

Parte III

Rancidez oxidativa en la porción H&G de merluza negra irradiada, descongelada y mantenida a 5°C

III.1. Objetivo

Conocer el efecto de la radiación gamma sobre la porción H&G de merluza negra descongelada en términos de la rancidez oxidativa durante el almacenaje en condiciones de refrigeración, situación habitual para los consumidores. Para tal fin se emplearon la parte anterior y media del pescado sobre la cual se obtuvo el índice de TBA entre las 24 y 264 horas de almacenaje a 5°C.

III.2. Resultados y Discusión

La Figura 29 muestra el efecto de distintas dosis de radiación gamma sobre el índice de TBA de merluza negra mantenida en condiciones aerobias a 5°C durante 264 horas. Los valores promedio obtenidos estuvieron comprendidos entre 6 y 13 μmol de MA/kg.

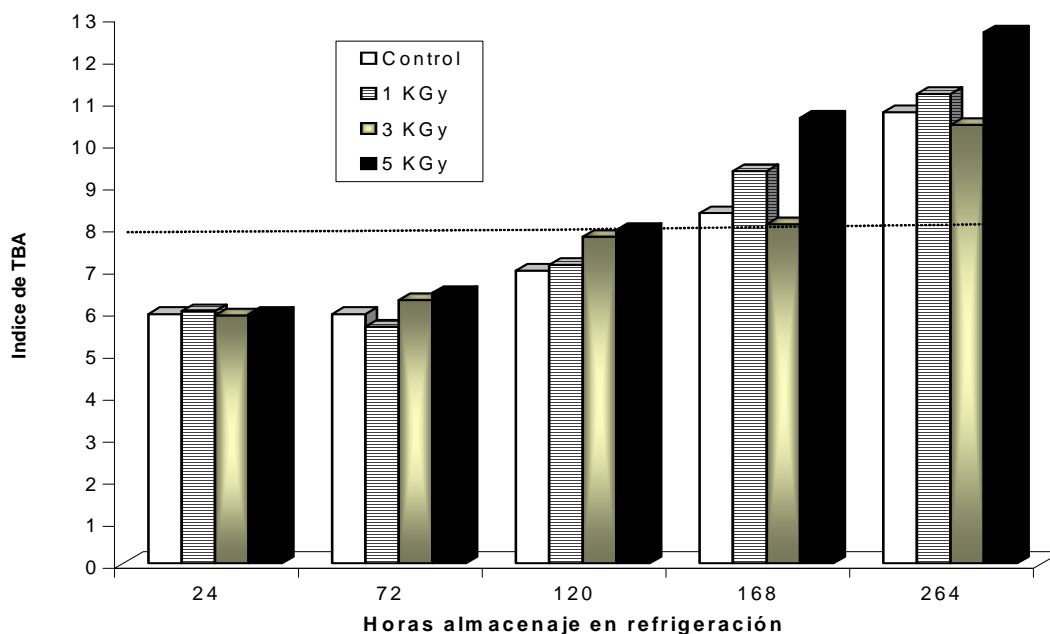


Figura 29. Efecto de la radiación gamma sobre el índice de TBA en la porción H&G de merluza negra durante el almacenaje a 5°C

El análisis de varianza (Tabla 11) demostró que no hubo interacción entre las dosis aplicadas y las horas de almacenaje ($p>0,80$). No se hallaron diferencias debidas a las dosis en el índice de TBA ($p>0,70$). Sin embargo, se detectaron diferencias altamente significativas ($p<0,01$) en dicho índice a media que transcurrió el tiempo.

Tabla 11. Análisis de varianza del índice de TBA en la porción H&G de merluza negra irradiada y descongelada en refrigeración.

| f. de v. | SC | Gl | CM | F | p |
|-------------|----------|----|---------|-------|--------|
| Pescados | 104,1690 | 2 | 52,0845 | - | - |
| Dosis | 11,8405 | 3 | 3,9468 | 0,47 | 0,7114 |
| Error 1 | 49,9070 | 6 | 8,3178 | - | - |
| Horas | 23,4977 | 4 | 59,8744 | 34,92 | 0,0000 |
| Interacción | 11,8237 | 12 | 0,9853 | 0,57 | 0,8459 |
| Error 2 | 54,8707 | 32 | 1,7147 | | |
| Total | 472,1085 | 59 | | | |

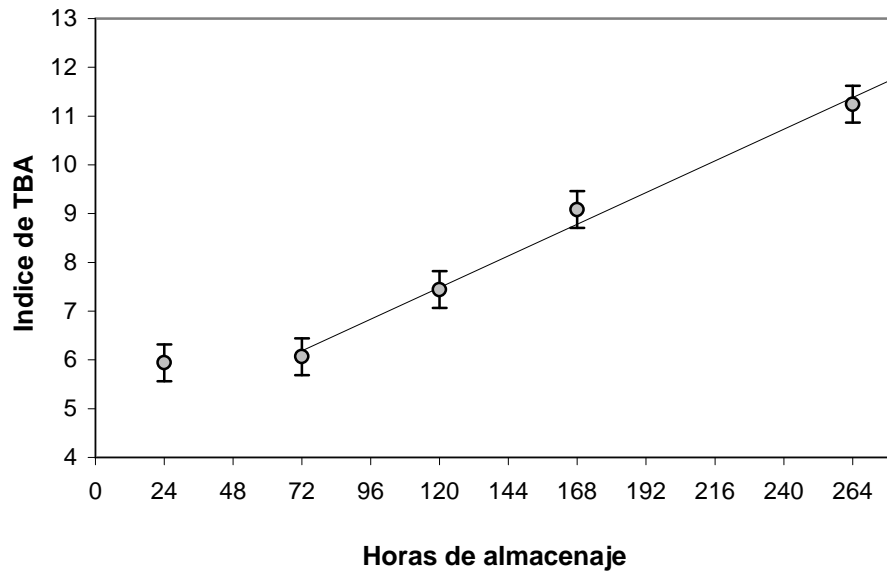
- No se detectó interacción dosis x horas de almacenaje ($p>0,80$)
- No se hallaron diferencias entre las dosis ($p>0,70$)
- Se hallaron diferencias entre las horas de almacenaje ($p<0,01$)

Comparación entre horas de almacenaje con la inicial (24 hs) Prueba de Dunnett.

| Horas.de almacenaje | 72 | 120 | 168 | 264 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| Estadísticos | 0,2338 | 2,8059 | 5,8768 | 9,9142 |
| Resultados | Ns | * | ** | ** |

- No se hallaron diferencias hasta las 72 hs de almacenaje. Luego el índice de TBA aumentó.

Dado que no se encontraron diferencias significativas en el índice de TBA por los distintos niveles de dosis aplicados se procedió a considerar los valores sin discriminar por dosis. Por lo tanto se contó con mayor número de réplicas en cada fecha para conocer el comportamiento del parámetro en la porción H&G descongelada y mantenida a 5°C. (Figura 30).



- A partir de las 72 hs se ajustó una recta para relacionar el Índice de TBA con las horas de almacenaje.
- Ecuación: Índice de TBA: $4,236 \times 0,027$ hs.
- Implica que a partir de las 72 hs. (3 días) hay un aumento de $0,027 \mu\text{moles}$ de malondialdehído por hora de almacenaje ($0,65 \mu\text{moles}$ de MA por día de almacenaje).

Figura 30. Efecto del tiempo de almacenaje en refrigeración sobre el índice de TBA de la porción H&G de merluza negra.

La prueba de Dunnet se empleó tomando como dato de referencia el valor promedio del índice de TBA proveniente de la muestra descongelada por 24 horas a 5°C . De este modo se determinó que durante las primeras 72 hs. el índice de TBA se mantuvo constante alrededor de $6 \mu\text{moles MA/kg}$. Posteriormente, se registró un aumento significativo en este parámetro. La rancidez se comenzó a evidenciar a las 168 hs ($8 \mu\text{moles MA/kg}$). A las 264 hs. el índice de TBA reveló un valor de rancidez moderado ($11 \mu\text{moles MA/kg}$). Cabe aclarar que globalmente, a las 72 hs. comenzaron a percibirse olores desagradables, los cuales se intensificaron a medida que transcurrió el tiempo de almacenaje en refrigeración. Lo que indica falta de aptitud para el consumo.

Cuando el pez muere, inmediatamente comienza el proceso de autólisis, el cual es frenado por el congelado. Luego, al descongelar el producto, los mecanismos autolíticos se acentúan involucrando los fenómenos de proteólisis y lipólisis. De esta manera se crea un medio favorable para el desarrollo de microorganismos facilitándose la alteración del producto (Ordoñez, 1998). El desarrollo microbiano provoca la hidrólisis de triglicéridos y la oxidación lipídica formando peróxidos, aldehidos, cetonas y ácidos grasos de cadena corta. Estos procesos son más lentos que la descomposición de sustancias nitrogenadas, por lo que éstas últimas suelen ser la principal causa de alteración del pescado durante el almacenaje en refrigeración. En condiciones de refrigeración la oxidación de los lípidos es de menor importancia (Sikorski, 1994)

Los olores desagradables percibidos en el pescado, luego de las 72 hs. de descongelado y mantenido en refrigeración, tendrían una mayor relación con el proceso de degradación de sustancias nitrogenadas que con el proceso de oxidación lipídica. Por lo tanto se deduce que el índice de TBA no es el parámetro de elección a la hora de evaluar la frescura de la merluza negra bajo condiciones de refrigeración.

El hecho que el índice de TBA mostrara un mismo comportamiento en las muestras irradiadas y las no irradiadas a lo largo del almacenaje en refrigeración tendría su explicación en base a los fundamentos de la química de las radiaciones. La irradiación en el estado congelado impide la difusión de los productos de la radiólisis del agua (Taub y col., 1978). Durante la transición del estado congelado al descongelado, a raíz de los radicales libres remanentes, aparecen intermediarios reactivos que reaccionan preferentemente unos con otros y en menor medida con los componentes de los alimentos. De este modo, cualquier daño a los constituyentes de los alimentos es mucho menor que el que tendrían los alimentos cuando son irradiados en estado no congelado (Swallow, 1977). La ausencia de efectos de la radiación sobre la rancidez oxidativa de la merluza negra bajo las condiciones estudiadas tendría un sustento en lo anteriormente descrito.

Dado que la radiación no elimina las toxinas producidas por algunos agentes patógenos, como el *Clostridium botulinum* tipo E, se debe enfatizar que todo producto marino debe ser almacenado en frío a una temperatura menor de 3°C.