

Parte I

Rancidez oxidativa en las partes de la porción H&G de merluza negra almacenada por tiempo prolongado a -18°C

I.1. Objetivo

Mientras que en la literatura existen varios antecedentes en cuanto al comportamiento biológico de la merluza negra (Cousseau y Perrotta, 2000; Zhivov y Krivoruchko, 1990) es escasa la información sobre el mantenimiento de la calidad comercial de esta especie grasa en estado congelado. En este sentido, un grupo de investigadores alemanes (Manthey y col., 1991) originaron los únicos datos disponibles acerca de la estabilidad oxidativa de la especie; en forma de bloques de filetes provenientes de capturas en la Zona FAO N° 48 y mantenidos a -28°C.

En esta primera parte y con el objeto de originar información de valor, sobre merluza negra capturada en la Zona FAO N° 41, que posibilite el estudio del efecto de la radiación gamma sobre la calidad comercial de esta especie mantenida a -18°C, se estudió la estabilidad oxidativa de la porción H&G en términos de los productos secundarios de oxidación lipídica (índice de TBA). Además, se determinó si las partes anterior, media y posterior de dicha porción presentan diferencias en la evolución de dicho índice durante el almacenaje en estado congelado. Por otra parte, se estudió la rancidez oxidativa en porciones con signos evidentes de un manejo deficiente post-captura.

I.2. Resultados y Discusión

-Índice de TBA en las partes anterior, media y posterior de la porción H&G

La merluza negra es una especie de pescado considerada, por la mayoría de los autores, como de tipo grasa. Un nivel de lípidos del 17% fue informado para filetes de la especie por Manthey y col. (1991), mientras que niveles comprendidos entre el 10 y el 12% para diferentes partes del pescado fueron informados por Vinagre y col. (1991, 1992). Por otra parte, la revista nacional de divulgación Anuario-Redes (1999) indica para la especie un contenido de lípidos de 1,2 %. Para las muestras aquí en estudio Albertengo y Rodríguez (2004) determinaron valores de lípidos comprendidos entre el 6,44 y el 8,62 %. Estas variaciones podrían ser debidas a alguno de los muchos factores propios del pescado tales como sexo, edad, tamaño, zona de captura, etc. También pueden existir variaciones

debidas a diferencias en las distintas zonas del mismo ejemplar de la cual se extrae la muestra a analizar (Kurade y Baranoswki, 1987). Esto podría verse reflejado en variaciones en los parámetros que miden rancidez oxidativa de lípidos, tales como el índice de TBA. En este sentido y con el fin de lograr el objetivo expuesto, se investigó el comportamiento de las distintas partes de la porción H&G en términos de los productos secundarios de oxidación lipídica que reaccionan con el TBA. El mismo fue realizado mediante el procedimiento de destilación ya que está considerado ser el más sensible y también el más apropiado para muestras con alto contenido lipídico donde la turbidez puede estar presente en los extractos a analizar (Siu y Draper, 1978).

Los resultados de los controles realizados hasta los 255 días de almacenaje a -18°C se presentan en la Figura 19.

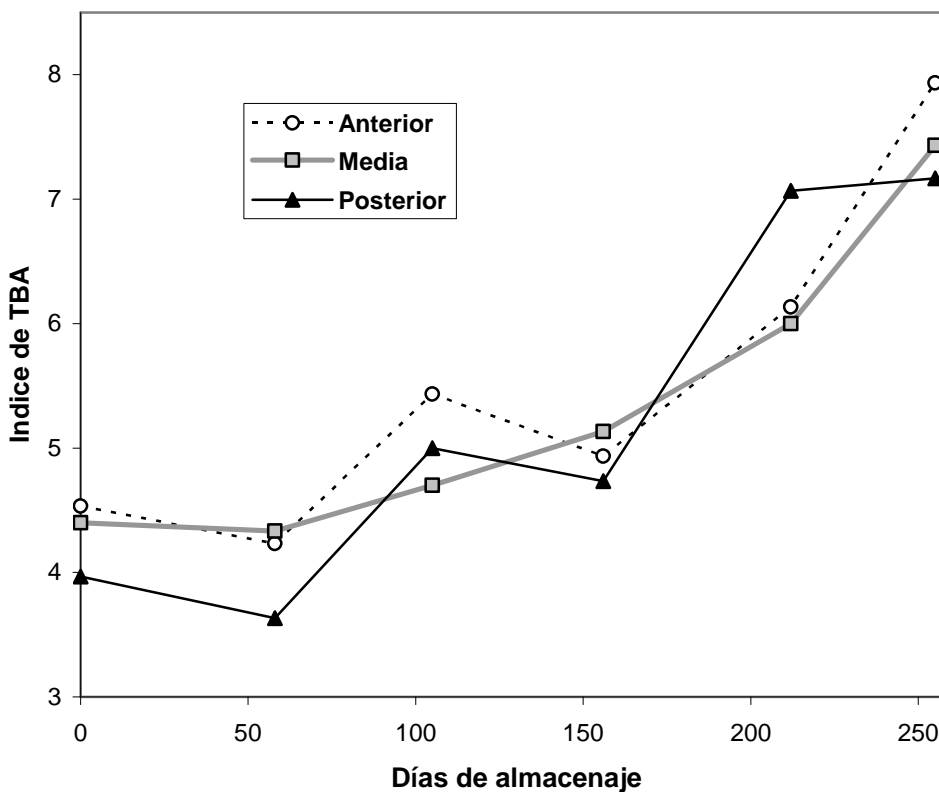


Figura 19. Índice de TBA en las partes anterior, media y posterior de la porción H&G de merluza negra durante el almacenaje prolongado a -18°C .

Tabla 3. Análisis de varianza del índice de TBA en las partes anterior, media y posterior de la porción H&G de merluza negra durante el almacenaje a -18°C .

FV	SC	GL	CM	F	p
Tiempo	79,067593	5	15,813519	15,69	0,0001
Error 1	12,097778	12	1,0081481	-	-
Partes	0,7159259	2	0,357963	1,40	0,2660
Interacción	4,6618519	10	0,4661852	1,82	0,1105
Error 2	6,1355556	24	0,2556481		
Total	102,6787	53			

- No se halló interacción tiempo por partes ($p > 0,05$).
- No se hallaron diferencias entre las distintas partes ($p > 0,05$).
- Existieron diferencias entre los días de muestreo ($p < 0,01$)

Resultados de la comparación de a pares:

Tiempo	0	58	105	156	212	255
DSM 5%	a	a	a	a	b	c

- Los dos últimos muestreos son diferentes del resto.

Puede verse para este parámetro que la interacción entre días y partes del pescado no fue significativa ($p > 0,05$) (Tabla 3). El índice de TBA no presentó variaciones significativas entre las diferentes zonas del pescado ($p > 0,05$). Se aprecia un aumento altamente significativo ($p < 0,01$) en el índice de TBA a través del tiempo de almacenaje; el principal cambio tuvo lugar a partir de los 156 días alcanzando el máximo valor a los 255 días. Este último valor fue algo menor que 8 micromoles de MA/Kg, lo que de acuerdo a Ke y col. (1984) indica la ausencia de rancidez en el pescado congelado.

-Modelo de comportamiento del índice de TBA

Dado que las distintas partes del pescado no presentaron diferencias significativas en cuanto al comportamiento del índice de TBA, se procedió a considerar los valores sin discriminar entre partes. De ese modo se contó con un mayor número de réplicas en cada fecha para modelar el comportamiento de este parámetro en la porción H&G almacenada a -18°C por tiempo prolongado. En la Figura 20 puede verse que el índice de TBA de la especie en estas condiciones responde convenientemente a un modelo cuadrático.

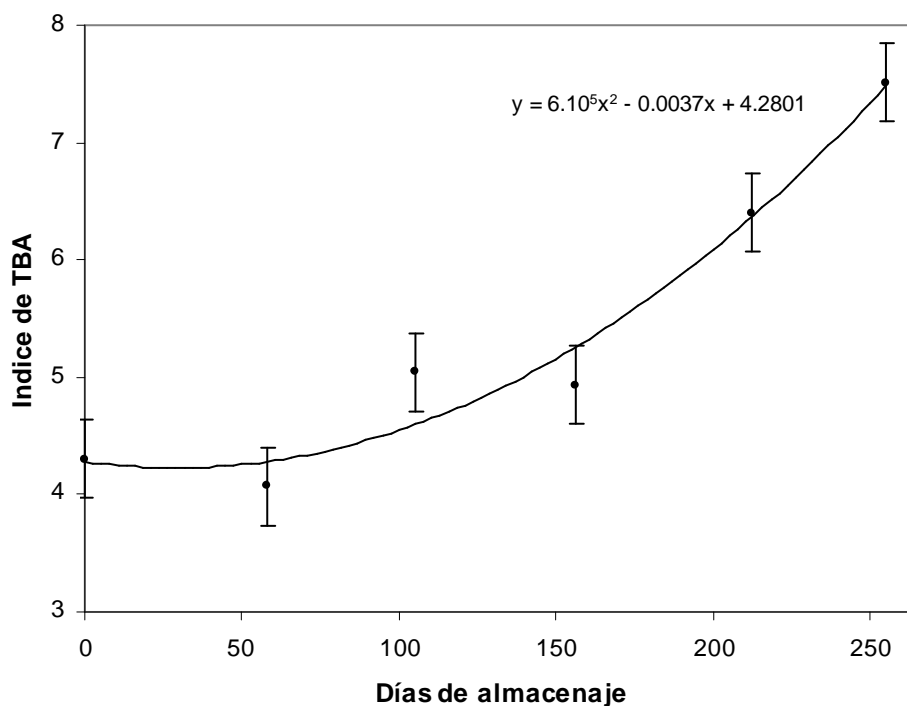


Figura 20. Comportamiento del índice de TBA en la porción H&G de merluza negra durante el almacenaje a -18°C

Los pescados grasos son susceptibles a la degradación lipídica, la cual puede ocasionar severos problemas en la calidad, incluso durante el almacenaje a temperaturas bajo cero (Huss, 1998). Nuestros resultados indican que el músculo de merluza negra en su forma H&G muestra estabilidad oxidativa en estado congelado por tiempo prolongado a -18°C , a pesar de su contenido graso. Este comportamiento podría ser explicado, en parte, por el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura del producto tanto a bordo como en su posterior almacenaje. Esto incluye una captura apropiada, un procesamiento inmediato e higiénico de los ejemplares, un proceso de congelado rápido acompañado por el glaseado, y la ausencia de fluctuaciones de temperatura durante el almacenaje (Huss, 1998).

En el pescado correctamente capturado y procesado los procesos de autólisis se minimizan. Por otra parte, la conservación de la integridad de las membranas del tejido evita el contacto entre enzimas y sustratos. El congelado rápido produce un gran número de cristales de hielo pequeños, reduciendo la posibilidad de ruptura de membranas. Por otra parte esto reduce la pérdida de agua por goteo cuando el tejido es descongelado (Johnston y col., 1994). La película de hielo sobre la superficie del pescado congelado

resultado del glaseado no sólo evita la deshidratación sino que también impide el pasaje de oxígeno retrasando el proceso de oxidación de las grasas (Undeland, 1995). El control de las fluctuaciones de temperatura durante el almacenaje congelado reduce los procesos de hidrólisis y oxidación de los lípidos.

El incremento del índice de TBA luego de los 156 días estaría conectado primariamente con procesos no enzimáticos. Ultimamente, se ha informado también que pueden tener participación las lipooxigenasas y enzimas microsómicas (Sikorski, 1994). Además, se debe tener en cuenta que la oxidación de los lípidos en el pescado congelado es el resultado final de interacciones tales como la composición de la grasa, la composición de AG insaturados, la constitución molecular de los FL y los TG, los niveles de prooxidantes y antioxidantes, el pH y la cantidad de agua sin congelar (Sikorski, 1994). Como consecuencia de estos factores y de sus interacciones, el control de las condiciones de almacenaje no es suficiente para predecir el grado de enranciamiento en los alimentos marinos congelados.

Las experiencias realizadas por Manthey y col. (1991) confirman la estabilidad oxidativa de la merluza negra. Estos autores trabajaron con bloques congelados de filetes de la especie capturada en la Zona FAO N° 48. Durante casi tres años el producto presentó un bajo nivel del índice de TBA mantenido a -28°C .

Además, el índice de TBA ha sido definido como un parámetro confiable para determinar la oxidación lipídica en pescado (Aubourg y col., 1998; Quaranta y col., 1984). Sin embargo y con referencia a la aptitud del producto este parámetro debe ir acompañado con la evaluación de las características organolépticas del mismo (Senasa, 1968), cuyo estudio ocupa la Parte V de esta tesis.

Sobre la base de lo expuesto se concluye que las partes anterior, media y posterior de la porción H&G no presentan diferencias significativas en cuanto al nivel de los productos secundarios de oxidación lipídica en las condiciones empleadas. La porción H&G presenta una destacada estabilidad oxidativa, que se justifica en parte por el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura. Se considera que la porción H&G procesada y almacenada en las condiciones descriptas, puede ser mantenida por tiempo prolongado con una óptima calidad desde el punto de vista de la oxidación de sus lípidos.

-Rancidez oxidativa en porción H&G con signos de fallas operativas

En esta primera experiencia al recibir las muestras de pescado H&G procedentes del buque, algunas pocas muestras adicionales mostraron signos de fallas operativas en el manejo del pescado post-captura. Efectivamente, la muestra denotaba presencia de restos de vísceras en la parte anterior (Figura 21). Se decidió mantener dicha muestra en estado congelado para su posterior investigación sobre la rancidez oxidativa en base a los productos secundarios de oxidación lipídica en: músculo contiguo a las vísceras, restos de vísceras y piel. La Tabla 4 muestra el índice de TBA en dichas partes a los 100 días de almacenaje a -18°C .

Tabla 4. Índice de TBA en merluza negra con fallas operativas, almacenada durante 100 días a -18°C .

Tipo de tejido	Índice de TBA $\mu\text{moles de MA/kg}$
Vísceras	50,0
Piel	14,0
Músculo H&G	8,0

El alto valor del índice de TBA encontrado en los restos de vísceras es el resultado principalmente de la hidrólisis enzimática. Las lipasas liberadas en los tejidos de los restos de vísceras dan como resultado la liberación de AG, que en pescado tienen alto grado de insaturación, los cuales son fácilmente oxidados dando como resultado compuestos de bajo peso molecular tales como aldehídos y cetonas (Huss, 1998).

El valor del índice de TBA encontrado en la piel tendría su explicación en la presencia de lipooxigenasa, enzima que acelera el proceso de oxidación (Sikorski, 1994)

El valor del índice de TBA encontrado en el músculo adyacente a los restos de vísceras fue un 60% más alto que el observado en las porciones correctamente evisceradas a los 100 días de almacenaje (Figura 19). Este aumento puede haber sido provocado por la migración de enzimas y/o prooxidantes provenientes de los restos de vísceras contiguos.

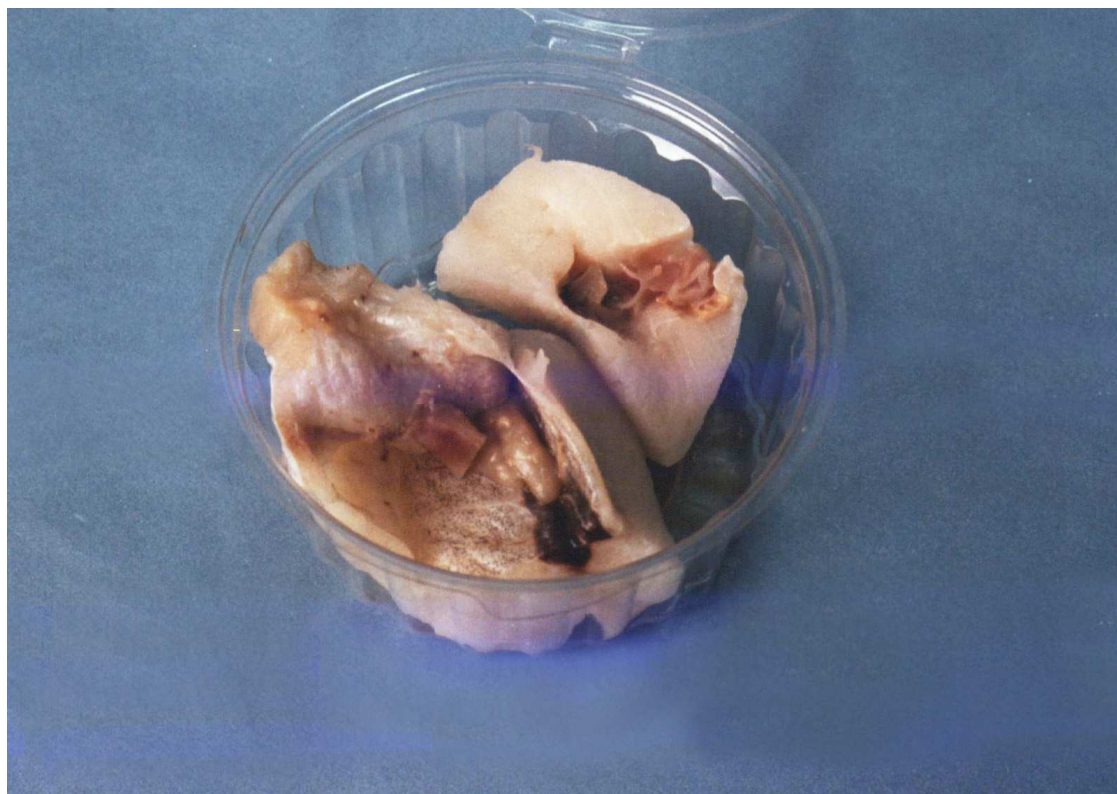


Figura 21: Partes de la porción H&G de merluza negra con restos de vísceras.

Otro defecto evidente fue el cambio de coloración que se presentó en los extremos de la porción (Figura 22). Este defecto ha sido atribuido a los compuestos carbonilos, procedentes de la oxidación de los lípidos que pueden reaccionar con los grupos aminos de las proteínas o aminas presentes en la carne de pescado, dando origen a coloraciones amarillentas. Este pardeamiento no enzimático es conocido como formación de herrumbre o “rusting” en el idioma inglés (Cheftel y Cheftel, 1976).

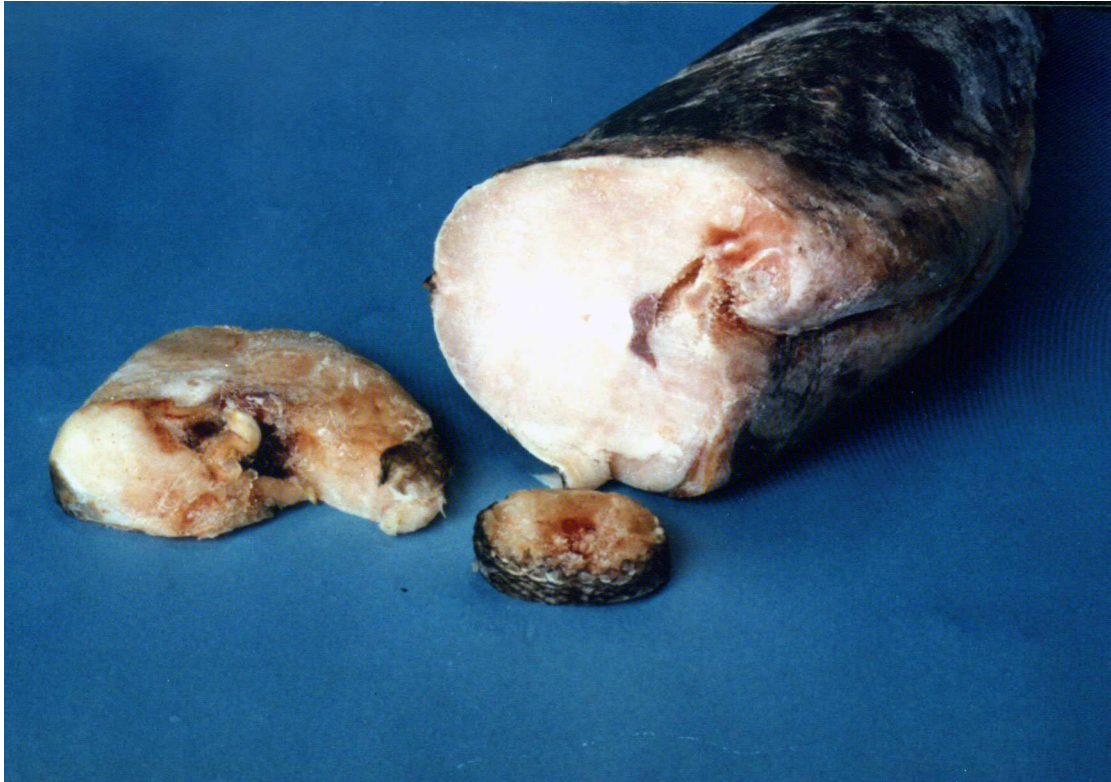


Figura 22: Extremos de la porción H&G de merluza negra con desarrollo de herrumbre (“rusting”).