

Calidad del pescado de mar procesado: alteraciones lipídicas

Quality of processed sea fish: Lipid abnormalities

COLCIENCIAS TIPO 3. ARTÍCULO DE REVISIÓN

RECIBIDO: MAYO 20, 2015; ACEPTADO: JUNIO 22, 2015

José Jaimés-Morales, Ph.D(c)

jjaimesmor@yahoo.es

Diofanor Acevedo-Correa, Ph.D

diofanor3000@gmail.com

Carlos Severiche-Sierra, Ph.D(c)

cseveriches@gmail.com

Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias-Colombia

Resumen

Las especies marinas constituyen un grupo de alimentos fácilmente dañable a lo largo del procesamiento empleado para su consumo. Entre las distintas vías de alteración que pueden actuar sobre un alimento de origen marino, destaca la facilidad a la oxidación que experimenta la fracción lipídica, debido a su alta proporción en ácidos grasos poliinsaturados. En el presente trabajo se hace una revisión de la incidencia que los cambios producidos en la fracción lipídica de una especie marina pueden tener sobre el estado de calidad en cada uno de los principales procesos tecnológicos empleados (congelación y estado congelado, estado refrigerado, cocción, enlatado, secado, salazón y ahumado). Asimismo, se analiza la aplicabilidad de los principales índices de calidad basados en los cambios de la fracción lipídica, al objeto de establecer el grado de calidad en cada tipo de producto de pescado.

Palabras Clave

Calidad; lípido; pescado; procesamiento.

Abstract

Marine species are a group of foods particularly sensitive to get damaged during the processing used for its consumption. There are several ways of alteration able to act over this kind of foods. One of these (remarked), is the easy oxidation of lipid fraction, because of its high proportion of polyunsaturated fatty acids. This paper review the impact over the quality –in each of the main technological processes: freezing and frozen, chilled state, cooking, canning, drying, salting and smoking– of changes in the lipid fraction of a marine species. Furthermore, the applicability of the main quality indexes based on changes in the lipid fraction is analyzed, in order to establish the degree of quality for each type of fish product.

Keywords

Quality; lipid; fish; processing.

I. INTRODUCCIÓN

Las especies marinas representan un grupo de alimentos importante en la dieta humana, por su aporte en constituyentes fundamentales, tales como aminoácidos y ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles y minerales. Los alimentos de origen marino se caracterizan y distinguen de los demás alimentos por su composición lipídica altamente insaturada (Gavilanes, 2011; Apuparo & Sinchi, 2012).

Entre los Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI) son de destacar los esenciales (i.e., linoleico, linolénico y araquidónico), pero sobre todo los de la denominada serie O-3. De ellos, los más característicos son: el docosahexaenoico (ADH, Caiae) y el eicosapentaenoico (Viana & López, 1995; Campaña-Torres et al., 2009; Moreno et al., 2013). Numerosos estudios dietéticos y nutricionales muestran a los AGPI de la serie O-3 como responsables de la acción positiva de los productos marinos frente a determinadas enfermedades (MacMillan, 2007; Aguilera, Betancourt & Betancourt, 2013).

Sin embargo, lo que desde un punto de vista nutritivo puede ser una ventaja, no lo es desde un punto de vista tecnológico. Los productos marinos son altamente perecederos, entre otras razones, por su composición lipídica altamente insaturada (Roldán, Morales, Quevedo, & Vásquez, 2010; Quingatuña, 2011).

Así, una vez que la actividad microbiana se encuentra detenida, entran en juego otras vías de alteración, como la acción de las enzimas endógenas, la oxidación no enzimática de lípidos y el pardeamiento no enzimático; como resultado, la fracción lipídica adquiere un papel relevante, debido fundamentalmente a la fácil alterabilidad de sus ácidos grasos poliinsaturados (Augbourg, 1999; Castro, Forero, & Guillot, 2004; Valenzuela, Sanhueza, & De-La-Barra, 2012).

En este artículo se hace una revisión bibliográfica sobre alteraciones lipídicas sobre la calidad del pescado de mar procesado, teniendo en cuenta las etapas de procesamiento, iniciando con la congelación, la refrigeración, la cocción, el enlatado, la salazón, el secado y el ahumado.

II. ALTERACIONES LIPÍDICAS Y SU SIGNIFICADO

Tres tipos de reacciones pueden provocar la alteración de los lípidos: hidrolíticas, oxidativas y de entrecruzamiento. De todas ellas, son las de oxidación las

que han acaparado mayor atención, por tener una mayor incidencia sobre la calidad y el valor nutritivo de un producto (Crovetto y Mirta, 2002; Villanueva, 2013). La reacción de oxidación de lípidos produce como resultado una amplia gama de productos, la mayoría con funciones oxigenadas, que incluyen desde moléculas volátiles hasta compuestos poliméricos.

Al igual que en las reacciones del tipo Maillard entre azúcares y aminoácidos, las interacciones entre lípidos oxidados y proteínas afectan al valor nutritivo y sensorial de los alimentos (Crespo, Azavache, Anchustegui, Guercio, & Planchart, 2002; Herrera, Valencia & Llano, 2013). El valor nutritivo se puede ver afectado en los siguientes aspectos:

- Descenso del valor biológico de las proteínas: bloqueo de los grupos e-amino en lisina, oxidación de los grupos sulfuro en metionina, y cambios en otros aminoácidos.
- Cambios de digestibilidad: descenso de la velocidad de lipólisis por las lipasas; descenso de la velocidad y extensión de la proteólisis por las enzimas digestivas).
- Formación de sustancias tóxicas producidas por la autooxidación lipídica: hidroperóxidos lipídicos y aldehídos de bajo peso molecular. (Ramírez, Cañizares, & Acevedo, 2012).

La formación de compuestos de interacción entre lípidos oxidados y proteínas puede influir en el valor sensorial a nivel de: aroma (formación de nuevos compuestos aromáticos), color (reacción de pardeamiento) y textura (desnaturalización y entrecruza miento proteicos) (Díaz & Membrillo, 2006; Gozzi, Piacente, Cruces, & Díaz, 2011; Piñeiro, Lago, Olivera & Culebras, 2013).

III. CAMBIOS LIPÍDICOS Y CALIDAD DEL PESCADO PROCESADO

Se describe a continuación la incidencia que la alteración de la fracción lipídica puede tener sobre la calidad del producto final durante el procesamiento de pescado y, en general, de las especies marinas. Para ello se han escogido los principales tipos de procesos correspondientes a distintas estrategias seguidas para detener la alteración: acción del frío (congelación y refrigeración), calor (cocción, enlatado) y control de la actividad de agua (salazón y secado).

A. Congelación y estado congelado

El objetivo principal de la congelación del pescado es impedir el crecimiento de microorganismos, retardar los fenómenos de degradación interna del pescado y conseguir que, después de descongelado, no se aprecien modificaciones respecto de las características que presenta en estado fresco (Marín et al., 2009; Rodríguez, 2012). Sin embargo, numerosas experiencias demuestran que la oxidación e hidrólisis lipídicas, especialmente por vía enzimática, se siguen produciendo durante el almacenamiento en estado congelado (Hernández, 2010; Granados, Urbina, & Acevedo, 2010).

Los efectos de alteración lipídica son importantes en las especies grasas, por lo que se han hecho numerosos estudios en torno al efecto catalítico de las enzimas del tipo lipoxigenasa (Castro-González & Miranda-Becerra, 2010). Se ha observado que las especies grasas tienen un tiempo de vida útil inferior que las magras, llegándose a demostrar, en la práctica, que la formación de productos de oxidación es el factor limitante del tiempo de vida de una especie grasa en estado congelado (Venereo, 2002; Romero & Negrete, 2011).

Las determinaciones de la hidrólisis y oxidación lipídicas han sido utilizadas con éxito en el seguimiento de la calidad de especies grasas. La medida de compuestos de interacción a través de sus propiedades fluorescentes ha proporcionado una buena correlación con el tiempo de almacenamiento y las medidas de alteración lipídicas (Albert, 2005).

En el caso del almacenamiento congelado de las especies magras, la alteración se ha centrado en los cambios de textura experimentados por el músculo. Así, la importancia de la participación lipídica en la alteración ha sido muy discutida, entendiéndose que su incidencia era inferior a la de otras vías de alteración, como puede ser, en el caso de las especies gáldidas, la presencia de formaldehído (FA); sin embargo, se ha reconocido la influencia de la fracción lipídica sobre la formación de FA y dimetilamina (Augbourg, 1999). Además, tanto los AGL como los lípidos oxidados han sido propuestos como contribuyentes al fenómeno de desnaturalización proteica. Las medidas de alteración lipídica durante la congelación de una especie magra se han centrado en la formación de AGL, llegándose a proponer como medida de calidad, aunque la determinación de la oxidación también ha sido empleada (Castro et al., 2004).

B. Estado refrigerado

Pescado refrigerado es el que se ha conservado en hielo desde su captura. Este es el sistema más utilizado "a bordo", teniendo como excepción los casos en que la especie es procesada directamente a bordo (congelación en atuneros, salazón de bacalao, etc.) (Valencia, 2002).

El factor más importante de cara a evitar la alteración del pescado refrigerado es el mantenimiento de la temperatura a 0°C. De los distintos mecanismos de alteración, el objetivo crucial, el más importante, es retardar la alteración microbiana hasta que el producto llegue al consumidor. Por ello, las medidas más empleadas de seguimiento de la calidad han sido las relacionadas con la formación de bases volátiles –principalmente trimetilamina– y aminas biógenas –principalmente histamina– (Sanjuás, 2012). Las demás alteraciones pueden llevar a textura indeseable, cambios de color y desarrollo de rancidez, y adquieren importancia en la medida en que la alteración microbiana se encuentra paralizada (Miranda, Marrugo, & Montero, 2013).

En lo que respecta al papel de la fracción lipídica, se ha observado un buen seguimiento de la alteración a través de la medición de la hidrólisis, llegándose incluso a proponer como índice de calidad alternativo a la determinación sensorial en pescado magro (Maluenda, Roco, Tabilo, Pérez, & Aubourg, 2013). En el caso de la oxidación, ésta no parece ser un proceso dominante de alteración, aunque en casos de almacenamiento prolongado de especies grasas se pueden llegar a originar aromas y sabores desagradables, proporcionando un buen seguimiento de la alteración siempre y cuando se emplee más de un método de análisis (Tres, 2009). Asimismo, se tiene que la detección por fluorescencia de los compuestos de interacción entre productos de oxidación primaria y secundaria con otros constituyentes de pescado, dan una correlación satisfactoria de dicha medida con el tiempo de almacenamiento y el desarrollo de bases volátiles totales (Augbourg, 1999).

C. Cocción

Los tratamientos térmicos, en general, representan el método más empleado para detener la acción microbiana y evitar cambios enzimáticos deteriorativos en muestras biológicas durante su almacenamiento o posterior procesamiento. La cocción, en concreto, se ha empleado con objeto de alargar la vida útil del producto destinado a

posteriores procesamientos, y como paso intermedio durante el enlatado (Antich & Roberto, 2006).

Como resultado de la eliminación de la acción microbiana y la inactivación enzimática, la mayor atención de la alteración ha recaído sobre la fracción lipídica. Determinadas experiencias han demostrado ciertas alteraciones como lipólisis y pequeñas pérdidas de ADH y AEP. La detección de compuestos de interacción a través de sus propiedades fluorescentes demostró un incremento de la presencia de dichos compuestos como resultado del tratamiento (Xingzhou, Pengzhi, Canhua, Jialong, & Chaohua, 2009; López-Ruiz, Rodríguez-Peña, & González-Ibargüen, (2015).

Sin embargo, son más numerosos los trabajos en que no se observan diferencias significativas, antes y después de la cocción, en los índices de calidad referentes a la fracción lipídica. Así, un amplio grupo de experiencias no detectaron diferencias en el contenido en AGPI. Tampoco se observó variación en los Índices de Peróxidos (IP) y de Yodo (IY), a pesar de haberse realizado la experiencia en zonas del músculo de albacora con distinto contenido lipídico (Pons, 2005). Recientes aplicaciones de cocción a vacío (*sous vide*) indican, asimismo, la retención de los ácidos grasos después del proceso (Villarino, 2011).

D. Enlatado

Productos enlatados son los que se introducen en envases cerrados herméticamente y se someten a la acción del calor, con lo que se asegura la destrucción de todos los microorganismos, además de desnaturalizar las proteínas (Suárez, 2001).

En el caso de las especies marinas, la acción del calor y la presencia de determinados catalizadores pueden favorecer la oxidación de lípidos por vía no enzimática. La alteración de AGPI puede llevar a la formación de cantidades importantes de productos de oxidación primaria y secundaria, de manera que se produzca pardeamiento, compuestos fluorescentes, malos aromas y pérdidas de nutrientes esenciales. Como resultado, se concluye una importante relación entre los cambios lipídicos y la calidad del producto final (Chamagua, Gabriel, & Zavala-Espinoza, 2013).

La formación de AGL durante el enlatado de distintas zonas del músculo de albacora, un estudio por RMN-¹³C demostró que la hidrólisis se producía preferentemente en la posición sn-2 de los triglicéridos frente a las posiciones

sn-1 y sn-3, como es el caso del almacenamiento congelado (Sanjuás, 2012). Se comprobó que el mecanismo y la organoléptica y el grado de alteración; como resultado de la formación de compuestos de interacción se observó un descenso en el contenido de aminoácidos del tipo lisina, arginina e histidina. Asimismo, la cuantificación de protones olefínicos respecto de los alifáticos a través de la RMN-¹H proporcionó un método rápido y útil para determinar el grado de alteración (Augbourg, 1999).

E. Salazón y secado

La actividad de agua (aw) es un factor decisivo de cara a mantener la estabilidad de los alimentos en general, ya que de su valor (entre 0 y 1, por definición) depende el grado en que se manifiesten las distintas vías de alteración. Aquellos alimentos con aw elevada –entre los que se encuentran los marinos (aw: 0'91-0'97)–, son altamente perecederos, como indican Acevedo, Rodríguez, y Fernández (2010).

Los métodos de conservación que se basan en reducir el valor aw pueden llevarse a cabo extrayendo físicamente el agua –proceso de secado– o disminuyendo la cantidad de agua libre o activa, a través de la adición de substratos, tales como: sal (proceso de salazón), azúcar y propilenglicol. La oxidación lipídica no se reduce ostensiblemente ni siquiera en el mejor de los casos (aw: 0'2-0'3), por lo que será la vía de alteración más importante que puede actuar sobre la calidad del producto final (Miranda et al., 2013).

Durante el secado se ha observado que la oxidación lipídica medida como i-ATB o a través del contenido en glicéridos, IY, AGL, IP y contenido en AGPI resulta ser una medida fiable del grado de alteración del producto (Guzmán, Acevedo, & Granados, 2012).

Durante el procesamiento de anchoado se ha usado el estudio de la formación de compuestos volátiles resultantes de la oxidación lipídica para monitorizar el avance del proceso. Asimismo, se ha reconocido como índice aceptable de alteración la formación de AGL o el contenido en fosfolípidos. Es una práctica relativamente habitual combinar salazón y secado (Rodríguez, 2010). En este tipo de experiencias, las medidas tradicionales de IP e i-ATB (oxidaciones primaria y secundaria, respectivamente) no proporcionaron buenas relaciones con el grado de alteración. Sin embargo, la medida de consumo de oxígeno y la detección por fluorescencia de

los compuestos de interacción proporcionaron las mejores correlaciones con la determinación organoléptica y el grado de alteración; como resultado de la formación de compuestos de interacción se observó un descenso en el contenido de aminoácidos del tipo lisina, arginina e histidina. Asimismo, la cuantificación de protones olefinicos respecto a los alifáticos a través de la RMN-¹H proporcionó un método rápido y útil para determinar el grado de alteración (Martínez, 2007).

F. Ahumado

A menudo la salazón y el secado son seguidos por un proceso de ahumado, proceso en el cual se dota al producto de un nuevo constituyente con características bactericidas y antioxidantes, que provoca una apariencia, olor y sabor característicos del producto (Telahigue, Hajji, & Rabeh, 2013).

La oxidación lipídica, desnaturalización proteica y reacciones de pardeamiento no enzimático pueden ser las principales causas de cambios en la calidad nutritiva de este tipo de productos.

El empleo de temperaturas elevadas provocará un mayor desarrollo de la oxidación lipídica. Sin embargo, se ha detectado un efecto preservador del ahumado sobre la fracción lipídica en productos de la pesca, basado en la aportación, mediante el humo de la madera, de sustancias fenólicas con propiedades antioxidantes (Tirado, Acevedo, & Guzmán, 2012).

Por otra parte, el grado de humedad del producto parece importante; a bajos niveles parece existir una relación directa entre la temperatura del proceso y la velocidad de oxidación del producto ahumado, mientras que con humedades mayores la relación se invierte (Ormaza & Zavala, 2008).

Debido a la entrada en juego de distintos efectos contrapuestos, se obtienen resultados contradictorios respecto de los cambios experimentados por la fracción lipídica y su influencia sobre la calidad del producto final, así como de la posibilidad de emplear algún índice lipídico como medida sensible de calidad (García, 2013).

No se encontraron diferencias en el contenido de los grupos lipídicos mayoritarios (triglicéridos y fosfolípidos), ni tampoco a nivel de ácidos grasos constituyentes. Sin embargo, otro grupo de experiencias pone de manifiesto que durante el ahumado se producen cambios que pueden tener incidencia en la calidad del producto final. Así, se

encontraron incrementos en IP, i-ATB y contenido en AGL y descensos en AGPI (Sánchez, 2009).

IV. CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de un proceso de este tipo es ofrecer un producto sano que mantenga el valor nutritivo inicial. De lo expuesto se observa cómo cada tipo de proceso tiene sus limitaciones particulares y cómo, una vez controlada la acción microbiana, las alteraciones de la fracción lipídica pueden convertirse en factor limitante a la hora de decidir la aceptabilidad de un producto.

Como resultado de este papel destacado, la determinación de aquellos índices de calidad basados en los cambios de la fracción lipídica puede proporcionar medidas susceptibles de ser empleadas como parámetros de calidad. Sin embargo, muchos de éstos han encontrado limitaciones al ser aplicados en especies biológicas ricas en AGPI, como las marinas, y en procesos donde se produce un gran avance de la alteración lipídica. En tales casos las medidas de oxidación primaria y secundaria no resultarían útiles, teniendo que recurrir a la medida de los compuestos de interacción producidos por reacción con otros constituyentes de pescado. Como consecuencia, es recomendable el empleo de más de un método al medir el grado de oxidación lipídica de una muestra.

Dada la incidencia de los cambios de la fracción lipídica sobre el estado de calidad de un producto, se plantea como necesario: un conocimiento más profundo de los mecanismos de la hidrólisis y oxidación lipídicas y posterior interacción con otros constituyentes; una aplicación correcta de todos aquellos parámetros lipídicos que sean indicadores de degradación o de interacción con otros constituyentes; y, por último, el estudio de aditivos (antioxidantes naturales y sintéticos, etc.) y la búsqueda de nuevos procesos (o tradicionales modificados) que se centren en inhibir el desencadenamiento de las reacciones degradativas de los lípidos.

V. REFERENCIAS

- Acevedo, D., Rodríguez, A., & Fernández, A. (2010). Efecto de las variables de proceso sobre la cinética de acidificación, la viabilidad y la sinéresis del suero costeño colombiano. *Información Tecnológica*, 21(2). 29-36.
- Aguilera, E., Betancourt, E., & Betancourt, J.E. (2013). Elaboración de alimentos en el sector no estatal. Principales aspectos higiénicos sanitarios a considerar. *Correo Científico Médico* 17(1), 4-8.

- Albert, B. (2005). *Efecto de los ácidos grasos de la dieta y la suplementación con coenzima Q10 sobre el estrés oxidativo cerebral durante el envejecimiento* [tesis]. Universidad de Granada: España.
- Antich, E.D. & Roberto, I.E. (Eds.). (2006). *Gestión del autocontrol en la industria agroalimentaria*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Apuparo, T. & Sinchi, M. (2012). *Determinación de macronutrientes en alimentos preparados con cárnicos y pescados más consumidos en la ciudad de Cuenca*. Ecuador [tesis]. Universidad de Cuenca: Ecuador.
- Augbourg, S.P. (1999). Effect of lipid damages on processed fish quality. *Grasas y Aceites*, 50(3). 218-224.
- Campaña-Torres, A., Martínez-Córdova, L.R., Villarreal-Colmenares, H., Hernández-López, J., Ezquerro-Brauer, J.M., & Cortés-Jacinto, E. (2009). Efecto de la adición del rotífero *Brachionus rotundiformis* sobre la calidad del agua y la producción, en cultivos súper-intensivos de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(2). 335-342.
- Castro, A., Forero, E., & Guillot, G. (2004). Algunos Aspectos bioecológicos de la trucha arcoíris en el Embalse Pantano Redondo Cundinamarca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 9(2). 25-33.
- Castro-González, M.I. & Miranda-Becerra, D. (2010). El pescado en la dieta del paciente renal: relación fósforo: ácidos grasos n-3. *Rev. Inv. Clin.* 62. 44-53.
- Chamagua, M., Gabriel, P., & Zavala-Espinoza, K.P. (2013). *Diseño y pruebas de funcionamiento de un sistema para esterilización comercial de alimentos* [tesis]. Universidad de El Salvador: El Salvador.
- Crespo, A., Azavache, V., Anchustegui, B., Guercio, M., & Planchart, A. (2002). Cambios en la composición Lipídica de las Membranas Mitocondriales de Corazón de ratas inducidos por la ingesta de Aceite de Pescado y su relación con la actividad Mitocondrial. *Rev. Fac. Med.*, 25(1). 29-32.
- Crovetto, M. & Mirta, M. (2002). Cambios en la estructura alimentaria y consumo aparente de nutrientes de los hogares del Gran Santiago 1988-1997. *Revista Chilena de Nutrición*, 29(1). 24-32.
- Díaz, A. & Membrillo, J. (2010). Fisiológicas de la oxidación de proteínas fisiológicas de la oxidación de proteínas por carbonilación en diversos sistemas biológicos. *Tip Rev. Esp. Cienc. Quím. Biol.*, 9(1). 34-44.
- García, A. (2013). *Prevalencia de aterosclerosis en pacientes diabéticos tipo 2 asintomáticos diagnosticados por TAC coronario multicorte. Relación con el grado control* [tesis]. Universidad de Málaga: España.
- Gavilanes, J. (2011). *Evaluación de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 presentes en alimentos enriquecidos que se expenden en los supermercados de Riobamba* [tesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Riobamba, Ecuador.
- Gozzi, M.S., Piacente, M.L., Cruces, V., & Díaz, E.G. (2011). Influencia de la temperatura de conservación sobre la formación de histamina en caballa (*Scomber japonicus*). *Información Tecnológica*, 22(6). 53-62.
- Granados, C., Urbina, G., & Acevedo, D. (2010). Tecnificación, caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso de capa de Mompos, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 8(2). 41-45.
- Guzmán, L., Acevedo, D., & Granados, C. (2012). Efecto del escaldado, deshidratación osmótica y recubrimiento en la pérdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de papa criolla fritas. *Revista Vitae*, 19(1). 312-313.
- Hernandez, A. (2010). *Tratado de nutrición: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición*. Bogotá, Colombia: Médica Panamericana.
- Herrera, F., Valencia, G., & Llano, N. (2013). *Efectos del tratamiento térmico sobre el perfil de aminoácidos libres en jamón de cerdo envasado en película retortable* [tesis]. Corporación Universitaria Lasallista: Medellín, Colombia.
- López-Ruiz, N., Rodríguez-Peña, C., & González-Ibargüen, D. (2015). *Viabilidad de la comercialización de productos de la pesca artesanal, del Bajo Baudó en el departamento de Antioquia* [tesis]. Corporación Universitaria Lasallista: Caldas, Colombia).
- Macmillan, N. (2007). Valoración de hábitos de alimentación, actividad física y condición nutricional en estudiantes de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(4). 330-336.
- Maluenda, D., Roco, T., Tabilo, G., Pérez, M., & Aubourg, S. (2013). Effect of a previous high hydrostatic pressure treatment on lipid damage in chilled Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*). *Grasas y Aceites*, 64(5). 472-481.
- Marín, C., Fonseca, C., Arias, S., Villegas, I., García, A., & Ishihara, H. (2009). Carga bacteriana de los peces *Cynoscion squamipinnis* (Perciformes: Scianidae) y *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en la cadena de comercialización, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 57(1-2). 45-52.
- Martínez, J. 2007. *Estudio de los índices de calidad en aceites de oliva de la provincia de Granada* [tesis]. Universidad de Granada: España.
- Miranda, M. & Suarez, S. (2013). *Factibilidad para la explotación de pollos alimentados con forraje verde hidropónicos y concentrados en el municipio de Barrancabermeja* [tesis]. Instituto Universitario de la Paz: San Cristóbal, Venezuela.
- Miranda, P., Marrugo, Y., & Montero, P. (2013). Caracterización funcional del almidón de fríjol Zaragoza (*Phaseolus Lunatus L.*) y Cuantificación de su Almidón Resistente. *Revista Tecno Lógicas*, (30). 17-32.
- Morales, M. (2013). *Evaluación de la adición de emulsificantes y componentes fisiológicamente activos en la elaboración de buñuelo* [tesis]. Universidad Nacional de Colombia: Medellín, Colombia.
- Moreno, L., Cerveral, P., Anta, O., Rosa, M., Díaz, J., Baladía, E., & Salas, J. (2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6). 18-26.

- Ormaza, H., & Zavala, R. (2008). *Manual de métodos y técnicas para la determinación del grado de frescura en pescados y crustáceos que se comercializan en el Puerto de Manta*. Manabí, Ecuador: Universidad de Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.
- Piñeiro, G., Lago, N., Olivera, R., & Culebras, J.M. (2013). Análisis del perfil lipídico de dos especies de merluza: *Merluccius capensis* y *Merluccius paradoxus* y su aportación a la prevención de enfermedades cardiovasculares. *Nutrición Hospitalaria*, 28(1). 63-70.
- Pons, S. (2005). *Estudio de alternativas para la evaluación de la frescura y la calidad del boquerón ("Engraulis Encrasicolus") y sus derivados* [tesis]. Universidad de Barcelona: España.
- Quingatuña, P. (2011). *Utilización del ácido láctico (01, 0.3 y 0.5%) en la elaboración de salchicha vienesa familiar para disminuir los niveles de nitrito residual en la planta de alimentos Don Diego* [tesis]. Escuela Politécnica de Superior del Chimborazo. Riobamba: Ecuador.
- Ramírez, J., Cañizares, J., & Acevedo, D. (2012). Criodesecación atmosférica de papa (*Solanum tuberosum*). *Revista Facultad de Ingeniería*, (61). 74-82.
- Rodríguez, J. (2010). *Consecuencias higiénicas de la alteración de los alimentos* [tesis]. Universidad Complutense de Madrid: España.
- Rodríguez, L. (2012). *Evaluación de recubrimientos comestibles proteicos aplicados al salmón del Atlántico (Salmo salar) congelado: estudio de diferentes formulaciones y tratamientos tecnológicos* [tesis]. Universidad de Santiago de Compostela: España.
- Roldán, D., Morales, J., Quevedo, G., & Vásquez, M. (2010). Utilización de iones cobre en solución para la preservación a bordo de anchoveta (*Engraulis ringens J.*), destinada a la elaboración de harina de pescado. *Ecología Aplicada*, 9(2). 83-89.
- Romero, J. & Negrete, M. (2011). Presencia de bacterias Gram positivas en músculo de pescado con importancia comercial en la zona del Caribe mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(2). 599-606.
- Sánchez, J. (2009). *El papel del colesterol en la funcionalidad de los lipid rafts y su repercusión en la adipogénesis* [tesis]. Universidad de Alcalá: España.
- Sanjuás, M. (2012). *Aplicación de sistemas avanzados para la mejora de la calidad de productos marinos refrigerados de interés comercial* [tesis]. Universidad de Santiago de Compostela: España.
- Suárez, R. (2001). Conservación de alimentos por irradiación. *Invenio*, (6). 85-124.
- Telahigue, K., Hajji, T., & Rabe, I. 2013. Los cambios de la composición de ácidos grasos en secados al sol, horno de secado y la merluza congelada (*Merluccius merluccius*) y alacha (*Sardinella aurita*). *African Journal of Biochemistry Research*, 7(8), 158-164.
- Tirado, D., Acevedo, D., & Guzmán, L. (2012). Freído por inmersión de los alimentos. *Revista ReCiTeIA* 12(1), 72-80.
- Tres, A. (2009). *Incorporación de aceites poliinsaturados, alfatocoferol y minerales en pienso: Efectos sobre la composición y oxidación lipídica de plasma, hígado y carne de conejo* [tesis]. Universidad de Barcelona: España.
- Valencia, F. (2002). *Situación actual de la aplicación del frío en las pesquerías canarias* [tesis]. Universidad de La Laguna: España.
- Valenzuela, A., Sanhueza, J., & De La Barra, F. (2012). El aceite de pescado: ayer un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(2). 201-209.
- Venereo, J.R. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 31(2). 126-133.
- Viana, M.T. & López, L.M. (1995). Determinación de la calidad del alimento elaborado con ensilajes de pescado crudo y cocido, para abulones juveniles de *haliotis fulgens*. *Ciencias Marinas*, 21(3). 331-342.
- Villanueva, J. (2013). *Administración de dieta hipercalórica y hierro como generadores de estrés oxidativo en animales de experimentación* [tesis]. Universidad Autónoma de Querétaro: México.
- Villarino, Á. (2011). *Efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo, la calidad higiénico-sanitaria y sensorial de la trucha arco-iris (oncorhynchus mykiss) procesada mediante tecnología sous-vide* [tesis]. Universidad de León: España.
- Xingzhou, X., Pengzhi, H., Canhua, Z., Jialong, G., Chao, Z. (2009). Aplicación del sistema HACCP en congelado *Rachycentron canadum Linnaeus* procesamiento de filetes. *Moderna Ciencia y Tecnología de Alimentos* 25(8). 954-956.

VI. CURRÍCULOS

Jose Jaimes-Morales, Ph.D(c). Magister en Ingeniería, M. Ciencia y Tecnología de Alimentos; Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos; Licenciado en Biología y Química; Ingeniero de Alimentos; y Doctorante en Ciencias. Es docente-investigador de la Universidad de Cartagena (Colombia).

Diofanor Acevedo-Correa, Ph.D. Doctor en Ingeniería; Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos; Químico Farmacéutico; e Ingeniero de Alimentos. Es docente-investigador de la Universidad de Cartagena (Colombia)

Carlos Severiche-Sierra, Ph.(c). Máster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente; Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental; Químico; y Doctorante en Ciencias. Es docente-investigador de la Universidad de Cartagena (Colombia).