



# Efecto del Procesamiento Sobre El Valor Nutricional de los Alimentos



INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Tamaño de la ración: 30 gramos	
Energía por ración: 140 kcal	
Cantidad por ración	%del valor diario
Grasas totales 4g	1,8
Grasas saturadas 0 g	0
Colesterol 0 mg	0
Sodio 35 mg	1,3
Carbohidratos totales 22 g	4,4
Azúcares 2 g	0,4
Proteínas 2 g	0,4

Los porcentajes de los valores diarios se basan en una dieta de 2.000 calorías.



Primera Edición. Caracas, Venezuela. 2003.  
Coordinación editorial y producción: Marisa Guerra

Todos los derechos quedan reservados. Se permite la reproducción total o parcial de su contenido sin previa autorización escrita, siempre y cuando se cite la fuente de origen.

Impreso en Venezuela por el Departamento de Producción de Impresos de la Universidad Simón Bolívar.

Diseño y diagramación de la portada: Mariángel Paolini, Arq. Raúl Rosa-Brussin.

Fotografías de la portada: Lidia Woyzechowsky.

Tiraje: 250 ejemplares

Universidad Simón Bolívar. Valle de Sartenejas-Baruta, Estado Miranda.  
Venezuela. Página Web: [www.usb.ve](http://www.usb.ve)

ISBN N° 980-12-0480-X

Depósito Legal: LF25220036002656

Caracas Venezuela.

**COMITÉ EDITORIAL**

Carrillo de Padilla, F. Unidad de Análisis de Alimentos, Instituto de Investigaciones Farmacéuticas, Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Chávez, J. F. División de Investigaciones en Alimentos, Instituto Nacional de Nutrición. Caracas, Venezuela.

Granito, M. Departamento de Tecnología de Servicios, Universidad Simón Bolívar, Valle de Sartenejas. Caracas, Venezuela.

Guerra, M. Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Valle de Sartenejas. Caracas, Venezuela.

Valls, J. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Vilacha, V. Servicios para la Industria de Alimentos, Cosméticos y Medicamentos. Caracas, Venezuela.

la pasteurización, Esterilización, Procesos tecnológicos emergentes, Pulsos eléctricos (PE), Microondas, Leches concentradas, Leche evaporada, Leche condensada azucarada, Leche en polvo, Yogurt, Alta presión hidrostática, Referencias

#### **CAPITULO 7**

##### **Efecto del procesamiento sobre el contenido nutricional de las leguminosas (Marisela Granito) ..... 154**

Introducción, Características generales de las leguminosas, Cultivo y producción de leguminosas, Composición química de las leguminosas, Proteínas, Lípidos, Micronutrientes, Carbohidratos, Azúcares disponibles, Azúcares no disponibles o indigeribles, Carbohidratos no fermentables, Valor nutricional y fisiológico de las leguminosas, Efecto del procesamiento sobre la calidad nutricional de las leguminosas, Almacenamiento, Secado, Remojo, Cocción, Fermentación, Germinación, Hidrólisis enzimática, Radiación infrarroja, Referencias

#### **CAPITULO 8**

##### **Efecto de los procesos tecnológicos tradicionales en la calidad nutricional de productos pesqueros (Jaime Enrique Valls Puig).... 186**

Introducción, Congelación, Seco-salado, Ahumado, Enlatado, Referencias

---

## CAPÍTULO 8

### EFFECTO DE LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS TRADICIONALES EN LA CALIDAD NUTRICIONAL DE PRODUCTOS PESQUEROS

Jaime Enrique Valls Puig<sup>1</sup>

---

---

<sup>1</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. E-mail: [jvalls@strix.ciens.ucv.ve](mailto:jvalls@strix.ciens.ucv.ve)

## INTRODUCCIÓN

El pescado tiene un excelente valor nutritivo ya que proporciona una gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales. Las proteínas del músculo de pescado (15-28%) contienen todos los aminoácidos esenciales y su valor biológico es semejante a las proteínas de la leche, huevos o carne de mamíferos. Mientras que los cereales generalmente tienen bajo contenido de lisina, metionina y cisteína, el pescado es una excelente fuente de estos aminoácidos, por lo tanto se recomienda el consumo simultáneo de cereales (maíz, trigo, etc) y pescado para aumentar el valor nutricional. En relación a la porción comestible del pescado se encuentra entre 34-65 %, en crustáceos es 35-48 % y moluscos bivalvos 10-30 %. Estas proporciones experimentan fluctuaciones que dependen principalmente del momento biológico y del estado de nutrición al momento de su captura.

La carne de pescado se compone principalmente de agua (66-80%), proteína (15-28%) y grasa (0,2-25%). La cantidad de carbohidratos es pequeña (< 0,5%) y usualmente se desprecia al efectuar un análisis proximal. Las variaciones en la composición química del pez están estrechamente relacionadas con la alimentación, si es abundante las proteínas aumentan al principio muy lentamente y los lípidos tienen un rápido incremento. Si el pez tiene períodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (desove o migración) o por factores externos como escasez de alimento, primero disminuye el contenido de lípidos y luego las proteínas (Huss, 1998).

Generalmente el tejido muscular del pez es blanco, pero dependiendo de la especie, algunos presentan una masa muscular roja u oscura, localizada debajo de la piel, a lo largo del cuerpo del animal. En especies pelágicas como atún, sardinas, arenque y caballa, esta masa muscular se encuentra en mayor proporción, mientras que en peces como pargo y mero, su cantidad es pequeña. El músculo oscuro presenta una mayor cantidad de lípidos, hemoglobina, glucógeno y vitaminas (Huss, 1998).

El pescado es más que una simple opción de consumo de proteínas animales, ya que el contenido graso de algunos pescados proporcionan el tipo de lípidos necesario para el desarrollo normal en los niños por nacer y en los recién nacidos. El contenido de lípidos es el que presenta mayor variación según la especie (0,2-25%) y dentro de la misma especie (5-25%), varía según el tamaño, ciclo biológico y alimentación. Según este constituyente las diferentes especies se agrupan en: magras hasta 2 %, semigrasas de 2 a 6 % y grasas más de 6 %. El contenido total de grasa, refleja la temperatura del agua, en medio ambiente fríos los peces tienen hasta 3 veces más grasa que los peces de aguas templadas.

Los aceites de pescado tienen ácidos grasos como el linoleico y linolénico que son esenciales ya que no son sintetizados por el hombre y también poliinsaturados como el eicosapentaenóico (C20:5) que pueden curar enfermedades de la piel (Huss, 1998). Los embarazos muy frecuentes, como suele ocurrir en los países en desarrollo pueden agotar el suministro materno de ácidos grasos esenciales y hacer que los hijos más pequeños carezcan de este elemento nutritivo vital en una etapa crítica de su crecimiento. Por eso los ácidos grasos de algunos pescados como atún, caballa o sardinas, son una opción importante para la alimentación de las mujeres embarazadas (FAO, 2001).

Los peces magros acumulan su grasa en el hígado así por ejemplo el bacalao tiene un contenido de grasa en su carne de solamente 0,6 % mientras que en su hígado puede llegar 50-80%. Por otra parte los bivalvos tienen un contenido graso más bajo con porcentajes menores del 1 %, aunque en algunas especies como las ostras pueden tener hasta 4 % (Pigott y Turcker, 1990).

Una alimentación en la cual se tiene una ingesta de ácidos grasos poliinsaturados, es recomendada para la prevención de enfermedades cardiovasculares, ya que se ha observado una disminución en la sangre de las lipoproteínas LDL y VLDL (transportan el colesterol a los tejidos), favoreciendo el transporte del colesterol por parte de las HDL hacia el hígado, donde es transformado en ácido cólico (Rodríguez, 2000).

La cantidad de vitaminas y minerales, es específica de cada especie de pescado y puede variar con la época del año. En general el pescado es una buena fuente de vitaminas del grupo B y en las especies grasas de vitaminas A (20-400 UI/g) y D (300-1000 UI/g). El contenido de vitaminas es similar al de mamíferos, excepto con las A y D, que son mayores en pescado grasos. Con respecto a los minerales se considera al pescado como buena fuente de calcio (19-881 mg%) y fósforo (68-550 mg%), así como también de cobre (0,5-2 ppm). La ingesta de calcio y fósforo se ve favorecida por la presencia de vitaminas A y D, ya que incrementan su asimilación. En peces de mar el contenido de yodo es también alto 0,17 mg%, con lo cual un porción de 100 gr. llega a cubrir la mitad de las necesidades diarias del adulto, sin embargo las cantidades de yodo presentes pueden fluctuar hasta 100 veces (Tarr, 1962; Hirota, 1992; Huss, 1998; Capont, 2001).

El pescado es considerado un alimento altamente perecedero por ser muy susceptible a alteraciones producidas por cambios autolíticos, microbiológicos y químicos (Ashie *et al.*, 1996). Con el propósito de retardar estos fenómenos se han empleado técnicas como la conservación en hielo, congelación, secado, salado, ahumado, enlatado entre otras. Estos procesos permiten adicionalmente estabilizar mejor el precio y la disponibilidad de los recursos pesqueros, los cuales oscilan según la temporada, ubicación geográfica y la demanda, pero sus productos sometidos a algún proceso tecnológico, tienen un precio menos variable y se puede disponer de ellos en cualquier momento y lugar e inclusive en áreas geográficas distantes a la presencia de estos recursos. Si bien estos procesos alargan la vida y aseguran un mejor empleo de estos recursos, es deseable el conocer que influencia o efecto pueden tener sobre su aspecto nutricional, de manera de asegurar también que al consumidor se le suministren unos productos con la mejor calidad nutricional posible. En la siguiente revisión se evaluará la influencia que pueden tener los procesos tecnológicos tradicionales (congelación, secado-salado, ahumado y enlatado) sobre la calidad nutricional de los productos pesqueros, considerando principalmente aspectos tales como proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos grasos, e índices nutricionales.

## **1.- Congelación**

La finalidad de congelar el pescado, tanto fresco como procesado, consiste en obtener productos que después de almacenar durante varios meses y proceder a su descongelación, conserven las mejores condiciones organolépticas y nutricionales. En otras ocasiones la congelación es empleada como un paso previo para el enlatado o ahumado.

Si bien el empleo de bajas temperaturas disminuye la velocidad de deterioro, se pueden desarrollar fenómenos iniciados por lipasas, que producen ácidos grasos libres, (los cuales son más fácilmente oxidables que unidos al glicerol), posteriormente por acción enzimática lipooxigenasa o autooxidativa, se producen cambios en el sabor, olor y valor nutricional del producto congelado. Aún cuando la temperatura de congelación incide directamente en la calidad de los productos pesqueros, también tienen que tomarse en cuenta factores tales

como: características intrínsecas de la materia prima, condiciones de elaboración, tipo de empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento (Obregón, 1994).

El uso de  $-18^{\circ}\text{C}$  como temperatura usual de congelación de pescado y sus productos es debido a que es el límite inferior para el crecimiento de microorganismos, mientras que el empleo de  $-30^{\circ}\text{C}$  es para evitar la hidrólisis del óxido de trimetil a dimetil amina y formaldehído. Las alteraciones que se producen en el pescado durante su almacenamiento en congelación, tienen mucha importancia desde el punto de vista comercial, ya que determinan el tiempo de vida del producto. Los problemas más graves del deterioro en pescado congelado son ocasionados por una combinación de fenómenos autolíticos y químicos, que se evidencian principalmente en sus características organolépticas (textura, sabor, color y olor). Los principales factores que alteran estos alimentos en congelación son:

1.- *Cambios de humedad*: debido a la formación de cristales de hielo, deshidratación e incremento de la concentración de sales (Haard, 1992). Según el tipo de congelación, se pueden distinguir tres formas de los cristales de hielo: cuando la congelación es lenta, predomina la distribución extracelular, en congelación rápida, se produce cristalización extra e intra celular y cuando la congelación es muy rápida, se forma principalmente cristalización intracelular (Obregón, 1994). La formación de cristales pequeños es preferible a cristales grandes, ya que produce un menor daño en los tejidos de la carne, razón por la cual se desea pasar lo más rápidamente la condición de cristalización del hielo para obtener un producto de mejor calidad. La pérdida de agua por parte de las proteínas, puede ocasionar un exudado o goteo al momento de descongelar, en el cual se solubilizan proteínas de bajo peso molecular, vitaminas y minerales. Este fenómeno se evidencia más en congelación lenta, ya que el daño en la proteínas es mayor (Cabrera, 1994).

2.- *Lípidos*: los lípidos del tejido muscular del pescado están constituidos por ácidos grasos poliinsaturados que son fácilmente oxidables, lo cual produce una alteración de estos compuestos, disminuyendo por lo tanto su valor nutritivo. Por otra parte puede ocurrir una liberación de ácidos grasos libres entre un 20-30%, que pueden reaccionar con proteínas, reduciendo su valor proteico (Auborg *et al.*, 1989; Hultin, 1992).

3.- *Actividad de enzimas*: La dimetil amina oxidasa, cataliza la reacción de óxido de trimetil amina a dimetil amina y formaldehído, causando un notable descenso en la extracción de proteínas totales (Bremner, 1992; Steen y Lambelet, 1997).

4.- *Agregación proteica*: los cambios de las proteínas musculares se han asociado también a la oxidación de lípidos, debido a que los radicales libres formados pueden reaccionar con los residuos terminales de aminoácidos como lisina, así como también los grupos carbonilos pueden formar enlaces covalentes con proteínas, originando agregados insolubles, sin embargo la velocidad de formación de estos compuestos varía grandemente entre especies de pescado (Watabe, 1992; Valverde, 1995; Huidobro *et al.*, 1998; Verrez-Bagnis *et al.*, 1999). El músculo oscuro de algunos pescados, presenta una mayor cantidad de grasa y de proteínas de bajo peso molecular, lo cual produce durante la congelación una mayor insolubilidad proteica en relación al músculo claro (Montero *et al.*, 1999). La presencia de formaldehído y de diaminas biógenas como cadaverina, espermina y espermidina, aceleran la formación de polímeros de alto peso molecular ( $> 200\text{kD}$ ), a partir de miosina los cuales son de menor valor proteico (Haard, 1992).

Los factores antes considerados son en conjunto, los que producen daños en proteínas y lípidos, afectando su valor nutricional. El grado o la intensidad de este deterioro dependerá



de aspectos tales como: frescura inicial de la materia prima, manipulación, tipo de congelación, tiempo y forma de almacenamiento.

En estudios realizados por Castrillón *et al.* (1996) en sardina (*Sardina pilchardus*), se evaluó el efecto del almacenamiento congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$  por 4 meses, seguido de una descongelación a  $-4^{\circ}\text{C}$ . Durante este proceso los índices nutricionales tales como: Proteína Neta Utilizable (PNU), Valor Biológico (VB) y Digestibilidad (D%) disminuyeron en relación a la sardina fresca (TABLA 1). la disminución del VB y PNU es atribuido a una pérdida de aminoácidos, especialmente los sulfurados. Los resultados sugieren que el almacenamiento congelado y la descongelación de sardinas con alto contenido de grasa (39% en base seca), causan cambios en la estructura y composición de los aminoácidos, afectando su valor nutricional proteico.

Ya que estos productos no se consumen crudos, posteriormente Castrillón *et al.* (1997) evaluaron los cambios en la composición química y la calidad nutricional en sardinas (*Clupea pilchardus*) congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$  por 4 meses y sometidas posteriormente a procesos de cocción por calentamiento (fritura, cocción en horno convencional y horno de microondas), determinando que el valor nutricional proteico se afecta, disminuyendo por ejemplo la PNU, de 79 (sardina fresca) hasta 70 en las sardinas congeladas y cocinadas. Los investigadores atribuyen este daño a una pérdida de los aminoácidos sulfurados que disminuyeron de 81 mmol-SH/kg en sardina fresca a 48 mmol-SH/kg, debido al daño combinado de la congelación y cocción. Similares resultados fueron obtenidos por Auborg *et al.* (1997) en almacenamiento a  $0^{\circ}\text{C}$  de la misma especie, sin embargo cuando se mantenía a temperaturas de refrigeración ( $15^{\circ}\text{C}$ ), se determinaron cambio significativos principalmente en la fracción lipídica. Ramírez *et al.* (2000) evaluaron en tilapia (*Tilapia nilotica*), una disminución del 30% en la solubilidad de miosina y actomiosina, la cual fue asociada por estos autores a una pérdida del 55% de grupos sulfuro.

En tronquitos de sardinas (*Sardinella aurita*) almacenados a  $-18^{\circ}\text{C}$  por seis meses, González *et al.* (2002) determinaron la actividad autolítica (AA), encontrando una interacción significativa del factor tiempo, con un aumento de 0,36 (mmol de lisina/100g) al inicio de la experiencia, hasta 0,56 al finalizar la experiencia. Otro índice evaluado relacionado con las variaciones de las proteínas miofibrilares es la Solubilidad de las Proteínas en Soluciones salinas (SPs), el cual mostró diferencias significativas a lo largo del estudio, disminuyendo de 67,3% (control) hasta 49,7% (6 meses). Todas estas experiencias señalan el daño que se produce en la fracción proteica, como resultado del proceso de congelación inclusive a temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

**TABLA 1.** Cambios en la calidad nutricional de sardinas frescas y congeladas a -20° C por 4 meses.

	Sardina fresca	Sardina a -20° C por 4 meses
PNU	79,1 ± 1,2 a	61,2 ± 0,9 b
VB	88,3 ± 0,7 a	69,5 ± 1,9 b
D%	90,1 ± 1,7 a	85,4 ± 0,7 b
Lisina (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	78,6 ± 0,9 a	74,6 ± 0,5 b
Metionina (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	27,2 ± 0,9 a	23,0 ± 1,4 b
Cistina (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	13,3 ± 0,4 a	10,6 ± 0,6 b
Tirosina (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	23,8 ± 0,3 a	21,6 ± 0,4 b
C20:5 n-3 (% área)	12,44 ± 0,05 a	11,0 ± 0,12 b
C22:6 n-3 (%área)	16,92 ± 0,08 a	16,3 ± 0,33 b

Proteína Neta Utilizable (PNU), Valor Biológico (VB), Porcentaje de Digestibilidad (D%), C20:5 n-3 ácido eicosapentaenóico, C22:6 n-3 ácido docosahexaenóico.

Letras distintas en una misma fila denotan diferencias significativas (P< 0,05) (Test de Duncan)

Fuente: Adaptado de Castrillón *et al.* (1996).

Después del almacenamiento congelado, la forma y tiempo de descongelación también tienen influencia sobre la estabilidad de las proteínas. Nilsson y Ekstrand, (1995) encontraron en trucha (*Oncorhynchus mykiss*), almacenada a -18° C y -40° C hasta por 18 meses, que descongelando con agua a 25° C se obtenía un tiempo de descongelación de 0,8 horas, pero a 5° C, era de 4 horas, con lo cual se producía mayor daño en las proteínas de la membrana celular, ya que la presencia de enzimas lisosomales, indicadoras de la integridad celular, eran mayores a 5° C, con 45 Unidades de actividad enzimática (U.A.E), en relación a 25° C, con 25 (U.A.E) para tres meses de almacenamiento congelado a -18° C.

La alteración de los lípidos en productos pesqueros son una de las principales causas de deterioro en estos alimentos. Los cambios pueden comenzar por la acción de lipasas que promueven la hidrólisis de los triglicéridos liberando ácidos grasos, que son más susceptibles a la oxidación en relación a los mismos compuestos pero unidos al glicerol. Posteriormente enzimas como la lipooxigenasa o la autooxidación de lípidos, propician la rancidez. Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) son más susceptibles ya que en presencia de oxígeno, producen hidroperóxidos a partir de ácidos grasos omega-3 y omega-6, disminuyendo así su valor nutricional. Mientras más baja sea la temperatura de congelación este fenómeno es disminuido, así por ejemplo el grado de oxidación a -40° C es 8 veces menor que a -15° C (Ortiz y Bello, 1992).

En estudios realizados por Undeland *et al.* (1998)ab en filetes de arenque (*Clupea Harengus*), se evaluó el efecto de la presencia o ausencia de la piel, como factor de protección de la oxidación de lípidos, durante el almacenamiento congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 7 meses. La remoción de la piel previo al almacenamiento congelado, afectó negativamente la estabilidad del tejido adyacente, observándose por lo tanto un efecto protector de la piel sobre el tejido superficial inmediato, sin embargo a medida que se profundizaba en el músculo no se registraron diferencias por degradación de lípidos entre las muestras almacenadas con o sin piel. Este mismo comportamiento, de protección de los lípidos contenidos en la musculatura, fue determinado por Undeland *et al.* (1999) en filetes de arenque (*Clupea harengus*) en condiciones de refrigeración.

Posteriormente Undeland y Lingnert (1999) investigaron el efecto de un almacenamiento previo a  $0^{\circ}\text{C}$  por 9 días, seguido de una congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  hasta 84 días. Los resultados indicaron que se desarrolló un severo daño oxidativo en los lípidos de las muestras almacenadas previamente entre 3 a 6 días con hielo. Los autores indican que este comportamiento puede ser atribuido a que entre los 0 a 3 días, se produce un período de inducción de oxidación el cual no tiene una gran influencia en el deterioro posterior de los lípidos durante el almacenamiento congelado, mientras que entre los días 3 a 6, se puede desarrollar la fase de propagación que produce altos contenidos de hidroperóxidos, que posteriormente durante la congelación, ocasionan fuertes daños deteriorativos. Cuando el almacenamiento previo es alargado hasta 9 días, es factible que los hidroperóxidos se descompongan y por lo tanto no tienen luego una influencia notable sobre la alteración de los lípidos.

El proceso de descongelación tiene también importancia para la conservación de la calidad nutricional de los productos congelados. Dependiendo del método de congelación y por lo tanto de la cantidad y tamaño de los cristales de hielo que se pueden producir, al momento de la descongelación se producirá un exudado proveniente de los cristales de hielo, en este líquido se encuentran sustancias como proteínas solubles en agua, péptidos, vitaminas y minerales, lo cual conduce a una disminución de los componentes nutricionales. En general se prefieren procesos de descongelación y procesamiento lo más rápidos posibles (Cabrera, 1994).

La congelación es el proceso que mejor conserva las características iniciales de la materia prima, de esta manera se ofrece al consumidor un producto en el cual la modificación organoléptica es mínima en relación a otros procesos (seco, salado, ahumado, enlatado). El valor nutricional de estos alimentos dependerá notablemente de la condición de la materia prima inicial, forma de congelación, condiciones de almacenamiento e inclusive de la forma de descongelación. Si durante la producción y comercialización se mantienen unas condiciones buenas, el valor nutricional prácticamente no es afectado. Las principales reacciones que pueden disminuir el valor biológico de las proteínas vienen dadas por pérdida de aminoácidos especialmente sulfurados, además de reacciones con lípidos oxidados.

## **2.- Seco-salado.**

Las técnicas de salado y secado han sido ampliamente empleadas para la conservación de productos pesqueros. Estos procesamientos se realizan en lugares en los cuales no hay un adecuado suministro de energía eléctrica, o bien no se dispone de otros medios de conservación de pescado, tales como la refrigeración y especialmente la congelación. El

salado involucra una incorporación de sal común al músculo de pescado, lo cual produce un efecto de deshidratación, ya que se reduce la cantidad de agua disponible en el producto, retardando el crecimiento de microorganismos y otras reacciones bioquímicas de deterioro (Gallo, 1994).

En el secado la actividad del agua es reducida hasta inhibir los procesos de deterioro o por lo menos disminuirlos considerablemente, para ello se procede a secar el pescado con o sin la adición de sal. Para asegurar la estabilidad de los productos seco salados aptos para consumo humano, se requieren de unos niveles de penetración de sal del 25% y valores de humedad inferiores al 35%, e igualmente un valor de actividad de agua ( $A_w$ ) inferior a 0,73 (Bello y Granados, 1996).

En el pescado que ha sido sometido solamente a un secado como método de conservación debe extraerse lo más rápido posible el contenido de agua, hasta un punto en el cual los microorganismos no puedan desarrollarse. Las cifras mínimas de agua son aproximadamente del 13 % para mohos y del 17 % para bacterias. Esto es especialmente válido para peces magros mientras que en los peces grasos resulta más difícil la eliminación del agua, ya que ellos son deteriorados por la oxidación de sus componentes grasos al momento del secado.

Los principales problemas que tienen estos productos son ocasionados por el empleo generalmente de materia prima de baja calidad, alto contenido de sal y por inadecuadas prácticas tanto de elaboración, transporte y almacenamiento (Berhipom *et al.*, 1990). En el caso de productos pesqueros obtenidos por secado, este proceso se realiza generalmente mediante secado natural (sol, viento) debido a factores económicos. Sin embargo este sistema no asegura una buena calidad de estos productos, ya que están sujetos a cambios climatológicos, imposibilitando obtener una calidad estándar en los productos secos (Wong, 1994).

Durante la mayor parte de los procedimientos de elaboración, es inevitable que se produzcan pérdidas de nutrientes, sin embargo controlando cabalmente las condiciones de procesamiento, se desea reducir al máximo este efecto, en el caso de seco-salado se ha demostrado que al usar temperaturas que no exceden los 50° C, el valor nutritivo de las proteínas se conserva. La exposición del pescado a temperaturas elevadas es quizás una de las causas más probables de pérdida de proteínas, por su degradación o entrecruzamiento de grupos funcionales, o inclusive por reacciones con otros compuestos tales como péptidos, aminoácidos e inclusive lípidos oxidados. El secado a 75° C disminuye la disponibilidad de lisina y la utilización proteica. En productos secos la solubilidad de las proteínas disminuye un 25% en relación a las proteínas del pescado fresco, debido a que estas entrecruzan sus grupos amino, hidróxido y disulfuro (Waterman, 1978).

Según Opstvedt, (1988) las proteínas del pescado se desnaturalizan en un 90% a temperaturas entre 60-65° C, el remanente 10%, que consiste principalmente en tropomiosina, debe ser sometido a calentamientos por encima de los 100° C por largos períodos de tiempo para que se produzca su desnaturalización. Como consecuencia de este fenómeno las proteínas se agregan, con formación de nuevos enlaces, muchos de ellos son de naturaleza covalente, representados por una disminución de los grupos sulfídrico (-SH) y un aumento de grupos disulfuro (-S-S-).

Otra alteración química que se produce es la reacción entre los grupos amina libres de algunos aminoácidos tales como lisina, y compuestos reductores no proteicos, a través de una condensación amina-carbonilo, conocida como reacción de Maillard. Según Pan, (1988) la ingestión de los productos de esta reacción puede producir desórdenes

fisiológicos significativos en el hígado (acumulación de pigmentos oscuros, alargamiento y metamorfosis de células grasas) y riñones (alteraciones en la células tubulares). Los compuestos amino tales como: anserina, lisina, 1-metil-histidina y taurina son más reactivos con compuestos reductores. Tanto la formación de grupos disulfuro y la condensación producen una disminución de la digestibilidad de las proteínas. En procesos de secado más drásticos (140-150° C) se han registrado fuertes disminuciones de las cantidades de metionina, cistina y triptófano (FAO, 1981).

El efecto más importante del salado es la deshidratación del músculo, debido a la diferencia de concentración de sal, dentro y fuera del pescado. En la práctica entra anión cloruro o catión sodio y sale agua del tejido. Las altas concentraciones de sal provocan la desnaturalización de las proteínas. El pescado seco salado es colocado en agua para su rehidratación, durante este proceso pierde gran cantidad de la sal que ha penetrado dentro del tejido, sin embargo el producto luego de la rehidratación contiene en relación a la materia prima, entre 3-4 veces niveles más altos de sodio y también de cobre, proveniente de la sal empleada (Badano, 1988).

El pescado fuertemente salado sufre una pérdida de su capacidad de retención de agua por desnaturalización de sus proteínas, lo cual produce un encogimiento de sus tejidos y disminución del volumen, al rehidratar el agua es absorbida a manera de "esponja" no integrándose al tejido, debido a que las proteínas desnaturalizadas muestran una tendencia hidrofóbica que no permiten alcanzar el estado inicial en que se encontraba el agua ligada en el pescado fresco.

La calidad del pescado salado depende de la cantidad de sal y la humedad del producto final, la pérdida de proteínas, vitaminas del grupo B y minerales es menor en el salado en seco en relación al salado húmedo, debido a su solubilización en la fase acuosa empleada. Las enzimas proteasas son inhibidas en más de un 40% a concentraciones de 25% de sal. La presencia de trazas metálicas en la sal (cobre, hierro y zinc), promueven la oxidación lipídica por reducción del período de inducción de las reacciones autooxidativas, sin embargo la tasa de oxidación es disminuida por la alta concentración de sal, la cual compite con los catalizadores naturales de la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados (Pigott y Turcker, 1990).

La oxidación se produce más rápidamente a bajas humedades relativas, así por ejemplo entre 0 a 11% de humedad relativa (HR), los ácidos grasos poliinsaturados son casi completamente oxidados, mientras que entre 52- 71% de HR, son más estables en cualquiera de los diferentes lípidos en los cuales se encuentren (fosfolípidos, triglicéridos, o ácidos grasos libres) (Bligh, *et al.*, 1988).

En merluza (*Merluccius spp*), sometida a salado y secado, se encontró una disminución apreciable en el contenido de los aminoácidos: ácido glutámico, leucina, fenilalanina y lisina. La digestibilidad de la lisina en la merluza fresca fue de 52%, mientras que en el producto seco salado fue de 42%. Los autores emplearon un método enzimático que determina el índice del Digerido Enzimático Ultrafiltrado (DEU), obteniendo en merluza fresca un valor de 76 que disminuyó hasta 64 en el alimento procesado, atribuido este efecto a las reacciones entre los grupos amino y otros grupos activos de la proteína (Badano, 1988).

El efecto de diferentes procesos de secado en la Digestibilidad (D%) del lenguado (*Paralichthys*) fueron evaluados por Lee y Ryu, (1987). Se obtuvieron ligeras disminuciones de D%, desde 87,6% para materia prima, hasta 85,5% secado solar y 86,6% para secado por aire caliente forzado a 55° C.

Maruf *et al.* (1990) evaluaron la calidad nutricional en macarela (*Rastrelliger kanagurta*), seca-salada. Durante su procesamiento y almacenamiento a 30° C por 20 semanas, los ácidos grasos poliinsaturados fueron oxidados y este efecto se incrementó al aumentar el contenido de sal de 2 a 21%. La calidad de la proteína medida (TABLA 2), por índices tales como PNU, VB y D% varió respectivamente en las muestras control (secada por liofilización) de 80, 82 y 98 hasta 54, 57 y 95 en el producto seco salado y almacenado por 20 semanas. El análisis de aminoácidos indicó una pérdida de lisina, ácido glutámico, serina, histidina, arginina y sulfurados. Además determinaron una pérdida de los ácidos grasos poliinsaturados: C18:2, C18:3 y C:22:6.

**TABLA 2.** Cambios en la calidad nutricional de macarela (*Rastrelliger kanagurta*), seco salada.

	Control	0 semana	20 semanas
PNU	80,0 ± 5,5 a	75,6 ± 5,5 ab	53,7 ± 4,5 c
VB	81,6 ± 5,8 a	77,4 ± 5,7 ab	56,8 ± 5,0 c
D%	98,0 ± 0,7 a	97,7 ± 0,4 ab	94,6 ± 0,8 c
Lisina (g/100 g proteína)	ND	11,7	10,3
Metionina (g/100 g proteína)	ND	3,7	3,4
Cisteina (g/100 g proteína)	ND	1,2	1,0
C22:6	ND	15,9	13,6
C18:2	ND	5,4	4,2
C18:3	ND	3,4	2,4
PUFA	ND	25,9	21,2

Control: Muestra secada por liofilización. Proteína Neta Utilizable (PNU), Valor Biológico (VB), Porcentaje Digestibilidad (D%), C22:6 ácido docosahexaenóico, C18:2 ácido linoleico, C18:3 ácido linoléico. PUFA: ácidos grasos poliinsaturados totales. ND: no determinado.

Letras distintas en una misma fila denotan diferencias significativas (P < 0,05)

Fuente: Adaptado de Maruf *et al.* (1990).

Burt, (1988) señala que el salado, cuando es empleado como paso previo al secado, puede provocar la pérdida de algunas vitaminas, especialmente las solubles en agua. Al efectuar el proceso de secado, las vitaminas A, tiamina y riboflavina pueden llegar a destruirse casi en un 100%, mientras que la D, E y B<sub>12</sub>, son más estables.

Se puede señalar que el secado *per se* no tiene un efecto adverso en la utilización y biodisponibilidad de las proteínas. Este proceso sí aumenta la oxidación y por lo tanto la

rancidez, lo cual produce reducciones generalmente menores en la calidad proteica. El grado del secado tiene una mayor influencia sobre las proteínas y dependerá de la temperatura, humedad relativa y tiempo de exposición al calor. Siempre que sea posible debe realizarse el secado a temperaturas no mayores de 80° C; valores superiores disminuyen sensiblemente la calidad nutricional. Las principales reacciones que producen cambios en la calidad nutricional de productos secos son: desnaturalización de proteínas, oxidación de lípidos y Maillard. Es importante también la buena manipulación del producto ya elaborado, de ser posible empleando empaques adecuados y temperaturas moderadas, para así evitar al máximo que prosiga la desnaturalización de las proteínas y especialmente la oxidación de lípidos.

### 3.-Ahumado

El proceso de ahumado es uno de los métodos más antiguos de preservación de pescado, el mismo combina salado, secado y cocción. Estos procesos destruyen enzimas, eliminan microorganismos y reducen la cantidad de agua disponible (Urrutia, 1994).

El ahumado se basa en la deposición sobre la superficie del pescado de una serie de compuestos volátiles, producto de la combustión de la madera. El efecto conservador se debe a la disminución del contenido de agua, baja del pH, coagulación proteica y pasteurización parcial. Según la temperatura a la cual se realiza esta técnica se distinguen dos procedimientos: ahumado en frío, en el cual la temperatura no excede los 30-40° C, y el tiempo puede durar de varias horas a días. El ahumado en frío involucra un tratamiento menos drástico, en el cual solo se produce una coagulación parcial de las proteínas. Este tipo de producto es considerado como "conservado ligeramente", puede tener un contenido menor de 6% de sal en la fase acuosa del producto y en algunos casos se emplean conservadores como: sorbatos, benzoatos, nitritos, etc. La otra técnica, es el ahumado en caliente, a temperaturas superiores a los 40° C, e inclusive 90° C en aproximadamente 4-7 horas. Los productos ahumados pueden ser empacados al vacío y son conservados y distribuidos en condiciones de refrigeración (< 5° C) o en congelación. El proceso de ahumado involucra una inmersión inicial en salmuera, secado y finalmente la incorporación de los compuestos del humo al producto (Motohiro, 1992; Tokunaga, 1992; Ward, 2001).

Durante el ahumado el pescado esta sometido a un calentamiento, ahumado y al oxígeno atmosférico, estos factores propician reacciones químicas que producen cambios en el potencial de óxido-reducción, reacciones de Maillard, degradación de proteínas y oxidación. La sal es otro factor que debe considerarse, ya que la inmersión en salmuera puede incrementar su contenido en niveles de hasta 10 veces más, en relación a la materia prima. Por otra parte durante este proceso la salmuera actúa como una barrera protectora al oxígeno, previniendo la oxidación de los lípidos, también se produce un pequeño exudado de grasa, debido a la contracción del músculo por efecto de la sal.

Bhuiyan *et al.*, (1986) estudiaron la estabilidad de varios constituyentes (lípidos, aminoácidos y vitaminas) en macarela (*Scomber scombrus* L.), sus resultados indican que no se registraron cambios significativos en el perfil de ácidos grasos antes y después del proceso de ahumado, como se puede observar en la TABLA 3. Tampoco se observaron variaciones significativas entre los triglicéridos y fosfolípidos. Se determinó una cantidad de 0,1% de ácidos grasos libres en el producto ahumado lo cual es un indicativo de una baja hidrólisis.

**TABLA 3.** Estabilidad de lípidos, proteínas, aminoácidos y vitaminas durante el ahumado de macarela (*Scomber scombrus* L.)

	Macarela fresca	Ahumada
Triglicéridos (%)	96,1 ± 2,8	96,3 ± 3,6
Fosfolípidos (%)	3,9 ± 0,5	3,7 ± 0,3
Ácidos grasos saturados (%área)	27	28
Ácidos grasos monosaturados (%área)	44	42
Poliinsaturados n-6 (%área)	2	2
Poliinsaturados n-3 (%área)	25	25
Índice de yodo	141,6	141,3
TBA (µg malonaldehído / kg de grasa)	3,98	6,86
Solubilidad proteica (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	850	175
Aminoácidos libres (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	24	38
Lisina (g Kg <sup>-1</sup> proteína)	70	57
Tiamina (µg Kg <sup>-1</sup> proteína)	11	10

Fuente: Adaptado de Bhuiyan *et al.*, (1986) y Zotos *et al.*, (1995).

Opstvedt (1988) señala que la disponibilidad y digestibilidad de las proteínas en pescados ahumados en frío no se ve grandemente afectada, determinándose valores similares de estos índices tanto en muestras frescas como en ahumadas. Por otra parte el ahumado en caliente, preparado en la forma convencional suele afectar las proteínas. La exposición del pescado húmedo a temperaturas elevadas es la principal causa de esta pérdida, así en tilapia ahumada a 70° C por 12 horas la pérdida de lisina es de un 35%, debido posiblemente por reacción de Maillard o por entrecruzamiento de este aminoácido con otros componentes.

En macarela (*Scomber scombrus*) (TABLA 3) se determinó una disminución de la solubilidad de las proteínas de 850 (g Kg<sup>-1</sup> proteína) (materia prima fresca) hasta 175 en el producto recién ahumado, también se observó una disminución de lisina de 70 (g Kg<sup>-1</sup> proteína) hasta 57, aunque este efecto fue más notorio cuando la materia prima para el ahumado era mantenida 33 semanas en almacenamiento congelado a -20° C, obteniéndose pérdidas de hasta 74% de lisina y 40% de tiamina, después de su respectivo ahumado (Zotos *et al.*, 1995). El tiempo de salado previo al ahumado y su efecto sobre la estabilidad



de las proteínas, fue evaluado por Zotos *et al.* (2001) en atún (*Euthynnus affinis*), determinado que la desnaturalización aumentaba en un 17% en relación a una muestra ahumada sin salado previo, con respecto a otra muestra salada en salmuera al 15% por 10 horas.

Las substancias fenólicas presentes en el humo y que se depositan sobre la superficie del alimento, tienen actividad antioxidante y pueden ofrecer una cierta protección a la grasa (Cuppert *et al.*, 1989). La lisina, triptófano, arginina e histidina, así como los aminoácidos sulfurados pueden reaccionar con el formaldehído del humo por reacción de Maillard, con la consiguiente pérdida de la calidad proteica. Además los carbohidratos reductores presentes pueden propiciar la reacción, así como también grupos carbonilos provenientes de la oxidación de lípidos, con lo cual cisteína, triptófano y lisina se pueden perder entre 40-50%.

Espe *et al.* (2001) evaluaron el efecto del ahumado en la oxidación de lípidos en salmón (*Salmo salar* L), además de la estabilidad de vitaminas como ácido ascórbico y  $\alpha$ -tocoferol. Se realizó un ahumado en frío a 20° C por 2,5 horas en túnel con aire forzado. Los resultados obtenidos (TABLA 4.) señalan que no se determinaron diferencias en relación a los parámetros determinados, a excepción del contenido de ácido ascórbico y del TBA. El nivel alcanzado por este último índice no es considerado por estos autores como indicador de una oxidación significativa.

**TABLA 4.** Efecto del ahumado en los lípidos, ácido ascórbico y  $\alpha$ - tocoferol de Salmón (*Salmo salar* L) ahumado a 20° C.

	Salmón fresco	Salmón ahumado
C20:5 n-3	5,4 $\pm$ 0,1	5,4 $\pm$ 0,3
C22:6 n-3	13,7 $\pm$ 0,3	14,5 $\pm$ 0,6
TBA ( $\mu$ g malonaldehído / kg de grasa)	5,5 $\pm$ 0,5	14,7 $\pm$ 1,5
Ácido ascórbico (mg Kg <sup>-1</sup> )	32,8 $\pm$ 1,5	7,2 $\pm$ 1,4
$\alpha$ -tocoferol (mg Kg <sup>-1</sup> )	10,8 $\pm$ 0,4	10,0 $\pm$ 0,4

C20:5 n-3 ácido eicosapentaenóico, C22:6 n-3 ácido docosahexaenóico.

Fuente: Adaptado de Espe *et al.* (2001).

Se ha tenido interés en la formación de sustancias con características carcinogénicas o mutagénicas en alimentos asados con carbón o maderas, horneados en hornos de gas, o ahumados. En productos ahumados se pueden producir hidrocarburos aromáticos policíclicos (PHAs), los cuales no todos son cancerígenos, pero el 3-4 benzopireno (BP) es un compuesto que sí ha demostrado su capacidad cancerígena (Sikorski, 1988).

La temperatura influye notablemente sobre la cantidad de PHAs, existe una relación lineal entre el BP y la temperatura de producción del humo, siendo menor su generación a menos de 400° C. Estos compuestos aromáticos pueden encontrarse en pescado ahumado entre 7-

60 ppb, mientras que en algunos productos en los cuales se controla eficientemente el proceso de generación de humo, los niveles disminuyen a solo 1 ppb. La vitamina A y antioxidantes como el BHA y BHT, inhiben el índice cancerígeno de algunos PHAs. El pescado contiene vitamina A y el humo de madera produce antioxidantes fenólicos que pueden inhibir este efecto tóxico (Urrutia, 1994).

El contenido de BP es mayor en pescado procesado en ahumadores tradicionales (4-60 ppb), mientras que los productos obtenidos con ahumadores comerciales, en los cuales se puede controlar mejor la cantidad de humo, temperatura y forma de incorporación del humo al producto, es notablemente menor (0,7-1,7 ppb) (Sikorski, 1988).

En general la presencia de sustancias del tipo carbonilo en el humo pueden reducir la disponibilidad de las proteínas y especialmente la lisina, sin embargo el ahumado en frío, preserva mejor el valor nutricional de estos productos. Cuando es realizado a mayores temperaturas se produce un incremento de los efectos adversos que desmejoran el aspecto nutritivo. Desde el punto de vista nutricional para un ahumado es recomendable emplear los niveles más bajos posibles de temperatura, tiempo del proceso y concentración del humo. En relación a PHAs en productos pesqueros ahumados, se considera que la ingesta diaria es generalmente baja, lo cual no representa un factor de riesgo grave, además la presencia natural de antioxidantes, así como también los que pueden ser incorporados por el mismo proceso de ahumado, disminuyen aún más los efectos nocivos de los PHAs. La excepción puede ser aquellos grupos o poblaciones étnicas que tienen un mayor tradición de consumo de este alimento.

#### **4.-Enlatado**

En los productos esterilizados, se aplica un tratamiento térmico diseñado para destruir virtualmente a todos los microorganismos presentes y cualquier sobreviviente de este proceso deben ser solo esporas, incapaces de reproducirse bajo las condiciones normales de almacenamiento (Cabel, 1994).

El proceso de enlatado produce cambios significativos en las características de la materia prima. Entre los factores que pueden influir en las alteraciones de los nutrientes durante el proceso de enlatado se tienen: temperatura y tiempo de calentamiento, composición del pescado y del líquido de cobertura.

Un paso importante en la preparación del enlatado es el salado previo, que se emplea para remover sangre y el mucus del pescado o también mejorar su textura y sabor. Este proceso puede ser realizado por adición de sal o casi siempre por inmersión en salmuera. Posteriormente se realiza una cocción en la cual se pierde grasa, minerales, proteínas solubles, etc. También se libera una gran cantidad de agua, (TABLA 5) así por ejemplo en atún puede ser de 17% y para sardina entre 19-34% (Rochabrum, 1994).

En la fabricación de conservas es importante la disminución del porcentaje de agua mediante una cocción previa al enlatado, ya que de otra manera durante la esterilización se perdería agua tisular, que podría provocar la dilución del aceite o de la salsa si el producto es enlatado crudo. De aquí que las regulaciones del contenido de agua en estos alimentos son medidas decisivas en la preparación de productos pesqueros. En la cocción se pierde aproximadamente un 25 % del contenido de agua debido a su expulsión de los tejidos por la coagulación y desnaturalización de las proteínas, esta pérdida de agua lleva a un aumento porcentual de los demás constituyentes.

En trabajos realizados por Gallardo *et al.* (1989) y Aubourg *et al.* (1996) en atún (*Thunnus alalunga*) al cual se le sometió a un proceso de cocción previo al enlatado, se determinó que el contenido de lípidos totales disminuía, pero el de los fosfolípidos aumentaba. Adicionalmente la cocción producía un efecto hidrolítico que conducía a la formación de diglicéridos, pero no de monoglicéridos con lo cual la proporción cualitativa de los lípidos se mantenía, pero con variaciones cuantitativas.

En general el contenido de humedad del producto enlatado es ligeramente menor en relación al producto precocido sin enlatar, mientras que las proteínas no varían significativamente. Los aminoácidos más sensibles son los sulfurados, que pueden reaccionar con el hierro de la lata, que no está protegido. En atún (*Thunnus alalunga*) enlatado y procesado a 115° C por 120 min., no se producen cambios significativos en el contenido de la mayoría de los aminoácidos, con excepción de histidina la cual disminuye a 23% y los sulfurados entre 5-12% (Seet y Brown, 1983). En otros estudios realizados por Banga *et al.* (1992) en atún (*Thunnus alalunga*) enlatado no se encontraron cambios significativos en la lisina disponible y la digestibilidad proteica entre la materia prima y el producto enlatado, sin embargo Castrillón *et al.* (1996) han reportado disminuciones de 30% en lisina disponible empleando la misma especie, mientras que PNU, VB, D% y aminoácidos como: cisteína, metionina, histidina no muestran cambios significativos en procesos de esterilización a 115° C por 55 o 90 minutos (TABLA 5).

En algunos enlatados se ha reportado un oscurecimiento del producto, esto es debido a una reacción de Maillard por la interacción química de azúcares reductores provenientes de la degradación del glucógeno con aminoácidos básicos como lisina, histidina e inclusive anserina y creatina durante los tratamiento térmicos. Esta alteración compromete la disponibilidad biológica de las proteínas (Osada, 1992).

Mora *et al.* (1996) determinaron en sardina (*Sardina pilchardus*), enlatada su valor biológico en base a índices tales como: PNU, VB y D%. Sus resultados indican que durante el proceso de enlatado no hay una pérdida de proteínas significativa. Inmediatamente después del proceso de esterilización se obtiene el mayor índice de D% (0,94), mientras que el mayor VB (0,65) se obtuvo a los 6 meses de almacenamiento e inclusive el estudio realizó determinaciones a los 5 años de almacenamiento a temperatura ambiente, no mostrando estos índices diferencias significativas. Todos los valores obtenidos eran altos si se comparaban con el control (caseína) con D% de 0,95 y VB de 0,71.

Actualmente tiene mucha importancia el consumo de ácidos grasos omega-3, debido a los efectos beneficiosos que tienen en relación a enfermedades cardiovasculares. El enlatado se presenta como alternativa de obtener productos pesqueros, con omega-3, de mayor estabilidad para el consumidor y así disponer de estos alimentos en cualquier época de año. Este hecho es aprovechado por numerosas casas comerciales que indican en su etiqueta como propaganda, la presencia de estos compuestos e inclusive su cantidad y proporción. En conservas de jurel, salmón, sardina y atún se ha determinado un predominio de ácidos grasos omega-3 entre los que se destacan el ácido eicosapentaenóico (EPA), y ácido docosahexaenóico (DHA) con rangos entre 5-11% y 12-22% respectivamente, así como también el ácido araquidónico (2-4%), de la familia de los omega-6. El contenido de colesterol en estas conservas fue similar al presentado por otras carnes de origen animal, con valores entre 41-86 mg% (Romero *et al.*, 1996).

**TABLA 5.** Cambios en la calidad nutricional en atún (*Thunnus alalunga*), durante el enlatado.

	Crudo	55 min. a 115° C	90 min. a 115° C
Humedad	70,02 ± 0,24 a	63,03 ± 0,35 b	59,56 ± 1,22 c
Proteína	27,33 ± 0,55 a	31,23 ± 0,22 b	32,42 ± 0,12 b
Grasa	1,90 ± 0,25 a	5,20 ± 0,09 b	7,39 ± 0,18 c
PNU	70,1 ± 1,3	67,3 ± 1,4	68,0 ± 1,2
VB	76,6 ± 3,6	75,7 ± 2,0	76,5 ± 1,0
D%	91,5 ± 0,4	88,9 ± 0,1	89,1 ± 0,9
Cisteína (g/100 g proteína)	1,44 ± 0,09	1,63 ± 0,10	1,49 ± 0,01
Metionina(g/100 g proteína)	3,56 ± 0,11	3,54 ± 0,18	3,44 ± 0,48
Histidina(g/100 g proteína)	5,71 ± 0,40	5,07 ± 0,25	5,05 ± 0,11
Lisina(g/100 g proteína)	8,32 ± 0,51	8,81 ± 0,36	8,95 ± 0,18
Lisina disponible(g/100 g proteína)	8,3 ± 0,3 a	6,9 ± 0,4 b	5,9 ± 0,4 c

Proteína Neta Utilizable (PNU), Valor Biológico (VB), Porcentaje Digestibilidad (D%).

Letras distintas en una misma fila denotan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Fuente: Adaptado de Castrillón *et al.* (1996).

Auborg y Medina, (1997) estudiaron el efecto del tiempo de congelación (-18° C hasta por 12 meses) previo a un procesamiento de enlatado de sardinas (*Sardina pilchardus*) sobre la fracción lipídica, empleando índices tales como: ácidos grasos libres, prueba de ácido tiobarbitúrico e índice de polienos. No se encontró correlación entre la degradación de los lípidos determinadas por los índices anteriores y el tiempo de almacenamiento previo al proceso de enlatado. Sin embargo, los investigadores señalan que es factible que se produzcan compuestos de degradación de los lípidos durante el almacenamiento congelado, pero que los mismos pueden haber sido destruidos o modificados por interacción con otros constituyentes durante el procesamiento térmico.

La fracción lipídica tiende a estabilizarse, dadas las condiciones anaeróbicas y la inactivación térmica de las enzimas intrínsecas, tales como lipooxigenasas y lipasas. Los hidroperóxidos formados previamente son reducidos por las sustancias reductoras del medio. Sin embargo una fracción de los ácidos grasos poliinsaturados tienden a perderse

durante la precocción previa al enlatado, ya que se oxidan o se pierden en el agua de cocción.

Otro factor que tiene un gran impacto en los niveles de estos ácidos es la composición del líquido de cobertura, ya que los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) pueden emigrar hacia esta fase (Aubourg *et al.*, 1990). En estudios efectuados por Medina *et al.* (1995) y Medina *et al.* (1998) que evaluaron el efecto del líquido de cobertura sobre la oxidación de los lípidos en atún enlatado empleando: aceite de oliva virgen, aceite de oliva refinado, aceite de soya y salmuera. El aceite de oliva virgen mostró un gran efecto protector antioxidativo, atribuido a su alto contenido de polifenoles, que posiblemente emigraron del aceite a la interfase músculo-agua, en donde ocurre la mayor oxidación, por otra parte, en salmuera se manifestó una mayor tendencia a la oxidación debido, presumiblemente, a la acumulación de PUFA liberados en la interfase agua-aceite.

Las vitaminas del complejo B, son las más sensibles al enlatado, (TABLA 6) y su disminución dependerá de la temperatura, tiempo y componentes del medio. En general se ha reportado que la tiamina se retiene entre 5-30%, niacina, 65% y riboflavina en un 50%. Adicionalmente estas vitaminas por ser hidrosolubles pueden emigrar al medio de cobertura, cuando el mismo es a base de salmuera o salsas. La estabilidad de las vitaminas liposolubles es afectada grandemente por el calor especialmente A y E, mientras que las más estables son D y K (Seet y Brown, 1983).

Ya que se incorpora sal al producto, los niveles de sodio aumentan con respecto a la materia prima, mientras que potasio, hierro y cobre disminuyen en la conserva recién elaborada (TABLA 6). Sin embargo pueden variar durante el almacenamiento ya que el contenido mineral también se afecta por el líquido de cobertura, mientras que los niveles de hierro y estaño tienden a aumentar por migración del envase al producto. Por otra parte el calcio es afectado por el tratamiento térmico, ya que produce un ablandamiento del material óseo, así por ejemplo en salmón el calcio aprovechable es de 6 mg%, mientras que en el producto enlatado aumenta a 200 mg%.

En algunos productos pesqueros se pueden producir las aminas biógenas (AB) las cuales son formadas por descarboxilación de los aminoácidos presentes en los alimentos, las encontradas con mayor frecuencia son: histamina, tiramina, triptamina, feniletilamina, serotina, cadaverina, putrescina, agmatina, espermina y espermidina. Entre todas las AB, la más estudiada es la histamina y se produce principalmente en especies pelágicas que tienen un contenido alto del aminoácido histidina, algunas especies de atún pueden tener hasta 2.000 mg% de histidina libre. Este compuesto puede ser descarboxilado por acción de microorganismos y ocasionar un riesgo potencial de intoxicación (Taylor y Sumner, 1987; Carranza, 1991; Sims *et al.*, 1992).

La intoxicación por histamina aparece a las pocas horas de ser ingerido el alimento y los síntomas pueden persistir varios días, generalmente es un desorden benigno con una variedad de síntomas primarios cutáneos (salpullido, urticaria, edemas, inflamación localizada), gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarreas) y neurológicos (jaqueca, quemaduras bucales, sudor y acaloramiento). Complicaciones más serias como palpitations cardíacas ocurren con poca frecuencia (Ababouch, 1991).

En caso de procesar una materia prima, en la cual previamente se ha dado un desarrollo de aminas biógenas, especialmente histamina, los tratamientos térmicos no afectan sus niveles, con lo cual la cantidad de este compuesto en el producto elaborado, puede ser muy similar al de la materia prima. En estudios realizados por Veciana-Nogués *et al.* (1997a) en atún enlatado, en los cuales se determinaron las concentraciones de diez aminas biógenas, las

aminas espermina y espermidina fueron las únicas encontradas en todas las muestras, mientras que histamina, cadaverina, putrescina y tiramina, se cuantificaron en niveles inferiores a 5 mg%.

**TABLA 6.** Vitaminas y minerales en atún crudo y enlatado( *Thunnus alalunga* ).

	Crudo	Enlatado
Tiamina ( $\mu\text{g} \%$ )	$189 \pm 36$ a	$11 \pm 3$ b
Riboflavina ( $\mu\text{g}\%$ )	$305 \pm 16$ a	$152 \pm 24$ b
Niacina (mg%)	$28 \pm 1$ a	$18 \pm 1$ b
Sodio (g%) (*)	$0,27 \pm 0,03$ a	$2,39 \pm 0,14$ b
Potasio (g%)	$0,91 \pm 0,03$ a	$0,63 \pm 0,03$ b
Hierro (mg%)	$8,76 \pm 0,40$ a	$5,39 \pm 2,39$ b
Cobre (mg%)	$2,54 \pm 1,42$ a	$0,63 \pm 0,03$ b

(\*) Los valores de sodio en el enlatado reflejan el contenido de sodio añadido para la elaboración del producto.

Letras distintas en una misma fila denotan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Fuente: Adaptado de Seet y Brown, (1983).

En anchoas en aceite, que es un producto semi conservado sin tratamiento térmico y que fueron almacenadas a  $10^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ , no se detectaron cambios en espermidina, espermina, cadaverina y putrescina durante el almacenamiento, mientras que agmatina se mantuvo constante a  $10^{\circ}\text{C}$  pero disminuyó a  $20^{\circ}\text{C}$ . Histamina, tiramina, triptamina y feniletilamina se incrementaron para ambas temperaturas, los autores (Veciana-Nogués *et al.*, 1997b) señalan que la temperatura de refrigeración reduce la velocidad de formación de estas aminas, pero no previene su formación.

En conservas se han realizado numerosos trabajos, en la mayoría los niveles de aminas biógenas totales e histamina son inferiores a 3 mg% y 8 mg% respectivamente (Mietz y Karmas, 1977; Taylor *et al.*, 1978; Salguero y Mackie, 1987; Nogues *et al.*, 1989; Yen y Hsieh, 1991; Valls *et al.*, 1999; Valls *et al.*, 2002). Sin embargo en la literatura también se reportan estudios con niveles tóxicos de estos compuestos: Luten, (1981) cuantificó el contenido de histamina de 88 conservas de macarela, atún, anchoas y sardinas. En 81 muestras era inferior a 5mg%, dos de atún tenían 11 mg% y 74 mg%, una de macarela 16 mg%, cantidades que exceden el nivel tóxico. En conservas de atún involucradas en una intoxicación, Kim y Bjeldanes, (1979) determinaron que la cadaverina, putrescina e histamina tenían valores de 21, 5,6 y 200 mg% respectivamente. El contenido de histamina de 248 conservas de sardinas, atún y macarela fueron evaluados por Ababouch *et al.* (1986) el 85%

tenían niveles inferiores a 10 mg%, 11% entre 10-50 mg% y 4% niveles superiores al 50 mg%, así por ejemplo se obtuvo: 386 mg% (sardina), 694 mg% (macarela) y 114 mg% (atún). La variación encontrada entre las conservas analizadas pertenecientes a un mismo tipo de producto, es atribuida a las diferentes empresas procesadoras, condiciones de procesamiento y contenido inicial de microorganismos.

Se puede señalar que el proceso de enlatado produce cambios significativos en las características de la materia prima. En este proceso los aminoácidos más sensibles son los sulfurados, así como también histidina y lisina. En general los índices de calidad biológica de proteínas, no muestran diferencias significativas entre materia prima y producto terminado. La fracción de lípidos tiende a estabilizarse dadas las condiciones anaeróbicas internas del producto, sin embargo la composición del medio de cobertura tiene una gran influencia sobre el perfil de ácidos grasos de la porción comestible, ya que se establecen migraciones de ácidos grasos del músculo al medio de cobertura y viceversa. El contenido mineral es afectado también por el líquido de cobertura y resalta el aumento de calcio disponible en el producto enlatado.

### Referencias bibliográficas

- Ababouch, L. 1991. Envenenamiento de alimentos por histamina: revisión actualizada. Fish. Tech. News. FAO-DANIDA. 11: 1.
- Ababouch, L., Alaqui, M., and Busta, F. 1986. Histamine levels in commercially processed fish in Morocco. J. Food Prot. 49 (11): 904-908.
- Ashie I., Smith, J., and Simpson., B. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 36(1&2):87-121.
- Aubourg, S., and Medina, I. 1997. Quality differences assessment in canned sardine (*Sardine Pilchardus*) by fluorescence detection. J. Agric. Food Chem. 45: 3617-3621.
- Aubourg, S., Medina, I., and Pérez-Martín, R. 1996. Polyunsaturated fatty acids in tuna phospholipids: distribución in the *sn-2* location and changes during cooking. J. Agric. food Chem. 44: 585-589.
- Aubourg, S., Pérez-Martín, R., and Gallardo, J. 1989. Technical note: Stability of lipids of frozen albacore (*Thunnus alalunga*) during steam cooking. Inter. J. Food Sci. and Tech. 24: 341-345.
- Aubourg, S., Sotelo, C., and Gallardo, J. 1990. Changes in flesh lipids and fill oils of albacore (*Thunnus alalunga*) during canning and storage. J. Agric. Food Chem. 38(3): 812-816.
- Aubourg, S., Sotelo, C., and Gallardo, J. 1997. Quality assessment of sardines during storage by measurement of fluorescent compounds. J. Food Sci. 62: 295-298, 304.

- Badano, R. 1988. Estudio comparativo de la composición química, contenido aminoacídico y valor nutritivo de la merluza fresca, y congelada, y salada, secada y rehidratada. Arch. Latinoamer. Nutr. 38(2): 330-344.
- Banga, J., Alonso, A., Gallardo, J., and Pérez-Martín. 1992. Degradation kinetics of protein digestibility and available lysine during thermal processing of tuna. J. Food Science. 57(4): 913-915.
- Bello, R., y Granados, A. 1996. Evaluación físico-química del pescado seco-salado en Venezuela. Arch. Latinoamer. Nutr. 46(2): 154-158.
- Berhimpon, S., Souness, R., Bucklet, K., and Edwards, R. 1990. Salting and drying yellowtail (*Trachurus mccullochi* Nichols). International J. Food Science and Tech. 25: 409-419.
- Bhuiyan, A., Ratnayake, W., and Ackman, R. 1986. Stability of lipids and polyunsaturated fatty acids during smoking of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L). JAOCS. 63(3): 324-327.
- Bligh, E., Shaw, S., and Woyewoda, A. 1988. Effects of drying and smoking on lipids of fish. In "**Fish smoking and drying**". Chapter 3. Edited by Burt, J.R. Elsevier Applied Science. p. 41-52.
- Bremner, A. 1992. Fish flesh and the role of collagen- Its post-mortem aspects and implications for the fish processing. In "**Quality assurance in the fish industry**". Elsevier Science Publishers B.V. p: 39-62.
- Burt, J. 1988. The effect of drying and smoking on the vitamin content of fish. Chapter 4. In "**Fish smoking and drying**". Chapter 4. Edited by Burt, J.R. Elsevier Applied Science. p. 53-60.
- Cabel, L. 1994. Introducción a la tecnología de conservas de pescado. En "**Tecnología de conservas**", X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 1-11.
- Cabrera, H. 1994. Procesamiento general de pescado y productos pesqueros congelados. En "**Tecnología de productos congelados**". X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 10-26.
- Capont, F. 2001. La conserva y salazón de la sardina. Su histórica evolución. Aspectos y procesos tecnológicos. Factores de calidad, comerciales, etc. Envases. Ahumado. Legislaciones. Subproductos, etc. Su futuro. Edt. Caixanova. p. 176.
- Carranza, G. 1991. Toxicidad de los alimentos por mutágenos e histamina. Not. Div. en Cien. y Tec. 1 (1): 44-51.



- Castrillón, A., and Alvarez-Pontes, E. 1996. Influence of frozen storage and defrosting on the chemical and nutritional quality of sardine (*Clupea pilchardus*). J. Sci. food Agric. 70: 29-34.
- Castrillón, A., Navarro, P., and Álvarez-Pontes, E. 1997. Changes in chemical composition and nutritional quality of fried sardine (*Clupea Pilchardus*) produced by frozen storage and microwave reheating. J. Sci. Food Agric. 75: 125-132.
- Castrillón, A., Navarro, P., and García-Arias, T. 1996. Tuna protein nutritional quality changes after canning. J. Food Sci. 61(6): 1250-1253.
- Cuppett, S., Booren, J., Price, J., and Stachiw, M. 1989. Effect of processing variables on lipid stability in smoked great lakes whitefish. 52(1). 52-54.
- Espe, M., Nortvedt, R., Lie, O., and Hafsteinsson, H. 2001. Atlantic salmon (*Salmo salar* L) as raw material for the smoking industry. I: effect of different salting methods on the oxidation of lipids. Food Chemistry. 75: 411-416.
- FAO. 1981. Prevention of losses in cured fish. En Fisheries technical paper N° 219. Rome. p. 10.
- FAO. 2001. [http:// www.FAO.org/FOCUS/FISHERIES](http://www.FAO.org/FOCUS/FISHERIES). Página Web: El Pescado aporta proteínas y además nutre el cerebro.
- Gallardo, J., Aubourg, S., and Pérez-Martín, R. 1989. Lipid classes and their fatty acids at different loci of albacore (*Thunnus alalunga*): effect of precooking. J. Agric. Food Chem. 37(4): 1060-1064.
- Gallo, M. 1994. Teoría de salado. En “**Tecnología de productos curados**”, X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 19-36.
- González, D., Valls, J., y González, A. 2002. Evaluación física, química y sensorial de tronquitos de sardina (*Sardinella aurita* V.) durante su almacenamiento congelado a -18° C. Revista Científica, FCV-LUZ. 12(4): 278-285.
- Haard, N. 1992. Biochemical reactions in fish muscle during frozen storage. Chapter 20. In "**Seafood science and technology**". Edit. E. Graham. Bligh. Fishing New Books. p: 176-209.
- Hirota, T. 1992. Nutrition and function of sea foods. In “**Science of processing marine food products Vol P**”. Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japanese International Cooperation Agency. p.173-185.
- Huidobro, A., Mohamed, G., and Tejada M. 1998. Aggregation of myofibrillar proteins in hake, sardine, and mixed minces during frozen storage. J. Agric. Food Chem. 46: 2601-2608.
- Hultin, H. 1992. Biochemical deterioration of fish muscle. In "**Quality assurance in the fish industry**". Elsevier Science Publishers B.V. p: 125-138.

- Huss, H. 1998. El pescado fresco, su calidad y cambios de calidad. FAO. Documento técnico de pesca N° 348. 202 p.
- Kim, I., and Bjeldanes, L. 1979. Amine content of toxic and wholesome canned tuna fish. (A research note). J. Food. Sci. 44: 922-923.
- Lee, K., and Ryu, H. 1987. Evaluation of seafood protein quality as predicted by C-PER assays. In "**Seafood Quality Determination**". Edt. by D.E. Kramer and Liston. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. p. 473-485.
- Luten, J. 1981. An automated fluorimetric method for the determination of histamine in canned fish products. J. Food Sci. 43 (3): 958-959.
- Maruf, F., Ledward, D., Neale, R., and Poulter, R. 1990. Chemical and nutritional quality of Indonesian dried-salted mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). Inter. J. Food Sci. Tech. 25: 66-77.
- Medina, I., Sacchi, R., and Aubourg, S. 1995. A <sup>13</sup>C-NMR study of lipid alterations during fish canning: effect of filling medium. J. Sci. food Agric. 69: 445-450.
- Medina, I., Sacchi, R., Biondi, I., Aubourg, S., and Paolillo, L. 1998. Effect of packing media on the oxidation of canned tuna lipids. Antioxidant effectiveness of extra virgin olive oil. J. Agric. Food Chem. 46: 1150-1157.
- Mietz, J., and Karmas, E. 1977. Chemical quality index of canned tuna as determined by high-pressure liquid chromatography. J. Food Sci. 42 (1): 155-158.
- Montero, P., Pardo, M., Gómez-Guillen, M., y Borderías, J. 1999. Propiedades químicas y funcionales de las proteínas del músculo oscuro y claro de sardina (*Sardina pilchardus* W.) Durante el almacenamiento en congelación. Efecto del lavado en la calidad del músculo picado. Food Sci. Tech. Int. 5(2): 139-147.
- Mora, B., Alvarez-Quiñones, I., Plaza, I., García-Cuevas, M., and Mosquera, G. 1996. Nutritive utilisation of canned sardine protein in olive oil: the influence of the different elaboration process stages and storage for 6 months and 5 years. J. Sci. Food Agric. 72: 135-140.
- Motohiro, T. 1992. General aspects of processing marine food. In "**Science of processing marine food products Vol II**". Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japanese International Cooperation Agency. p.1-9.
- Nilsson, K., and Ekstrand, B. 1995. Frozen storage and thawing methods affect biochemical and sensory attributes of rainbow trout. J. Food Sci. 60(3): 627-635.
- Nogués, V., Carou, V., and Font, A. 1989. Histamine and tiramine in preserved and semi-preserved fish products. J. Food Sci. 54 (6): 1653-1655.

- Obregón, R. 1994. Fundamentos teóricos para una adecuada conservación de los productos pesqueros hidrobiológicos por congelación. En **“Tecnología de productos congelados”**. X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 1-8.
- Opstvedt, J. 1988. Influence of drying and smoking on protein quality. In **"Fish smoking and drying"**. Chapter 2. Edited by Burt, J.R. Elsevier Applied Science. p. 23-36.
- Ortiz, H., y Bello, R. 1992. Composición y estabilidad de los ácidos grasos de la pulpa de cachama y de sardina durante el almacenamiento en congelación. Arch. Latinoamer. Nutr. 42(4): 460-466.
- Osada, H. 1992. Canned marine products in Japan. In **“Science of processing marine food products Vol II”**. Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japanese International Cooperation Agency. p.45-55.
- Pan, B. 1988. Undesirable factors in dried fish products. In **"Fish smoking and drying"**. Chapter 5. Edited by Burt, J.R. Elsevier Applied Science. p. 61-71.
- Pigott, G., and Turcker, B. 1990. Seafood. Effects of technology on nutrition. Marcel Dekker, INC
- Ramírez, J., Martín-Polo, M., and Bandman, E. 2000. Fish myosin aggregation as affected by freezing and initial state. J. Food Sci. 65: 556- 560.
- Rochabrum, J. 1994. Procesamiento de productos enlatados. En **“Tecnología de conservas”**. X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 10-26.
- Rodríguez, C. 2000. El pescado como alimento. Especies comerciales. En **"La manipulación a bordo de pescado de la costera artesanal"**. Edt. Cofradía de Pescadores. p. 93-104.
- Romero, N., Robert, P., Masson, L., Luck, C., y Buschmann., L. 1996. Composición en ácidos grasos y aporte de colesterol de conservas de jurel, sardina, salmón y atún al natural. Arch. Latinoamer. Nutr. 46(1): 75-77.
- Salguero, J., and Mackie, I.1987. Technical note: preliminary survey of the content of histamine and other higher amines in some samples of spanish canned fish. Intern. J. Food Sci. and Technology. 22: 409-412.
- Seet, S., and Brown, D. 1983. A research note: nutritional quality of raw, precooked and canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). J. Food Sci. 48: 288-289.
- Sikorski, Z. 1998. Smoking of fish and carcinogens. In **"Fish smoking and drying"**. Chapter 6. Edited by Burt, J.R. Elsevier Applied Science. p. 73-83.

- Sims, G., Farn, G., and York, R. 1992. Quality indices for canned skipjack tuna: correlation of sensory attributes with chemical indices. *J. Food Sci.* 57(5): 1112-1115.
- Steen, C., and Lambelet, P. 1997. Texture changes in frozen cod mince measured by low-field nuclear magnetic resonance spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.* 75: 268-272.
- Tarr, H. 1962. Changes in nutritive value through handling and processing procedures. Chapter 6. In "**Fish as food**". Vol. II. Nutrition, sanitation, and utilization. Borgstrom, G. Academic Press. p: 235-266.
- Taylor, S., Lieber, E., and Leatherwood, M. 1978. A Simplified method for histamine analysis of foods. *J. Food Sci.* 43: 247-250.
- Taylor, S., and Sumner, S. 1987. Determination of histamine, putrescine and cadaverine. In "**Seafood quality determination**". Edt. by D.E. Kramer and Liston. Elsevier Science Publishers. Amsterdam. p 235-245.
- Tokunaga, T. 1992. Drying products, salting products and smoking products of fish. In "**Science of processing marine food products Vol II**". Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japanese International Cooperation Agency. p.34-48.
- Undeland, I., Ekstrand, B., and Lingnert, H. 1998a. Lipid oxidación in minced herring (*Clupea harengus*) during frozen storage. Effect of washing and precooking. *J. Agric. Food Chem.* 46: 2319-2338.
- Undeland, I., and Lingnert, H. 1999. Lipid oxidation in fillets of herring (*Clupea harengus*) during frozen storage. Influence of prefreezing storage. *J. Agric. Food Chem.* 47: 2075-2081.
- Undeland, I., May, G., and Lingnert, H. 1999. Lipid oxidation in fillets of herring (*Clupea harengus*) during ice storage. *J. Agric. Food Chem.* 47: 524-532.
- Undeland, I., Stading, M., and Lingnert, H. 1998b. Influence of skinning on lipid oxidation in different horizontal layers of herring (*Clupea harengus*) during frozen storage. *J. Sci. Food Agric.* 78: 441-450.
- Urrutia, A. 1994. Teoría del ahumado. In "**Tecnología de productos curados**". X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 37-46.
- Valverde, R. 1995. Proteínas del músculo de pescado. En "**Química y bioquímica de productos pesqueros**", XI Curso internacional de tecnología de procesamiento de productos pesqueros. Perú. p. 23-32.
- Valls, J., Bello, R., and Kodaira, M. 1999. Validation of liquid chromatography analysis of biogenic amines in canned fish products. *J. Aquatic Food Product Tech.* 8(3): 79-91.

- Valls, J., Bello, R., and Kodaira, M. 2002. A research note. Semiquantitative analysis by thin-layer chromatography (TLC) of biogenic amines in dried, salted and canned fish products. *J. Food Quality*. 25(2): 165- 176.
- Veciana-Nogués, M., Mariné-Font, A., and Vidal-Carou, C. 1997a. Biogenic amines in fresh and canned tuna. Effects of canning on biogenic amines contents. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4324-4328.
- Veciana-Nogués, M., Mariné-Font, A., and Vidal-Carou, C. 1997b. Changes in biogenic amines during the storage of Mediterranean anchovies immersed in oil. *J. Agric. Food Chem. J. Agric. Food Chem.* 45: 1385-1389.
- Verrez-Bagnis, V., Noel, J., Satereau, C., and Fleurence, J. 1999. Desimin degradation in postmortem fish muscle. *J. Food Science*. 64(2): 240-242.
- Ward, D. 2001. Description of the situation. Processing parameters needed to control in cold-smoked fish. Chapter I. *J. Food Sci. Supplement to Vol. 66*: 1067-1071.
- Watabe, S. 1992. The Chemistry of proteins from marine animals. In **“Science of processing marine food products Vol I”**. Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japanese International Cooperation Agency. p.123-141.
- Waterman, J. 1978. La Producción de pescado seco. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Documento técnico de pesca .Nº 160. p. 52.
- Wong, L. 1994. Aspectos generales sobre el secado de alimentos. En **“Tecnología de productos curados”**. X Curso internacional. tecnología de procesamiento de productos pesqueros. 10 de Enero- 25 de Febrero. Instituto Tecnológico del Perú. Perú. p. 47-67.
- Yen, G., and Hsieh, C. 1991. Simultaneous analysis of biogenic amines in canned fish by HPLC. *J. Food. Sci.* 56 (1): 158-160.
- Zotos, A., Hole, M., and Smith, G. 1995. The effect of frozen storage of mackerel (*Scomber scombrus*) on its quality when hot-smoked. *J. Sci. Food Agric.* 67: 43-48.
- Zotos, A., Petridis, D., Siskos, I., and Gougoulas, C. 2001. Production and quality assessment of a smoked tuna (*Euthynnus affinis*) product. *J. Food Sci.* 66: 1184-1190.