



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO CROQUETA
UTILIZANDO BAGRE SIERRA (*Oxidora sifontesi*), EVALUANDO
SU ESTABILIDAD EN CONGELACIÓN A
-20°C DURANTE 90 DÍAS**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la bachiller Rosangela Molina
como requisito parcial para optar al
título de Licenciado en Biología

Tutora: Dra. Marinela Barrero

CARACAS, VENEZUELA
SEPTIEMBRE, 2012

INDICE GENERAL

	Pag.
Introducción.....	1
Revisión Bibliográfica	
1.- Descripción de la especie.....	4
2.- Composición química y alteración en pulpa de pescado.....	5
3.- La congelación como método de preservación.....	9
4.- Electroforesis.....	12
5.- Evaluación Sensorial.....	14
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Materiales y Métodos	
Materia Prima.....	16
Procesamiento.....	16
Métodos de Análisis	
Análisis Proximal.....	18
Determinación de la Rancidez Oxidativa.....	18
Determinación de Proteínas Solubles.....	18
pH.....	19
Color.....	19
Textura.....	19
Electroforesis.....	19
Perfil Lipídico.....	20
Evaluación Sensorial.....	20
Análisis Estadístico.....	20
Resultados y Discusión	
Rendimiento.....	21
Análisis Proximal.....	22
Estabilidad en el almacenamiento	
pH.....	25
Proteínas Solubles.....	27
Rancidez Oxidativa.....	29

Perfil Lipídico.....	30
Textura.....	34
Color.....	37
Electroforesis.....	40
Evaluación Sensorial.....	44
Conclusiones.....	45
Recomendaciones.....	46
Referencias Bibliográficas.....	47
Anexos.....	52

INDICE DE TABLAS

	Pag.
1.- Principales componentes del pescado.....	5
2.- Análisis proximal (\pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo del Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	22
3.- Efecto del pH (\pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	26
4.- Efecto de las proteínas solubles ($\% \pm$ DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	27
5.- Rancidez Oxidativa (mg Ma/ Kg \pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	29
6.- Perfil de ácidos grasos ($\%$) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	31
7.- Textura (Dureza, Cohesividad, Gomosidad, Elasticidad y Masticabilidad \pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	35
8.- Color (L, a*, b* \pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxidora sifontesi</i>).....	39
9.- Evaluación Sensorial (\pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	44

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
1.- Esquema Tecnológico desarrollado con el Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	17
2A.- Pulpa sin lavar a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	38
2B.- Pulpa lavada a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	38
3A.- Electroforesis SDS-PAGE a los 0 días de almacenamiento en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	41
3B.- Electroforesis SDS-PAGE a los 30 días de almacenamiento en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	41
4C.- Electroforesis SDS-PAGE a los 60 días de almacenamiento en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	42
4D.- Electroforesis SDS-PAGE a los 90 días de almacenamiento en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (<i>Oxydora sifontesi</i>).....	42

RESUMEN

El Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*), especie de agua dulce, constituye una excelente fuente de proteína de buena calidad y ácidos grasos insaturados incluyendo los del tipo omega 3, con un positivo impacto en la salud humana, sin embargo es una especie muy poco conocida y reducida demanda para su comercialización. Por lo tanto, el propósito de ésta investigación fue elaborar croquetas utilizando Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*), evaluando su estabilidad en congelación a -20°C , en él que se comparó la pulpa lavada con pulpa sin lavar. Se realizaron los siguientes análisis: Composición química, Proteína Soluble, pH, TBA, Perfil de ácidos grasos, Color, Textura, Electroforesis y Evaluación Sensorial. Proteínas solubles, pH y TBA. Presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) durante el tiempo de almacenamiento mientras que la Textura y el Color presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) bajo el tratamiento aplicado. El rendimiento obtenido en pulpa fue de 47,97% el cuál se considera alto, tomando en cuenta las características anatómicas que presenta la especie estudiada. La composición química obtenida en ambas pulpas (sin lavar y lavada) se encuentran dentro del intervalo de variación de los componentes del pescado, presentando diferencias significativas en grasa y proteína. Dentro de la estabilidad en el almacenamiento, el comportamiento de la pulpa lavada resultó similar con respecto a la pulpa sin lavar en todos los parámetros evaluados excepto en el color (parámetro de a^* relación verde-rojo) el cual disminuye notablemente. En la composición de los ácidos grasos dentro de los poli-insaturados se obtuvo un mayor porcentaje en el correspondiente a 18:2 cis (Acido Linoleico) de 14,988% en pulpa sin lavar y 15,085% en pulpa lavada. En la evaluación sensorial se evidencia diferencias en el parámetro del color (Claro/Oscuro) siendo la pulpa sin lavar más oscura con respecto a la pulpa lavada.

INTRODUCCIÓN

El pescado es considerado desde tiempos antiguos como una excelente fuente de proteína animal. Se sabe por diversos estudios de investigación, sobre su alto valor nutritivo constituyendo una de las principales fuentes de proteína, igualmente su contenido en ácidos grasos poli-insaturados, especialmente del tipo omega-3 y omega-6, los cuales han sido considerados esenciales para el ser humano, y al que se le atribuyen efectos curativos y preventivos sobre enfermedades cardiovasculares, desarrollo del sistema nerviosos en niños, cáncer y control de glicemia (Osman y col., 2001 según López, 2006).

En Venezuela, la producción pesquera proviene de cuatro tipos de sistemas productivos: el industrial, artesanal marítimo, artesanal fluvial y la acuicultura, de los cuales, el más importante es el sector marítimo con un 51-66% de la producción total, mientras que el aporte de la pesca fluvial ha sido de un máximo del 12%, siendo los representantes del grupo de los prochilodontidos (coporo, bocachico, zapoara) las especies comerciales más importantes de nuestros ambientes fluviales; a estos les sigue, en orden de importancia especies del grupo de los bagres o silúridos como el rayao, sierra y curito (Novoa, 2002).

En cuanto a este recurso pesquero, los silúridos, como se conoce al grupo de los bagres, figura como una de las especies de mayor importancia económica tanto por el volumen y frecuencia de sus capturas, así como por la variedad de especies de valor comercial y su amplia distribución por todo el mundo. Los bagres representan uno de los órdenes más importantes de peces con 30 familias, 350 géneros, y unas 2000 especies; y es tal vez el grupo que ocupa mayores extensiones geográficas a nivel mundial (Castillo y col., 1988 según López, 2006). En Venezuela, los bagres están presentes en todas las aguas fluviales y son obtenidas para el consumo a través de

capturas pesqueras o actividades deportivas (Kossowski, 1999 según López, 2006), siendo después del coporo, el segundo grupo en importancia de nuestra ictiofauna continental.

Una alternativa para el consumo de especies pesqueras de bajo valor comercial como el bagre, es la obtención de pulpa a partir del músculo. Este es un proceso relativamente simple en el cual se separa el músculo de las espinas, hueso y piel, sin embargo, ciertos problemas dificultan su utilización, siendo uno de ellos mantener la calidad de la pulpa de pescado durante el almacenamiento en congelación, ya que el deshuesado mecánico produce cambios en las características químicas de la pulpa, debido a la ruptura fina y mezclado de todos los constituyentes del músculo. Esto trae como consecuencia la posible desnaturalización de las proteínas por efecto de la fuerza de fricción, al producir la pulpa y la interacción de los lípidos con compuestos hemo y enzimas (Barrero, 2002).

Varios métodos son usados para estabilizar la pulpa de pescado, entre ellos se encuentran la remoción de agentes pro-oxidantes, la alteración de pro-oxidantes, el uso de antioxidantes u otros componentes que protejan la pulpa de pescado contra la oxidación y el deterioro. Entre las técnicas más comúnmente usadas se encuentran el lavado de la pulpa de pescado. El lavado reduce el contenido de lípidos, hemoproteínas y compuestos nitrogenados que durante el almacenamiento provocan la oxidación de lípidos. Por otra parte, las proteínas sarcoplasmáticas o compuestos hemo ejercen un efecto negativo, ya que imparten un color y olor desagradable, propician la oxidación de lípidos, disminuyen la capacidad de enlazamiento de agua por las proteínas miofibrilares y el efecto de gelificación de estas (Barrero, 2002).

Los productos de origen pesquero son altamente perecederos, debido a que su vida de almacenamiento está limitada a escasas semanas, aún utilizando los mejores sistemas de refrigeración, por lo cual su manejo, comercialización y consumo, están sujetos a esta limitación. La congelación (como condición de manejo) resulta una solución práctica, la cual permite almacenarlos por largos períodos de tiempo, y una vez que se procede a su descongelación y posterior consumo, se obtiene un alimento en condiciones muy similares a las que poseía antes de su congelación. Adicionalmente se puede facilitar su transporte y manejo, así como también conservar los alimentos en épocas de abundancia para su posterior distribución en tiempos de escasez (Bello, 1983).

En Venezuela existe una gran variedad de especies de pescados que representan un potencial económico y nutricional, el Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) en particular, su consumo es limitado debido a que posee fuertes espinas que llegan a cubrir todo su cuerpo, dificultando su captura, ya que las mismas destrozan las redes de los pescadores, además su manipulación es dolorosa al contacto directo, es decir, estas espinas maltratan la piel de las manos si no se emplea elementos como guantes, por lo tanto, la población evade su captura reduciéndose su comercialización. El empleo de estas técnicas pueden ayudar a elaborar productos que servirán para el consumo humano, en este caso las croquetas resultan ser una de las tantas alternativas comerciales, con alto valor nutricional y de bajo costo. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación, estudió la estabilidad de ésta especie bajo congelación a -20°C almacenado durante 90 días.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.- Descripción de la especie

Geográficamente los bagres se encuentran distribuidos en todos los continentes excluyendo la Antártida, sin embargo, no son capaces de ocupar todos los hábitats dentro de un mismo continente. En Sudamérica se localizan en las cuencas de los grandes ríos y en Venezuela la mayor cantidad se ubica en los ríos Orinoco y en el eje Apure-Arauca (López, 2006). *Oxidora sifontesi*, conocido como Bagre Sierra, se caracteriza por presentar una serie de placas óseas laterales con espinas centrales, curvadas y dirigidas hacia atrás, a manera de sierra, que pueden o no cubrir todo el cuerpo. Son de constitución robusta y poseen fuertes espinas en la aleta dorsal y pectoral que utilizan como medida de defensa; puede llegar a alcanzar los 120cm de longitud y 20Kg de peso, además poseen un largo hocico cónico, cabeza estrecha y centralmente son aplanados. La mayoría son de hábitos nocturnos y omnívoros, alimentándose de frutos, larvas de insectos y otros organismos bentónicos. Son migratorios y su época reproductiva es entre los meses de Marzo y Junio (Lugo, 2010).

El bagre como grupo ocupa, probablemente, la más larga clasificación de todos los peces. Pertenece a la clase Osteichthyes, también denominados peces óseos, del orden siluriforme, el cual está conformado por 15 familias siendo una de las más importantes, por su valor comercial (Novoa, 2002). La producción actual de Siluriforme a través de las capturas fluviales presenta varios problemas. En primer lugar la oferta es menor que la demanda generada por parte de la población consumidora, en segundo lugar la alta variabilidad en la calidad del producto y por último el incremento de los desequilibrios ecológicos entre las especies icticas, ocasionados por la sobre pesca y la presencia en forma creciente de agro tóxicos en los tejidos de las especies comerciales,

por la intensa actividad agrícola en las áreas de influencia de las riberas de los ríos (Kossowski, 1999 según López, 2006).

2.- Composición química y alteración en pulpa de pescado

La composición química de los peces, depende fundamentalmente de muchos factores, la misma puede variar dependiendo de la especie, diferencias anatómicas del pescado, edad, sexo, ubicación de pesca y estación del año y está constituida principalmente de agua, proteína, grasa y minerales (Huss, 1998). Córdova (2007) reporta valores de los principales componentes de bagre, en este caso del Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma spp*), los cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Principales componentes del pescado

Componentes	Pescado (Filetes)			Bagre Rayado (<i>Pseudoplatystoma spp</i>)
	Mínimo	Variación	Máximo	
Proteínas	6	16-21	28	19,2
Lípidos	0,1	0,2-25	67	0,8
Carbohidratos		< 0,5		
Cenizas	0,4	1,2-1,5	1,5	1,2
Agua	28	66-81	96	78,5

El componente de mayor variación son los lípidos, representados por triglicéridos y fosfolípidos, caracterizados por presentar ácidos de cadena larga muy insaturados que químicamente son muy lábiles y se oxidan fácilmente durante su almacenamiento. Específicamente, la carne de bagre constituye una fuente alternativa de proteína y minerales para la alimentación, y en cuanto a color, sabor, aspecto, consistencia y valor nutritivo, es considerada altamente satisfactoria y óptima para la exportación.

Las proteínas del músculo de pescado se componen de proteínas sarcoplasmáticas, proteínas miofibrilares y proteínas del estroma, las mismas se pueden clasificar también de acuerdo a su solubilidad (Huss, 1998). Las primeras; se encuentran disueltas en el sarcoplasma, en el interior de las células del músculo, y el contenido de estas proteínas varía con la especie, siendo la tendencia en los peces de carne roja a tener un contenido mayor y los peces de carne blanca menor. Las segundas; forman miofibrillas e incluyen miosina, actina y proteínas reguladoras tales como: tropomiosina, troponina y actina. Estas proteínas representan el 66-77% de las proteínas totales del músculo de pescado, estableciendo un papel importante en la coagulación y formación de geles al procesar dicho músculo y por último, las proteínas del estroma, se encuentran básicamente en los espacios extracelulares del músculo esquelético, y son las menos solubles del músculo, los componentes principales son la elastina y el colágeno, siendo este último el constituyente principal (97%) (González, 2001); ésta proteína fibrosa no es elástica, lo que permite proteger el músculo contra grandes distensiones. La elastina presenta una estructura fibrosa cuyo espesor y distribución varía según los tejidos, y abunda en los ligamentos de las vertebras a los que les confiere el color amarillento característico (Cheftel, 1989).

Las proteínas miofibrilares son las de mayor importancia en el músculo de pescado para propósitos tecnológicos pero son las más propensas a la alteración durante el almacenamiento en congelación. En este sentido, González (2001) evaluó física, química y organolépticamente la sardina (*Sardinella aurita*) durante su almacenamiento congelado (6 meses), obteniendo una pérdida de solubilidad de 26% y 24% a -18°C y -40°C respectivamente, produciendo una pérdida mayor a -18°C. Igualmente, en el estudio realizado por Castillo (2001) en el que evaluó el efecto del lavado con una solución de NaHCO₃ al 0,5% sobre las proteínas de la pulpa de sardina (*Sardinella*

aurita) congelada a -40°C , observó una disminución progresiva de las proteínas solubles en ambas pulpas (sin lavar y lavada), siendo este efecto más pronunciado en la pulpa lavada con bicarbonato de sodio.

Una alternativa para incrementar el consumo de pescado es mediante la obtención de pulpa a partir del músculo, el cual está libre de espinas, huesos y piel. Esta pulpa es generalmente (según la especie) de color rojizo oscuro por la incorporación de pigmentación propia (hemoglobina, mioglobina, etc.) (Barrero, 1999).

Desde el punto de vista nutricional, la pulpa de pescado, es rica en proteínas (15-24%) de gran valor biológico, por lo que unido a la escasez de alimentos, hace de ésta una fuente rica en proteínas, permitiendo incrementar su utilización y aprovechamiento tecnológico. Los constituyentes principales de la pulpa de pescado además de las proteínas son los lípidos (0,1-8%); agua (66-84%) y sustancias minerales (0,8-2%). El contenido de carbohidratos puede despreciarse al considerar el valor nutritivo del pescado ya que este es insignificante (Paredes, 2008).

Desde el punto de vista del aprovechamiento de una especie acuática, la tecnología del deshuesado significa obtener el máximo rendimiento posible de su porción comestible, debido a que el deshuesado mecánico de la carne es un proceso que permite obtener la mayor cantidad de pulpa exenta de piel, huesos o espinas (Chiquín, 1991). Un equipo muy conocido para la obtención de pulpa de pescado es de la marca Yanagiya, en el que el pescado sin la cabeza y vísceras, se hace pasar por un tambor perforado de acero inoxidable y una correa de goma; la parte correspondiente a la piel queda en contacto con la correa y el músculo queda en contacto con el tambor perforado. Debido a que el músculo es más blando este ejerce menos resistencia a la presión ejercida y pasa a través de los orificios separándose de la piel, escamas y

espinas. El tamaño de la partícula dependerá del diámetro del orificio del tambor, que varía de 2 a 10mm (Bello, 1987).

En trabajos relacionados con la producción de pulpas de pescados, encontramos que Paredes (2008), obtuvo un rendimiento para la pulpa de cachama (*Colossoma m. x Piaratus b.*) de 45,45%; Castillo (2001) obtuvo un rendimiento para la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) de 42,53%; Chiquín (1991) obtuvo un rendimiento de 58,8% para la mezcla de pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) y cachama (*Colossoma macropomun*), siendo éstas diferencias de porcentaje, debidas a las características anatómicas del animal y al tipo de deshuesadora.

El proceso de deshuesado produce cambios en las características químicas de la pulpa de pescado, debido a la ruptura y mezclado de todos los constituyentes del músculo como las proteínas, lo que trae como consecuencia la posible desnaturalización de las mismas, por efecto de la fuerza de fricción y de la interacción de estas con otros componentes del músculo como los lípidos, compuestos hemo y enzimas. Estos cambios pueden producir a su vez problemas de estabilidad debido a la oxidación de los lípidos, disminución de la capacidad de retención de agua, desnaturalización de las proteínas miofibrilares, las cuales son las responsables de la textura de la pulpa (Patashnik y col., 1973 y col según Barrero, 2002).

La pulpa de pescado puede presentar algunos problemas, tales como, la presencia de pigmentos sanguíneos, partículas de piel, escamas y huesos, los cuales pueden contribuir a su deterioro durante su posterior almacenamiento, por lo que se hace necesario recurrir a tratamientos que ayuden a reducir estos inconvenientes, siendo uno de ellos el lavado, el cual es una de las técnicas más utilizadas para remover de la pulpa, no solamente sangre, sino también grasas, mucosidades, restos de piel, espinas, escamas, pigmentos y cualquier otro componente soluble en agua, así como también

permite eliminar las enzimas que son responsables del deterioro del pescado durante su almacenamiento, al igual que cantidades de grasa en virtud de su alto contenido de ácidos grasos poli-insaturados que participarían en el proceso de oxidación y por consiguiente en la rancidez del pescado. Adicionalmente, se eliminan compuestos aminados y de bajo peso molecular responsables del sabor y olor característicos del pescado (Castillo, 2001). El lavado de la pulpa de pescado consiste fundamentalmente en colocar la pulpa en agua, agitando por un determinado tiempo y decantando el agua, quedando una pasta de pescado.

Barrero (1999) en un trabajo sobre la evaluación de los lípidos en la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con agua, NaHCO_3 y NaCl al 0,5% almacenadas a -40°C , reportó que el lavado elimina gran cantidad de lípidos, a la vez que concentra los lípidos remanentes en la pulpa lavada con diferentes tratamientos, debido a la eliminación simultánea de sólidos, proteínas y cenizas, entre otros. Igualmente, Barrero y Bello (2000) en su trabajo sobre los cambios en la composición de los ácidos grasos de la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con NaHCO_3 al 0,5% concluye que el lavado favorece la disminución de lípidos permitiendo evaluar los lípidos remanentes durante el almacenamiento a bajas temperaturas.

3.- La congelación como método de preservación

La congelación es considerada uno de los mecanismos más modernos para la conservación de los alimentos, ya que permite prolongar su vida útil, previene el deterioro microbiológico y disminuye la tasa de reacciones bioquímicas. En el caso del pescado, resulta idóneo éste método de conservación ya que asegura que el valor nutricional del pescado congelado, pueda considerarse igual al del fresco, dado que los sistemas de congelación que utiliza la industria impiden que haya pérdida alguna, de

manera que el proceso de congelación, se ha concebido especialmente para preservar la calidad inicial, sin causar grandes cambios en su tamaño, forma, textura, color, aroma y sabor. Sin embargo, a este método de conservación, se le asocian las alteraciones que presentan los lípidos y proteínas con el almacenamiento en congelación, derivando a su vez variaciones importantes en el pH y textura, influenciando la calidad del producto final (Castillo, 2001). Tokur y col. (2006) al evaluar los cambios en la calidad de los dedos de pescado de carpa (*Cyprinus carpio*) durante el almacenamiento congelado a -18°C, reportaron la desnaturalización de las proteínas y la oxidación de los lípidos.

Cuando la pulpa de pescado es sometida a congelación se incrementa la fragilidad, granosidad, disminuyendo así el carácter succulento de la pulpa, por lo que al cocinar el producto queda firme, fibroso, duro, seco o esponjoso, en vez de blando y elástico característico del pescado fresco. Todas estas características se deben a que las proteínas se desnaturalizan perdiendo su solubilidad o la capacidad de extracción por soluciones salinas bajo condiciones en las cuales la proteína nativa es soluble (Chiquín, 1991). Dentro de los eventos físico-químicos que influyen notablemente sobre las propiedades funcionales de las proteínas en la pulpa, tenemos: 1.- Interacción agua-proteína; 2.- Asociación lípido-proteína; 3.- Agregación proteína-proteína; los cuáles están asociados con las propiedades funcionales, producto de la capacidad de retención de agua, interacción lípido-proteína y fuerza del gel respectivamente.

La desnaturalización de las proteínas por congelación es causada por la concentración de las soluciones salinas y de las sustancias orgánicas solubles en la fase sin congelar dentro de la célula. La concentración de éstas sales minerales en las células musculares se incrementa cuando el agua intracelular pasa a formar cristales de hielo, lo que provoca cambios en la fuerza iónica y el pH, produciéndose la disociación de las proteínas (Suzuki, 1987; Carneiro, 1991; Castillo, 2001).

Benjakul, S y col. (2003) en un estudio comparativo sobre los cambios físico-químicos de las proteínas del músculo de algunos pescados tropicales durante el almacenamiento congelado a -18°C , concluyeron que la congelación en pescados tales como: corvina, lagarto, dorada y el pargo produce la desnaturalización de proteínas y alteración del tejido.

Uno de los factores limitantes del almacenamiento en congelación, sobre todo en pescados grasos, es el deterioro lipídico por hidrólisis y oxidación, lo cual provoca rancidez oxidativa y pérdidas nutricionales (López, 2006). Los lípidos del pescado se caracterizan por un alto contenido de ácidos grasos insaturados, lo cual los hace susceptibles al ataque del oxígeno molecular, desencadenando la reacción de oxidación por el mecanismo de radicales libres. Como producto final se forman los hidroperóxidos, producidos en cantidades relativamente grandes (Barrero, 1999).

Otros factores juegan un papel importante en las reacciones oxidativas del tejido del pescado, entre estos: 1.- La naturaleza de la grasa, tipo de ácidos grasos, grado de insaturación y proporción de fosfolípidos; 2.- Distribución de la grasa en el cuerpo, contacto de la grasa del músculo con soluciones acuosas que contengan aceleradores o inhibidores de la rancidez; 3.- Presencia o ausencia de otros compuestos químicos en el tejido que puedan actuar como aceleradores o inhibidores de las reacciones de rancidez; 4.- Factores externos, tales como calor, luz y rayos ultravioleta, los cuáles tienden a cambiar el equilibrio de los compuestos del tejido (Khayat y col., citado por Castillo, 2001).

4.- Electroforesis

Las técnicas electroforéticas se han convertido en herramientas principales para la caracterización de macromoléculas y determinación de pureza. El método se basa en el hecho de que las moléculas tales como ADN, ARN y las proteínas poseen una carga y por lo tanto son capaces de moverse cuando se colocan en un campo eléctrico. Las separaciones por electroforesis, se realizan generalmente en geles (o sobre soportes sólidos, tales como el papel), debido al hecho de que el gel evita la formación de corrientes de convección producidas por pequeños gradientes de temperatura, su generación puede limitar seriamente el poder de resolución en la separación de las moléculas. Por otra parte, el gel actúa como tamiz molecular, lo cual mejora notablemente la eficiencia de la separación de las moléculas que poseen diferentes tamaños; las de menor tamaño que el poro se moverán fácilmente mientras que las de mayor tamaño que el poro serán impedidas en su migración (Castillo, 2001).

Fue empleado por primera vez por *Tiselius* en el año 1937, posteriormente en 1959 *Raymond* y *Weintraub* emplearon como soporte para la electroforesis un gel de poliacrilamida (PAGE), el cual fue perfeccionado años después por investigadores como Davis y Ornstein (1964). Para 1970 se introduce en la técnica el uso del dodecil sulfato de sodio (SDS) y para 1972 ya se emplean agentes reductores y SDS en la determinación del peso molecular de proteínas, denominándose desde entonces electroforesis en geles de poliacrilamida con SDS (SDS-PAGE). La poliacrilamida forma geles transparentes con estabilidad mecánica y solubles en agua, relativamente no iónicos, además permite buena visualización de las bandas durante un tiempo prolongado (García, 2000).

Diversos autores señalan la utilización del método SDS-PAGE, como una técnica que permite detectar cambios moleculares en el tejido muscular del pescado durante su

almacenamiento congelado como un índice del grado de desnaturalización (Le Blanc y Le Blanc, 1989; Koohmaraie y col, 1984; Martínez, 1992; Arvelaiz y Bello, 2005; Crupkin y col, 1982; Tejada y col, 1996; García, 2000; Márquez, 2011).

Del Mazo y col (1999), usando técnicas electroforéticas evaluaron el efecto de dos temperaturas (-20 y -30°C) de almacenamiento en congelación en la extractabilidad de la actomiosina natural (NAM) en 0,6M NaCl. Durante el almacenamiento, disminuye en la pulpa de merluza almacenada a -20°C, sin embargo la cantidad total de miosina y actina extraída en solución salina disminuyó en ambas temperaturas a medida que progresaba el tiempo de almacenamiento. Además, encontraron que a medida que progresaba el almacenamiento se formaron agregados de masas moleculares altos en los cuales las proteínas estaban unidas en parte por enlaces covalentes no disulfuro, aunque no excluyen la posible implicación de otros enlaces.

Barrero (2002) evaluó el efecto del almacenamiento en congelación a -30°C en las proteínas miofibrilares en la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con agua, NaHCO₃ y NaCl al 0,5% encontrando un mayor número de bandas de proteínas de bajo y alto peso molecular en la pulpa de sardina lavada con NaCl al 0,5% desde el inicio del almacenamiento debido al deterioro de éstas.

López (2006) evaluó la estabilidad en porciones de Bagre Yaque (*Leiarius marmoratus*) durante el almacenamiento congelado utilizando tres empaques y encontró que la fracción de proteínas con mayor modificación durante el almacenamiento en congelación, corresponde a las bandas de miosina de cadena pesada (MHC) en todas las condiciones de almacenamiento, siendo estos cambios más evidentes en las porciones almacenadas a -12°C.

5.- Evaluación Sensorial

Los hábitos alimentarios de un grupo poblacional están determinados en gran medida por el aroma y el sabor de los alimentos que consumen y que permite su desarrollo y sobrevivencia (Badui, 2006). Durante el proceso de congelación y almacenamiento en productos pesqueros, se producen modificaciones en sus componentes que afectan sensiblemente las propiedades sensoriales como: textura, color, sabor y olor, por lo cual, se enfoca su estudio a la evaluación subjetiva y objetiva de estos atributos (López, 2006). La misma dependerá del criterio propio de cada una de las personas que forman parte del panel, sin embargo, a pesar de este aspecto, el análisis sensorial constituye un método muy valioso a la hora de evaluar los distintos atributos de calidad de los alimentos y especialmente de los productos nuevos, que se deseen introducir al mercado ya que proporcionan una idea bastante acertada de su posible aceptabilidad y preferencia, por parte del público consumidor (Sánchez, 1989).

Zurita (1993) evaluó la pulpa de sardina congelada con agentes mejoradores de la textura encontrando que el almidón de maíz con una proporción de 15% mejora significativamente la capacidad de moldeo, firmeza y cohesividad además de mantener el sabor, mejorar el olor y color de la pulpa. Lima (1995) desarrollo un producto tipo hamburguesa a partir de pulpa de sardina y evaluó características como: aroma, color, sabor y textura resultando en la prueba sensorial, diferencias significativas para el sabor y textura, más no en las características de aroma y color.

Xiques (2005) evaluó física, química y sensorialmente filetes de lebranche (*Mugil liza*) almacenados en congelación y encontró que el pescado se mantuvo comestible durante los cinco meses de estudio y las características evaluadas (color, olor, textura, aspecto y sabor) sensorialmente eran aceptables.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Elaborar un producto tipo croqueta a partir de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*), almacenada en congelación a -20°C durante noventa (90) días.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Evaluar el rendimiento de una pulpa de pescado a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).
- ✓ Evaluar la calidad química y física de una pulpa de pescado a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).
- ✓ Comparar una pulpa de pescado lavada a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) respecto a una pulpa de pescado control (sin lavar) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).
- ✓ Evaluar la estabilidad en congelación de las pulpas de pescado (control y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima:

Ejemplares de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) recolectados en el Río Portuguesa y de cultivo pertenecientes a la Estación de Piscicultura de la Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado (Yaritagua, Edo. Yaracuy), éstos fueron procesados en la planta piloto de la estación de acuicultura y trasladados en cavas con hielo hasta el Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos (ICTA), al Laboratorio de Productos Pesqueros para su procesamiento y análisis.

Procesamiento:

Se desarrolló el esquema tecnológico de la figura 1.

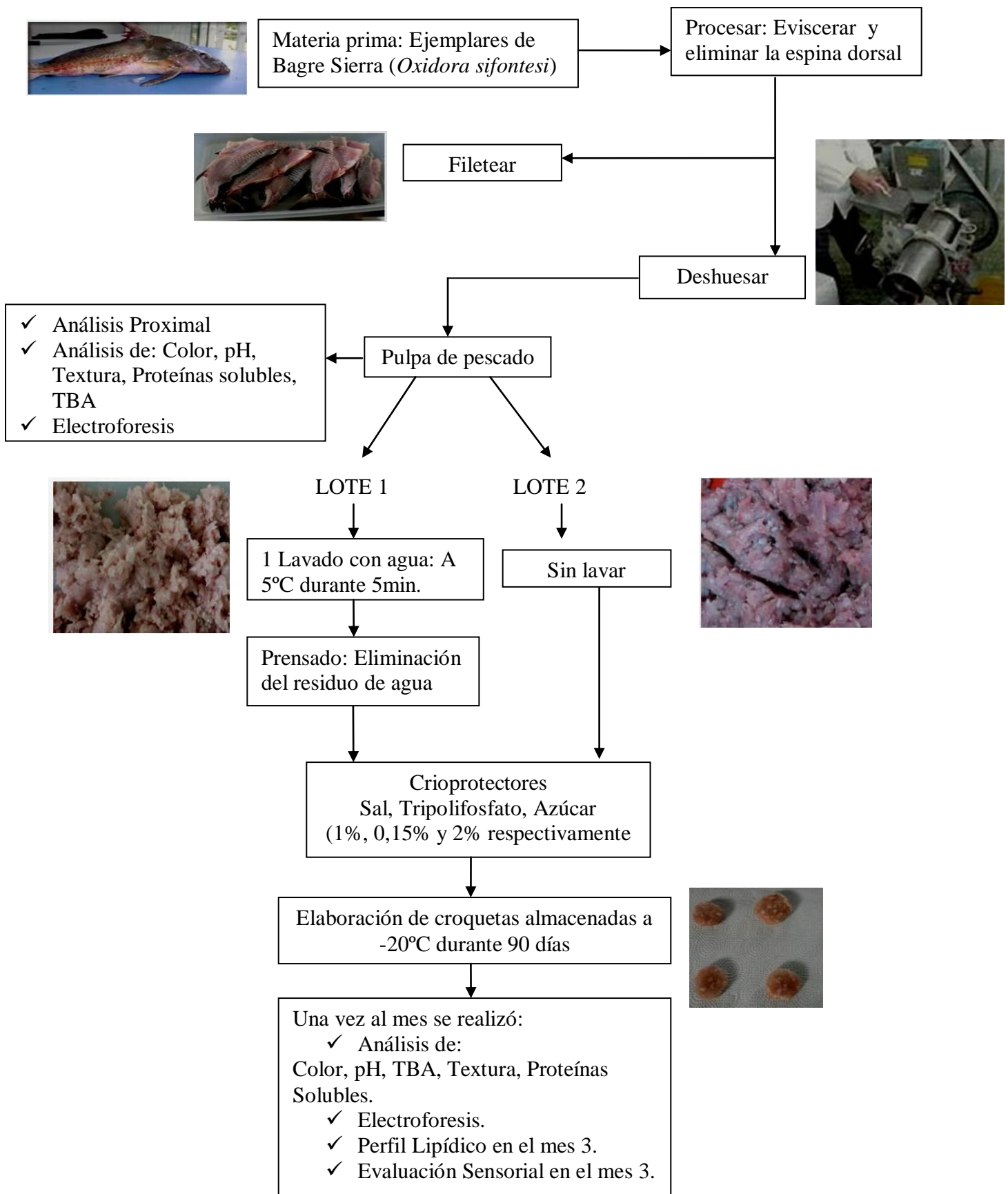


Figura 1.- Esquema tecnológico desarrollado con el Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*).

Métodos de Análisis:

Análisis Proximal:

- ✓ **Humedad:** Por pérdida de peso en exposición en la estufa a $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ según el método 967.03 (AOAC, 2005).
- ✓ **Proteína Cruda:** Según el método MicroKjeldahl 955.04, 988 (factor 6,25) (AOAC, 2005).
- ✓ **Grasa Cruda:** Según el método de Folch, (1957) se empleó una relación pulpa: cloroformo: metanol de 1:6:3 con agitación continua por una hora, luego se adicionó agua en igual cantidad que los solventes, se dejó reposar de 24-48 horas en refrigeración. Luego se separó la fase clorofórmica evaporándose bajo campana.
- ✓ **Cenizas:** Por incineración en mufla a $500 \pm 50^{\circ}\text{C}$ pesando el residuo, según el método 967.04 (AOAC, 2005).
- ✓

Determinación de la Rancidez Oxidativa: Según el método señalado por Tarladgis y col (1960) modificado por Rhee, S.K. (1978), se homogenizaron 10g de muestra y se destilaron con una solución de EDTA+PG 2,5%. Se mezcló una alícuota del destilado con una solución de 2TBA y se midió la absorbancia a 538nm con un espectrofotómetro marca UV-Vis Recording Spectrophotometer.

Determinación de Proteínas Solubles: Según el método señalado por Barrero, M. y col., (2007), se homogenizaron 10g de muestra en 160mL de solución fría de buffer salino (0,45M KCl, 3,38 mM K_2PO_4 y 15,5 Na_2HPO_4 ; I=0,5, pH 7-7,5), se centrifugó en frío a 5000 rpm durante 20 minutos, se extrajo el sobrenadante el cual contiene las proteínas solubles en solución salina. Con este sobrenadante se determinó el contenido

de proteínas totales por el método Microkjendahl 955.04, 988 (factor 6,25) (AOAC, 2005).

pH: Según la metodología propuesta por COVENIN (1979) N° 1315-79 mediante un potenciómetro marca HANNA modelo HI 8417. Un muestra de 5g se homogenizó en 50ml de agua destilada.

Color: Según el sistema Hunter mediante el uso de un colorímetro marca Macbeth eye modelo 2445, calibrado con una placa patrón de referencia, observador de 10 CIELAB, iluminante D65. Se midió los parámetros de a* (-verde, +rojo), b* (-azul, +amarillo) y L* (luminosidad con valores de 0 negro perfecto a 100 blanco perfecto).

Textura: Ambas pulpas (sin lavar y lavada) al descongelar se les dio forma de salchicha dentro de unas bolsas sellantes denominadas ZIPLOC, fueron cocinadas en vapor de agua por un período de 10 minutos y posteriormente enfriadas a temperatura ambiente. En porciones de pulpa de 1cm³ se midió la deformación usando un Texture Analyser TA-XT2i. La fuerza (N) fue recorrida continuamente durante la compresión en una curva de textura con una celda de carga de 5Kg.

Electroforesis SDS-PAGE: Según Hashimoto y col, 1979 y por Ashie y col, (1997), se extraen las proteínas miofibrilares. Las corridas electroforéticas se realizaron con un equipo (Mini-Protean 3 marca Bio-Rad), usando geles al 12 % de poliacrilamida. Las condiciones electroforéticas fueron: 180 voltios por 60 minutos. Las bandas de las proteínas fueron teñidas con azul brillante Coomassie, y desteñidas durante 24 horas con una solución de ácido acético al 10%. Las bandas de las proteínas se digitalizaron en el Instituto de Biología Experimental (IBE), en un equipo GelDoc XR+ y el software Image Lab. Las masas moleculares de las principales proteínas miofibrilares en las

muestras son estimadas por comparación de su movilidad con la de un estándar preteñido (Gibco BRL MA7405) con masas moleculares entre 14.300 y 200.000.

Perfil Lipídico: Según Barrero M. y Bello R. (2000). Se utilizó el servicio ofrecido por los laboratorios de Lipidología del Instituto de Medicina Experimental, Escuela de Medicina, UCV.

Evaluación Sensorial: Se realizó en las muestras almacenadas en congelación durante 90 días; previo a su congelación se les dio forma de croqueta; posteriormente, se descongelaron a temperatura ambiente y colocadas dentro de bolsas sellantes denominadas ZIPLOC se cocinaron en vapor de agua por un período de 5 minutos. De esta manera se presentaron a un panel semientrenado de 10 personas que consumieran pescado regularmente, para evaluar el color, textura y corte. Se utilizó una escala no estructurada.

Análisis Estadístico: Los resultados obtenidos en los tratamientos aplicados, fueron tabulados en Excel y analizados por el programa STATGRAPHICS PLUS 5.1 mediante una prueba de ANOVA de dos vías, con un nivel de significancia de 5%. De observarse diferencias significativas se realizaron pruebas a posteriori utilizando la prueba de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

El rendimiento de la pulpa de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) es un valor importante a considerar, ya que determina el grado de aprovechamiento que se puede obtener de esta especie, y la cantidad de pulpa que puede ser utilizada para el consumo, esto puede ser factible mediante el proceso de deshuesado mecánico ya que es posible obtener pulpa a partir del músculo. Diversos autores reportan una gran variedad de rendimientos dependiendo de la especie. Barrero y Bello (2000) caracterizaron pulpa de Sardina (*Sardinella aurita*) obteniendo un rendimiento de 74,32%; Siddaiah (2001) en su estudio realizado en Carpa Plateada (*hypophthalmichthys molitrix*) deshuesada mecánicamente obtuvo un rendimiento de 24,62%. Reyes (2006) obtuvo un rendimiento de 32% en pulpa de Coporo (*Prochilodus mariae*). En esta investigación, el rendimiento en pulpa obtenido a través del deshuesado mecánico para el Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) fue de 47,97% en el caso de la pulpa lavada el rendimiento fue de 34,69%.

Discrepancias de resultados, puede atribuírsele a diferencias anatómicas entre las especies, particularmente Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) presenta una corteza dura, aletas largas y punzantes y una espina fuerte curvada hacia atrás, que dificulta su manipulación; de manera que tomando en cuenta estas características y los valores de rendimientos reportados por otros autores con sus respectivas especies, Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) puede ser considerada una especie de alto rendimiento. Los ejemplares Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*), para esta investigación presentaron una talla promedio de 26,85cm y un peso promedio de 0,25Kg.

Otros factores que también pueden influir en estas discrepancias, son los que intervienen en el proceso de deshuesado, tales como: equipo, presión aplicada y número de veces que la muestra pueda ser pasada a través del tambor, tamaño del orificio; sin

embargo, el rendimiento obtenido para la especie estudiada es aceptable y se recomienda el empleo de ésta técnica, siempre y cuando las operaciones para su obtención se lleven a cabo de una manera óptima.

La importancia del deshuesado mecánico radica en que permite obtener una carne suave la cual puede ser empleada en la elaboración de una gran variedad de productos a base de pescado (Castillo, 2001). Sin embargo, muchas son las especies que presentan un alto contenido en grasa y mioglobina que imposibilitan elaborar productos estables al almacenamiento, por lo que se desarrollan métodos, como el lavado de pulpa mejorando sus propiedades funcionales y visuales para el consumidor, el cual es exigente y demanda productos de fácil y rápida preparación, que sean económicos, de alta calidad nutritiva y que además se conserven por períodos de tiempo prolongado.

Análisis Proximal

El análisis proximal es un aspecto importante en el control de calidad de cualquier alimento, revelando aspectos nutricionales, de estabilidad y eficiencia del proceso. La composición química de los peces varía considerablemente entre las diferentes especies, la cual depende de factores tanto ambientales como fisiológicos.

En la tabla N° 2 se observan los resultados obtenidos del análisis proximal en pulpa (sin lavar y lavada) a base del músculo del Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).

Tabla N° 2.- Análisis proximal (\pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo del Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*)

Tratamiento	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
Sin Lavar	81,46 \pm 0,36 ^a	1,45 \pm 0,03 ^a	1,76 \pm 0,12 ^a	14,23 \pm 0,44 ^a
Lavada	77,56 \pm 0,32 ^a	0,84 \pm 0,02 ^a	1,43 \pm 0,24 ^b	18,30 \pm 0,05 ^b

Resultado de tres réplicas.

Se muestra la media \pm desviación estándar.

Superíndice con letras diferentes en una misma columna implica diferencias significativas $p < 0,05$.

Los porcentajes del análisis proximal obtenidos en ambas pulpas (sin lavar y lavada) se encuentran dentro del intervalo de variación de los componentes del pescado, citado por Córdova (2007) (ver tabla 1); asimismo se observan diferencias en los componentes evaluados para ambas pulpas (sin lavar y lavada) siendo estadísticamente significativas ($P < 0,05$) para el porcentaje de grasa y proteína. En general, se observa un mayor porcentaje de estos componentes en la pulpa sin lavar con respecto a la lavada, exceptuando el porcentaje de proteína, el cual es mayor en la pulpa lavada, esto debido a que el proceso de lavado concentra las proteínas miofibrilares, mejorando las propiedades funcionales y nutricionales (Barrero, 1999). El lavado mejora la formación de geles ya que se remueven las proteínas solubles las cuales interfieren en su formación (Castillo, 2001). Asimismo, las proteínas remanentes son de mayor importancia ya que contiene los tipos y las proporciones entre aminoácidos que son necesarias para el mantenimiento y desarrollo de los tejidos. De allí radica la importancia de cuantificar los elementos presentes en los sistemas biológicos en la función fisiológica que puedan ejercer en el metabolismo.

Diversos autores han reportado valores de proteína para esta misma especie: Lugo (2010) estudió el efecto de la actividad de las proteasas en los cambios físicos y químicos en diferentes estadios de madurez sexual del Bagre Sierra, obteniendo 18,38% en machos y 14,04% en hembras respectivamente; Márquez (2011) caracterizó filetes de éste mismo bagre antes y después de su conservación en congelación a -30°C obteniendo 13,81%. Tokur (2006) evaluó los cambios en la calidad de los dedos de pescado de carpa (*Cyprinus carpio*) durante el almacenamiento congelado a -18°C , reportando 15,5% y 10,8% en pulpas (sin lavar y lavada) respectivamente; de modo que el porcentaje de proteína obtenido en ambas pulpas, coincide con lo que han reportado otros autores.

Cuando la pulpa de pescado es mezclada con agua se esperaría que la humedad fuese mayor que en la pulpa sin lavar, debido a que cierta proporción de agua quedaría embebida entre las partículas de la pulpa, sin embargo esta humedad va a depender del proceso de eliminación de agua utilizado, en este caso se aplicó un proceso de prensado.

Al respecto, se observa que la pulpa sin lavar presenta un mayor porcentaje de humedad con respecto a la pulpa lavada (ver tabla N° 2), sin embargo estadísticamente no representa una diferencia significativa ($P < 0,05$). Similarmente, Barrero y Bello (2000) caracterizaron pulpa de sardina (*Sardinella aurita*), obteniendo un porcentaje de humedad en pulpa sin lavar de 74,32% y en pulpa lavada de 74,41%; en este caso particular, para eliminar el residuo de agua del proceso de lavado se empleó un filtro tipo tamiz donde la presión para eliminar la mayor cantidad de agua fue menor, por lo tanto se infiere que el proceso de prensado aplicado en esta investigación influyó en los porcentajes de humedad obtenidos, ya que para eliminar el agua de lavado se empleó un filtro de tela, en el que se podía ejercer un fuerte prensado, y por lo tanto eliminar la suficiente cantidad de agua.

El componente de la grasa es reducida a medida que aumenta el número de lavados, ésta se elimina por medio del efecto de arrastre del agua del lavado. La grasa por ser menos densa que el agua se dispone en la capa superficial y es eliminada cuando se realiza la decantación. En este caso, se observa un mayor porcentaje de grasa, en la pulpa sin lavar con respecto a la pulpa lavada, por lo que estadísticamente hay una diferencia significativa ($P < 0,05$). En la pulpa lavada se evidencia el tratamiento aplicado, el cual reduce el contenido de lípidos y hemoproteínas.

Los pescados pueden ser blancos o magros, que tienen poca cantidad de grasa (alrededor del 1%), azules o grasos que poseen mayor cantidad (entre el 8 y el 15%) y semigrasos, que tienen una cantidad intermedia de grasa (entre el 2 y el 7%). En este

caso particular, el Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) presenta un contenido intermedio de grasa. En relación a la evaluación de este componente, se han reportado en otros géneros de ésta especie, variedades en los porcentajes de grasa; es el caso de López (2006) quién trabajó con Bagre Yaque (*Leiarius marmoratus*) y obtuvo 3,16% de grasa; Rodríguez (2007) trabajó con Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma sp*) y obtuvo 1,24%; de manera que la cantidad de grasa varía en función de la especie, edad, zona del cuerpo, ciclo sexual y alimentación. Barrero (1999) reportó un porcentaje de grasa en pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) de 6,74% en pulpa sin lavar mientras que para la pulpa lavada fue de 6,42%; similar a los valores reportados por Tokur (2006) donde el porcentaje de grasa en pulpa de Carpa (*Cyprinus carpio L*) fue de 2,14% para la pulpa lavada y 6,0% en la pulpa sin lavar.

Referente al porcentaje de cenizas, se infiere el efecto del proceso de lavado, con él que se produce pérdida de espinas, escamas y otros minerales, al respecto se obtuvo un porcentaje de cenizas mayor en la pulpa sin lavar comparada con la pulpa lavada. Estadísticamente no representa una diferencia significativa ($P < 0,05$). Este resultado coincide al que obtuvieron Barrero y Bello (2000) en pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) donde el porcentaje de cenizas en la pulpa sin lavar fue de 1,27% y de 0,44% en la pulpa lavada.

Estabilidad en el almacenamiento

La condición del pescado puede manifestarse a través del análisis del pH, ya que después de la muerte, parte del glucógeno se descompone hidrolíticamente en glucosa por lo que existe una correlación directa entre el contenido de glucógeno y el pH post mortem (Lugo, 2010). Durante los cambios post-mortem posteriores, el pH es más o menos constante o aumenta ligeramente debido a la formación de compuestos básicos

como el amoniaco, aminos producida por vía autolítica por una parte y actividad microbiana por otra. A medida que el pH disminuye, se reduce la carga neta de la superficie de las proteínas musculares, causando su desnaturalización parcial y disminuyendo su capacidad de enlazar agua (Huss, 1998).

Gutiérrez, 1990; citado por Castillo, 2001 indica que durante el proceso de congelación los valores de pH no sufren variaciones marcadas, en este caso particular, los resultados de pH en pulpa (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) se muestran en la tabla N° 3. En ésta el pH inicial para ambas pulpas se mantuvo cercano a la neutralidad y dentro del rango de pH presente para el pescado fresco (6-6,5). Igualmente, en ambas pulpas (sin lavar y lavada) el comportamiento durante el tiempo de almacenamiento fue similar; de 0 a 30 días disminuyó y posteriormente aumentó hasta los 90 días de almacenamiento. Sin embargo el pH fue mayor en la pulpa lavada con respecto a la pulpa sin lavar, presentando diferencias significativas ($P < 0,05$) durante el tiempo de almacenamiento.

Tabla N° 3.- Efecto del pH (\pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*)

Tiempo de almacenamiento (días)	Pulpa Sin Lavar	Pulpa Lavada
0	6,26 \pm 0,01 ^c	6,38 \pm 0,01 ^c
30	5,75 \pm 0,01 ^a	5,96 \pm 0,02 ^a
60	5,88 \pm 0,01 ^b	6,45 \pm 0,01 ^b
90	6,18 \pm 0,02 ^c	6,56 \pm 0,01 ^c

Resultado de tres réplicas.

Se muestra la media \pm desviación estándar.

Superíndice con letras diferentes en una misma columna implica que hay diferencias significativas $p < 0,05$.

A pesar que el pH indica sobre la estabilidad del pescado, es poco confiable, por lo que sus valores adquieren validez cuando son relacionados con otros parámetros, como lo son la solubilidad de las proteínas y la capacidad de retención de agua del tejido.

Las proteínas ejercen una influencia muy marcada en las propiedades sensoriales de los alimentos, pero por tener un alto grado de orden estructural, son fácilmente alterables por un gran número de factores que causan la pérdida de estas propiedades (López, 2006). En la tabla N° 4 se observa los valores obtenidos de proteína soluble en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) y en ambas pulpas la tendencia es a disminuir la solubilidad significativamente ($P < 0,05$) en el almacenamiento de 0 a 30 días y aumentando significativamente ($P < 0,05$) a los 90 días de almacenamiento para ambos tratamientos.

Tabla N° 4.- Efecto de las proteínas solubles (% \pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*)

Tiempo de almacenamiento (días)	Pulpa Sin Lavar	Pulpa Lavada
0	6,58 \pm 0,31 ^b	4,74 \pm 0,48 ^b
30	5,62 \pm 0,17 ^a	2,32 \pm 0,16 ^a
60	5,64 \pm 0,15 ^a	2,60 \pm 0,43 ^a
90	7,11 \pm 0,18 ^b	3,15 \pm 0,31 ^b

Resultado de tres réplicas.

Se muestra la media \pm desviación estándar.

Superíndice con letras diferentes en una misma columna implica que hay diferencias significativas $p < 0,05$.

En la pulpa sin lavar el porcentaje de proteína soluble desciende de 6,58% a 5,64% culminando a los 90 días de almacenamiento en 7,11%. En el caso de la pulpa lavada el porcentaje de proteína desciende de 4,74% a 2,60% culminando a los 90 días de almacenamiento en 3,15%.

La desnaturalización de las proteínas ha sido definida como un cambio en la estructura de las proteínas que conlleva a la pérdida de sus propiedades funcionales, entre ellas la solubilidad. Las proteínas miofibrilares pueden sufrir desnaturalización y/o agregación debido a la deshidratación por efecto de congelación, a la congelación del agua y a la concentración de solutos en el tejido, así como a la formación de formaldehído, el cual interacciona con éstas produciendo su agregación. Estas proteínas se van agregando de tal forma que se hacen inextraíbles en solución salina dependiendo del tiempo de almacenamiento, especie pesquera y condiciones de almacenamiento (Barrero, 2002). De 0 a 60 días en ambas pulpas (sin lavar y lavada) el porcentaje de proteína soluble disminuye, debido al proceso de desnaturalización por agregación que se produce durante este tiempo de almacenamiento. (Benjakul, S y col., 2003) indica que la solubilidad de las proteínas disminuye durante el almacenamiento congelado como consecuencia de la desnaturalización y agregación de las proteínas miofibrilares en el pescado picado. Connel (1962), citado por López (2006) atribuye la disminución de la solubilidad en las proteínas contráctiles durante el almacenamiento congelado, a la inestabilidad de la miosina en congelación. Cabe destacar, que estos cambios pueden ser detectados empleando la técnica de electroforesis SDS-PAGE, de la cual se discute posteriormente.

Por otra parte, a los 90 días de almacenamiento en ambas pulpas (sin lavar y lavada) el porcentaje de proteína soluble aumenta, infiriéndose el nivel de degradación proteico presente en ambas pulpas, de manera que el aumento en el porcentaje de éstas proteínas puede deberse a que las mismas son de bajo peso molecular y solubles en soluciones salinas, reflejando un mayor contenido.

La rancidez oxidativa es el deterioro más común de los lípidos y se refiere a la oxidación de los ácidos grasos insaturados. Este proceso promueve cambios fisicoquímicos que causan cambios en el olor, sabor y otros atributos de calidad en el músculo del pescado, que afectan la calidad nutricional y la textura del mismo como resultado de la reacción de las proteínas con los ácidos grasos. La medición del Malonaldehído (Ma), por la vía de la prueba 2-ácido tiobarburico (TBA), es usado comúnmente para medir la rancidez oxidativa en el músculo de pescado. Se han propuesto valores de TBA que indican buena calidad de los pescados congelados, refrigerados o almacenados en el hielo, alrededor de 5 mg Ma/Kg, mientras que pueden ser aceptados para consumo valores hasta de 8 mg Ma/Kg (Schormuller, 1969; Mbarki y col., 2009; Suárez y col., 2009; citado por De Berardinis, 2011).

En la tabla N° 5 se observa los valores obtenidos en la medición de la rancidez oxidativa en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*). En ambas pulpas (lavada y sin lavar) la tendencia es a aumentar de 0 a 60 días con una disminución a los 90 días de almacenamiento, presentando diferencias significativas ($P < 0,05$) de 60 a 90 días de almacenamiento. Sin embargo se observa de los resultados obtenidos que el índice de rancidez se encuentra en niveles mínimos no afectando la calidad del músculo.

Tabla N° 5.- Rancidez Oxidativa (mg Ma/ Kg \pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*)

Tiempo de almacenamiento (días)	Pulpa Sin Lavar	Pulpa Lavada
0	0,0104 \pm 0,01 ^a	0,0088 \pm 0,01 ^a
30	0,0248 \pm 0,01 ^a	0,0320 \pm 0,01 ^a
60	0,8666 \pm 0,17 ^b	0,6358 \pm 0,11 ^b
90	0,2660 \pm 0,11 ^a	0,2393 \pm 0,13 ^a

Resultado de tres réplicas.

Se muestra la media \pm desviación estándar.

Superíndice con letras diferentes en una misma columna implica que hay diferencias significativas $p < 0,05$.

La estabilidad oxidativa de los lípidos del pescado varía de una especie a otra, por lo tanto, la efectividad de éste método como un índice de evaluación de los niveles de rancidez, dependerá de los enlaces cruzados lípido proteína y del contenido de grasa. Al respecto, Saeed y Howell (2002) estudiaron el efecto del almacenamiento en los lípidos y proteínas de la macarela del Atlántico almacenada en congelación a -20°C y -30°C , mostrando un incremento en los productos de oxidación de los lípidos en las muestras almacenadas a -20°C además del deterioro en estructura y funcionalidad de las proteínas en el pescado congelado. Tokur (2006) en su evaluación en dedos de pescado a partir de Carpa (*Cyprinus carpio L*) almacenada a -18°C , encontró el desarrollo del valor de TBA muy lento durante el tiempo de almacenamiento por 5 meses, a pesar del alto contenido en grasa.

Perfil Lipídico

Los productos pesqueros son más susceptibles a ser oxidados y las reacciones son más complicadas que en otros alimentos, principalmente debido a la clase de ácidos grasos presentes los cuales son altamente insaturados. El contenido de lípidos y la composición de los ácidos grasos del pescado presenta diferencias entre especies, y entre individuos de la misma especie, los cuáles están influenciados por factores ambientales como la dieta, estación del año y la temperatura, así como también a diferencias biológicas debidas a la edad, sexo, tamaño y área de captura (Barrero, 1999).

En este sentido, es importante destacar que el contenido lipídico y la composición de los ácidos grasos deben ser considerados, cuando se realicen estudios en cualquier especie de pescado que pretenda ser usada para el consumo directo o para su posible utilización en el desarrollo de otros productos alimenticios.

En la tabla N° 6 se observa los resultados obtenidos en la variación de los diferentes ácidos grasos en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).

Tabla N° 6.- Perfil de ácidos grasos (%) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*) a los 90 días de almacenamiento

Ácidos Grasos	Pulpa Sin Lavar	Pulpa Lavada
10:0	0,008	0,012
11:0	0,007	0,006
12:0	0,028	0,034
13:0	0,010	0,011
14:0	2,377	2,517
15:0	0,184	0,178
16:0	33,366	33,690
17:0	0,229	0,223
18:0	9,660	9,441
20:0	0,235	0,226
21:0	0,041	0,022
23:0	0,069	0,056
24:0	0,307	0,308
Total Saturados	45,403	45,648
14:1	0,022	0,025
16:1	4,718	4,892
17:1	0,103	0,101
18:1 trans	0,110	0,111
18:1 cis	25,923	25,616
20:1 n-9	2,058	1,952
22:1	0,103	0,094
Total Mono-Insaturados	32,699	32,460
18:2 cis	14,988	15,085
18:3 n-6	0,172	0,169
18:3 n-3	1,216	1,227
20:2 n-6	0,894	0,882
20:3 n-6	1,374	1,334
20:3 n-3	0,119	0,115
20:4 n-6	0,418	0,384
22:2 n-6	0,081	0,066
20:5 n-3	0,233	0,226
22:6 n-3	0,942	0,966
Total Poli-Insaturados	17,578	17,646

Márquez (2011) en la caracterización en filetes de éste mismo bagre antes y después de su conservación en congelación a -30°C , evaluó la composición de ácidos grasos obteniendo un porcentaje total en ácidos grasos saturados de 40,080%, donde el mayor porcentaje corresponde a los ácidos grasos 16:0 (Acido Palmítico) y 18:0 (Acido Esteárico) con 26,423% y 11,005% respectivamente. Al comparar estos resultados con los obtenidos en esta investigación, se observa un mayor porcentaje para ambas pulpas (sin lavar y lavada), en los ácidos grasos 16:0 (33,366% y 33,690% respectivamente) y 18:0 (9,660% y 9,441% respectivamente). Con respecto al total en el porcentaje de ácidos grasos saturados, se obtuvo 45.648% en la pulpa sin lavar y 45,403% en la pulpa lavada, siendo éstos porcentajes mayores al reportado por Márquez (2011).

En el caso del total en porcentaje de los ácidos grasos mono-insaturados, la pulpa sin lavar es mayor con un 32,699% con respecto a la pulpa lavada que presentó un 32,460%. Igualmente, ambas pulpas (sin lavar y lavada) presenta un mayor porcentaje en el ácido graso correspondiente a 18:1 cis (Acido Oleico) con 25,923% y 25,616% respectivamente. Márquez (2011) obtuvo un total en porcentaje de ácidos grasos mono-insaturados de 15,732%, presentando la mayor proporción el Acido Oleico (18:1 n-9 cis) con 14,552% en muestra fresca de ésta misma especie. Al compararlos con los obtenidos en ésta investigación, se observa discrepancias siendo mayores los valores para ambas pulpas (sin lavar y lavada), infiriéndose como una posible causa, a la posición en que se tomó la muestra al ser evaluada, en el músculo del filete. Además en ésta investigación, se utilizaron ejemplares de cultivo por lo que el alimento pudo aumentar el contenido de ácidos grasos.

En el caso del total en porcentaje de los ácidos grasos poli-insaturados, la pulpa lavada es mayor con un 17,646% con respecto a la pulpa sin lavar que presentó un 17,578%. Igualmente, ambas pulpas (sin lavar y lavada) presenta un mayor porcentaje

en el ácido graso correspondiente a 18:2 cis (Acido Linoleico) de 14,988% y 15,085% respectivamente. Márquez (2011) obtuvo un total en porcentaje de ácidos grasos poli-insaturados de 41,157%, presentando la mayor proporción el Acido Araquidomíco correspondiente a 20:4 n-6, con 22,622% en muestras frescas de ésta misma especie.

Hepburn y col., (1988); citado por López (2006), indica que los peces de río contienen altos niveles de ácidos grasos poli-insaturados de la serie n-6. Sin embargo, tomando en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación y calculando la relación n-3/n-6 como índice de deterioro oxidativo durante el almacenamiento, se obtiene un valor de 0,85 para la pulpa sin lavar y 0,89 para la pulpa lavada los cuáles se consideran bajos. Éstos ácidos grasos representan la fracción más importante, especialmente del tipo omega-3 y omega-6 ya que resultan más beneficiosos para la salud, por sus propiedades curativas y preventivas sobre enfermedades cardiovasculares, entre otros. Por otra parte, éstos ácidos son sensibles a la oxidación, representando uno de los problemas más importantes en el campo de la química de alimentos, debido a que los productos de oxidación no sólo causan sabores y olores indeseables, sino también problemas nutricionales ya que disminuyen el contenido de lípidos en los alimentos. Al respecto, la oxidación en ésta investigación es baja por lo que la rancidez oxidativa (ver tabla N° 5) no interfiere en la calidad de estos ácidos grasos.

Barrero y Bello (2000) evaluaron los cambios en la composición de los ácidos grasos de la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con solución de bicarbonato de sodio al 0,5% los ácidos grasos con mayor proporción en la materia prima sin lavar son 14:0, 16:0, 16:1 (n-7) y 20:6 (n-3) y los que permanecen luego del lavado son el 16:0 y 18:0, el resto de los saturados son eliminados con el tratamiento del lavado, concluyendo que los ácidos grasos mono-insaturados y poli-insaturados incrementan como consecuencia del lavado al comparar con la materia prima.

López (2006) reporta en su estudio sobre la estabilidad del Bagre Yaque (*Leiarius marmoratus*), un incremento en los ácidos grasos saturados, especialmente el Acido Palmítico (16:0) y de los mono-insaturados el Acido Oleico (18:1) y una disminución de los poli-insaturados en el Acido Docosaheptaenoico (22:6), resultados similares a esta investigación en los que se obtuvo un mayor porcentaje en el ácido graso 16:0 y 18:1 cis y un menor porcentaje en el ácido graso 18:2 cis.

La textura es un parámetro que en la carne de pescado puede variar desde muy duras hasta marcadamente blandas, donde el proceso de congelación juega un papel importante ya que cambia estructuralmente y funcionalmente el músculo de pescado, transformando completamente los elementos que determinan la textura del pescado entero (Castillo, 2001; citado por Márquez, 2011). Adicionalmente, se producen cambios en el aroma, sabor y pérdida de fluido tisular, los cuáles junto con los cambios en la textura, han sido atribuidos principalmente a la desnaturalización de las proteínas.

En la tabla N° 7 se observan los parámetros estudiados dentro del análisis de textura, como son: Dureza, Cohesividad, Gomosidad, Elasticidad y Masticabilidad en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*). El parámetro de la dureza según Ramos, 1998 citado en Rodríguez, 2006 se define como la fuerza requerida para comprimir el producto hasta lograr deformarlo o penetrarlo; en ambas pulpas (sin lavar y lavada) la dureza disminuyó durante el tiempo de almacenamiento, presentando diferencias significativas ($P < 0,05$) con el tratamiento aplicado, principalmente de 0 a 30 días de almacenamiento. Estos cambios son atribuidos a grandes alteraciones en las proteínas miofibrilares, dependiendo no solo de la especie sino también de los factores tecnológicos como el procesamiento previo al congelamiento, o las condiciones de almacenamiento (Haard, 1990; Mackie, 1993; Sikoski y Kolakowska, 1994; citado por Castillo, 2001).

Tabla N° 7.- Textura (Dureza, Cohesividad, Gomosidad, Elasticidad y Masticabilidad \pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*)

Tiempo de Almacenamiento (días)	Dureza		Cohesividad		Gomosidad		Elasticidad		Masticabilidad	
	SL	L	SL	L	SL	L	SL	L	SL	L
0	2781,56 \pm 755 ^{bb}	1470,69 \pm 122 ^{ba}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
30	1093,88 \pm 15 ^{ab}	1360,27 \pm 184 ^{aa}	0,42 \pm 0,01 ^{ab}	0,34 \pm 0,01 ^{aa}	411,50 \pm 6,83 ^{bb}	374,17 \pm 29,22 ^{ba}	4,27 \pm 0,04 ^{ba}	4,23 \pm 0,06 ^{ba}	1747,76 \pm 176 ^{ab}	1596,74 \pm 246 ^{aa}
60	1317,72 \pm 39 ^{ab}	572,84 \pm 55 ^{aa}	0,37 \pm 0,01 ^{ab}	0,31 \pm 0,01 ^{aa}	489,47 \pm 24,42 ^{bb}	168,26 \pm 11,19 ^{ba}	4,49 \pm 0,04 ^{ca}	4,44 \pm 0,04 ^{ca}	2272,18 \pm 183 ^{ab}	741,74 \pm 43 ^{aa}
90	1569,95 \pm 21 ^{ab}	446,34 \pm 25 ^{aa}	0,40 \pm 0,01 ^{ab}	0,32 \pm 0,01 ^{aa}	436,34 \pm 49,58 ^{bb}	150,63 \pm 17,07 ^{ba}	4,35 \pm 0,12 ^{ba}	3,93 \pm 0,03 ^{ba}	2530,80 \pm 263 ^{ab}	1478,49 \pm 62 ^{aa}

SL: Sin lavar

L: lavada

ND: No determinado.

Resultado de tres réplicas.

Se muestra la media \pm desviación estándar.

Primera letra. Letras diferentes indican diferencias ($P < 0,05$) en el tiempo.

Segunda letra. Letras diferentes indican diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos.

Referente al parámetro de cohesividad, el cual mide la fuerza interna entre los diferentes constituyentes del alimento (Valls y col., 2008); la cohesividad en ambas pulpas (lavada y sin lavar) fluctúa; aumenta de 0 a 30 días, disminuye a los 60 días y posteriormente a los 90 días de almacenamiento aumenta ligeramente. Igualmente, ambas pulpas presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) con el tratamiento aplicado desde los 30 a 90 días de almacenamiento, sin embargo no es significativo en el tiempo.

La gomosidad según Ramos, 1998 citado en Rodríguez, 2006 se define como aquella que persiste a través de la manipulación del producto y que se adhiere instantáneamente en los dedos, es decir un producto gomoso es aquel que presenta un bajo grado de firmeza y alto grado de cohesividad; en este caso la gomosidad en la pulpa lavada aumenta de 0 a 30 días y posteriormente disminuye entre los 60 y 90 días de almacenamiento, por el contrario la gomosidad en la pulpa sin lavar aumenta de 0 a 60 días, disminuyendo a los 90 días de almacenamiento. En ambas (sin lavar y lavada) hay diferencias significativas ($P < 0,05$) de 0 a 30 días de almacenamiento, mientras que bajo el tratamiento aplicado presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) durante los 90 días de almacenamiento.

Este parámetro se relaciona con la masticabilidad, ya que se requiere cierta energía para desintegrar un alimento, y pasar a un estado “listo para ser tragado” (Valls y col., 2008); en este caso la masticabilidad en la pulpa sin lavar aumenta durante los 90 días de almacenamiento mientras que la masticabilidad en la pulpa lavada fluctúa durante el tiempo de almacenamiento; aumenta de 0 a 30 días, disminuye a los 60 días y aumenta a los 90 días de almacenamiento. En ambas pulpas estas diferencias son significativas ($P < 0,05$) bajo el tratamiento aplicado desde 30 a 90 días de almacenamiento sin embargo no es significativo en el tiempo.

La elasticidad según Ramos, 1998 citado en Rodríguez, 2006 es la capacidad de recuperación de un material sometido a una fuerza deformante; la velocidad a la cual un material deformado retorna a su condición (no deformado) una vez que la fuerza deformante ha sido retirada; en este caso la elasticidad en ambas pulpas (lavada y sin lavar) aumenta de 0 a 60 días, disminuyendo paulatinamente a los 90 días de almacenamiento, siendo significativo ($P < 0,05$) durante el tiempo de almacenamiento sin embargo no es significativo ($P < 0,05$) bajo el tratamiento aplicado.

Es importante señalar que la determinación de la textura en el músculo de pescado a través de medios instrumentales puede presentar ciertas dificultades, ya que se obtienen valores muy variables entre sí a pesar de trabajar con una muestra homogenizada por su condición de pulpa. En este caso, los parámetros evaluados dentro del análisis de textura indican que la pulpa lavada disminuye considerablemente con respecto a la pulpa sin lavar, atribuido a los cambios en las proteínas miofibrilares propias de un proceso de desnaturalización, incluso perceptiblemente se logró evidenciar una textura seca en la pulpa lavada.

La calidad de un alimento, sin tomar en cuenta los aspectos sanitarios, toxicológicos y nutricionales, se basa en los siguientes parámetros: color, textura, sabor y olor. Sin embargo, el primer acercamiento del consumidor al alimento es por su color, ya que relaciona lo adecuado con la aceptación o el rechazo (Badui, 2006). En la determinación del color se utilizan diversos métodos, entre los cuales se encuentra el método instrumental, el cual arroja el color en términos de luminosidad (parámetro L) y combinaciones de los colores verde-rojo (parámetro a^*) y amarillo-azul (parámetro b^*).

En la tabla N° 8 se observa los valores obtenidos para el parámetro de color en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*). El parámetro de L tiende a disminuir en ambos tratamientos de 0 a 60 días observándose a

los 90 días de almacenamiento un ligero aumento, estadísticamente el parámetro L no presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) durante el tiempo pero si en el tratamiento; en este caso la pulpa lavada presenta una mayor luminosidad con respecto a la pulpa sin lavar. El parámetro de a^* disminuye durante el tiempo de almacenamiento en la pulpa sin lavar mientras que la pulpa lavada aumenta de 0 a 30 días y disminuye de 60 a 90 días de almacenamiento; en este caso la pulpa sin lavar presenta valores de a^* más altos que la pulpa lavada, evidenciándose el efecto del tratamiento aplicado en esta pulpa, por la remoción de pigmentos responsables del color rojo tales como hemoglobina, mioglobina; estadísticamente el parámetro de a^* no presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) durante el tiempo pero si en el tratamiento; en el caso del parámetro b^* la pulpa sin lavar disminuye durante el tiempo de almacenamiento y la pulpa lavada aumenta de 0 a 30 días, disminuyendo gradualmente de 60 a 90 días de almacenamiento, estadísticamente el parámetro de b^* no presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) durante el tiempo pero si en el tratamiento.



A



B

Figura 2.- Pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*). A: Pulpa sin lavar. B: Pulpa lavada.

Tabla N° 8.- Color (L, a*, b* ± DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*)

Tiempo de Almacenamiento (días)	L		a*		b*	
	SL	L	SL	L	SL	L
0	48,78±0,55 ^{aa}	61,04±0,34 ^{ab}	7,19±1,09 ^{ab}	3,01±0,45 ^{aa}	13,14±1,60 ^{aa}	12,99±0,88 ^{ab}
30	44,10±0,87 ^{aa}	56,65±0,21 ^{ab}	6,91±0,16 ^{ab}	4,44±0,15 ^{aa}	11,48±0,19 ^{aa}	13,92±0,47 ^{ab}
60	46,73±0,99 ^{aa}	56,63±0,33 ^{ab}	6,28±0,24 ^{ab}	4,22±0,22 ^{aa}	11,94±0,27 ^{aa}	13,40±0,24 ^{ab}
90	48,80±0,05 ^{aa}	57,70±0,27 ^{ab}	4,20±0,21 ^{ab}	3,84±0,12 ^{aa}	11,17±0,46 ^{aa}	13,20±0,25 ^{ab}

Resultado de tres réplicas.

Se muestra la media± desviación estándar.

L: Luminosidad; a*: (-verde, +rojo); b*: (-azul, +amarillo).

Primera letra. Letras diferentes indican diferencias (P<0,05) en el tiempo.

Segunda letra. Letras diferentes indican diferencias (P<0,05) entre tratamientos.

Electroforesis

La electroforesis es la herramienta principal para la caracterización de macromoléculas y determinación de pureza, y constituye parte importante en el procedimiento rutinario del análisis de ácidos nucleicos y proteínas. El principio básico consiste en la migración de las moléculas a través de un gel u otro tipo de matriz de naturaleza porosa, en el cual, por acción de un campo eléctrico, serán separadas de acuerdo a su tamaño o peso molecular. Para registrar el avance de la separación de las moléculas en la matriz y establecer un patrón de fragmentos, las moléculas deben ser teñidas con diferentes colorantes. Estos pasos facilitan la visualización de las moléculas a manera de simples bandas las cuales serán posteriormente analizadas e interpretadas. En este caso, se logró detectar cambios en el tejido muscular del pescado durante el almacenamiento congelado, infiriéndose así el grado de desnaturalización presente en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxidora sifontesi*).

En la figura 3A se observa la electroforesis a los 0 días de almacenamiento, donde se identificaron bandas de proteína del tipo β -galactosidasa 116,25KDa (a); Fosforilasa b 97,4KDa (b); Ovoalbúmina 45KDa (c); inhibidor de tripsina 21,5KDa (d) y Lisosyma 14,4KDa (e).

En la figura 3B se observa la electroforesis a los 30 días de almacenamiento, donde las bandas identificadas que permanecieron al cabo de este tiempo, son: β -galactosidasa 116,25KDa (a); Fosforilasa b 97,4KDa (b); Lisosyma 14,4KDa (e).

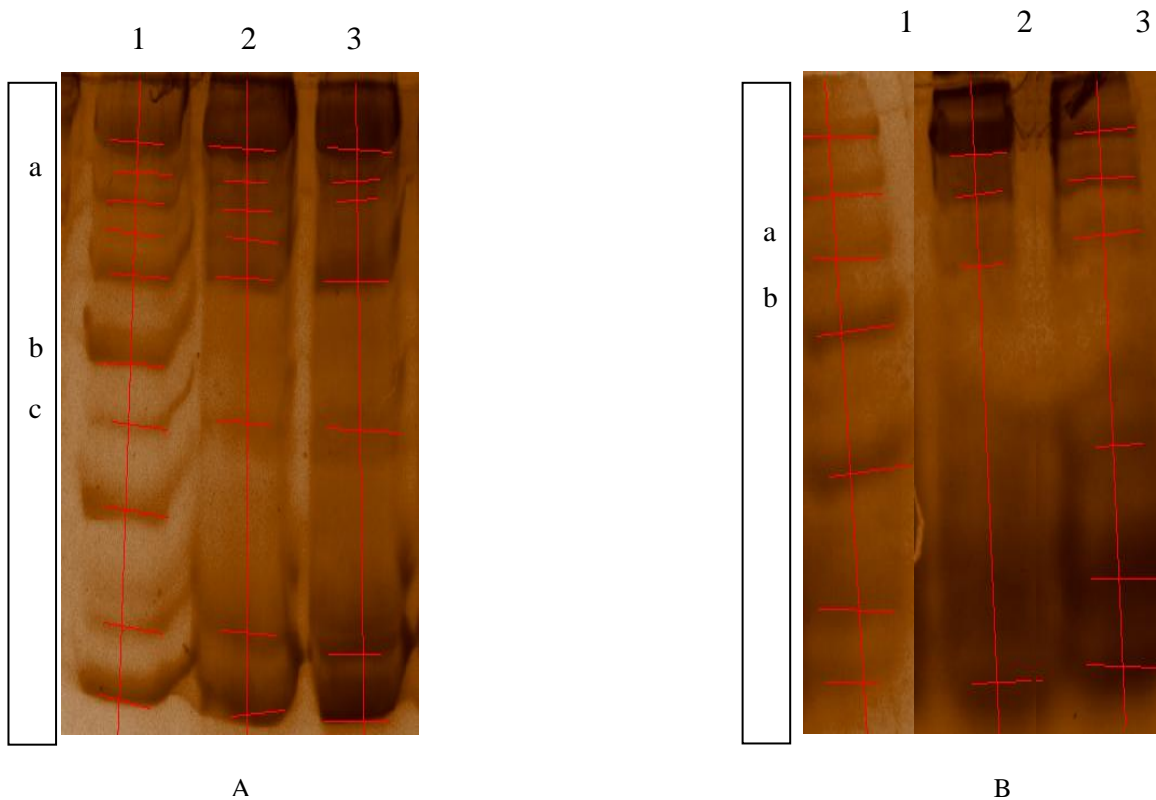


Figura 3.- Electroforesis SDS-PAGE en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*).Tiempo de almacenamiento: A.- 0 días, B.- 30 días. Líneas verticales indican bandas del estándar (1). Pulpa lavada (2). Pulpa sin lavar (3). Masas moleculares: a: β -galactosidasa (116,25KDa); b: Fosforilasa b (97,4KDa); c: Ovoalbúmina (45KDa); d: Inhibidor de Tripsina (21,5KDa); e: Lisosyma (14,4KDa).

En la figura 4C se observa la electroforesis a los 60 días de almacenamiento donde se identificaron bandas del tipo Miosina 200KDa (a); Fosforilasa b 97,4KDa (b); Albúmina 66,2 KDa(c); Ovoalbúmina 45KDa (d); inhibidor de tripsina 21,5KDa (e); Lisosyma 14,4KDa (f).

En la figura 4D se observa la electroforesis a los 90 días de almacenamiento, donde las bandas identificadas que permanecieron al cabo de este tiempo, son: Miosina 200KDa (a); Fosforilasa b 97,4KDa (b); inhibidor de tripsina 21,5KDa (e) y Lisosyma 14,4KDa (f).

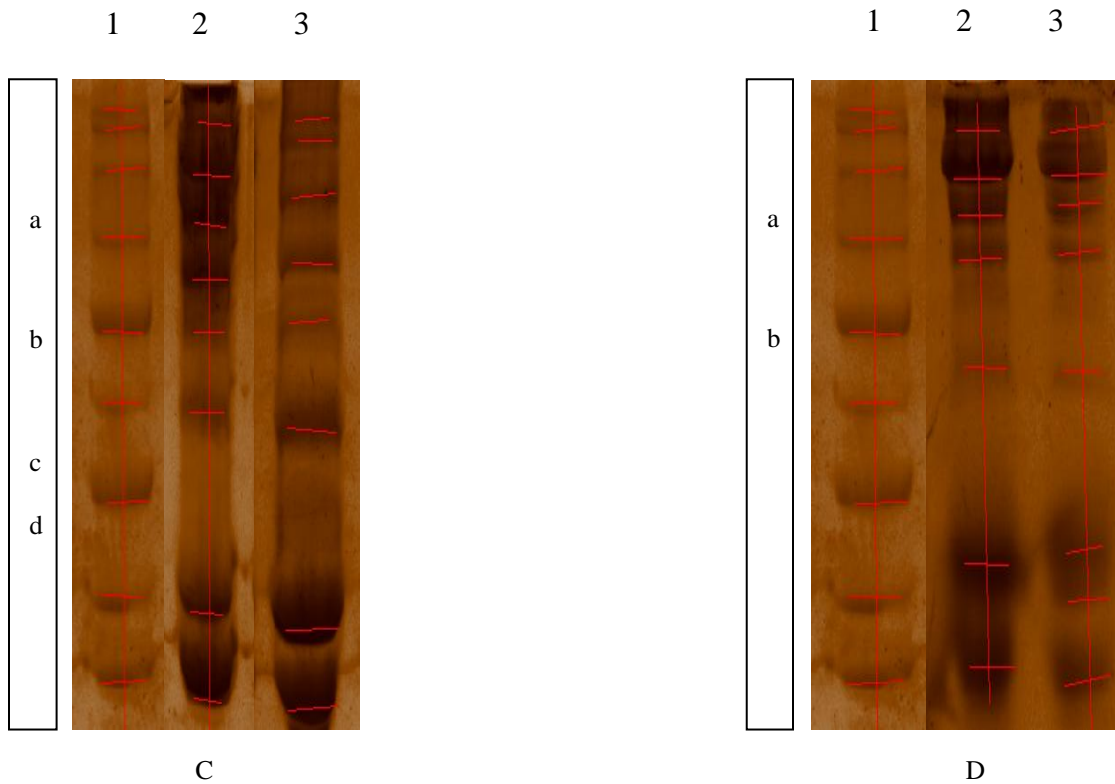


Figura 4.- Electroforesis SDS-PAGE en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*). Tiempo de almacenamiento: C.- 60 días, B.- 90 días. Líneas verticales indican bandas del estándar (1). Pulpa lavada (2). Pulpa sin lavar (3). Masas moleculares: a: Miosina (200KDa); b: Fosforilasa b (97,4KDa); c: Albúmina (66,2KDa); d: Ovoalbúmina (45KDa); e: Inhibidor de Tripsina (21,5KDa); f: Lisosyma (14,4KDa).

En general, el comportamiento de las bandas es muy similar entre ambos tratamientos, sin embargo se observa las bandas de bajo peso molecular más intensas en las muestras evaluadas durante los 60 y 90 días de almacenamiento con respecto a la evaluación de la muestra fresca, evidenciándose la degradación de las proteínas en ambas pulpas (sin lavar y lavada); siendo ésta degradación influenciada por la temperatura, la velocidad de congelación y el tiempo de almacenamiento. Al respecto, los porcentajes de proteína soluble se detallan en la tabla N°4. Castillo (2001) observó la aparición de un gran número de proteínas de bajo peso molecular, en pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) congelada a -40°C entre 30 y 14 KDa desde los 30 a los 150 días, intensificándose al final

del almacenamiento. Rodríguez (2006) observó el incremento de las bandas de proteínas de bajo peso molecular a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento lo cual es atribuido a la desnaturalización de las proteínas.

En el caso de las bandas de proteína con alto peso molecular del tipo Miosina 200KDa, se observa cierta intensidad en las muestras evaluadas a los 60 y 90 días de almacenamiento. Careche y col. (1999), citado por Mena (2009) concluyeron que en muestras de pescado se pueden encontrar agregados durante el tiempo de almacenamiento congelado, los cuales están compuestos principalmente de miosina y actina unidas por interacciones secundarias y puentes disulfuros, los cuales están influenciados por la temperatura de almacenamiento produciendo bandas de alto peso molecular. La estabilidad de las proteínas durante el almacenamiento en congelación ha sido estudiada en diferentes especies de pescado y se ha reconocido que varía con la especie y con las condiciones de almacenamiento (Barrero, M y col., 2007).

López (2006) atribuye la disminución de la solubilidad, a la inestabilidad de la miosina así como a la Troponina 1, durante el tiempo de almacenamiento y a la congelación.

Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial va dirigida al ser humano, el cual utiliza sus sentidos como instrumentos de medición en tareas propias de la ciencia y tecnología de alimentos tales como: investigación y desarrollo de productos, control de calidad, evaluación de cambios en materias primas o procesos y determinación de vida útil (Granados, 2000).

En la tabla N° 9 se observa los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de pulpa (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*).

Tabla N° 9.- Evaluación sensorial (\pm DE) en pulpas (sin lavar y lavada) a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) a los 90 días de almacenamiento

Tratamiento	Color (Claro/Oscuro)	Textura (Blando/Duro)	Corte (Sin cohesión/Con cohesión)
Sin Lavar	6,06 \pm 2,36 ^b	4,88 \pm 2,91 ^a	4,53 \pm 1,80 ^a
Lavada	3,47 \pm 1,78 ^a	6,1 \pm 2,35 ^a	5,7 \pm 1,73 ^a

N: 10, se muestra la media \pm desviación estándar.

Superíndice con letras diferentes en una misma columna implica diferencias significativas $p < 0,05$.

Para los atributos evaluados, estadísticamente no se presentan diferencias significativas ($P < 0,05$) en la textura y el corte. Al respecto tenemos que en la textura los panelistas no percibieron diferencias entre las pulpas, es decir, ambas pulpas presentaron el mismo grado de consistencia (blando). Igualmente, ocurrió en el tipo de corte, de modo que ambas pulpas no presentaron diferencias respecto a la cohesión, es decir la fuerza entre las partículas que conforman la pulpa. En el caso del atributo del color, estadísticamente presenta diferencias significativas ($P < 0,05$), al respecto los panelistas percibieron la pulpa lavada más clara comparada con la pulpa sin lavar.

CONCLUSIONES

- ✓ El rendimiento obtenido en pulpa fue de 47,97% el cuál se considera alto, tomando en cuenta las características anatómicas que presenta la especie estudiada.
- ✓ La composición química obtenida en ambas pulpas (sin lavar y lavada), se encuentran dentro del intervalo de variación de los componentes del pescado, presentando diferencias significativas en la grasa y proteína.
- ✓ Dentro de la estabilidad en el almacenamiento, el comportamiento de la pulpa lavada resultó similar con respecto a la pulpa sin lavar en todos los parámetros evaluados excepto en el color (parámetro de a* relación verde-rojo) el cual disminuyó notablemente.
- ✓ En la composición de los ácidos grasos dentro de los poli-insaturados se obtuvo un mayor porcentaje en el correspondiente a 18:2 cis (Acido Linoleico) de 14,988% en pulpa sin lavar y 15,085% en pulpa lavada.
- ✓ En la evaluación sensorial se evidencia diferencias en el parámetro del color (Claro/Oscuro) siendo la pulpa sin lavar más oscura con respecto a la pulpa lavada.
- ✓ A pesar de los beneficios propios de la técnica de lavado, en ésta investigación no resultó favorable, ya que se pierde contenido proteico, la textura se torna seca, y el color se pierde por completo, por lo tanto en Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) se recomienda no aplicar la técnica de lavado.

RECOMENDACIONES

- ✓ Elaborar productos a base del músculo de Bagre Sierra (*Oxydora sifontesi*) para aumentar la demanda y su comercialización, ya que representa un potencial económico y nutricional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC. 2005. Oficial Methods of Analysis of Oficial Analytical Chemist. XVI ED. Ed. Mowist, Washington D.C.
2. Badui, S. 2006. Química de los Alimentos. 4ta ed. Ed. Pearson Educación. México.
3. Barrero, M. 1999. Evaluación de los lípidos (fosfolípidos, triglicéridos y ácidos grasos libres) en la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con agua, soluciones de bicarbonato y cloruro de sodio al 0,5% y su estabilidad durante el almacenamiento en congelación a -40°C. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
4. Barrero, M y Bello, R. 2000. Characterization of Sardine minced flesh (*Sardinella aurita*) washed with different solutions. Journal of Aquatic Food Product Technology. 9(3): 105-114
5. Barrero, M. 2002. Evaluación del efecto del almacenamiento en congelación a -30°C en las proteínas miofibrilares de la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) lavada con: agua, soluciones de bicarbonato de sodio y cloruro de sodio al 0,5%. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
6. Bello, R. 1983. Efecto de la congelación sobre la estructura muscular del pescado. V seminario avanzado de tecnología de alimentos. Volumen I. Bogotá, Colombia.
7. Bello, R. 1987. Aprovechamiento de fauna de acompañamiento del camarón en la elaboración de productos alimenticios. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

8. Benjakul S., Visessanguan W., Thongkaew C. y Tanaka M. 2003. Comparative study on physicochemical changes of muscle proteins from some tropical fish during frozen storage. *Food Research International*. 36:787-795.
9. Castillo, Y. 2001. Evaluación del efecto de lavado con una solución de NaHCO₃ al 0,5% sobre las proteínas de la pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) congelada a -40°C. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
10. Córdova, A. 2007. Efecto del empacado y la temperatura sobre la estabilidad microbiológica en almacenamiento del bagre rayado (*Pseudoplatystoma spp*) procesado por salado en salmuera. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
11. COVENIN. 1979. Determinación de pH 1315-79. Fondonorma. Segunda Revisión. Caracas, Venezuela.
12. Cheftel. J. 1989. Proteínas Alimentarias. Bioquímica. Propiedades funcionales. Valor nutritivo. Modificaciones químicas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
13. Chiquín, A. 1991. Aprovechamiento de la mezcla de pulpa de sardina (*Sardinella aurita*) y cachama (*Colossoma macropomum*) en el desarrollo de productos congelados. Tesis de Postgrado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
14. De Berardinis R. 2011. Empacado al vacío del lomo de atún azul (*Thunnus sp.*) como alternativa para aumentar la vida útil en el almacenamiento congelado a -20°C. Tesis especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela.

15. Del Mazo, M., Torrejon, P., Careche, M., Tejada, M. 1999. Characteristics of the salt-soluble fraction of hake (*Merluccius merluccius*) fillets stored at -20 y -30 °C. J. Agric. Food Chem. 47(4): 1372-137
16. Garcia, H. M. 2000. Electroforesis en geles de poliacrilamida: fundamentos, actualidad e importancia. Laboratorios Beterá. UNIV DIAG 1(2):31-41
17. González, D. 2001. Evaluación física, química y organoléptica de la sardina (*Sardinella aurita*) tipo “round” durante su almacenamiento congelado. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
18. Granados, L. 2000. Indicaciones geográficas y denominaciones de origen. España: MAG.
19. Huss, H. 1998. El pescado fresco, su calidad y cambios de calidad. Fisheries Technical Paper. N° 348. Rome, FAO
20. Kirk, R.S. 2004. Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2da ed. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. México. Pág 563
21. Lima, C. 1995. Desarrollo de un producto tipo hamburguesa a partir de pulpa de sardina. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
22. López, M. 2006. Estudio de la estabilidad en porciones de bagre yaque (*Leiarius marmoratus*) durante el almacenamiento congelado utilizando tres tipos de empaques. Tesis de Postgrado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

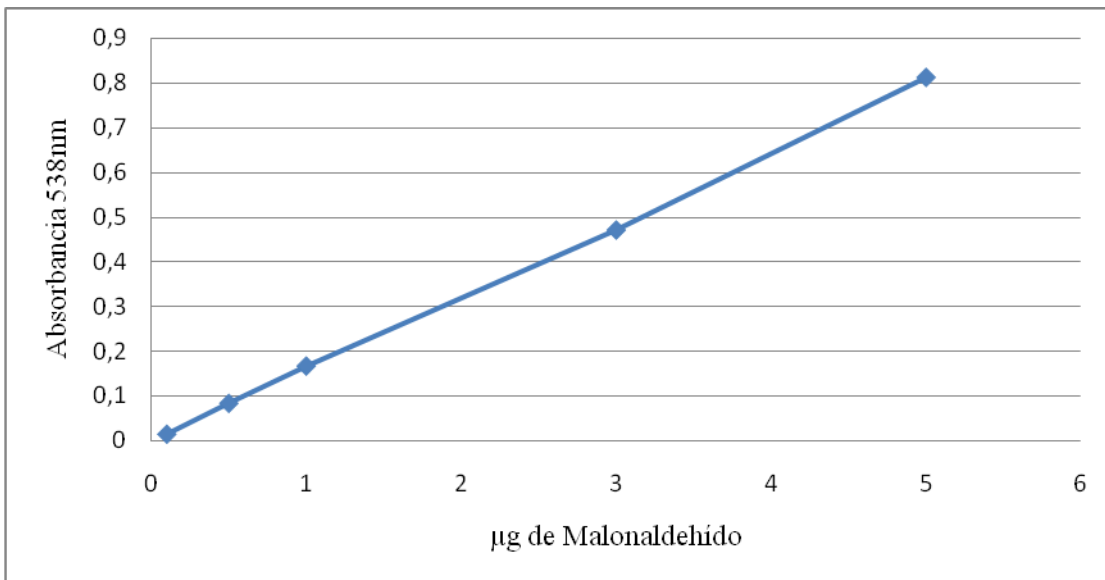
23. Lugo, R. 2010. Estudio del efecto de la actividad de las proteasas (Catepsinas B, D y L) en los cambios físicos y químicos del músculo de bagre sierra (*Oxydora sifontesi*) en diferentes estadios de madurez sexual. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
24. Márquez, R. 2011. Caracterización de filetes de bagre sierra negro (*Oxydora sifontesi*) antes y después de su conservación en congelación a -30 °C. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
25. Mena, S. 2009. Degradación de las proteínas en el lomo de atún (*Thunnus sp*) empacado con películas comestibles y almacenado a -10°C. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
26. Novoa, D. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure. Presente y futuro. Instituto Nacional de la Pesca y la Acuicultura (INAPESCA).
27. Paredes, A. 2008. Efecto de la precocción sobre la estabilidad lipídica de la pulpa de cachama (*Colossoma macropomum x Plaratus brachypomus*) almacenada en congelación. Tesis de Postgrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
28. Reyes, M. 2006. Estudio de la estabilidad de la pulpa de coporo (*Prochilodus mariae*) durante su almacenamiento en congelación a -12°C. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

29. Rodríguez, N. 2006. Estudio de la estabilidad durante el almacenamiento congelado de porciones de pescado, incorporando proteína de soya. Tesis de Postgrado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
30. Rodríguez, D. 2007. Evaluación física y química de filetes de Bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp*) salados en salmueras empacados al vacío y almacenados en refrigeración. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
31. Saeed, S. y Howell, N. 2002. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). J. Sci. Food Agric. 82: 579-586.
32. Sánchez, L. 1989. Técnicas de evaluación sensorial de productos. Grupo editorial graphitec. Caracas, Venezuela.
33. Siddaiah, D., Vidya, D., Raju, C.V., Chandrasekhar, T.C. 2001. Changes in lipids, proteins and kamaboko forming ability of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) mince during frozen storage. Food Research International 34: 47-53.
34. Tokur, B., Ozkütük, S., Atici, E., Ozyurt, G. y Ozyurt C.E. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio L., 1758*), during frozen storage (-18 °C). Food Chemistry 99: 335-341.
35. Valls, J., Xiques, A. y Escalona, A. 2008. Evaluación física y química de filetes de lebranche (*Mugil liza*) en almacenamiento congelado a -18°C. Revista científica FCV-LUZ. XVIII. (3) 329-338.
36. Xiques, A. 2005. Evaluación física, química y sensorial de filetes de lebranche (*Mugil liza*) almacenados en congelación. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

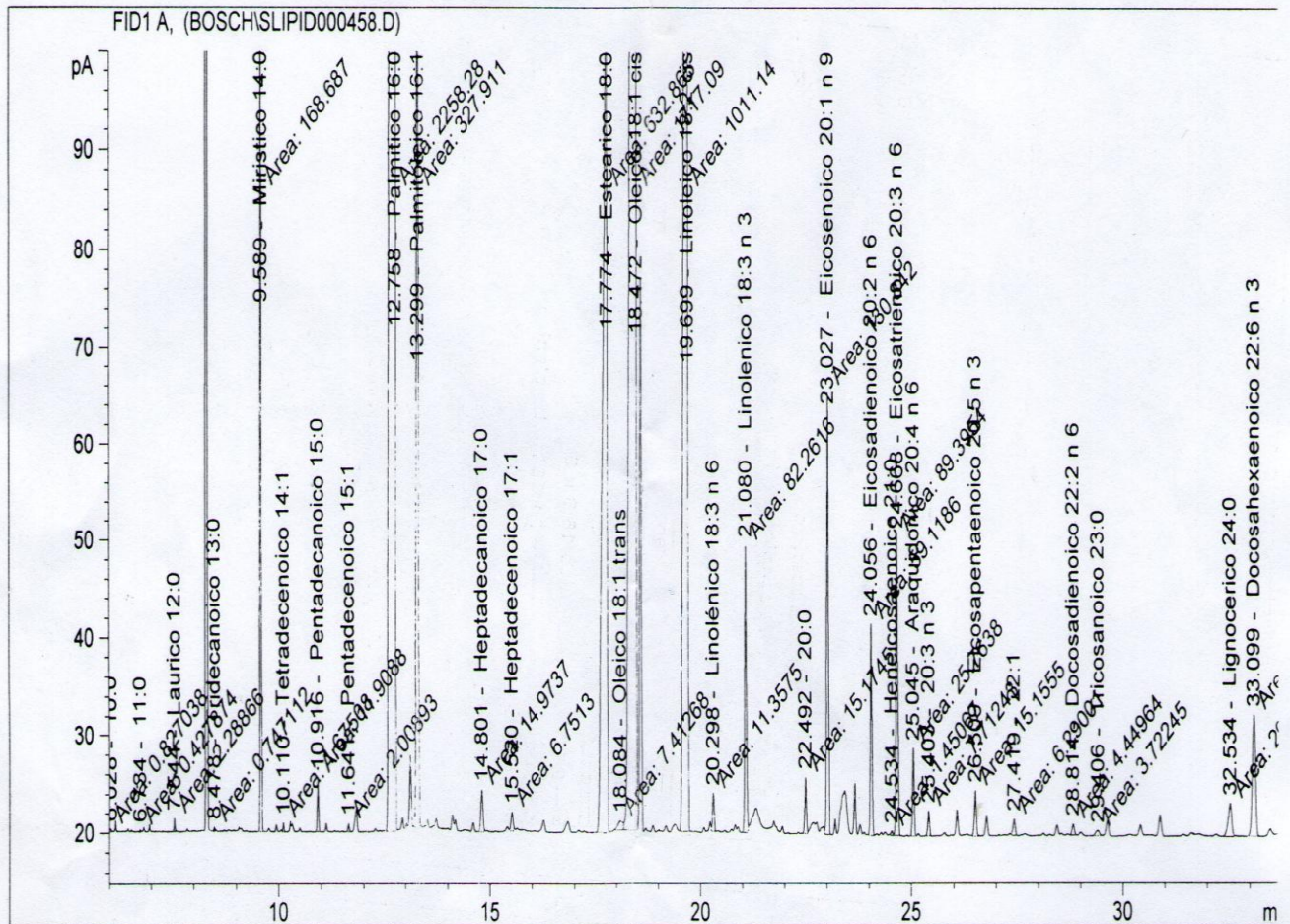
37. Zurita, E. 1993. Evaluación de la pulpa de sardina congelada con agentes mejoradores de la textura. Trabajo especial de grado de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

A N E X O S

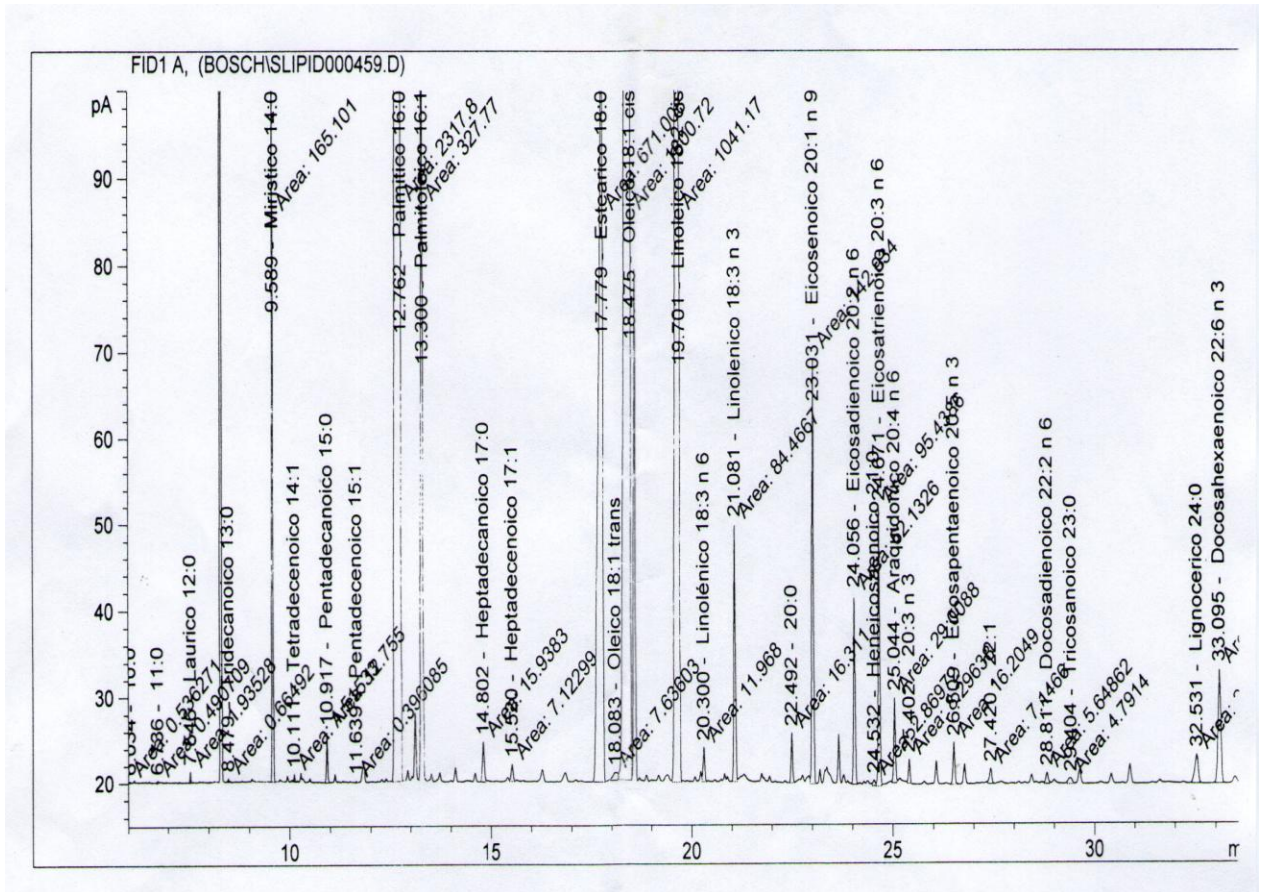
Y: 0,161X



Anexo 1.- Curva de calibración para la determinación de malonaldehído



Anexo 2.- Espectro de masas de los productos de degradación de los ácidos grasos contenidos en la pulpa sin lavar.



Anexo 3.- Espectro de masas de los productos de degradación de los ácidos grasos contenidos en la pulpa lavada.

Nombre:-----

Fecha: -----

A continuación se le presentan dos muestras de croquetas de pescado. Por favor, para cada uno de los atributos especificados evalúe empleando la escala descrita.

Color:

Claro _____ Oscuro

Textura:

Blando _____ Duro

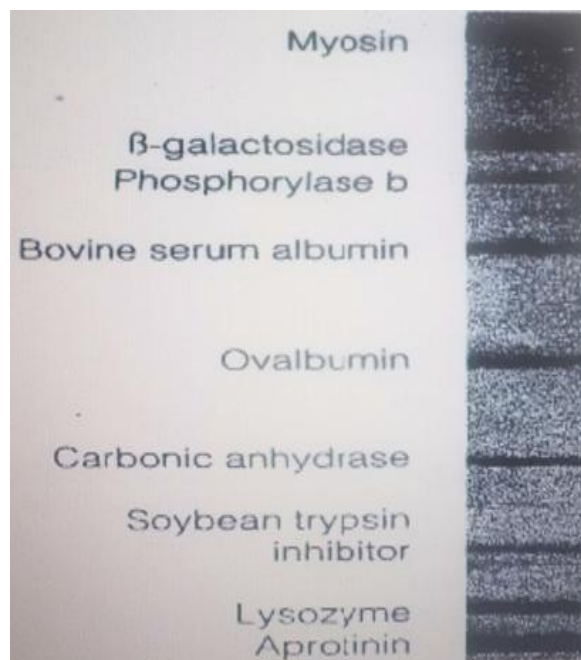
Corte:

Sin Cohesividad _____ Con Cohesividad

Comentarios:-----

Gracias por su colaboración

Anexo 4.- Planilla de evaluación sensorial (escala no estructurada).



Anexo 5.- Estándar 161-0317 SDS-PAGE Broad Rad. Pesos moleculares: Miosina 200KDa; β-galactosidasa 116,25KDa; Fosforilasa b 97,4KDa; Albúmina 66,2KDa; Ovoalbúmina 45KDa; Anhidrasa Carbónica 31KDa; Inhibidor de Tripsina 21,5KDa; Lisosyma 14,4KDa; Aprotinin 6,5KDa.