 y 4 kGy (15 días), para la característica olor el mayor promedio de vida lo obtuvieron las irradiadas a 1 y 2 kGy (28 días). La dosis de 4 kGy produjo cambios organolépticos que fueron percibidos por los panelistas en la degustación del pescado cocido. El D_{10} hallado en suero fisiológico fue de 0,13 kGy.

1. INTRODUCCIÓN

La epidemia del cólera que se iniciara en nuestro país a fines de enero de 1991 es una prueba fehaciente del serio problema de saneamiento ambiental que afronta una parte de la población peruana. La OMS (1992) citada por [1] indica que de 321 334 casos de cólera registrados, 2 906 fallecieron. Los

primeros casos diagnosticados, a fines de enero de 1991, fueron localizados en las zonas costeras de Lima, sin embargo la epidemia se extendió rápidamente hasta el interior y a las zonas limítrofes del país.

Las fuentes comunes de la infección fueron la ingestión de pescados y mariscos provenientes de aguas contaminadas y consumidos sin cocinar o insuficientemente cocinados como en el caso del "cebiche", plato muy popular en nuestro país. Entre las especies que se usan para su elaboración debido a su abundancia y bajo precio se encuentra la lisa, cuyo hábitat es el litoral costero en donde desembocan los desagües, que podrían contaminar a los peces que viven en esos sitios con microorganismos patógenos como el *vibrio cholerae*.

Dada la eficiencia de la irradiación gamma en la reducción de los microorganismos, en el presente estudio se evaluará la supervivencia del *vibrio cholerae* (inoculado en filetes de lisa) frente a dicho tratamiento, los cambios físicos, químicos y sensoriales que podría producirse, así como también se determinará el D_{10} (en suero fisiológico) para dicho microorganismo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en los laboratorios PIMU del Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Los filetes de lisa (*Mugil cephalus*) fueron obtenidos en el Terminal Marítimo de Chorrillos. Se empleó una cepa de *vibrio cholerae* O1 biotipo El Tor, adquirido en los Laboratorios de Enfermedades Tropicales del Hospital Cayetano Heredia.

Se utilizaron los siguientes métodos de análisis químicos y físicos:

- Dosimetría Fricke [2].
- Proteína total, grasa cruda, humedad, ceniza [3].
- Determinación de nitrógeno de bases volátiles Totales (N-BVT) [4].

- Determinación de la cantidad de “drip” por diferencia de peso.

Los métodos de análisis microbiológicos utilizados fueron:

- Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables por los métodos de recuento estándar en placa (REP) y del Número Más Probable (NMP); y detección bioquímica y serológica de *vibrio cholerae* [5]

Las evaluaciones sensoriales utilizadas fueron:

- *De calificación por puntos.* Se evaluaron las características de apariencia, olor y textura de las muestras de filete de lisa fresca tratada y sin tratar. Se contó con un panel semientrenado de 10 personas. Se emplearon muestras uniformes codificadas presentadas simultáneamente. Se utiliza el formato propuesto por Matutano y Alonso [6] como se muestra en la tabla I.

Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante un Diseño Estadístico Parcialmente Vacilante [7].

- *Prueba de triángulo* [8] Con esta prueba se realizó la evaluación sensorial del pescado irradiado a la dosis de 4 kGy. Tanto los filetes irradiados como los controles fueron cortados en trozos homogéneos y luego sancochados bajo las mismas condiciones. Se contó con un panel semientrenado de 15 personas.

2.1 Procedimiento experimental

2.1.1. Propagación y obtención de la biomasa de *vibrio cholerae*

Como no es conveniente realizar la propagación de la cepa directamente al agar nutritivo, debido a que un cambio muy brusco perjudicaría el desarrollo del *vibrio cholerae* se

hizo una siembra por azada a 10 tubos con Agua Peptonada Alcalina (APA) a pH 8,5 y se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Luego, a fin de verificar la pureza del cultivo se extrajo una azada de cada tubo y se sembró por estría en placas con agar nutritivo al 3% de NaCl y se incubaron a 37 °C por 24 horas. De estas colonias se escogieron las que presentaban las características típicas del *vibrio cholerae* y se sembraron por estría en 10 tubos Sabouraud con agar nutritivo al 3% de NaCl e plano inclinado, se mantuvieron en incubación a 37 °C por 24 horas. A cada tubo Sabouraud se le adicionó de 8 a 10 ml de suero fisiológico al 0,85% de NaCl y se agitó suavemente para retirar las bacterias del medio. El contenido de estos tubos se repartió en tres botellas o frascos de propagación que contenían agar nutritivo al 3% de NaCl, y se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

2.1.2. Los filetes de lisa

Para un mejor conocimiento del substrato alimenticio utilizado se determinó su contenido de humedad, proteína, grasa y ceniza. Estos análisis se efectuaron por triplicado y se reportaron los promedios.

2.1.3. Acondicionamiento de los filetes

Los filetes de lisa fueron lavados con agua corriente con la finalidad de disminuir la carga microbiana inicial. A fin de obtener muestras uniformes para facilitar los análisis microbiológicos, los filetes de lisa fueron cortados uniformemente en trozos de 25 g. Las muestras fueron colocadas en bolsitas de polietileno y luego selladas, para luego ser esterilizadas y puedan conservar su esterilidad hasta el momento de la inoculación con el *vibrio cholerae*. Se esterilizaron con 10 kGy con la finalidad de facilitar los análisis microbiológicos de recuento total, debido a que con este tratamiento se eliminan totalmente los microorganismos contaminantes del filete envasado.

Tabla 1. Descriptores utilizados para el análisis sensorial de filetes de pescado crudo.

Apariencia
5. Muy brillante, casi fosforescente a la luz, sin defectos (zonas coloreadas oscuras, violáceas o sanguinolentas).
4. Color brillante, con leve opacidad del brillo como si fuera una superficie encerada.
3. Desaparece el color característico del pescado debido a que ha ocurrido una decoloración, miómeros (zonas musculares fibrosas) levemente separados.
2. Pequeñas áreas opacas en la superficie, presencia de defectos (zonas oscuras), rosado pardusco.
1. Completamente opaco (en la luz), seco disgregado y presencia de defectos obvios (zonas oscuras).
Olor
5. Muy bueno, fuerte olor a algas frescas, como si proviniera directamente del mar.
4. Bueno, sin armonía neutro.
3. Moderado, ligero aroma a pescado.
2. calidad límite para consumo, fuerte olor a pescado alterado.
1. No comestible, fuerte olor a descomposición, putrefacción.
Textura
5. Firme, reacción elástica a la presión de los dedos.
4. Alguna pérdida de elasticidad.
3. Pérdida de firmeza o elasticidad, pero todavía no blando.
2. Blando o textura correosa (cuero).
1. Muy blando (fofo), casi esponjoso o de textura pulposa, al presionar con el dedo retiene la impresión.

2.1.4. Inoculación de los filetes

La suspensión de *vibrio cholerae* obtenida, se diluyó con suero fisiológico estéril. Los filetes estériles fueron sacados de su empaque y sumergidos individualmente en el inóculo durante 5 segundos aproximadamente. Luego, estos fueron colocados en bolsas estériles, las mismas que fueron selladas inmediatamente para su posterior irradiación. Paralelamente se tomaron muestras de la suspensión de *vibrio cholerae* y del filete contaminado para determinar con mayor exactitud, mediante un recuento en placa la población de *vibrio cholerae* existente antes de la irradiación.

2.1.5. Irradiación

Las dosis que se emplearon en la irradiación de los filetes de lisa fueron: 0, 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 y 0,5. Terminada la irradiación se procedió a realizar los análisis microbiológicos para la detección de *vibrio cholerae*. Además se realizó la determinación del D_{10} para *vibrio cholerae* en suspensión fisiológica, para lo cual se emplearon dosis de 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 y 1,5 kGy aplicadas a dicha suspensión. La numeración del *vibrio cholerae* en las muestras

irradiadas se realizó mediante el método del NMP usando tubos seriados por triplicado.

Asimismo se emplearon las dosis de 1, 2, 3 y 4 kGy para irradiar filetes de lisa no estériles ni contaminados con *vibrio cholerae*, con la finalidad de determinar la variación en el contenido de "drip", N-BVT y en las características sensoriales de los filetes sometidos a estas dosis de irradiación. Los análisis se realizaron por triplicado al primero, quinto, décimo y decimoquinto día de la irradiación y se reportaron los valores promedios

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Efectos de la irradiación sobre el microorganismo

En la Figura 1 se observa una curva de supervivencia ajustada de *Vibrio cholerae* inoculado en filete de lisa y en suero fisiológico. Se obtuvo una curva de supervivencia ploteando los promedios aritméticos de supervivencia versus las dosis aplicadas. De esta curva se deduce un valor D_{10} igual a 0,13 kGy para ambos substratos, con un nivel

de confianza de 95%, determinándose un $r^2 = 0,98$ y $0,97$ para el suero fisiológico y los filetes de lisa, respectivamente.

Liston et al. (1967) citados por [9] realizaron estudios sobre la destrucción por irradiación de *Vibrio parahaemolyticus* suspendido en agua peptonada, en pescado homogeneizado y en carne de cangrejo. Ellos encontraron que este organismo tenía una mayor resistencia a la irradiación en suspensiones de pescado y en agua fresca homogeneizados. Este estudio sirvió para demostrar la sensibilidad a la irradiación de diferentes clases de *vibrio parahaemolyticus* suspendidos en medios marinos de variada concentración de sal. Así, para la clase de *vibrio parahaemolyticus* K₂₀ en un medio con 0,85% de NaCl, el valor medio de D₁₀ hallado fue 143 Gy y en uno de

3% de NaCl el valor hallado fue 156 Gy. Para la clase K₂₈ los valores medio de D10 fueron: 108 Gy en un medio con 90,85% de NaCl y 96 Gy en un medio con 3% de NaCl.

3.2. Efectos de la irradiación sobre el producto

3.2.1. Evaluación del "drip"

En la figura 2 se observan las variaciones del "drip" durante el almacenamiento en refrigeración, puede apreciarse que existe una tendencia a aumentar no muy marcada en el porcentaje de "drip" durante la primera semana de almacenamiento, manteniéndose irregular en la segunda. En todos los casos el control presenta un porcentaje de "drip" menor que las muestras irradiadas.

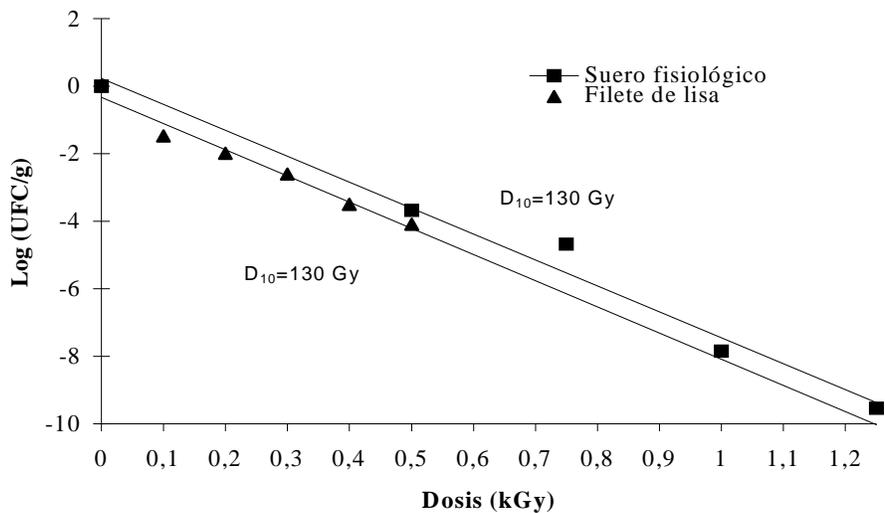


Figura 1. Curva de supervivencia para el *Vibrio cholerae* en filetes de lisa y en suero fisiológico.

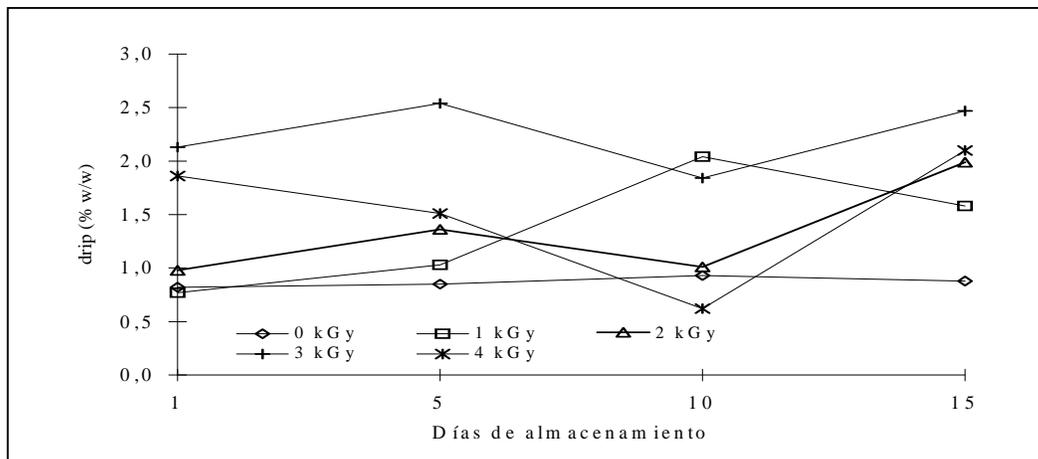


Figura 2. Evaluación del “drip” en filetes de lisa control e irradiadas a 1, 2, 3 y 4 kGy almacenados en refrigeración ($\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Kumta y Sreenivasan [10] encontraron que los filetes de Bombay duck (*Harpodon nehereus*) irradiados a dosis menores de 10 kGy, tuvieron una pérdida linealmente creciente de “drip” de 20 a 24%, mientras que empleando dosis de 20 y 30 kGy la pérdida de “drip” casi no se incrementa.

3.2.2. Nitrógeno de bases volátiles totales

En la figura 3 se observa que durante el almacenamiento se facilita la elevación del contenido de N-BVT, este hecho está asociado con alteraciones microbianas que podrían verse beneficiadas con el hecho de que las dosis altas de irradiación alteran los componentes estructurales, como las proteínas, facilitando o preparando su mejor aprovechamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos puede afirmarse que los filetes que no recibieron ningún tratamiento pueden considerarse dentro del límite de aceptabilidad hasta el quinto día de almacenamiento, mientras que

los filetes irradiados se mantienen dentro del límite de aceptabilidad hasta el décimo día de su almacenamiento, incluso hasta el decimoquinto día en el caso de los filetes irradiados a 2 y 3 kGy. Estudios realizados en filetes de merluza señalan que las muestras sin irradiar, almacenadas en refrigeración ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$) exceden del límite de aceptabilidad (30 mg N%) durante la primera semana de almacenamiento, mientras que las muestras irradiadas sobrepasan el límite aceptable a partir de la tercera semana de acuerdo a la dosis empleada. Así, las muestras irradiadas a 1 kGy, excedieron este límite en la tercera semana mientras las irradiadas a 1 y 2 kGy lo sobrepasan a partir de la cuarta semana [11].

3.2.3. Análisis sensorial

3.2.3.1 Prueba de calificación por puntos

En la Tabla 2, se muestran los valores obtenidos en la evaluación de las características apariencia, olor y textura y sus respectivos límites de confianza.

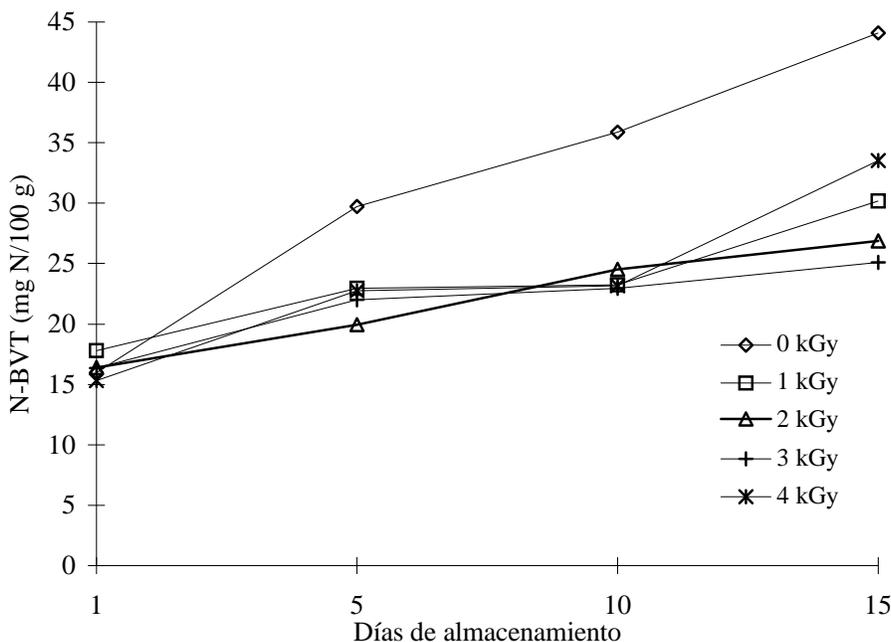


Figura 3. Evaluación de las N-BVT en filetes de lisa irradiadas y almacenados en refrigeración.

Con relación a la apariencia se observa que esta característica es una de las más importantes, debido a la variación de color que manifiestan los filetes irradiados con relación a los controles o no irradiados. Los filetes irradiados presentan una tonalidad

ligeramente “pardusca” que es casi imperceptible en la dosis de 1 kGy y que se va incrementando a medida que aumenta la dosis. Pero esta diferencia se va acortando a medida que pasan los días, por lo que a los 15 días tanto las muestras irradiadas como los

controles obtienen casi el mismo puntaje en el límite de la aceptabilidad.

El color de la carne irradiada se debe principalmente a dos pigmentos uno rojo y otro verde productos de la oxidación de radicales libres de la mioglobina. Generalmente, el color rojo predomina y sólo bajo condiciones aeróbicas aparece suficiente pigmento verde para ser notado [12].

En el caso de las muestras control puede apreciarse que a los 15 días de

almacenamiento están por encima del límite de aceptabilidad, siendo el promedio de vida de 23 días. Las muestras irradiadas a 1 kGy también se encuentran sobre el límite de aceptabilidad a los 15 días de almacenamiento siendo el promedio de vida igual a 21 días. Las muestras irradiadas a 2 kGy presentan una vida promedio de 15 días; mientras que las irradiadas a 3 y 4 kGy llegan al límite de aceptabilidad a los 15 días de almacenamiento.

Tabla 2. Puntajes promedios y límites de confianza en la calificación de filetes de lisa crudos no irradiado e irradiados a diferentes dosis.

Días	Apariencia			Olor			Textura		
	Puntaje	Lim inf	Lim sup	Puntaje	Lim inf	Lim sup	Puntaje	Lim inf	Lim sup
Control									
1	3,8	3,26	4,50	3,2	2,52	4,09	4,2	3,54	5,09*
5	3,6	2,98	4,09	3,0	2,20	3,60	3,9	3,07	4,45
10	3,2	2,56	3,66	2,5	1,71	3,09	3,1	2,38	3,75
15	2,6	2,05	3,31	1,8	1,10	2,69	2,3	1,57	3,16
1 kGy									
1	3,8	3,03	4,47	3,6	3,23	4,09	4,8	4,24	5,53*
5	3,4	2,75	4,04	3,4	2,96	3,73	4,6	3,89	5,04*
10	2,8	2,31	3,59	3,0	2,56	3,33	3,9	3,37	4,51
15	2,6	1,77	3,24	2,5	2,11	2,99	3,4	2,75	4,07
2 kGy									
1	3,8	2,45	4,98	3,6	2,81	4,42	4,8	4,12	5,44*
5	3,3	2,16	4,42	3,2	2,55	3,98	4,4	3,77	4,95
10	2,5	1,65	3,88	3,0	2,12	3,54	3,7	3,26	4,42
15	2,4	0,95	3,52	2,3	1,57	3,21	3,4	2,65	3,99
3 kGy									
1	4,0	2,82	5,11	3,4	2,75	3,97	4,6	3,71	5,28*
5	3,5	2,41	4,44	3,0	2,54	3,63	4,0	3,40	4,80
10	2,5	1,74	3,75	2,8	2,21	3,29	3,5	2,91	4,29
15	2,2	0,90	3,23	2,4	1,79	3,03	3,2	2,31	3,90
4 kGy									
1	3,8	2,42	4,85	4,0	3,33	4,90	4,6	3,59	5,96*
5	3,0	2,07	4,24	3,8	2,98	4,38	4,4	3,13	5,24
10	2,4	1,48	3,63	3,2	2,44	3,82	3,5	2,39	4,49
15	2,1	0,72	3,20	2,5	1,78	3,38	2,6	1,49	3,91

* Los valores deben considerarse como iguales a la calificación máxima (5).

Con relación al olor hubo poca variación en la puntuación, es decir, tanto en los filetes irradiados como los controles manifestaron el mismo comportamiento casi hasta el décimo día; sin embargo, a partir del decimoquinto día de la evaluación, los controles estaban por debajo del límite de aceptabilidad debido a que presentaban olor a descomposición, por el incremento de la carga microbiana contaminante; en cambio los irradiados se mantuvieron con un puntaje por encima de 2

por lo menos hasta el último día de la evaluación (día 15).

Se puede observar que el tiempo de vida en anaquel para el control es de 14 días. Las muestras irradiadas a 1 kGy, en cambio, se mantienen sobre el límite de aceptabilidad con un promedio de 22 días de vida en anaquel; las muestras irradiadas a 2 kGy alcanzan un promedio de 19 días de vida en anaquel. Tanto las muestras irradiadas a 3 y a 4 kGy alcanzaron un promedio de vida en anaquel de 21 días.

IPEN [12] señala que el olor es una de las características que marca la diferencia entre filetes no irradiados e irradiados que es más notoria al inicio del almacenamiento, en las muestras irradiadas presentan un aroma a ahumado (olor característico), que se disipa al cabo de los días.

Con relación a la textura los filetes irradiados y los de control mantienen una textura muy similar entre ellos, con ligera desventaja de los controles debido a que empieza la acción de descomposición partir de la segunda semana, que al final de la evaluación se traduce en pérdida de elasticidad y firmeza en todos ellos.

El control presentó el menor tiempo de vida en anaquel que fue de 18 días. Las muestras irradiadas a 1 y 2 kGy presentan un promedio de 28 días de vida en anaquel, las irradiadas a 3 kGy, 26 días, mientras que las muestras irradiadas a 4 kGy presentaron un promedio de 20 días de vida en anaquel. Los estudios preliminares de De la Sierra [13] en filetes de merluza (*Merluccius merluccius*) con una contaminación inicial de 10^5 ufc/g, señalan que, aplicando una dosis de 3 kGy es posible detener la descomposición del pescado por 21 días. Las diferencias entre la muestra control y las irradiadas fueron claras desde la primera semana. Las primeras se mantuvieron hasta el

séptimo día mientras que las muestras irradiadas permanecieron aptas para el consumo desde el punto de vista bioquímico y microbiológico por encima de las tres semanas.

Matutano y Alonso [6] evaluaron las características de apariencia, olor y textura en filetes de merluza (*Merluccius merluccius*) irradiados y encontraron que las muestras control fueron rechazadas por los panelistas en la segunda semana de almacenamiento. Las muestras irradiadas a 1 kGy fueron rechazadas por los panelistas en la cuarta semana de almacenamiento y las irradiadas a 1 kGy permanecieron aceptables durante la cuarta semana. Las muestras irradiadas a 2 kGy fueron rechazadas en la cuarta semana sólo en la característica del olor y por un rango mínimo.

3.2.3.2 Prueba del triángulo

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos experimentalmente que, en promedio, arrojan un resultado de 27,6 observaciones correctas; es decir, 5,6 puntos mayor que el límite de respuestas correctas establecido en tablas. Esto demuestra que los panelistas sí encontraron diferencia entre las muestras control y las irradiadas a 4 kGy.

Tabla 3. Resultados de la prueba del triángulo.

N° total de respuestas	N° de respuestas correctas		Resultado
	teórico (alfa = 0,05)	experimental	
45	22	30	S
45	22	27	S
45	22	24	S
45	22	27	S
45	22	30	S

S = Hay diferencia significativa

Los estudios de Matutano y Alonso [6] en filetes cocidos de merluza señalan que aplicando dosis del orden de 1 a 2 kGy pueden mantenerse las características sensoriales de apariencia, olor, textura y sabor bajo niveles aceptables y sin que los panelistas noten la diferencia entre las muestras irradiadas y los controles incluso hasta la tercera semana. Siendo la dosis de 1 kGy la más recomendable.

La evaluación sensorial en filetes de jurel cocidas realizadas en el IPEN [12] señala que el olor, presente en filetes irradiados cocidos no es perceptible después de la cocción, es

más, resulta ser mejor que el control a una dosis de 1 kGy.

4. CONCLUSIONES

La dosis de radiación letal para una concentración de *vibrio cholerae* equivalente a 8D en filetes de lisa es de 1,04 kGy. El valor D_{10} hallado, en suero fisiológico, para el *vibrio cholerae* fue 0,13 kGy.

Las muestras tratadas a 1,5; 2,5; 3,5 y 4,5 kGy mantienen casi inalterables el contenido de humedad en un rango de 73 a 75,5%, el de proteínas alrededor de 17%, el de grasa en un rango de 3,8 a 4,2% y el de ceniza, alrededor

de 1%. Las muestras control presentan la menor variación en el porcentaje promedio de "drip" entre 0,82% al primer día y 0,88 al decimoquinto día, en tanto que las muestras irradiadas a 3 y 4 kGy presentan mayor variación entre 2,13 y 2,47% y entre 1,86 y 2,10%, respectivamente, durante el almacenamiento en refrigeración. El porcentaje promedio de N-BVT en las muestras control varía entre 15,97% al primer día y 44,11% al decimoquinto día, en tanto que en las muestras irradiadas a 1 kGy; entre 17,79 y 30,16%; las irradiadas a 2 kGy entre 16,37 y 26,88%; las irradiadas a 3 kGy entre 16,33 y 25,12% y en las irradiadas a 4 kGy varía entre 15,31 y 33,54%; durante el almacenamiento en refrigeración.

El promedio de vida de las muestras control según la característica apariencia fue de 23 días, de las irradiadas a 1 kGy, 21 días, de las irradiadas a 2 kGy, 17 días y días irradiadas a 3 y 4 kGy llegan al límite de aceptabilidad (2) a los 15 días de almacenamiento en refrigeración. El promedio de vida de las muestras control según la característica olor fue de 14 días de las irradiadas a 1 kGy 22 días, de las irradiadas a 2 kGy, 19 días y de las irradiadas a 3 y 4 kGy 21 días, durante el almacenamiento en refrigeración. El promedio de vida de las muestras control, según la característica textura fue de 18 días, de las irradiadas a 1 y 2 kGy 28 días, de las irradiadas a 3 kGy, 26 días y de las irradiadas a 4 kGy 20 días, durante el almacenamiento en refrigeración. El sabor de la lisa irradiada a 4 kGy fue percibido por 24 a 30 panelistas de un total de 45, en 5 pruebas triangulares diferentes, lo que indica que existen diferencias frente a la muestra sin irradiar.

Se recomienda determinar la dosis de irradiación necesaria para eliminar una cepa distinta de *Vibrio cholerae* y una concentración de UFC diferente a la empleada en el presente estudio. Además podría determinarse el D_{10} para el *Vibrio cholerae* en otros medios diferentes al suero fisiológico.

5. REFERENCIAS

- [1] CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS). 1992. Información global actualizada sobre el cólera. Repindex: El Cólera N° 41, p. 3-4
- [2] AMERICAN NATIONAL STANDARD. 1972. Standard test method for absorbed gamma radiation dose in the Fricke dosimeter. Designation: D 1671-72

- [3] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1990. Agricultural chemicals; Contaminants; Drugs. Arlington, Virginia 22201. U.S.A. Vol 1. 15ava edición. 684 p.
- [4] CASTRO, A. R. 1981. Estudio de la radipasteurización de filetes de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y su almacenamiento en refrigeración. Tesis Ing UNALM. Lima, 110 p.
- [5] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1981. Análisis Microbiológicos. Manuales para el control de calidad de los alimentos. N° 4. Roma.
- [6] MATUTANO, J.; ALONSO, M. 1970. Use of low doses gamma radiation for the preservation of white fish fillets. IAEA, Vienna, 270 p.
- [7] GACULA, M. C. 1975. The design of experiments for shelf life study. Journal of Food Science, Vol 40, p. 399-409.
- [8] WITTIG, E, s.f. Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. Inscripción N° 52676
- [9] LISTON, J., DOLLAR Y MATCHES. Effects of multiple dose irradiation on the bacterial flora of seafoods. Vol II, Fao: Informe N° 53 (1967)
- [10] KUMTA, U. S., SREENIVASAN. Preservation by gamma radiation of Bombay duck, shrimps and white pomfrets. IAEA, Vienna, STI/PUB/196 p 75-104. 1979
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) 1981. Preservation of fish by irradiation. Vienna, STI/PUB/196.
- [12] INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR 1988. Conservación de filetes de jurel fresco irradiado, almacenado en refrigeración. Dirección de Aplicaciones y Desarrollo Tecnológico - CONCYTEC-Lima, 222 p.
- [13] DE LA SIERRA, D. 1970. Prolongación de la vida comercial de pescado blanco. Aspectos microbiológicos. OIEA, Viena.
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). 1973. Aspects of the introduction of food irradiation

in developing countries. Vienna,
STI/PUB/362.