

Los cambios fisicoquímicos del pescado durante su preparación

Rosario Castellanos Ferreiro

RESUMEN

Durante el procesamiento de la carne de pescado, incluyendo desde su captura hasta su preparación, ocurren cambios significativos que influyen en sus cualidades sensoriales, afectando el color, la textura, el sabor y los aromas de la carne.

Durante este procesamiento hay factores fisicoquímicos que se deben cuidar tales como la temperatura de almacenamiento y de cocción, el pH, el uso de sales; ya que éstos influyen directamente en las proteínas, lípidos y demás moléculas presentes en la carne; por eso, un buen manejo de estos parámetros garantiza que los componentes químicos se encuentren en buenas condiciones evitando su degradación y consecuente descomposición.

Palabras clave: Pescado, características sensoriales, temperatura, pH, almacenamiento, congelación.

PHYSICAL-CHEMICAL CHANGES OF FISH DURING ITS PREPARATION

ABSTRACT

During fish meat processing, from its capture to its preparation, there are significant changes that have impact in its sensory qualities and also affect meat color, texture, flavor and smell.

During this processing several physical-chemical factors should care such as temperature storage and cooking, pH, and the use of salts, since these factors directly affect proteins, lipids and other molecules present in the meat. For this reason, good management of these parameters ensures that the chemical components be in good condition, preventing its degradation and consequent decomposition.

Keywords: Fish, sensorial characteristics, temperature, pH, storage, freezing.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PESCADO

Los pescados que se consumen directamente, sufren cambios en su composición química desde el momento de su captura, almacenamiento, transporte y principalmente durante su preparación, estos cambios son un factor determinante tanto a nivel nutricional, ya que mejoran la digestibilidad de los nutrientes, como a nivel sensorial y de calidad. Estos cambios físicos y químicos son provocados principalmente por factores como la temperatura, uso de ácidos y/o sales durante su manipulación.

Para poder entender los cambios que ocurren en la carne de pescado es importante entender la estructura y la composición química del pescado, ya que estas moléculas intervienen directamente con sus características sensoriales que influyen en su calidad. Estas moléculas importantes son las proteínas y moléculas no proteínicas con nitrógenos, grasas y carbohidratos.

PROTEÍNAS

La carne de pescado contiene entre un 10 y un 25% de proteína de alta biodisponibilidad, con buen aporte de lisina y triptófano (Badui, 2012). A diferencia de la carne proveniente de animales terrestres, los pescados contienen menos colágeno (ver tabla 1), ya que no necesitan tanto soporte ni estructuras duras y rígidas que los ayuden a contrarrestar la gravedad terrestre. La presencia de colágeno en el tejido muscular, es un factor determinante en la suavidad de la carne, ya que con el calor, el colágeno sufre de una desnaturalización parcial convirtiéndose en gelatina, esto durante la preparación puede ser desventajoso porque provoca que la fibra muscular se rompa y se pegue en el sartén.

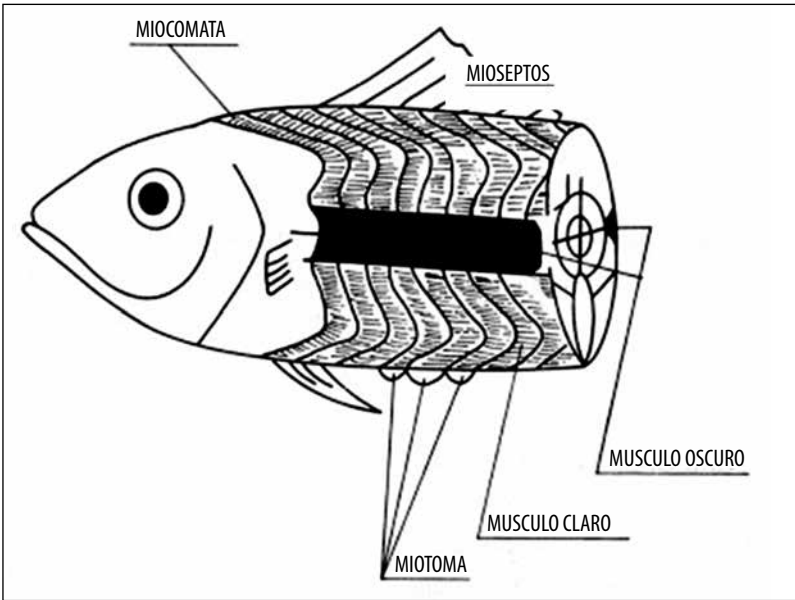
Tabla 1: Proteínas presentes en la carne de pescado

Tipo	Ejemplo	% del total de proteínas
<i>Estructurales</i>	Actina, miosina, tropomiosina y actomiosina	70-80
<i>Sarcoplásmicas</i>	Mioglobina, enzimas, globulinas	25-30
<i>Tejido conectivo</i>	Colágeno	3-5 (comparado con el 17% en mamíferos)

La coloración de la carne de pescado, está muy relacionada con el contenido de proteínas, principalmente la mioglobina, la cual se encuentra en menor proporción que en la carne proveniente de animales terrestres, ya que al flotar en el agua el tejido muscular requiere menos esfuerzo y por lo tanto tiene menos mioglobina haciendo que la carne sea más clara o incluso blanca. Sin embargo, dentro de animales de la misma especie, tanto terrestres como acuáticos, podemos encontrar tanto fibras musculares rojas, que se localizan en la superficie del pescado a lo largo de cada lado aumentando hacia la cola, como blancas que se localizan más hacia el centro, (ver esquema 1) ya que cada una desempeña un papel diferente, así como las fibras rojas se encargan de mantener una actividad sostenida por la presencia de oxígeno y su copioso suministro de oxígeno, las fibras blancas son más adecuadas para una actividad vigorosa pero por periodos cortos de tiempo, (Fennema, *et al*, 2010), con esto queda claro que los peces migratorios como el atún tendrán la carne mas roja porque nadan sin parar a gran velocidad y los peces más sedentarios como el huachinango serán más blancos.

La fibra muscular es corta, delgada, con formas cilíndricas y planas que semejan a un listón llamadas miotomos, estas fibras se separan fácilmente y tienen una apariencia de hojuela por la baja cantidad de tejido conectivo que rodea las fibras musculares.

Esquema 1. Corte de pescado donde se muestra la estructura del miotomo y la distribución de la mioglobina.



Fuente: <http://alimentosmanipulacion.blogspot.mx/2009/11/la-carne-y-productos-carnicos-alimentos.html>

La carne de pescado también contiene moléculas volátiles con nitrógeno no proteínicas que representan entre el 9 y 18% del nitrógeno total como el óxido de trimetilamina (TMAO), creatina, aminoácidos libres, nucleótidos y bases purínicas y, en el caso de peces cartilagosos, urea.

GRASAS

Son el componente más variable en la carne de pescado (ver tabla 2), ya que va entre 0.5% (pescados blancos o magros) y 20% (pescados azules o grasos) el contenido de lípidos dependiendo tanto del hábitat del pescado, esto quiere decir, que los peces que viven

Tabla 2. Composición química de los filetes de varias especies de pescados

Especie	Nombre científico	Agua (%)	Lípidos (%)	Proteínas (%)
Bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>	79-80	1,9-3,0	13,8-15,9
Bacalao	<i>Gadus morhua</i>	78-83	0,1-0,9	15,0-19,0
Anguila	<i>Anguilla anguilla</i>	60-71	8,0-31,0	14,4
Arenque	<i>Clupea harengus</i>	60-80	0,4-22,0	16,0-19,0
Solla	<i>Pleuronectes platessa</i>	81	1,1-3,6	15,7-17,8
Salmón	<i>Salmo salar</i>	67-77	0,3-14,0	21,5
Trucha	<i>Salmo trutta</i>	70-79	1,2-10,8	18,8-19,1
Atún	<i>Thunnus spp.</i>	71	4,1	25,2
Cigala	<i>Nephrops norvegicus</i>	77	0,6-2,0	19,5
Pejerrey	<i>Basilichthys bornariensis</i>	80	0,7-3,6	17,3-17,9
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	81,6	2,1	16,0
Sábalo	<i>Prochilodus platensis</i>	67,0	4,3	23,4
Pacu	<i>Colossoma macropomum</i>	67,1	18,0	14,1
Tambaqui	<i>Colossoma brachypomum</i>	69,3	15,6	15,8
Chincuiña	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	70,8	8,9	15,8
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	67,9	5,9	21,7
Bagre	<i>Ageneiosus spp.</i>	79,0	3,7	14,8

Fuente: Murray y Burt, (1969); Poulter y Nicolaides, (1985^a); Poulter y Nicolaides, (1985^b).

en aguas más frías y profundas tendrán una mayor cantidad de grasas que los que viven en aguas más templadas y superficiales; como de las condiciones particulares, es decir, temporada de desove, especies migratorias, escasas de alimento (Ackman, 1980). Esta variación es determinante en las cualidades sensoriales con que las grasas contribuyen al sabor, textura y desarrollo de aromas característicos; por otro lado es importante señalar que la mayoría de las grasas presentes en el tejido de las especies acuáticas son poliinsaturados (Stansby y Hall, 1967), es decir, son ácidos grasos de cadena larga con muchas insaturaciones, lo cual permite que no se solidifiquen, aunque el agua este muy fría, incluso por debajo del punto de congelación del agua, estas insaturaciones hacen que la carne se pescado sea sensible a la oxidación y rancidez.

CARBOHIDRATOS Y OTROS COMPUESTOS

La carne de pescado contiene una fracción muy pequeña de carbohidratos, solo representa el 0.5% y está principalmente en forma de glucógeno, también contenido en el musculo rojo. Este glucógeno durante la manipulación ya sea por las condiciones de almacenamiento o su preparación, se hidroliza en sus monómeros, lo cual interviene en el color del músculo.

Hablar de la composición química de las diferentes fibras musculares tiene gran importancia porque muchas de las características *post-mortem* o incluso las características sensoriales en el momento de la preparación como el color o el acortamiento, están en función de la fibra muscular, por ejemplo los músculos en los que predominan las fibras blancas son mucho menos propensas al acortamiento en frío por el almacenamiento que aquellas especies donde predomina la fibra roja, por otro lado el músculo con

mayor contenido de fibra roja será más susceptible a oscurecer su color ya que tiene más contenido de glucógeno y esto facilita la reacción de Maillard (Fennema, *et. al.*, 2010).

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PESCADO

Es importante conocer las características sensoriales del pescado para poder entender los cambios que sufre por su manipulación al momento de su captura, como en el almacenamiento y durante su preparación.

Sabor: Esta característica está íntimamente relacionada con el contenido de lípidos, son más succulentos y sabrosos los pescados azules que los blancos. Por otro lado, el contenido de aminoácidos también es un factor determinante; los peces de agua dulce tienen menos contenido de aminoácidos que los de agua salada por lo que el sabor a pescado en las especies que provienen del mar es más fuerte. En cuanto al contenido de sal, la carne del pescado oceánico tiene el mismo contenido que la carne de res, sin embargo, las moléculas de bajo peso molecular que contienen para contrarrestar la salinidad del mar aroma y sabor semejante al umami por la presencia de ácido glutámico (Badui, 2012). El pescado es muy fresco y tiene un sabor a algas marinas, dulce, delicado y ligeramente metálico

Aroma: Los pescados muy frescos huelen a hojas verdes troceadas, a geranios o incluso aromas que recuerdan al melón y pepino. Los peces oceánicos huelen también a mar, esto se debe al bromofenol que sintetizan las algas marinas a partir del bromo presente en el agua de mar y que se acumula en la carne ya que las algas es el principal alimento de los peces, en el caso de peces cultivados no presentan estos aromas. Los peces de agua dulce

presentan aromas terrosos, que recuerdan a los champiñones, esto es por la presencia de geosmina y metilisoborneol también sintetizadas por algas verde azules presentes en lagos y ríos.

Color: Como ya se mencionó con anterioridad, el color de la carne se debe principalmente al contenido de mioglobina y de la cantidad de esfuerzo físico que haga el pez dependiendo si es una especie sedentaria o migratoria, cuando el animal está vivo y contiene oxígeno es de color rojo brillante, y la carne adquiere ese color, como es el caso del atún, una vez que el gas ya no está presente, la molécula se oxida y se torna gris-café. También podemos encontrar otras causas de coloración en el tejido, por ejemplo, la trucha o el salmón que presentan colores entre el naranja y rojo, acumulan en su carne una molécula pariente del caroteno llamada astaxantina, la cual proviene de sus presas: los crustáceos. (Badui, 2013)

Textura: la carne de pescado tiene una textura suave, turgente por el contenido de agua que contiene la fibra muscular, brillante y tensa.

La observación del conjunto de estas características sensoriales nos permite identificar el pescado fresco, es una primera revisión de la calidad del pescado que estamos adquiriendo y que nos llevaremos a la boca.

CAMBIOS FISICOQUÍMICOS QUE SUFRE EL PESCADO DURANTE SU ALMACENAMIENTO Y PREPARACIÓN

Una vez que el pescado ha salido de su hábitat, empieza a sufrir una serie de cambios, denominados cambios *post-mortem*, los cuales, como ya se mencionó, están íntimamente relacionados con su composición química y repercuten en sus características sensoriales, empezamos con los cambios durante el almacenamiento.

El pescado se conserva en frío, congelado, debido a que las enzimas de la carne de pescado están muy activas a temperatura ambiente y aumenta la velocidad de degradación, sin embargo, este proceso afecta directamente al contenido graso, la que la congelación estimula la oxidación lipídica debido a la gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados presentes, esta oxidación tiene como consecuencia la aparición de aromas y sabores extraños. Durante el almacenamiento también se produce la hidrólisis de los lípidos, generando ácidos grasos libres que contribuyen a la oxidación y a la aparición de sabores jabonosos, además pueden interactuar con las proteínas contráctiles y como consecuencia endurecer el músculo (Fennema, *et. al.*, 2010).

La apariencia y la textura, también se ve afectada, comienza un proceso llamado *rigor mortis* donde el músculo de textura relajada suave y elástica se torna duro y poco elástico, después de unos días (dependiendo de la especie) se resuelve el *rigor mortis* y se recupera en cierta medida la flexibilidad, aunque no la elasticidad. La temperatura es un factor determinante para que inicie el *rigor mortis* ya que depende de la diferencia entre la temperatura del mar y la temperatura de almacenamiento. Cuando esta diferencia es grande, el *rigor* se inicia a menor tiempo y viceversa (Abe y Okuma, 1991). Después de que pasa este proceso la piel se arruga y se seca, el color se torna opaco y pueden aparecer fragmentos café en las orillas. De los pescados enteros y de los filetes congelados *pre-rigor*, pueden obtenerse buenos productos si se descongelan cuidadosamente a baja temperatura. De esta forma, se da tiempo para que pase el *rigor mortis* mientras el músculo continúa congelado

Durante el congelamiento, las proteínas también juegan un papel importante, ya que las enzimas proteolíticas pueden aún

estar activas, aunque su función catalítica se vea disminuida. Esto tiene como consecuencia cambios a nivel de la textura de la carne, adquiere una apariencia demasiado blanda y el tejido se aprecia desgajado por la degradación del tejido conectivo y la autólisis presente.

Otros cambios presentes en este período se deben a las moléculas nitrogenadas no proteínicas como la TMAO que es degradada a timetilamina (TMA), e incluso a dimetilamina (DMA), formaldehído y amoníaco (Gram *et. al.*, 1990), estas moléculas de degradación junto con la presencia de ácidos grasos libres son los causantes del olor característico a pescado y el olor a rancio que pueden ser indicadores de pescados viejos e incluso en proceso de descomposición.

CAMBIOS DURANTE LA PREPARACIÓN

El pescado se puede comer crudo o cocido. Cuando se consume crudo, es necesario cuidar que se consuma el más fresco para evitar los cambios *post-mortem* y cuidar que sea de la más alta calidad, es fácil de comer por su textura y el sabor es fuerte y predominante. En general el pescado que se consume crudo se sazona con sal y algunos ácidos como limón, naranja o vinagre, estos dos factores: pH y salinidad contribuyen en la modificación de las características del pescado.

La disminución del pH y la sal producen la desnaturalización de las proteínas contráctiles y sarcoplásmicas, disminuyendo así su capacidad de retener agua liberándola al exterior, también hay un efecto sobre el tejido conectivo, provocando que los miofibrilos se separen produciendo lo que se conoce como “gaping” (Fennema, *et. al.*, 2010). Este efecto se acentúa aun más cuando

el pescado se somete a procesos de congelación, descongelación y fileteado, por lo que si se sabe que ese pescado se consumirá crudo lo ideal es filetearlo antes.

Para los pescados que se consumen cocinados, los cambios son más drásticos y evidentes, por lo que es muy importante cuidar la temperatura, ya que las proteínas se desnaturalizan con una cinética diferente.

Aroma y sabor: Como es bien sabido la actividad enzimática aumenta con la temperatura, aunque en el caso de los pescados no es necesario elevarla demasiado, provocando la proteólisis y la liberación de aminoácidos esto hace que en las primeras etapas de la cocción haya una gran liberación de aromas y el sabor se vuelve más intenso, después de un tiempo, el sabor disminuye porque las moléculas empiezan a reaccionar entre sí, pero el aroma se mantiene o incluso se intensifica. Además, la grasa fundida, al consumir caliente el pescado contribuye a dar una sensación bucal agradable: succulencia.

Color: Durante la cocción el glucógeno presente en el músculo se hidroliza dejando libres moléculas de glucosa, que junto con los aminoácidos libres presentes y el efecto de la temperatura provocan la reacción de Maillard, propiciando así la aparición de colores dorados y cafés. Por otro lado, a temperaturas de 50°C la carne con mioglobina conserva su color, pero a temperaturas mayores comienza el proceso de desnaturalización de la mioglobina y el tejido muscular rojo comienza a cambiar de color tornándose oscuro (Badui, 2013).

Textura: En este aspecto, puede influir el momento en el cual el pescado es sometido a tratamiento térmico, si el pescado es cocido antes del *rigor*, la textura será muy suave y pastosa. Por el contrario, la textura es dura, pero no seca cuando el pescado es

cocido durante el *rigor*. Posterior al *rigor* la carne se torna firme, succulenta y elástica. Además es importante tomar en cuenta el colágeno y su desnaturalización la cual comienza a los 50°C y es cuando ocurre la primera modificación un ligero encogimiento del tejido, cuando se llega a una temperatura entre 55 y 60°C, esta modificación va seguida de la solubilización del colágeno y su transformación en gelatina volviendo el tejido suave contrarrestando la rigidez provocada por la desnaturalización de las proteínas contráctiles, si la cocción es prolongada además de la pérdida en la retención de agua que se ve reflejado en un encogimiento del musculo la carne se seca y entonces se endurece (Badui, 2012), lo cual provoca una sensación en el paladar desagradable.

El mejor método de cocción del pescado, depende en gran medida del tipo de pescado: para los pescados blancos (magros) es preferible utilizar métodos de cocción húmedos, donde el vapor es un regulador térmico que ayudará a preservar la carne de pescado evitando que se seque o incluso que se pegue al momento de cocinarlo. Si se prefiere frito, es necesario usar una buena cantidad de aceite para humectar el tejido y evitar que se despedace. Para los pescados azules o semigrasos se aconseja utilizar métodos de cocción secos, ya que el contenido de grasa es suficiente para preservar sus cualidades.

El procesado de la carne de pescado, así como la de muchos alimentos, presenta innumerables ventajas, relacionadas con la mejora de las cualidades sensoriales, alargamiento de la vida de anaquel, aumento de valor nutritivo; sin embargo, es necesario cuidar las condiciones en las que se lleva a cabo y preservar estas propiedades. En el caso de la carne de pescado es muy importante cuidar la temperatura de cocción y el método para garantizar la calidad de producto final, incluso en el momento de sazonar

se puede contrarrestar algunas características no deseables como el olor a pescado, utilizando ácidos o ingredientes que a su vez mejorarán el sabor.

A continuación se presenta la tabla 3, que resume las mejores condiciones para preparar pescado y preservar al máximo sus cualidades sensoriales.

Tabla 3

Tipo	Parámetros físico-químicos	Ventajas	Desventajas	Observaciones	Sustancias que pueden eliminar el olor a pescado
Crudo	Salinidad y uso de ácidos (pH bajo).	Texturas suaves. Sabores y aromas fuertes.	Pérdida de líquidos por la desnaturalización de proteínas. Contaminación microbiana.	Usar pescado muy fresco de alta calidad.	Limón Naranja Vinagre Te verde Cebolla Laurel Salvia Clavo
Cocido	Temperatura.	Consistencia adecuada. Poca pérdida de líquido. Sabores y aromas agradables. Color dorado (reacción de Maillard).	Si se sobrecuece se tendrán productos secos y encogidos.	Es mejor cocinar con temperaturas bajas (50°C -60°C).	Gengibre Canela

Como conclusión se puede afirmar que tanto la composición química del pescado como el cuidado que se tenga con él al momento de su captura, almacenamiento y preparación, son importantes para garantizar la calidad del alimento que va a llegar a

nuestra mesa, por eso es indispensable estudiar qué parámetros fisicoquímicos afectan sus propiedades y cómo se pueden mantener las condiciones adecuadas para su procesamiento.

FUENTES DE CONSULTA

- Abe, H. and E. Okuma (1991). *Rigor mortis progress of carp acclimated to different water temperatures*, Nippon Suisan Gakkaishi, 57, 2095-2100.
- Ackman, R.G. (1980). *Fish lipids. Part 1*. En: J. J. Connell (ed.) *Advances in fish science and technology*, Fishing News (Books) Ltd., Farnham, Surrey, 86-103.
- Acuff, G., A.L. Izat and G. Firme (1984). Microbial flora on pond-reared tilapia (*Tilapia aurea*) held on ice. *J. FoodProt.* 47, 778-780.
- Agustsson, I. and A.R. Stroem (1981). Biosynthesis and turnover of trimethylamine oxide in the teleost cod, *Gadus morhua*. *J. Biol. Chem.* 256, 8045-8049.
- Aksnes, A. (1989). Effect of proteinase inhibitors from potato on the quality of stored herring. *J. Sci. Food Agric.* 49, 225-234.
- Aksnes, A and B. Brekken (1988). Tissue degradation, amino acid liberation and bacterial decomposition of bulk stored capelin. *J. Sc. Food Agric.* 45, 53-60.
- Aleman, M.P., K. Kaluda, and H. Uchiyama (1982). Partial freezing as a means of keeping freshness of fish. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 106, 11-26
- Anthoni, U., T. Borresen, C. Christophersen, L. Gram, and P.H. Nielsen (1990). Is trimethylamine oxide a reliable indicator for the marine origin of fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* 97B, 569-571.
- Anthoni, U., C. Larsen, P.H. Nielsen and C. Christophersen (1990). *Off-flavor from commercial crustaceans from the North Atlantic Zone. Biochem. System. Ecol* 18,377-37.
- Badui, S. (2012). *La Ciencia de los alimentos en la práctica*. México. Pearson Educación.
- Badui, S. (2013). *Química de los Alimentos*. México. Pearson Educación
- FAO (1993^a). *FAO Yearbook: Fishery Stat.* Vol 72 and 73. FAO. Rome.

- FAO (1993^b). The State of Food and Agriculture 1993. *FAO Agric. Ser.* 26.
- FAO (1993^c). Aquaculture production 1985-1991. *FAO Fishery circular* N° 815, Rev. 5.
- FAO (1994). Review of the state of world marine fishery resources. *FAO Fish. Tech. Pap.* 335.
- Fennema, O.R., Parkin, K.L., Damoradan, S. (2010). *Química de los Alimentos*, España. Acirbia.
- Freeman D.W. and J.O. Heamsberger (1993). An instrumental method for determining rancidity in frozen catfish fillets. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 2, 35-50.
- Gill, T.A., J. Conway, and J. Evrovski (1992). Changes in fish muscle proteins at high and low temperature. In: G.J. Flick and R.E. Martin (eds.) *Advances in seafood biochemistry-composition and quality*, Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania. 213-231.
- Gram, L. (1992). Evaluation of the bacteriological quality of seafood. *J. Food Microbiol.* 16, 25-39.
- Gram, L., C. Wedell-Neergaard and H.H. Huss (1990). The bacteriology of spoiling Lake Victorian Nile perch (*Lates niloticus*). *Int. J. Food Microbiol.* 10, 303-316.
- ISO 4120-1983 (E). *Sensory analysis - methodology - triangle test*. International Organization for Standardization.
- Murray, J. and J.R. Burt (1969). *The composition of fish*. Torry Advis. Note 38, Tony Research Station, Aberdeen.
- Poulter, N.H. and L. Nicolaidis (1985a). Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. 1. Altiplano fish. *J. Food Technol.* 20, 437-449.
- Poulter, N.H. and L. Nicolaidis (1985b). Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. 2. Parana and Amazon Basins fish. *J. Food Technol.* 20, 451-465.
- Roerbaek, K., B. Jensen and K. Mathiasen (1993). *Oxidation and aroma in fish oil*. In: G. Lambertsen (ed.) Proceedings of the 17th Nordic symposium on lipids, Imatra, Sf. Lipidforum, Bergen, Norway.
- Simopoulos, A.P, R.R. Kifer, R.E. Martin, and S.W. Barlow (1991). *Health effects of w 3 polyunsaturated fatty acids in seafoods*. Karger, Basel.
- Stansby, M.E. and A.S. Hall (1967). *Chemical composition of commercially important fish of the USA*. *Fish Ind Res.*, 3, 29-34.

Copyright of Hospitalidad ESDAI is the property of Universidad Panamericana and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.