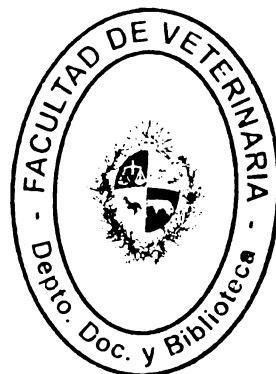


**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE FILETES DE SÁBALO (PROCHILODUS
LINEATUS) REFRIGERADOS CON HIELO EN ESCAMA Y FILETES ENVASADOS
AL VACÍO REFRIGERADOS**

por

**Diego DOMÍNGUEZ PAROLIN /
Agustín SAIBENE GARCÍA /**



TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias

**Orientación: Higiene, Inspección, Control y
Tecnología de los Alimentos de Origen Animal**

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**



PÁGINA DE APROBACIÓN

12

TESIS aprobada por:

Presidente de mesa:



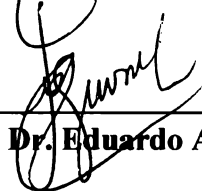
Dra. Cristina Friss de Kereki

Segundo miembro (Tutor):



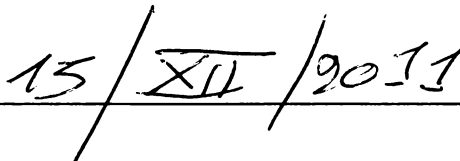
Dr. José Pedro Dragonetti

Tercer miembro:



Dr. Eduardo Aguirre

Fecha:



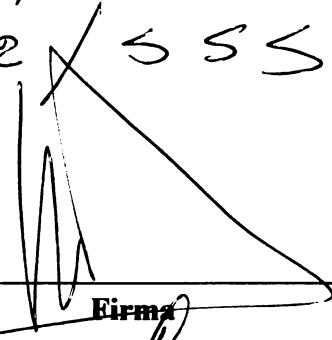
15 / XII / 2011



12 / 5 5 5

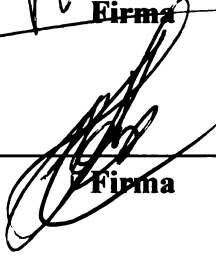
Autores:

Diego Domínguez Parolin



Firma

Agustín Saibene García



Firma

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes de nuestra facultad por los conocimientos compartidos, y en especial a nuestro Tutor Dr. José Pedro Dragonetti por todo el apoyo y asesoramiento brindado.

A todo el personal docente y no docente del Instituto de Investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Víctor H. Bertullo” por su paciencia y por facilitarnos las instalaciones para llevar adelante este trabajo.

Al Dr. José Piaggio por su aporte estadístico.

A la Prof. Silvia Gallo por la ayuda con el summary.

A Sheila Giacaman por todo el tiempo dedicado y el asesoramiento brindado.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta tesis, nuestro sincero agradecimiento.

“A mi familia y amigos por el apoyo incondicional, a mis compañeros de facultad por los inolvidables momentos compartidos en esta hermosa carrera y a mis compañeros de trabajo por darme siempre para adelante y renovar mis energías cada día”

DDP

“A mi novia Stefanie, a mi familia, amigos y a mis compañeros de trabajo y facultad, les agradezco enormemente por todo el apoyo y cariño que siempre me brindan. Dedico especialmente este trabajo a mi abuela Otilia y a mi abuela postiza Olga que me siguen desde arriba”

ASG

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	8
SUMMARY.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
Generalidades de los peces.....	12
<u>Peces de agua dulce en Uruguay.....</u>	12
<u>Chariciformes.....</u>	12
<u>Sábalo (Prochilodus lineatus).....</u>	13
<u>Taxonomía.....</u>	13
<u>Distribución de Sábalo en Uruguay.....</u>	13
<u>Características biológicas.....</u>	14
<u>Características morfológicas.....</u>	14
<u>Captura y comercialización.....</u>	14
Constituyentes del músculo de pescado – Propiedades del pescado como alimento...	15
Filetes de pescado.....	16
Cambios <i>post mortem</i>.....	17
<u>Cambios autolíticos.....</u>	17
<u>Cambios bacteriológicos.....</u>	18
Métodos de preservación.....	18
<u>Preservación por frío.....</u>	19
<u>Envasado al vacío.....</u>	20
Evaluación de la calidad del pescado.....	21
<u>Evaluación sensorial.....</u>	21
Apariencia General.....	22
Color.....	22
Olor.....	23
Textura.....	23
Elasticidad muscular.....	24
Enfermedades transmitidas por alimentos.....	24
OBJETIVOS.....	26
Objetivo General.....	26
Objetivos Particulares.....	26
HIPÓTESIS.....	26

MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Localización del proyecto.....	27
Materiales.....	27
Muestreo y preparación de las muestras.....	27
Análisis sensorial.....	27
Análisis objetivo.....	28
Análisis de los datos.....	28
RESULTADOS.....	29
Vida útil.....	29
Apariencia general.....	29
Color.....	30
Olor.....	37
Textura.....	40
Elasticidad.....	41
Evolución conjunta de las características sensoriales.....	43
<u>Filetes preservados en hielo.....</u>	43
<u>Filetes envasados al vacío.....</u>	43
Análisis estadístico.....	44
DISCUSIÓN.....	46
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXOS.....	53

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
CUADROS	
Cuadro 1. Exportaciones por especie en toneladas.....	10
Cuadro 2. Exportaciones de especies de agua dulce de mayor interés comercial.....	11
Cuadro 3. Principales constituyentes (porcentaje) del músculo de pescado y de vacuno..	15
Cuadro 4. Composición química de filetes de varias especies de pescados.....	15
Cuadro 5. Ventajas e inconvenientes de la refrigeración y la congelación.....	20
Cuadro 6. Escala de grado de frescura.....	28
Cuadro 7. Evolución de la apariencia general en filetes preservados en hielo.....	29
Cuadro 8. Evolución de la apariencia general en filetes envasados al vacío.....	30
Cuadro 9. Evolución del color en filetes preservados en hielo.....	31
Cuadro 10. Evolución del color en filetes envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).....	31
Cuadro 11. Valores RGB de filetes preservados en hielo.....	33
Cuadro 12. Valores RGB de filetes envasados al vacío.....	35
Cuadro 13. Evolución del color en filetes envasados al vacío recién expuestos.....	36
Cuadro 14. Evolución del olor en filetes preservados en hielo.....	37
Cuadro 15. Evolución del olor en filetes envasados al vacío recién expuestos.....	38
Cuadro 16. Evolución del olor en filetes envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).....	39
Cuadro 17. Evolución de la textura en filetes preservados en hielo.....	40
Cuadro 18. Evolución de la textura en filetes envasados al vacío.....	41
Cuadro 19. Evolución de la elasticidad en filetes preservados en hielo.....	42
Cuadro 20. Evolución de la elasticidad en filetes envasados al vacío.....	42
Cuadro 21. Evolución de las características sensoriales en filetes preservados en hielo (valores promedio de los 20 ensayos).....	43
Cuadro 22. Evolución de las características sensoriales en filetes envasados al vacío (valores promedio de los 20 ensayos).....	44
Cuadro 23. Interrelación entre el dictamen de los filetes al día 7 y el método de preservación utilizado.....	45

FIGURAS

Figura 1. Fotografía de Sábalo.....	13
Figura 2. Distribución de Sábalo en Uruguay.....	13
Figura 3. Filete fresco de Sábalo (<i>Prochilodus lineatus</i>).....	23
Figura 4. Evolución de la apariencia general en filetes preservados en hielo y envasados al vacío.....	30
Figura 5. Evolución del color en filetes preservados en hielo y envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).....	31
Figura 6. Evolución del color en filetes preservados en hielo.....	33
Figura 7. Evolución del color en filetes envasados al vacío.....	35
Figura 8. Comparación del color de una porción envasada al vacío con la misma porción luego de 5 minutos de expuesta.....	36
Figura 9. Evolución del color en filetes envasados al vacío recién expuestos (0 MIN.) y luego de cinco minutos de expuestos al aire (5 MIN.).....	36
Figura 10. Evolución del olor en filetes preservados en hielo.....	37
Figura 11. Evolución del olor en filetes envasados al vacío recién expuestos.....	38
Figura 12. Evolución del olor en filetes envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).....	39
Figura 13. Evolución del olor en filetes envasados al vacío recién expuestos (0 MIN.) y luego de cinco minutos de expuestos al aire (5 MIN.).....	39
Figura 14. Evolución del olor en filetes preservados en hielo y envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).....	40
Figura 15. Evolución de la textura en filetes preservados en hielo y envasados al vacío.....	41
Figura 16. Evolución de la elasticidad en filetes preservados en hielo y envasados al vacío.....	42
Figura 17. Evolución de las características sensoriales en filetes preservados en hielo (valores promedio de los 20 ensayos).....	43
Figura 18. Evolución de las características sensoriales en filetes envasados al vacío (valores promedio de los 20 ensayos).....	44

RESUMEN

Los actuales conocimientos de los procesos del deterioro de los pescados de agua dulce son pobres comparados con los que se tienen para pescados marinos. En el desarrollo de este proceso tiene lugar la pérdida progresiva de la frescura y calidad del pescado. Ello se produce a través de una serie de modificaciones sensoriales, autolíticas y bacteriológicas, que conducirán finalmente al rechazo por parte del consumidor. Para que estas modificaciones ocurran más lentamente y prolongar la vida útil del pescado es imprescindible la utilización de métodos de conservación. Los más utilizados en la industria pesquera son: el enfriamiento, la congelación, el enlatado, la salazón, el ahumado y el secado.

La reducción de la temperatura como medio de preservar el pescado y los productos pesqueros tiene una gran importancia a nivel mundial, tanto para los mercados locales como para la exportación. El método más utilizado para la preservación de filetes frescos se basa en la aplicación de hielo en escama. Como alternativa a ello se puede considerar el envasado al vacío del producto. Debido a que existe poca investigación sobre esta temática, se realizó el estudio comparativo entre ambos métodos de preservación utilizando al Sábalo (*Prochilodus lineatus*) como modelo experimentación, por ser el pez de agua dulce con mayor valor comercial de nuestro país.

En la literatura se describen una gran variedad de métodos para la determinación de la frescura del pescado: microbiológicos, físicos, químicos y sensoriales. Sin embargo, no existe ninguno que sea universal, es decir, que sea aplicable a cualquier especie de pescado, hábitat, modo de captura, etc. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar, mediante evaluación sensorial, el tiempo de vida útil en filetes de Sábalo preservados en refrigeración, con utilización de hielo en escama y envasados al vacío.

Se obtuvieron muestras de pescado, fresco y entero, los cuales fueron fileteados y algunos filetes divididos en porciones. Se realizaron un total de 20 (veinte) ensayos compuestos por filetes preservados mediante refrigeración con utilización de hielo en escama en cámara de 0 a 3 °C y porciones envasadas al vacío, preservadas en cámara de refrigeración a una temperatura de 0 a 3 °C. Todas las muestras se analizaron mediante evaluación sensorial, en intervalos de 24 hs., tomando en cuenta las características: apariencia general, color, olor, textura y elasticidad utilizando una escala con un sistema de puntuación por deméritos del 0 al 3. El estudio se realizó hasta el momento en que el producto llegó a su putrefacción, considerándose no apto para consumo.

Se pudo determinar que no hay diferencias significativas en el tiempo de vida útil de filetes de sábalo refrigerados con hielo en escama y filetes envasados al vacío refrigerados; siendo en ambos casos de 6 días. Sin embargo, el método de preservación mediante refrigeración con aplicación de hielo en escama es levemente mejor, aportando un mayor margen sobre el tiempo de vida útil.

Respecto a la evolución de la apariencia general y el color a lo largo del tiempo se pudo concluir que es igual para ambos métodos de preservación. La única diferencia observada se da en un leve cambio en el color del músculo rojo al exponer por un tiempo al aire las porciones envasadas al vacío. El olor desmejora con mayor rapidez en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama. No obstante, este parámetro, en el caso de las porciones envasadas al vacío, mejora luego de cinco minutos de expuestas al aire. Por otra parte, los filetes de Sábalo poseen muy buena textura y esta no se deteriora demasiado aunque los filetes ya estén podridos. La textura y la elasticidad se deterioran más rápidamente en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama.

Por lo descrito anteriormente, el método que resultó más eficaz para la preservación de filetes de Sábalo es la refrigeración con aplicación de hielo en escama.

SUMMARY

(FA)

The existing knowledge the processes of the degradation of freshwater fish are poor compared to those held for marine fish. On the development of this process takes place the progressive loss of freshness and quality of fish. This occurs through a series of sensory, autolytic and bacterial modifications, which eventually lead to the rejection by the consumer. It is essential to use conservation methods, so that these changes occur more slowly and prolong the life of fish. The most commonly used methods in the fishing industry are: cooling, freezing, canning, salting and drying. Temperature reduction as a means of preserving fish and fishery products is of great importance worldwide, both for local markets and for export. The preferred method for the preservation of fresh fillets is based on the application of ice flake. As an alternative to this, it can be considered the vacuum packaging of the product. Since there is little research on this issue, we performed a comparative study between two methods of preservation using the shad (*Prochilodus lineatus*) as experimental model, as the freshwater fish with high commercial value of our country. The literature describes a variety of methods for determining the freshness of fish: microbiological, physical, chemical and sensory properties. However, none of them are, ie applicable to any species of fish, habitat, capture mode, and so on. This study aimed to determine, through sensory evaluation, the shelf life of shad fillets stored under refrigeration, using flake ice and vacuum packaging. Fresh and whole fish samples were obtained, which were filleted and portioned and some of them were divided into portions. A total of 20 (twenty) essays formed by fillets preserved by cooling with flake ice in a chamber from 0 to 3 ° C and vacuum-packed portions preserved in refrigerated storage at a temperature of 0 to 3 ° C. All samples were analyzed by sensory evaluation, at intervals of 24 hours, taking into account the characteristics: general appearance, color, smell, texture and elasticity using a scale with a demerit point system from 0 to 3. The study was conducted until the product reached its putrefaction, considered unfit for consumption. It was determined that no significant differences in the lifetime of shad fillets flake ice-cooled and refrigerated vacuum packed fillets, both being of 6 days. However, the method of preservation by cooling with flake ice is slightly better, providing more room on the shelf life. Regarding the evolution of the overall look and color over time we may conclude the same for both methods of preservation. The only difference observed is given in a slight change in color of the red muscle at the exposure of the vacuum-packed portions to air for a while. Smell gets worse faster in vacuum-packed fillets than in fillets preserved by applying flake ice. However, this parameter, in the case of vacuum-packed portions, improve after five minutes of exposure to air. Moreover, shad fillets have a very good texture and it does not deteriorate much but the steaks are already rotten. The texture and elasticity deteriorate more rapidly in vacuum-packed fillets than in fillets preserved by applying ice flake. As described above, the more effective method for the preservation of shad fillets was cooling by ice flake.

INTRODUCCIÓN

Los peces brindan importantes y diversos beneficios a las poblaciones humanas, tanto de manera directa como indirecta. Los beneficios directos son los más conocidos, ya que los obtenemos en forma más evidente, por ejemplo alimentación, esparcimiento, ornamentación, obtención de medicamentos y uso como herramientas de investigación científica. Mientras tanto los beneficios indirectos están dados por interacciones de los peces con el ambiente y su efecto en el funcionamiento del mismo, lo cual resulta en diversos servicios que obtenemos de los ecosistemas. El más importante de los beneficios directos es la alimentación. Hay evidencia que indica, que el hecho de comenzar a comer pescado y mariscos, hace dos millones de años, significó una etapa clave para la nutrición, permitiendo la evolución del cerebro humano desde nuestros primeros antepasados hasta el *Homo sapiens* (Broadhurst et al. 1998).

Actualmente, a nivel mundial, los peces representan aproximadamente el 20 por ciento de la proteína animal consumida por el hombre, y la actividad pesquera brinda trabajo a más de 200 millones de personas en todo el mundo (Botsford et al. 1997).

La pesca de captura y la acuicultura suministraron al mundo unos 142 millones de toneladas de pescado en 2008. De ellos, 115 millones de toneladas se destinaron al consumo y proporcionaron un suministro per cápita aproximado de 17 Kg, lo cual constituye un máximo histórico de las estadísticas.

En nuestro país, si bien el consumo de carne de pescado no es el de mayor importancia, la pesca es un importante recurso económico, pescándose en torno a 115 mil toneladas por año (Teixeira de Mello, F y col, 2011), actividad que se desarrolla principalmente en el Río de la Plata y Océano Atlántico, pero también en nuestros ríos y lagunas más importantes. La mayor parte de la producción pesquera nacional se destina a la exportación siendo el principal rubro el pescado congelado, en forma de filete eviscerado o en bloque. Brasil, Estados Unidos, países de la Unión Europea, China, Nigeria y Japón son algunos de los compradores más importantes de los productos de la pesca uruguaya. Siendo la corvina y la merluza las especies más exportadas. Asimismo, dentro de las especies de agua dulce, el Sábalo (*Prochilodus lineatus*) es el de mayor importancia comercial (ver cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Exportaciones por especie en toneladas

Especie	2009	2008	Variación en %
Merluza	16.346	17.708	-7,70
Corvina	30.032	31.708	-6,00
Cazón o Tiburón	17.693	12.530	41,20
Cangrejo rojo	1.277	1.153	10,80
Merluza negra	768	975	-21,20
Calamar	2.988	11.664	-74,40
Sábalo	4.241	4.332	-2,10
Pescadilla de calada	2.941	5.207	-43,50
Castañeta o Papamosca	869	4.459	-80,50
Otros	16.103	24.176	-33,40
Total	93.259	114.136	-18,30

Fuente: DINARA, 2009.

Cuadro 2. Exportaciones de especies de agua dulce de mayor interés comercial

Especie	Valor FOB en miles de U\$S	Volumen en toneladas	Precio medio en U\$S/KG
Sábalo	3944	4241	0,93
Bagre	131	136	0,96
Boga	306	204	1,5
Dorado	76	37	2,05
Tararira	66	57	1,16

Fuente: DINARA, 2009.

El Sábalo constituye uno de los más importantes recursos pesqueros del río Paraná, Río de la Plata oeste y río Uruguay, donde se han establecidos pesquerías orientadas principalmente a la captura de esta especie. Estas pesquerías son de tipo artesanal, con pescadores que actúan en ellas de manera ocasional o permanente.

Esta especie también ha sido utilizada en piscicultura, donde la reproducción inducida ha sido satisfactoria (Teixeira de Mello, F y col, 2011).

Para que los productos de la pesca lleguen hasta el consumidor en buenas condiciones, es imprescindible la utilización de métodos de preservación eficaces desde el momento de la captura. Esto es debido a que después de la muerte del pescado, éste sufre un proceso de deterioro, cuya velocidad es más elevada que la de otros tipos de carnes. En el desarrollo de este proceso tiene lugar la pérdida progresiva de la frescura y calidad del pescado. Otro motivo es la demanda creciente de pescado fresco de buena calidad y la globalización de los mercados para estos productos, con un control de calidad más estricto (Shawyer & Medina, 2005). Los métodos más utilizados en la industria pesquera son el enfriamiento, la congelación, la salazón, el ahumado y el secado. Es de suma importancia conocer la vida útil de los productos de la pesca bajo los distintos métodos de preservación. Este periodo depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque (Brody, 2003).

Los actuales conocimientos de los procesos del deterioro de los pescados de agua dulce son pobres a los que se tiene para pescados marinos. Según Huss, la vida útil del Sábalo entero almacenado en hielo es de aproximadamente 25 días. Sin embargo, no se tiene información acerca de la misma en filetes.

El método más utilizado para la preservación de filetes frescos se basa en la utilización de hielo en escama. Como alternativa a ello se puede considerar el envasado al vacío. En los últimos años el uso de métodos combinados como la refrigeración y el envasado al vacío para empacar diversos alimentos se ha ido incrementando, mejorando las condiciones de seguridad, el almacenamiento y ampliando la vida útil (Suarez Mahecha y col., 2009).

Los métodos para la evaluación de la calidad del pescado fresco entero o filetes pueden ser divididos en dos categorías: sensorial e instrumental (Huss, 1998). Los análisis sensoriales, son empleados comúnmente en situaciones prácticas de la industria y comercio aunque también, son empleados en la investigación, al ser considerados como métodos científicos que producen resultados confiables y valederos, en la medida que sean aplicados bajo criterios formales y con personal entrenado (Ramírez Villalobos & Ishihar, 2008).

La escasa información existente acerca de los procesos de deterioro y la vida útil de los peces de agua dulce, así como de los métodos para su preservación fueron los motivos inspiradores para la realización de esta tesis.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Generalidades de los peces

Los peces son vertebrados con cráneo que viven en el agua, tienen branquias durante toda su vida y poseen aletas (Bond, 1996). Representan más de la mitad del total de los vertebrados modernos conocidos, existiendo a nivel mundial 515 familias, 4.494 géneros y 27.977 especies, de las cuales 12.457 son peces de agua dulce o que están presentes en alguna etapa de su vida en el mismo.

Existen varios criterios para su clasificación. En el sistema más utilizado, el subfilo vertebrados se divide en dos superclases: Agnata, que comprende la lamprea y otros peces sin mandíbula, y Gnatostomata, que abarca a los peces con mandíbula articulada. Estos últimos se dividen en dos clases: la clase Condrictios (peces cartilaginosos, como el tiburón y la raya) y la clase Osteictios, formada por los peces óseos.

Esta clasificación resulta importante desde el punto de vista práctico y también por el hecho de que estos grupos de peces se deterioran en formas diferentes y varían respecto a su composición química (Huss, 1998).

También se clasifican en tres grandes grupos según su hábitat:

- Peces de agua marina o marinos. Pertenecen a este grupo la mayor parte de las especies de peces comestibles. Proceden del mar, un medio donde las aguas son más ricas en sodio, yodo y cloro, lo que les confiere un olor y un sabor más pronunciado.
- De agua dulce o continentales. Proceden de ríos, arroyos y lagos, medios cuyas aguas son más ricas en magnesio, fósforo y potasio.
- Diadrómicos. Son aquellos que comparten su vida en ambos medios y realizan migraciones del agua dulce al agua marina en determinadas etapas de su vida; como salmón, trucha y anguilas.

En Uruguay existen aproximadamente 700 especies, de las cuales entre 200 y 250 de estas son de agua dulce.

Peces de agua dulce en Uruguay

Nuestro territorio está comprendido dentro de dos grandes cuencas hidrográficas, las cuales albergan diferentes especies. El río Uruguay y sus afluentes, el Río Negro y los tributarios de la costa del estuario del Plata forman parte de la cuenca del Plata-Paraná, la quinta mayor en extensión en el mundo. Los grupos dominantes en diversidad y biomasa de la región Neotropical son del Orden Chariciformes (sábalo, dorado, tararira, mojarra, dientudos, boga, etc.) y los Siluriformes (bagres y viejas de agua) (Teixeira de Mello, F y col, 2011).

Chariciformes

Estos peces en general se caracterizan por poseer cuerpo con escamas, dientes bien desarrollados y aleta adiposa (segunda aleta dorsal sin radios), entre otras características morfológicas. Es uno de los órdenes de peces de agua dulce con mayor diversidad de especies del mundo con más de 1500 especies descritas, pertenecientes a 18 Familias.

Su distribución actual es en África y Sudamérica y América Central. En Sudamérica es donde se encuentra su mayor diversidad, con 14 familias presentes y alrededor de 1400 especies.

Este grupo también es diverso en su morfología y ecología, existiendo especies desde 3cm de largo hasta especies de más de un metro y 50 Kg. de peso.

En nuestro país existen en el entorno de 70 especies representantes de 10 familias. Siendo la especie más explotada el Sábalo.

Sábalo (*Prochilodus lineatus*)

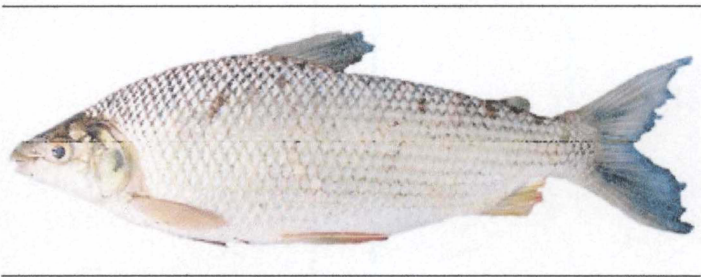


Figura 1. Fotografía de Sábalo.

Taxonomía

- Reino: *Animalia*
- Filo: *Chordata*
- Clase: *Osteichyhes*
- Orden: *Chariciformes*
- Familia: *Prochilodontidae*
- Especie: *P. lineatus*
- Nombre común: *Sábalo*
 - Lamepiedras*
 - Bocachico*
 - Carimbatá*
 - Curimbatá*
 - Mbatá*
 - Grumatá*
 - Curimbá.*

Distribución de Sábalo en Uruguay

Río Uruguay y sus principales afluentes, tramo inferior del río Negro, así como río Santa Lucía y Río de la Plata oeste (ver figura 2).



Figura 2. Distribución de Sábalo en Uruguay.
Fuente: Teixeira de Mello, F. y col., 2011.

Características biológicas

Prochilodus lineatus es una especie de gran tamaño, pudiendo alcanzar los 80 cm. de largo total y superar los 7 Kg. de peso (Zaniboni Filho et al. 2004). Habita en grandes ríos y realiza extensas migraciones reproductivas y alimenticias entre los ríos Uruguay y Paraná, asociadas a pulsos de inundación que contactan el río con lagunas y humedales marginales. Pueden moverse distancias de hasta 1500 Km. en total y 43 Km. diariamente. Se alimenta de materia orgánica del sedimento (detritívoro) cumpliendo un rol fundamental en las redes tróficas. Su biología reproductiva no ha sido estudiada en detalle en nuestro país, sin embargo, la aparición de larvas y juveniles en el verano temprano indicarían que se reproduce en primavera (Teixeira de Mello, F y col, 2011).

Características morfológicas

Presenta un cuerpo comprimido, con cabeza gruesa, de perfil ligeramente cóncavo en el occipucio. La boca se proyecta con labios protráctiles y presenta numerosos dientes falciformes. El vientre es curvo y con forma redonda posee escamas ásperas en el borde expuesto; cuenta con aletas pectorales, ventrales y anales, teniendo la aleta caudal horquillada. Con respecto al color, se observa una tonalidad gris verdosa que va aclarándose hacia el vientre que es amarillento; sus aletas son grises con amarillo; los juveniles pueden mostrar barras verticales en el flanco y motas oscuras en la aleta dorsal (Sverlij, S. B. y col, 1993).

Captura y comercialización

La pesca de Sábalo es del tipo artesanal. Esta se puede clasificar en tres categorías en función de las artes, métodos de pesca y embarcaciones utilizadas:

1. Pescadores artesanales en pequeña escala, que operan con barcas o chalanas a remo o con motor fuera de borda de baja potencia, que utilizan redes agalleras y/o espineles.
2. Sabalerías, que operan con redes de arrastre de playa de 400 a 800 m de longitud que industrializan el producto de la pesca para la fabricación de harina y aceite de pescado.
3. Barcos de entre 10 m y 15 m de eslora tripulados por 5 o 6 pescadores, que utilizan redes agalleras, palangres y redes de lancear, que alternan la pesca de sábalo, boga, pejerrey, anchoíta, patí y dorado en el bajo río Uruguay con la pesca de la corvina en la zona de General Lavalle (Provincia de Buenos Aires) (CARU, 2004).

Esta especie constituye el mayor porcentaje en las capturas comerciales destinadas a mercado interno y externo, referidas a peces de río. Exportándose en gran cantidad a los mercados de Brasil, Colombia y países de África. En el año 2009 se exportó un volumen de 4241 toneladas de Sábalo. Esta fue la especie de agua dulce que alcanzó mayor volumen para este año muy por encima de otras especies como Boga (204 toneladas), Bagre (136 toneladas), Tararira (57 ton.) y Dorado (37 ton.).

Cabe destacar que el precio medio en u\$s por kg. de Sábalo es el de menor entre las especies anteriormente nombradas (0.93 u\$/kg.) (DINARA, 2009).

Constituyentes del músculo de pescado – Propiedades del pescado como alimento.

La composición química de los peces varía considerablemente entre las diferentes especies y también entre individuos de una misma especie, dependiendo de la edad, sexo, medio ambiente y estación del año (ver cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Principales constituyentes (porcentaje) del músculo de pescado y de vacuno.

Constituyente	Pescado (filete)			Carne vacuna (músculo aislado)
	Mínimo	Variación normal	Máximo	
Proteínas	6	16-21	28	20
Lípidos	0,1	0,2 - 25	67	3
Carbohidratos		< 0,5		1
Cenizas	0,4	1,2-1,5	1,5	1
Agua	28	66-81	96	75

FUENTE: Stansby, 1962; Love, 1970.

Cuadro 4. Composición química de filetes de varias especies de pescados.

Especie	Agua (%)	Lípidos (%)	Proteínas (%)
Bacalao	78-83	0,1-0,9	15,0-19,0
Anguila	60-71	8,0-31,0	14,4
Salmón	67-77	0,3-14,0	21,5
Trucha	70-79	1,2-10,8	18,8-19,1
Atún	71	4,1	25,2
Pejerrey	80	0,7-3,6	17,3-17,9
Carpa	81,6	2,1	16
Sábalo	67	4,3	23,4
Corvina	67,9	5,9	21,7
Bagre	79	3,7	14,8

FUENTES: Murray y Burt, 1969. Poulter y Nicolaides, 1985.

La fracción lipídica es el componente que muestra la mayor variación. La gran variedad en el contenido graso entre las especies de pescado hace que se utilice el siguiente parámetro para clasificarlas en tres grupos:

- *Pescados magros o blancos: contienen menos del 1% de grasa (bacalao, lenguado).
- *Pescados grasos o azules: su contenido en grasa es mayor a 8% (salmón, atún, caballa y la sardina).
- *Pescados semigrasas: su proporción de grasa oscila entre el 2 y el 7% (sábalo, trucha, carpa o la gallineta) (Huss, 1998).

El contenido de lípidos en filetes de pescado magro es bajo y estable, mientras que el

contenido de lípidos en filetes de especies grasas varía considerablemente. Esta variación en el porcentaje de grasas se refleja en el porcentaje de agua, dado que la grasa y el agua normalmente constituyen el 80 por ciento del filete. Esta proporcionalidad se puede emplear para "estimar" el contenido de grasa, a partir de la determinación del contenido de agua en el filete (Huss, 1998).

El contenido de carbohidratos en el músculo de pescado es muy bajo, generalmente inferior al 0,5 por ciento. Esto es típico del músculo estriado, en el cual los carbohidratos se encuentran en forma de glucógeno y como parte de los constituyentes químicos de los nucleótidos. Estos últimos son la fuente de ribosa liberada como una consecuencia de los cambios autolíticos *post mortem*.

Desde el punto de vista nutritivo los aspectos que se destacan en su composición son:

- Las proteínas son fáciles de digerir y su composición en aminoácidos esenciales es al menos tan adecuada para la nutrición humana como la carne. En consecuencia, la función más importante en los países de tradición ictiófaga es la de proporcionar proteínas de alto valor biológico.
- Contiene lípidos que se digieren con facilidad y son ricos en ácidos grasos insaturados. No obstante, como ocurre con todas las grasas insaturadas, es muy sensible a la oxidación y al desarrollo de rancidez y sabores desagradables.
- Son alimentos ricos en vitaminas. La grasa es una fuente excelente de vitaminas A y D. El tejido muscular aporta también vitaminas del grupo B, aunque su contenido suele ser mayor en los moluscos y crustáceos que en los peces (Lubes Colella, 2005).

Filetes de pescado

Definición:

Según el Reglamento Bromatológico Nacional, Decreto 315/994: "Son los músculos laterales del pescado obtenidos por corte neto. Pueden estar provistos de piel y presentarse con y sin espinas".

De acuerdo al *Codex Alimentarius* (2005), "Los filetes de pescado refrigerados son lonjas de pescado, apto para el consumo humano; de tamaño y forma irregulares que se separan del cuerpo del pescado mediante cortes paralelos a la espina dorsal".

Cambios *post mortem*.

Tras la muerte del pescado, el músculo de éste está totalmente relajado. La textura es firme y elástica al tacto, y el pH se encuentra en valores cercanos a 7. Esta es conocida como etapa de *pre-rigor* o irritabilidad. A partir de este momento el pescado sufrirá una serie de modificaciones sensoriales, autolíticas y bacteriológicas, que conducirán finalmente al rechazo por parte del consumidor. Durante el transcurso del deterioro las condiciones de almacenamiento del pescado serán claves para alargar o acortar el tiempo de vida comercial.

Cambios autolíticos

La interrupción de la circulación sanguínea priva al músculo del aporte de oxígeno y de toda una serie de nutrientes celulares. La actividad celular continúa aún activa durante poco tiempo impulsada por las reservas de energía, principalmente glucógeno y ATP, que quedan en las células musculares después del forcejeo del pescado en el momento de su captura.

Cuando se agota el ATP celular y con la finalidad de obtener más energía, se inicia una glucólisis anaerobia, degradando el glucógeno a glucosa y ácido láctico, de una manera similar a la que se produce en la carne de los mamíferos. La acumulación de ácido láctico provoca un descenso en el pH del músculo y, si lo hace hasta el punto isoelectrónico de las proteínas miofibrilares, éstas se desnaturalizan y pierden su capacidad de retener agua, lo que origina cambios en la textura del pescado.

Un segundo estadio, caracterizado por la ausencia de ATP, es el de rigidez cadavérica o más conocido como *rigor mortis*, donde el pescado se torna rígido y duro y el pH se encuentra en el entorno de 6. Es un estado de contracción permanente del músculo debido a la unión irreversible de los filamentos de actina y miosina. Comienza de 1 a 7 horas *post-mortem* y su duración es variable de acuerdo a diversos parámetros como ser estado de fatiga, reservas de glucógeno, estado reproductivo, estado nutricional, etc. Luego se resuelve el *rigor* y el músculo se relaja nuevamente, recuperando la flexibilidad pero no la elasticidad previa al *rigor* (Huss, 1995). Este proceso se instala de cabeza a cola y desaparece en el mismo sentido (Bertullo V.H, 1975). El tiempo entre el inicio y la resolución del *rigor mortis* depende de varios factores como la especie de pescado, talla, método de captura, manipulación, temperatura y condiciones físicas del pescado.

La pérdida de las reservas de energía se traducen en un desequilibrio químico intracelular que activa ciertas enzimas endógenas proteolíticas, generando rupturas de los enlaces peptídicos que provocan el ablandamiento de la estructura muscular. Cuando el músculo comienza a ablandarse nuevamente comienza el tercer estadio, conocido como alterativo o de *post-rigor*. Se han aislado diversas proteasas del músculo de pescado, siendo las catepsinas las enzimas proteolíticas mayormente descritas. Estas normalmente se encuentran inactivas contenidas dentro de los lisosomas en el tejido vivo. A pH ácido estas enzimas se activan y pasan al líquido sarcoplasmático degradando los sarcómeros. La desnaturalización de las proteínas da lugar a un ablandamiento de la carne del pescado que dificulta o impide su procesamiento. Generalmente, coincidiendo con la proteólisis comienza la lipólisis de la grasa, lo que da lugar a la liberación de ácidos grasos, siendo muy importantes los fenómenos posteriores de autooxidación que se producen sobre ellos. Estas reacciones cobran más importancia cuanto mayor sea el contenido lipídico del mismo (Monteagudo-Torres, 2002).

Cambios bacteriológicos

La carne y los órganos internos del pescado sano recién capturado son generalmente estériles, pero existe flora contaminante en piel, agallas e intestino, que depende del ambiente en el que han vivido los peces y su alimentación (Pascual-Anderson, 2000). Por un lado, la piel hace de barrera para impedir la entrada de microorganismos y por otro lado, el peritoneo protege la zona intestinal. Durante la captura y manipulación del pescado tienen lugar desgarros y roturas de tejido que permiten la colonización bacteriana del músculo por parte de la flora característica del pescado. A su vez, la invasión bacteriana del pescado se ve favorecida por los cambios debidos a la autólisis, los cuales convierten la carne de pescado en un medio rápidamente utilizado por las bacterias, ya que contiene compuestos de bajo peso molecular como dipéptidos y aminoácidos libres.

El crecimiento microbiano es principalmente superficial, siendo el deterioro resultado de la difusión de enzimas bacterianas hacia el interior del músculo (Huss, 1988). Inicialmente, el crecimiento se da bajo condiciones aerobias utilizando como sustrato los hidratos de carbono y el lactato. Luego, el crecimiento de microorganismos aerobios da lugar a la formación de microclimas anaerobios en la superficie del pescado, que favorece el desarrollo de las bacterias anaerobias facultativas. La flora bacteriana inicial en pescados de agua templada está dominada por bacterias gram-negativas, bacilos psicrófilos pertenecientes a los géneros *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* y *Vibrio*.

Métodos de preservación

El Sábalo, como la mayoría de las especies de pescado, es un alimento altamente perecedero debido, principalmente, a procesos enzimáticos y bacterianos que están favorecidos por su elevado contenido en agua, aminoácidos libres y por el incremento del pH que acompaña a la alteración. La velocidad de degradación del pescado dependerá de factores intrínsecos, como el tamaño del espécimen, la permeabilidad de la piel o la contaminación bacteriana en el momento de la captura, y de factores extrínsecos como la manipulación y el empleo de técnicas de conservación. Estas técnicas irán encaminadas fundamentalmente a impedir o retrasar el desarrollo bacteriano (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005). Las más empleadas para la conservación de los productos de la pesca son:

- **Preservas:** Se estabiliza el pescado mediante un tratamiento apropiado. Su vida útil es inferior al de las conservas clásicas y se deben mantener refrigerados (entre 0 °C y 5 °C).
 - **Aplicación de frío:** es el método de preservación más utilizado.
 - **Productos en salazón:** Son sometidos a la acción prolongada de la sal.
 - **Ahumados:** Una vez salados son sometidos a la acción del humo de madera en cámaras apropiadas.
 - **Desecados:** Se les aplica aire seco u otro sistema hasta disminuir su humedad por debajo del 15%.
 - **Cocidos:** Son sometidos a la acción del calor como vapor de agua o agua hirviendo y se mantienen en envases impermeables al agua hasta su uso.
 - **Aplicación de atmósferas modificadas:** Ralentiza los procesos de descomposición y alarga el periodo de vida útil del pescado.
 - **Irradiación:** Consiste en exponer el producto a radiaciones de cobalto 60 o radiaciones gamma, sin que quede radioactividad residual en el producto tratado. Así, se destruyen los microorganismos presentes y se consigue un producto estable.

- **Altas presiones:** Causan la inactivación de los microorganismos mediante cambios en la estructura de su membrana celular.
- **Conservas:** Se introducen en envases cerrados herméticamente, junto con otros alimentos (aceite, condimento, etc.) y se someten a la acción del calor (normalmente 110 – 120 °C durante 20-45 minutos), con lo que se asegura la destrucción de todos los microorganismos. De esta forma las conservas se pueden guardar durante meses e incluso 1-2 años a temperatura ambiente.

El método más utilizado para preservar el pescado, desde su captura hasta la llegada al consumidor, es la aplicación de frío.

Preservación por frío

La reducción de la temperatura como medio de preservar el pescado y los productos pesqueros tiene una gran importancia en todo el mundo, tanto para los mercados locales como para la exportación. Es el parámetro ambiental de mayor influencia en el crecimiento de microorganismos en los alimentos musculares. Cuando disminuye por debajo de la óptima para los microorganismos, aumenta la duración de los tiempos de generación y de latencia, y en consecuencia se enlentece el crecimiento.

Según la intensidad aplicada del frío, se puede clasificar en: pescado refrigerado, pescado congelado y pescado ultracongelado (Madrid y col., 1999).

El Pescado refrigerado es aquel que es mantenido a temperaturas que oscilan entre 0 °C y 6 °C. De esta forma el pescado se puede preservar durante varios días. Las condiciones de refrigeración no detienen los cambios sensoriales, ni el crecimiento bacteriano, ni su actividad enzimática, pero se enlentecen dichos procesos y la consecuente aparición de los productos de degradación relacionados con la putrefacción.

El Pescado congelado es aquel que se somete a la acción de un frío más intenso en equipos especiales hasta alcanzar temperaturas en el centro de las piezas del orden de -16 °C a -25 °C (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005), pudiendo preservarse así durante semanas e incluso meses. La congelación conviene que sea rápida para que los cristales que se formen de hielo sean pequeños (aunque numerosos) y así no dañen al tejido celular del pescado. Contrariamente, la descongelación debe ser lenta para que las proteínas miofibrilares reabsorban bien el agua. En cuanto a la temperatura de almacenamiento es conveniente que se mantenga constante, con el fin de minimizar los cambios físicos y químicos como la deshidratación y la oxidación (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005).

En el Pescado ultracongelado, la congelación por frío se acelera para que en menos de dos horas, la temperatura del centro del producto baje hasta -5 °C. Luego continúa la congelación hasta alcanzar temperaturas entre -16°C y -35 °C (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005).

Tanto la refrigeración como la congelación pueden generar productos estables, y la elección de uno u otro método depende de muchos factores (Ver cuadro 5).

Cuadro 5. Ventajas e inconvenientes de la refrigeración y la congelación.

Refrigeración	Congelación
Almacenamiento a corto plazo (hasta un máximo de un mes para algunas especies, sólo unos pocos días para otras)	Almacenamiento a largo plazo (un año o más para algunas especies)
Temperatura de almacenamiento: de 0 a 5 °C	Temperatura de almacenamiento muy inferior a cero, por ejemplo: -18 °C en el centro térmico del producto
Relativamente económica	Relativamente costosa
El producto es similar al pescado recién capturado	
Tecnología relativamente sencilla	Tecnología relativamente compleja
No se necesitan conocimientos avanzados	Se necesitan conocimientos avanzados
Refrigeración portátil	Operaciones generalmente fijas

FUENTE: Shawyer y col, 2005.

Para aprovechar al máximo las ventajas de la refrigeración, es fundamental mantener temperaturas bajas durante todas las diversas operaciones de manipulación del pescado. La forma de refrigeración más común es el uso de hielo. Cuando este se utiliza de forma correcta se puede mantener el pescado fresco, con un aspecto atractivo en el mercado. Es un método de eficacia comprobada, por los motivos siguientes:

- ☐ Su capacidad de enfriamiento es muy alta.
- ☐ Puede mantener una temperatura muy constante.
- ☐ Puede mantener el pescado húmedo y, al fundirse, puede limpiar el pescado, arrastrando las bacterias presentes en su superficie.
- ☐ Puede transportarse de un lugar a otro y su efecto refrigerante puede utilizarse donde se necesite.

Envasado al vacío

Los consumidores demandan productos cada vez más naturales, lo mas semejantes posibles desde el punto de vista organoléptico y nutritivo a los productos frescos, sin que hayan sufrido un proceso severo. A la vez, deben ser seguros desde el punto de vista higiénico y poseer una vida útil más larga, cualidad que por a otra parte, resulta ser la preocupación de los productores, pues de ella depende una eficaz distribución de sus productos. Para mantener el estado natural de los alimentos se recurre actualmente a distintas técnicas de envasado. De esta forma se logra preservar y proteger el alimento durante periodos más largos de tiempo (López Alonso y col, 2004).

Las técnicas más utilizadas son:

- Vacío: donde simplemente se elimina el aire.
- Atmósferas Controladas: la composición del gas que rodea al alimento se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado.
- Atmósferas Modificadas: la composición de gases se ajusta al principio del almacenamiento, generalmente en el momento de envasar el alimento y no se vuelve a modificar.

El envasado al vacío consiste en la eliminación total del aire dentro del envase, sin que sea remplazado por otro gas. Este método se emplea actualmente para distintos tipos de productos como carnes frescas, carnes curadas, quesos, etc. En menor medida se utiliza en panadería y otros alimentos con una consistencia blanda, ya que en estos la aplicación de vacío puede provocar una deformación.

El proceso implica envasado en un film de baja permeabilidad al oxígeno y el sellado, luego de realizar la evacuación del aire. Con unas buenas condiciones de realización del vacío, la concentración de oxígeno se reduce por debajo del 1%. En las piezas de carne envasadas mediante este sistema se produce un cambio de color (pardeamiento) que puede producir un cierto rechazo en el consumidor. Otro inconveniente que puede presentar es la acumulación de exudado en el propio envase (López Alonso y col, 2004).

Evaluación de la calidad del pescado

En la industria alimentaria, los atributos de calidad de la materia prima de la cual partimos y a la que se le someterá un proceso tecnológico son de vital importancia. Sabido es, que para obtener un producto final de buenas características, es necesario partir de una materia prima de buena calidad.

Generalmente el término "calidad" se refiere a la apariencia estética y fresca, o al grado de deterioro que ha sufrido el pescado. También puede involucrar aspectos de inocuidad como ausencia de bacterias patógenas, parásitos o compuestos químicos. Es importante recordar que "calidad" implica algo diferente para cada persona y es un término que debe ser definido en asociación con un único tipo de producto.

Los métodos utilizados en la evaluación de la calidad del pescado fresco son los microbiológicos, físicos, químicos y sensoriales (Huss, 1998).

Evaluación sensorial

“La mejor manera de evaluar el grado de frescura o descomposición del pescado consiste en aplicar técnicas de evaluación sensorial...” (*Codex alimentarius*, 2003).

El análisis o evaluación sensorial, se puede definir como el análisis de los alimentos a través de los sentidos. Desde la antigüedad se ha utilizado la valoración sensorial para aceptar o rechazar los alimentos, así como para asignarle un determinado valor comercial. Presenta dos grandes ventajas: la rapidez y la sencillez. Sin embargo, las sensaciones que motivan al rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento que se perciben, dependiendo tanto de la persona como del entorno. Para que el análisis sensorial se pueda realizar con un grado importante de fiabilidad, será necesario objetivar y normalizar los términos y las condiciones que puedan influir en las determinaciones. Teniendo esto en cuenta, Sancho y col. (1999) definieron de forma más estricta el análisis sensorial como el examen de los caracteres organolépticos de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivos.

Durante los últimos 50 años se han desarrollado muchos esquemas para la evaluación sensorial del pescado. El primer método moderno fue desarrollado en la Torry Research Station (Aberdeen, Escocia). Consiste en el diseño de una tabla descriptiva en la que se adjudica al pescado una puntuación dentro de una escala donde el valor más alto corresponde a la máxima frescura y el más bajo al pescado muy deteriorado, valorado en función de características como el olor, sabor, textura y apariencia global (Abaroa, M. C. y col, 2008).

En la actualidad uno de los métodos más utilizados para la evaluación del pescado fresco es el Método de Índice de Calidad o *Quality Index Method* (QIM). Este se basa en la evaluación de los parámetros sensoriales significativos del pescado crudo utilizando un sistema de puntuación por deméritos para cada parámetro, que generalmente es del 0 al 4. Ninguna muestra puede ser rechazada basándose en un único criterio, ya que se tienen en cuenta varios atributos simultáneamente. Por lo tanto, la puntuación total del QIM no se ve influenciada por pequeñas diferencias en las puntuaciones para un único atributo. Cuanto más baja sea la puntuación, más fresco es el pescado.

Dos de las ventajas más relevantes del QIM es que resulta específico para cada especie de pescado y describe de forma objetiva y precisa los cambios significativos detectados durante el almacenamiento. Existe una correlación lineal entre la calidad sensorial del pescado, expresada como una puntuación de deméritos, y su duración en hielo, lo cual hace posible predecir el tiempo de vida remanente del pescado en hielo. Esto puede ser de utilidad para los comerciantes de pescado, ya que pueden saber cuánto tiempo permanecerá aceptable su compra para la venta. El beneficio principal del QIM consiste en proporcionar al usuario una medida fiable y estandarizada de la frescura de un producto (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005).

Apariencia General

Es el atributo que nos da una valoración inicial global del alimento. Frecuentemente es el que determina su aceptación o el rechazo (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005).

Al analizar la apariencia general se evalúan conjuntamente ciertas propiedades que están estrechamente relacionadas como lo son el color, la forma, tamaño, brillo, etc.

Color

El color resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de determinadas características de la luz:

- El tono está determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- La intensidad depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del alimento.
- El brillo depende de la cantidad de luz reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él.

A la inspección los filetes crudos pueden tener aspecto traslúcido, brillante, color natural, opaco, mate, manchado de sangre, etc.

El filete fresco de Sábalo presenta un color brillante, siendo rojo intenso en el músculo rojo y amarillo fuerte en el músculo blanco (ver cuadro 3).



Figura 3. Filete fresco de Sábalo (*Prochilodus lineatus*).

Olor

Es la percepción por medio del olfato de sustancias volátiles liberadas por los alimentos. “Para su evaluación se debe tener en cuenta que el sentido del olfato es el que más rápido se fatiga” (Dragonetti, 2008).

Tras la captura y durante el almacenamiento, los microorganismos presentes en el pescado y los enzimas que secretan, invaden el músculo y reaccionan con la mezcla de sustancias presentes, provocando cambios en los compuestos odoríferos (Pons Sánchez-Cascado, S., 2005). Este parámetro también está relacionado con el grupo de peces que estamos evaluando. Los peces óseos como el Sábalo son uricotélicos, mientras que los cartilagosos son ureotélicos. Esto es muy importante para la evaluación organoléptica, porque la urea por acción bacteriana es desdoblada en amoníaco. Como consecuencia de esto los peces cartilagosos naturalmente tienen un olor más fuerte, amoniacal (Bertullo, V. H., 1975).

En este caso se trabajó con un pez óseo, con la particularidad que es de agua dulce. Por esto encontraremos olores que son ajenos a la putrefacción, diferentes a los que se producen en las especies marinas.

La trimetilamina es un compuesto básico volátil que no se encuentra en el pescado vivo. En pescado fresco, se encuentra en cantidades muy pequeñas y se va acumulando durante el deterioro como resultado, principalmente, de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA). Siendo responsable del característico olor a “pescado” que es indicador del deterioro bacteriano del mismo. El OTMA forma parte de la fracción nitrogenada no proteica. Se han propuesto diferentes hipótesis respecto a la función del OTMA, pero la más ampliamente aceptada es la que atribuye a dicho compuesto un papel importante en los procesos de osmorregulación (Stenberg y col., 1984). Ello explica que presente contenidos mucho mayores en las especies de agua salada que en las de agua dulce. Por lo tanto, en el Sábalo no encontramos el olor característico a “pescado” por no ser una especie marina.

Textura

La textura es uno de los factores más importantes a considerar en la calidad del pescado. Es una característica sensorial para el consumidor y un importante atributo para el procesamiento mecánico de los filetes. Las propiedades texturales dependen de la composición química y estructural. La carne de los peces teleósteos está formada por bloques musculares adyacentes, denominados miótomos y separados uno del otro por láminas de colágeno denominadas

miocomata. Los miótomos de los dos lados del esqueleto axial forman una W y corren a lo largo del cuerpo formando series seguidas de W. Dentro de cada miótomo, las fibras musculares (miómeros) corren de forma paralela formando ángulos que favorecen los movimientos necesarios durante el nado. El miocomata está conectado internamente a la piel y al sistema esquelético, unido a la membrana que divide el pescado en región epiaxial e hipoaxial a través de un septum medio vertical. La unión entre miómero y miocomata es realizada por el colágeno, el cual tiene su origen en el miocomata y envuelve cada fibra muscular. El colágeno es el mayor constituyente del tejido conectivo intramuscular de los peces ejerciendo una importante función en la textura de su carne (Suárez Mahecha y col, 2007). Diferentes trabajos ultraestructurales han demostrado que la pérdida de la textura en la carne de los peces es uno de los efectos originados por la degradación del tejido conectivo pericelular y no por el tejido conectivo intersticial. Esta degradación es ocasionada por la acción de las colagenasas (Delbarre Ladrat, 2006). Como consecuencia de esto, según el grado de deterioro en el que se encuentre el filete, la textura puede presentarse firme, elástica, blanda, plástica. Para su evaluación pasamos el dedo índice suavemente sobre la superficie de los filetes y observamos el grado en el que se desprenden las fibras musculares.

Elasticidad muscular

Al igual que la textura, la elasticidad muscular depende de la composición química y estructural del pescado, en particular de las miofibrillas y proteínas del tejido conectivo. La pérdida de la elasticidad en la carne de los peces es originada por la degradación del tejido conectivo que separa los miótomos y conecta al músculo a la piel y al sistema esquelético, denominado miocomata (Suárez Mahecha y col, 2007). Para evaluar este atributo ejercemos con el dedo índice una moderada presión, acorde a las especie en cuestión, sobre los músculos dorso laterales del pescado, valorando la capacidad de respuesta del músculo ante este estímulo. Un músculo en buenas condiciones se recupera rápidamente. Cuanto más tiempo demore en recuperarse y cuanto más profunda sea la depresión ocasionada mayor será el grado de alteración del ejemplar (Dragonetti, 2008).

Enfermedades transmitidas por alimentos

Se define a ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos) como: “síndrome originado por la ingestión de alimentos y/o agua, que contengan agentes etiológicos, en cantidades tales que afecten la salud del consumidor a nivel individual o grupos de población” Acuña et al., 2002).

“Las enfermedades de transmisión alimentaria y los daños provocados por los alimentos son, en el mejor de los casos desagradables, y en el peor de los casos pueden ser fatales” (*Codex Alimentarius*, 1997).

Aunque no se conoce la incidencia real de las ETA, se ha estimado que tan solo se comunica el 1% de los casos reales de estas enfermedades (Mossel, citado por Huss, 1997; Hayes, 1993).

Existe poca información epidemiológica en el país sobre entidades mórbidas de origen alimentario en productos pesqueros, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) no son de denuncia obligatoria en general y ciertas afecciones derivadas del consumo de pescado y productos pesqueros no se denuncian o no son diagnosticadas clínicamente frente a las consultas de los consumidores afectados (Bertullo, E. y Pollak, A., 2001).

Los productos frescos y congelados, consumidos al estado cocido como filetes o posta de pescado se encuentran en la categoría “sin riesgo, si se cocinan adecuadamente” en la clasificación por categorías de productos pesqueros según su riesgo alimentario en Uruguay (Bertullo, E. y Pollak, A., 2001).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el tiempo de vida útil de filetes de Sábalo (*Prochilodus lineatus*) refrigerados con hielo en escama y filetes envasados al vacío refrigerados.

Objetivos Particulares

- Comparar el tiempo de vida útil de filetes de Sábalo refrigerados con hielo en escama y filetes envasados al vacío refrigerados.
- Evaluar el efecto del envasado al vacío, respecto a la aplicación de hielo en escamas, como método de preservación en filetes de Sábalo.
- Realizar evaluación sensorial de filetes de Sábalo.

HIPÓTESIS

El deterioro del pescado ocurrirá más lentamente en los filetes preservados por envasado al vacío y refrigerados, que en los preservados mediante refrigeración y aplicación de hielo en escama.



MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del proyecto

Este ensayo experimental se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Pesqueras "Prof. Dr. Víctor H. Bertullo". Facultad de Veterinaria – Universidad de la República.

Materiales

- ☐ *Hielo en escama*
- ☐ *Envasadora de vacío*
- ☐ *Bolsas para envasado al vacío*
- ☐ *Tablas para filetear*
- ☐ *Cuchillas*
- ☐ *Cámara frigorífica de 0 a 3 °C*
- ☐ *Fábrica de hielo*
- ☐ *Regla*
- ☐ *Cámara de fotos*
- ☐ *Computadoras*

Muestreo y preparación de las muestras

Todas las muestras (pescado fresco y entero) fueron obtenidas en una planta pesquera y transportadas inmediatamente, refrigeradas con hielo en escama, al laboratorio, donde posteriormente los pescados fueron fileteados y algunos filetes divididos en porciones. Se realizaron un total de 20 (veinte) ensayos. Cada uno compuesto por un filete entero, de aproximadamente 450 g., preservado mediante refrigeración con utilización de hielo en escama, en cámara de 0 a 3 °C y nueve porciones de aproximadamente 150 g cada una, envasadas al vacío y preservadas en cámara de refrigeración a una temperatura de 0 a 3 °C.

Análisis sensorial

Se analizaron mediante evaluación sensorial, en intervalos de 24 hs., el filete entero preservado en refrigeración con hielo en escama y una porción preservada en refrigeración envasada al vacío, hasta el momento en que el producto llegó a su putrefacción, considerándose no apto para consumo. La porción al vacío una vez expuesta y evaluada fue descartada, y a las siguientes 24 hs. se tomó otra porción de las nueve que componían el ensayo. El hielo aplicado en los filetes enteros refrigerados fue sustituido diariamente luego de cada evaluación.

Las características sensoriales evaluadas fueron: Apariencia general, color, olor, textura y elasticidad. Se utilizó una escala con un sistema de puntuación por deméritos del 0 al 3. Esta escala fue tomada del método sensorial *Quality Index Method* (QIM) que utiliza un sistema práctico de calificación en el cual el pescado se inspecciona y se registran los deméritos correspondientes (ver cuadro 6). Vale aclarar que el QIM es un método objetivo para la evaluación de pescado entero y es específico para una determinada especie, por lo tanto solamente se utilizó el mismo tipo de escala adaptada a nuestro ensayo. Ninguna muestra fue rechazada basándose en un único criterio, ya que se tienen en cuenta varios atributos simultáneamente.

Cuadro 6. Escala de grado de frescura.

PUNTAJE	CALIDAD
0	Excelente
1	Bueno
2	Regular
3	Malo

Fuente: Abaroa, M. C y col, 2008.

Análisis objetivo

Para determinar objetivamente la evolución del color en filetes refrigerados con aplicación de hielo en escama y filetes envasados al vacío refrigerados, se empleó el modo Color RGB de Photoshop Cs3. Este modo utiliza el modelo RGB (Red-Green-Blue) y asigna un valor de intensidad a cada píxel. Los valores de intensidad varían de 0 (negro) a 255 (blanco) para cada uno de los componentes RGB (rojo, verde, azul) de una imagen en color. Se tomaron medidas de los colores RGB al día 0 (día de máxima frescura) y al día 7 (día de putrefacción), en un ensayo representativo para cada método de preservación. Para realizar la medición se dividieron los filetes en cuartos y en cada uno de ellos se obtuvieron dos registros para el músculo rojo y dos para el músculo blanco, llegando a un total de ocho valores para cada músculo por filete.

Análisis de los datos

Se crearon cuadros para cada atributo con las puntuaciones de todos los ensayos en cada día de su evaluación, discriminando los filetes enteros refrigerados con aplicación de hielo en escama, de los envasados al vacío refrigerados. En cada cuadro se determinó la Moda (Mo) de los puntajes de los veinte ensayos para cada día, para luego representar mediante gráficas su evolución.

Para poder realizar una comparación de la evolución del color determinado mediante el modo RGB de Photoshop, se realizó un promedio de los ocho registros obtenidos para cada músculo por filete.

Para analizar estadísticamente la comparación del tiempo de vida útil entre los filetes refrigerados con hielo en escama y los filetes envasados al vacío refrigerados se realizó el test de chi-cuadrado (X^2).

RESULTADOS

Vida útil

La totalidad de los filetes fueron evaluados como aptos al día 6 del estudio. En el 60 % de los ensayos los filetes preservados con aplicación de hielo en escama se pudrieron el día 7 y en el 40 % restante se pudrieron el día 8. En cambio para el caso de los filetes preservados mediante envasado al vacío, en el 90 % de los ensayos se pudrieron el día 7, y solamente en el 10 % los filetes alcanzaron el día 8.

Apariencia general

Se pudo observar que la evolución de la apariencia general a lo largo del tiempo es igual para los dos métodos de preservación. Alcanzando, en ambos casos, el valor 3 de la escala en los días 7 y 8, siendo uno de los atributos causales del descarte de los filetes (ver cuadros 7 y 8, y figura 4).

Cuadro 7. Evolución de la apariencia general en filetes preservados en hielo.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	1	1	1	2	2	3
ENSAYO 2	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 3	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 4	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 5	0	0	1	1	1	1	2	3
ENSAYO 6	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 7	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 8	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 9	0	1	1	1	1	2	3	
ENSAYO 10	1	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 11	1	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 12	0	1	1	1	1	2	2	3
ENSAYO 13	0	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 14	1	1	1	2	2	2	2	3
ENSAYO 15	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 16	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 17	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 19	1	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 20	0	1	1	1	2	2	3	
HIELO	0	1	1	1	2	2	3	3

Cuadro 8. Evolución de la apariencia general en filetes envasados al vacío.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 2	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 3	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 4	0	1	1	1	2	2	2	
ENSAYO 5	0	1	1	1	1	2	3	
ENSAYO 6	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 7	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 8	0	1	1	2	2	2	2	
ENSAYO 9	0	1	1	2	2	2	2	
ENSAYO 10	0	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 11	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 12	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 13	1	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 14	1	1	2	2	2	2	3	
ENSAYO 15	1	1	0	1	1	2	2	3
ENSAYO 16	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 17	0	1	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 19	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 20	0	1	1	1	2	2	3	
E. VACÍO	0	1	1	1	2	2	3	3

Figura 4.

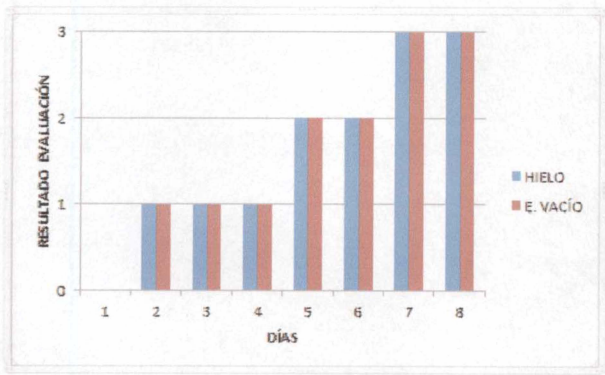


Figura 4. Evolución de la apariencia general en filetes preservados en hielo y envasados al vacío.

Color

Se observó que la evolución del color de los filetes a lo largo del tiempo es igual para ambos métodos de preservación. Alcanzando en los dos casos, el valor 3 de la escala en los días 7 y 8, siendo uno de los atributos causales del descarte de los filetes (ver cuadros 9 y 10, y figura 5).

Cuadro 9. Evolución del color en filetes preservados en hielo.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	1	1	1	1	2	3
ENSAYO 2	0	0	1	1	1	2	2	3
ENSAYO 3	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 4	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 5	0	0	1	1	1	1	3	3
ENSAYO 6	0	1	1	1	1	2	2	3
ENSAYO 7	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 8	1	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 9	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 10	1	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 11	1	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 12	0	1	1	1	1	2	2	3
ENSAYO 13	0	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 14	1	1	1	2	2	2	2	3
ENSAYO 15	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 16	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 17	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 19	1	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 20	0	0	1	1	2	2	3	
HIELO	0	0	1	1	2	2	3	3

Cuadro 10. Evolución del color en filetes envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	1	1	1	1	1	2	
ENSAYO 2	0	1	1	1	1	2	2	
ENSAYO 3	0	0	1	1	1	1	3	
ENSAYO 4	0	1	1	1	2	2	2	
ENSAYO 5	0	1	1	1	1	1	3	
ENSAYO 6	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 7	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 8	0	1	1	2	2	2	2	
ENSAYO 9	0	1	1	2	2	2	2	
ENSAYO 10	0	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 11	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 12	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 13	1	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 14	1	1	2	2	2	2	3	
ENSAYO 15	0	1	0	1	1	2	2	3
ENSAYO 16	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 17	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 19	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 20	0	0	1	1	2	2	3	
E. VACÍO	0	1	1	1	2	2	3	3

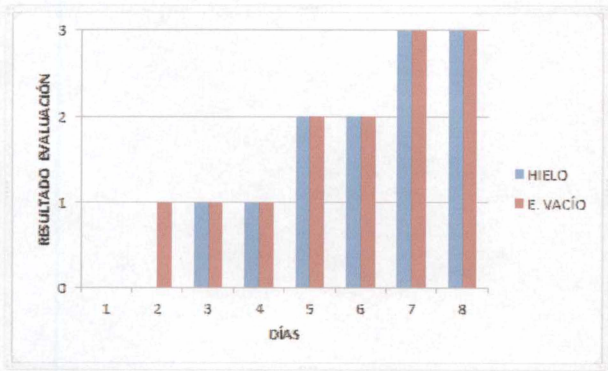
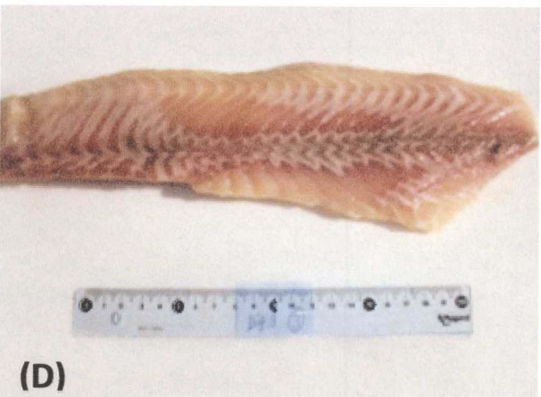


Figura 5. Evolución del color en filetes preservados en hielo y envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).

El color de los filetes preservados mediante la aplicación de hielo en escama fue cambiando a medida que transcurrieron los días. El músculo rojo se fue tornando grisáceo, llegando a gris verdoso al momento de su putrefacción y el músculo blanco, originalmente de un color amarillo fuerte, se tornó cada vez más claro (ver figura 6).



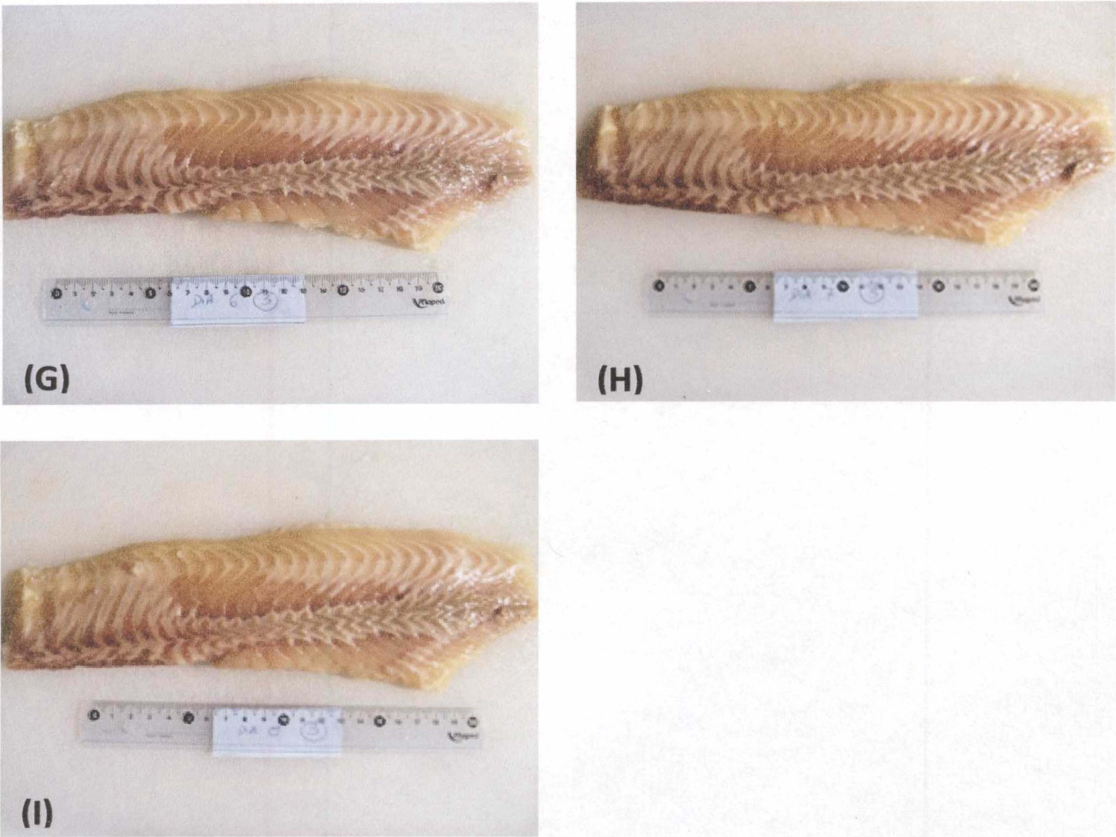


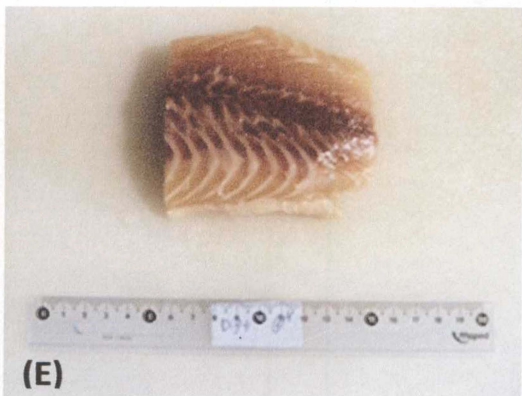
Figura 6. Evolución del color en filetes preservados en hielo. (A) Día 0; (B) Día 1; (C) Día 2; (D) Día 3; (E) Día 4; (F) Día 5; (G) Día 6; (H) Día 7; (I) Día 8.

Estos cambios se lograron evidenciar de manera objetiva comparando los valores obtenidos al utilizar el modelo de colores RGB. Se observó un aumento considerable en los valores de los tres colores para el músculo rojo y un leve aumento en los valores para el músculo blanco (ver cuadro 11).

Cuadro 11. Valores RGB de filetes preservados en hielo.

PROMEDIO											
DÍA 0	MÚSCULO ROJO	R	98	116	99	96	99	105	101	130	106
		G	36	49	38	44	38	47	35	48	42
		B	13	23	20	22	20	27	23	34	23
	MÚSCULO BLANCO	R	154	140	145	162	177	163	160	152	157
		G	106	106	116	125	147	124	128	130	123
		B	44	42	58	72	87	69	69	81	65
DÍA 7	MÚSCULO ROJO	R	142	136	136	136	131	132	105	137	132
		G	108	103	105	104	63	74	61	79	87
		B	71	60	59	63	24	37	26	41	48
	MÚSCULO BLANCO	R	168	172	169	172	171	169	175	155	169
		G	134	138	143	137	141	135	141	135	138
		B	86	92	92	73	79	74	78	76	81

Los filetes envasados al vacío se tornaron cada vez más oscuros, llegando al día de su putrefacción a una coloración rojo-amarronada en el músculo rojo y un color amarillo-mostaza en el músculo blanco (ver figura 7).



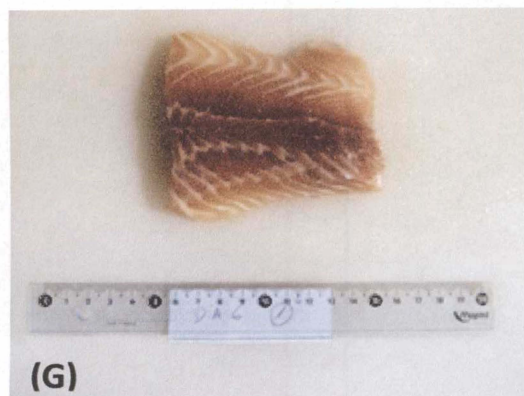


Figura 7. Evolución del color en filetes envasados al vacío.(A) Día 0; (B) Día 1; (C) Día 2; (D) Día 3; (E) Día 4; (F) Día 5; (G) Día 6; (H) Día 7.

Este oscurecimiento se logró evidenciar comparando los valores obtenidos al utilizar el modelo RGB. Donde se constató una notoria disminución en los valores de los tres colores para ambos músculos (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Valores RGB de filetes envasados al vacío.

Cuadro 12. Valores RSD de metes envasados al vacío.											
										PROMEDIO	
DÍA 0	MÚSCULO ROJO	R	88	112	101	104	113	110	121	103	107
		G	31	44	36	37	48	42	49	41	41
		B	20	23	14	20	28	21	37	18	23
	MÚSCULO BLANCO	R	154	172	188	184	152	153	159	192	169
		G	126	136	151	147	115	126	126	156	135
		B	76	84	106	95	70	73	75	108	86
DÍA 7	MÚSCULO ROJO	R	83	92	89	73	94	105	86	92	89
		G	35	45	36	24	41	48	29	32	36
		B	21	39	30	20	37	37	20	21	28
	MÚSCULO BLANCO	R	153	154	137	122	158	162	167	167	153
		G	104	105	90	74	110	108	114	123	104
		B	63	75	64	54	74	70	82	98	73

Comparando el color de los filetes envasados al vacío con el de los mismos luego de 5 minutos de expuestos, se pudo constatar una variación en la tonalidad, sobre todo en el músculo rojo, que dentro de la bolsa posee un color rojo oscuro y luego de 5 minutos de expuesto al aire se torna rojo más claro (ver figura 8).

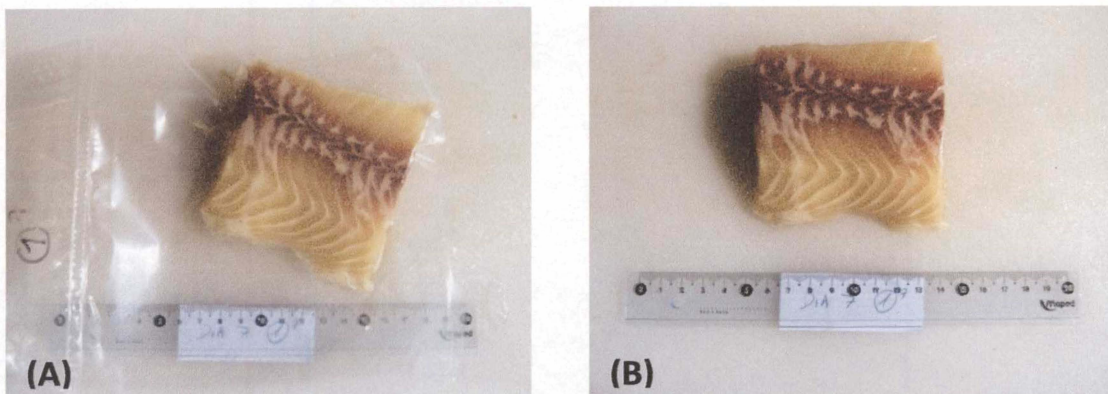


Figura 8. Comparación del color de una porción envasada al vacío con la misma porción luego de 5 minutos de expuesta. (A) Porción envasada al vacío; (B) Porción luego de cinco minutos de expuesta.

Esta variación es muy sutil y al momento de realizar la evaluación sensorial no implica un cambio en su valoración (ver cuadro 13 y figura 9).

Cuadro 13. Evolución del color en filetes envasados al vacío recién expuestos.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	1	1	1	1	1	2	
ENSAYO 2	0	1	1	1	1	2	2	
ENSAYO 3	0	0	1	1	1	1	3	
ENSAYO 4	0	1	1	1	2	2	2	
ENSAYO 5	0	1	1	1	1	1	3	
ENSAYO 6	0	1	1	1	2	2	2	3
ENSAYO 7	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 8	0	1	1	2	2	2	2	
ENSAYO 9	0	1	1	2	2	2	2	
ENSAYO 10	0	1	1	2	2	2	3	
ENSAYO 11	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 12	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 13	1	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 14	1	1	2	2	2	2	3	
ENSAYO 15	0	1	0	1	1	2	2	3
ENSAYO 16	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 17	0	1	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 19	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 20	0	1	1	1	2	2	3	
0 MIN	0	1	1	1	2	2	3	3

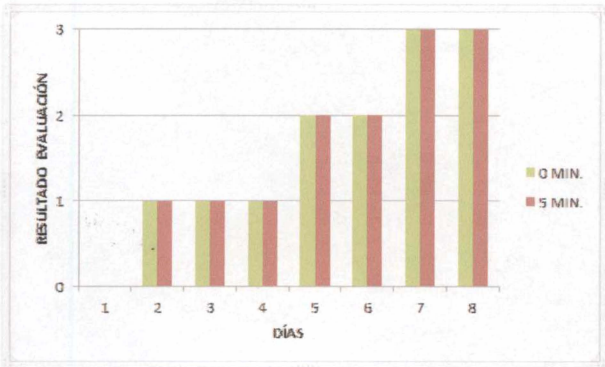


Figura 9. Evolución del color en filetes envasados al vacío recién expuestos (0 MIN.) y luego de cinco minutos de expuestos al aire (5 MIN.).

Olor

El olor de un filete de Sábalo, a nuestro juicio, transita por tres estadios. Al estar fresco su olor es a “pasto recién cortado”. A medida que pasa el tiempo este se torna “frutal”, llegando al día de su putrefacción con un olor “cadavérico”.

Para esta característica se encontraron grandes diferencias para ambos métodos de preservación. En los filetes preservados mediante la aplicación de hielo en escama el olor no llega al valor 3 de la escala en ningún momento del período de vida útil. No siendo este atributo causal del descarte de los filetes (ver cuadro 14 y figura 10).

Cuadro 14. Evolución del olor en filetes preservados en hielo.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	1	1	1	1	2	2
ENSAYO 2	0	0	0	1	1	1	2	2
ENSAYO 3	0	0	0	1	1	1	2	
ENSAYO 4	0	0	0	1	1	1	2	
ENSAYO 5	0	0	0	1	1	1	2	3
ENSAYO 6	0	0	0	0	1	1	2	2
ENSAYO 7	0	0	0	0	1	1	1	2
ENSAYO 8	0	0	0	1	1	1	2	2
ENSAYO 9	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 10	0	1	1	1	1	1	3	
ENSAYO 11	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 12	0	0	0	1	1	1	2	2
ENSAYO 13	0	0	0	0	1	1	2	
ENSAYO 14	0	1	1	1	1	1	2	2
ENSAYO 15	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 16	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 17	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 18	0	0	1	1	1	2	2	
ENSAYO 19	0	0	1	1	1	2	2	
ENSAYO 20	0	0	1	1	1	2	2	
HIELO	0	0	1	1	1	1	2	2

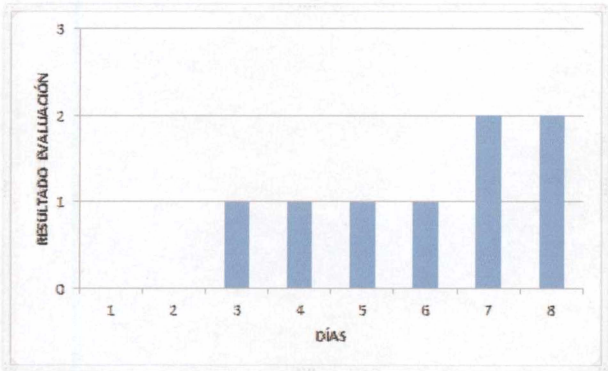


Figura 10. Evolución del olor en filetes preservados en hielo.

En la evolución de los filetes envasados al vacío recién expuestos el olor llega al valor 3 de la escala en el día 6 (ver cuadro 15 y figura 11).

Cuadro 15. Evolución del olor en filetes envasados al vacío recién expuestos.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 2	0	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 3	0	0	1	1	2	3	3	
ENSAYO 4	0	1	1	2	2	3	3	
ENSAYO 5	0	1	1	2	2	3	3	
ENSAYO 6	0	1	0	1	2	2	3	3
ENSAYO 7	0	1	1	1	2	2	2	
ENSAYO 8	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 9	0	1	0	1	2	2	3	
ENSAYO 10	0	1	0	1	2	2	3	
ENSAYO 11	0	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 12	0	1	1	2	2	3	3	
ENSAYO 13	1	1	1	2	2	3	3	
ENSAYO 14	0	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 15	1	1	1	2	2	3	2	3
ENSAYO 16	1	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 17	1	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 18	1	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 19	1	1	1	1	2	3	3	
ENSAYO 20	1	1	1	1	2	3	3	
0 MIN.	0	1	1	1	2	3	3	3

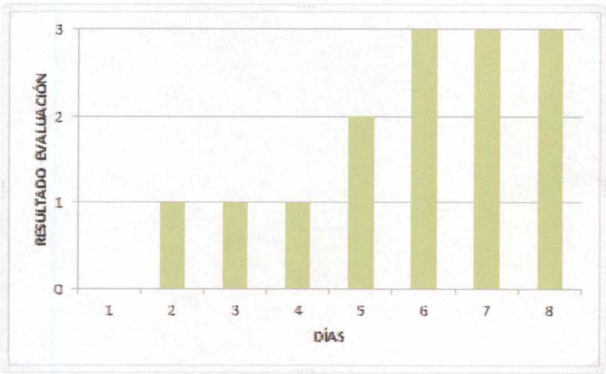


Figura 11. Evolución del olor en filetes envasados al vacío recién expuestos.

Este parámetro va disminuyendo su intensidad con el paso del tiempo luego de expuestos al aire. Tal es así, que al evaluar la evolución de los filetes luego de 5 minutos de abierto el envase, en promedio, llegan al valor 3 de la escala un día más tarde (ver cuadro 16 y figuras 12 y 13). Este atributo, para este método de preservación, es uno de los causales del descarte de los filetes.

Cuadro 16. Evolución del olor en filetes envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 2	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 3	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 4	0	0	0	1	1	2	3	
ENSAYO 5	0	1	1	1	1	2	3	
ENSAYO 6	0	1	0	1	2	2	2	3
ENSAYO 7	0	0	0	1	2	2	2	
ENSAYO 8	0	0	0	1	2	2	3	
ENSAYO 9	0	0	0	1	1	2	3	
ENSAYO 10	0	0	0	1	2	2	2	
ENSAYO 11	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 12	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 13	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 14	0	0	1	1	2	2	3	
ENSAYO 15	0	0	1	2	2	2	2	3
ENSAYO 16	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 17	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	0	0	1	1	2	3	
ENSAYO 19	0	0	1	1	1	2	3	
ENSAYO 20	0	0	1	1	1	2	3	
E. VACÍO	0	0	1	1	2	2	3	3

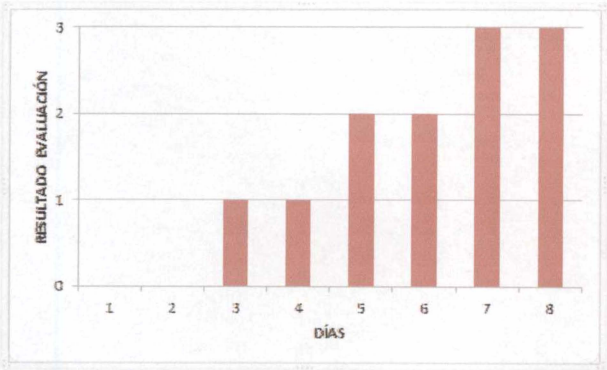


Figura 12. Evolución del olor en filetes envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).

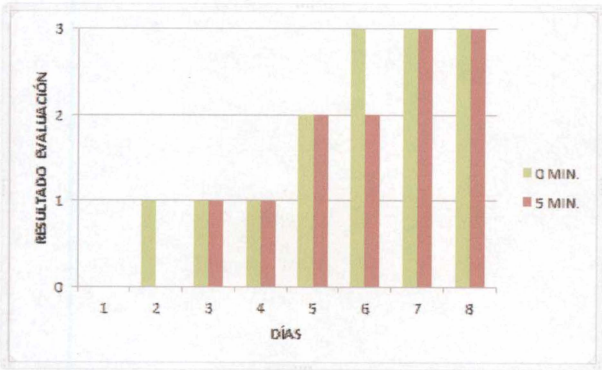


Figura 13. Evolución del olor en filetes envasados al vacío recién expuestos (0 MIN.) y luego de cinco minutos de expuestos al aire (5 MIN.).

Por lo expuesto anteriormente se pudo constatar que el olor desmejora con mayor rapidez en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama (ver figura 14).

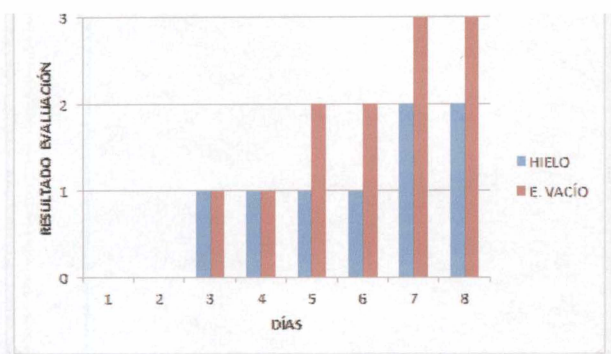


Figura 14. Evolución del olor en filetes preservados en hielo y envasados al vacío (luego de 5 minutos de expuestos).

Textura

Se constató que los filetes de Sábalo poseen muy buena textura y ésta no se deteriora demasiado aunque los filetes ya estén podridos. Este atributo no llega en ningún momento al valor 3 de la escala dentro del período de aptitud de los filetes (ver cuadros 17 y 18). Por lo cual no se considera causal del descarte de los mismos, para ninguno de los dos métodos de preservación.

Cuadro 17. Evolución de la textura en filetes preservados en hielo.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	0	0	1	1	1	2
ENSAYO 2	0	0	0	0	1	1	1	1
ENSAYO 3	0	0	0	0	1	1	1	
ENSAYO 4	0	0	0	0	1	1	1	
ENSAYO 5	0	0	0	0	0	1	1	1
ENSAYO 6	0	0	0	0	1	1	1	2
ENSAYO 7	0	0	0	0	1	1	1	2
ENSAYO 8	0	0	0	0	1	1	2	2
ENSAYO 9	0	0	0	0	1	1	2	
ENSAYO 10	0	0	0	0	1	1	2	
ENSAYO 11	0	0	1	1	1	1	1	
ENSAYO 12	0	0	0	0	0	0	1	1
ENSAYO 13	0	0	0	0	0	0	1	
ENSAYO 14	0	0	0	0	0	0	1	1
ENSAYO 15	0	0	0	0	0	0	1	
ENSAYO 16	0	0	0	0	1	1	1	
ENSAYO 17	0	0	0	0	1	1	1	
ENSAYO 18	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 19	0	0	0	1	1	2	2	
ENSAYO 20	0	1	1	1	1	2	2	
HIELO	0	0	0	0	1	1	1	1

Cuadro 18. Evolución de la textura en filetes envasados al vacío.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	0	0	0	1	2	
ENSAYO 2	0	0	1	0	0	1	2	
ENSAYO 3	0	0	0	0	0	1	1	
ENSAYO 4	0	0	0	0	0	1	1	
ENSAYO 5	0	0	0	1	0	1	2	
ENSAYO 6	0	0	0	0	1	1	1	2
ENSAYO 7	0	0	0	0	1	1	2	
ENSAYO 8	0	0	0	1	1	1	2	
ENSAYO 9	0	0	0	0	1	2	2	
ENSAYO 10	0	0	0	1	1	1	2	
ENSAYO 11	0	0	0	0	0	0	1	
ENSAYO 12	0	0	0	0	1	0	1	
ENSAYO 13	0	0	0	1	1	1	2	
ENSAYO 14	0	0	0	0	1	1	2	
ENSAYO 15	0	0	0	1	1	1	1	2
ENSAYO 16	0	0	0	0	1	2	2	
ENSAYO 17	0	0	0	0	0	2	2	
ENSAYO 18	0	0	0	1	1	2	2	
ENSAYO 19	0	0	0	0	1	2	2	
ENSAYO 20	0	0	0	0	1	2	2	
E. VACÍO	0	0	0	0	1	1	2	2

Sin embargo, se pudo determinar que la textura se deteriora más rápidamente en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama. Llegando a un valor máximo de 2 en los días 7 y 8 (ver figura 15).

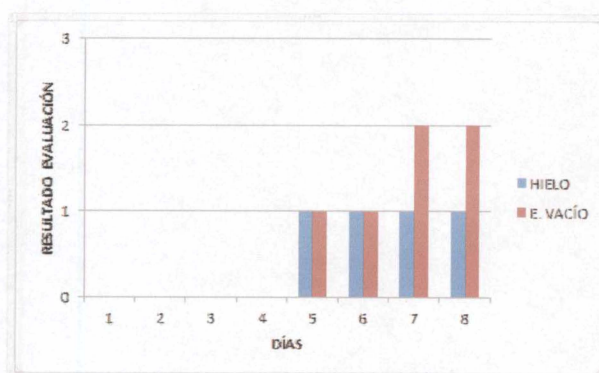


Figura 15. Evolución de la textura en filetes preservados en hielo y envasados al vacío.

Elasticidad

La elasticidad se deteriora con mayor velocidad en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante la aplicación de hielo en escama. A diferencia con este último en los filetes envasados al vacío este parámetro es uno de los causales de descarte, ya que al día 8 llegan al valor 3 de la escala (ver cuadros 19 y 20, y figura 16).

Cuadro 19. Evolución de la elasticidad en filetes preservados en hielo.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	0	0	1	2	2	2
ENSAYO 2	0	0	0	0	1	2	2	2
ENSAYO 3	0	0	0	0	1	2	2	
ENSAYO 4	0	0	0	0	1	2	2	
ENSAYO 5	0	0	0	0	1	1	1	2
ENSAYO 6	0	1	1	1	2	2	2	2
ENSAYO 7	0	0	1	1	2	2	2	2
ENSAYO 8	0	0	1	1	2	2	2	2
ENSAYO 9	0	0	1	1	2	2	2	
ENSAYO 10	1	1	2	2	2	2	3	
ENSAYO 11	1	1	1	1	2	2	2	
ENSAYO 12	0	0	0	1	1	1	2	2
ENSAYO 13	1	1	1	1	1	2	2	
ENSAYO 14	0	1	1	1	1	2	2	2
ENSAYO 15	0	0	0	1	1	1	2	
ENSAYO 16	0	0	1	1	1	2	2	
ENSAYO 17	0	0	1	1	1	2	2	
ENSAYO 18	0	1	1	1	2	2	2	
ENSAYO 19	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 20	1	1	2	2	2	2	2	
HIELO	0	0	1	1	1	2	2	2

Cuadro 20. Evolución de la elasticidad en filetes envasados al vacío.

	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
ENSAYO 1	0	0	0	0	1	1	2	
ENSAYO 2	0	0	1	1	1	2	2	
ENSAYO 3	0	0	1	0	1	2	2	
ENSAYO 4	0	0	0	0	0	2	2	
ENSAYO 5	0	0	0	1	1	1	1	
ENSAYO 6	1	0	1	1	1	2	2	3
ENSAYO 7	1	0	1	2	2	2	3	
ENSAYO 8	1	0	0	2	2	2	2	
ENSAYO 9	1	1	0	1	2	2	2	
ENSAYO 10	0	0	1	2	1	1	3	
ENSAYO 11	0	1	1	1	1	1	2	
ENSAYO 12	0	0	1	1	1	1	2	
ENSAYO 13	1	0	0	1	2	2	2	
ENSAYO 14	0	0	1	1	2	1	2	
ENSAYO 15	1	0	0	1	1	2	2	3
ENSAYO 16	1	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 17	1	1	1	1	1	2	3	
ENSAYO 18	0	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 19	1	1	1	1	2	2	3	
ENSAYO 20	1	1	1	1	2	2	3	
E. VACÍO	0	0	1	1	1	2	2	3

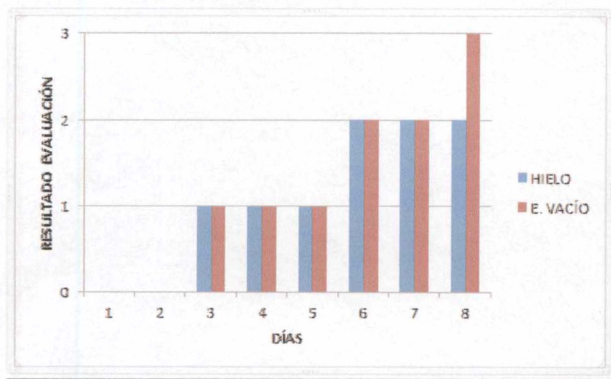


Figura 16. Evolución de la elasticidad en filetes preservados en hielo y envasados al vacío.

Evolución conjunta de las características sensoriales

Filetes preservados en hielo

En el cuadro 21 y figura 17 se puede observar que en los días 7 y 8 (días en los que los filetes son descartados por estar podridos) las características sensoriales que llegan al valor 3 de la escala (Malo) son la apariencia general y el color. Siendo estas dos características las causales de descarte de los filetes. El olor, la textura y la elasticidad no llegan al valor 3 de la escala en el período de vida útil de los filetes.

Cuadro 21. Evolución de las características sensoriales en filetes preservados en hielo (valores promedio de los 20 ensayos)

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
APARIENCIA GENERAL	0	1	1	1	2	2	3	3
COLOR	0	0	1	1	2	2	3	3
OLOR	0	0	1	1	1	1	2	2
TEXTURA	0	0	0	0	1	1	1	1
ELASTICIDAD	0	0	1	1	1	2	2	2

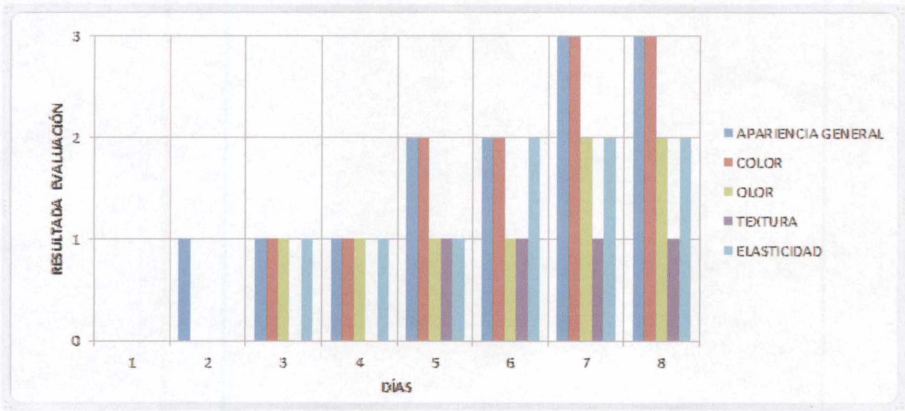


Figura 17. Evolución de las características sensoriales en filetes preservados en hielo (valores promedio de los 20 ensayos)

Filetes envasados al vacío.

En el cuadro 22 y figura 18 se puede observar que al día 7 y 8 las características sensoriales que llegan al valor 3 de la escala son además de la apariencia general y el color, como ocurría en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama, el olor y la elasticidad. Siendo estas cuatro características las causales de descarte de los filetes. La textura no llega al valor 3 de la escala en el período de vida útil de los filetes.

Cuadro 22. Evolución de las características sensoriales en filetes envasados al vacío (valores promedio de los 20 ensayos)

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
APARIENCIA GENERAL	0	1	1	1	2	2	3	3
COLOR	0	1	1	1	2	2	3	3
OLOR	0	0	1	1	2	2	3	3
TEXTURA	0	0	0	0	1	1	2	2
ELASTICIDAD	0	0	1	1	1	2	2	3

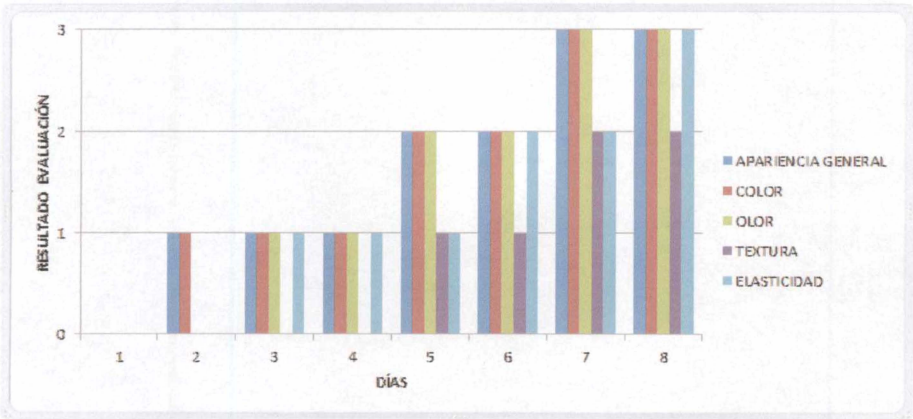


Figura 18. Evolución de las características sensoriales en filetes envasados al vacío (valores promedio de los 20 ensayos)

Análisis estadístico

Visto los resultados obtenidos en cuanto a la vida útil de los filetes, se estudió la posible asociación entre el dictamen de los filetes (apto/no apto) al día 7 y el método de preservación utilizado. Se quiso determinar si existe una relación estadísticamente significativa entre dichas variables.

Se realizó el test de chi-cuadrado (χ^2) en el contraste de independencia de variables aleatorias cualitativas.

La prueba χ^2 permite determinar si dos variables cualitativas están o no asociadas. Si al final del estudio concluimos que las variables no están relacionadas podremos decir con un determinado nivel de confianza, previamente fijado, que ambas son independientes. Para realizarlo es necesario calcular las frecuencias esperadas (aquellas que deberían haberse observado si la hipótesis de independencia fuese cierta), y compararlas con las frecuencias observadas en la realidad.

El período de vida útil para los filetes preservados en refrigeración con utilización de hielo en escama, al igual que para los filetes envasados al vacío refrigerados es de 6 días, ya que al día 7 alcanzaron la putrefacción filetes de ambos métodos. Para llevar a cabo este test nos basamos en el día 7 del estudio ya que fue en el único día en el que se presentaron ensayos aptos y no aptos (ver cuadro 23).

Hipótesis nula:

H₀: No hay asociación entre las variables. La mayor proporción de filetes aptos al día 7 y el hecho de utilizar el método de preservación por refrigeración con utilización de hielo en escama son independientes.

Hipótesis alternativa:

H_a: Hay asociación entre las variables, es decir, la mayor proporción de filetes aptos al día 7 y el hecho de utilizar el método de preservación por refrigeración con utilización de hielo en escama están asociados.

p: Indica la probabilidad de obtener los datos observados si fuese cierta la hipótesis de independencia. Si el valor p es muy pequeño (usualmente se considera p<0.05) es poco probable que se cumpla la hipótesis nula y se debería de rechazar.

Cuadro 23. Interrelación entre el dictamen de los filetes al día 7 y el método de preservación utilizado.

DÍA 7				
A) FILETES REFRIGERADOS CON APLICACIÓN DE HIELO EN ESCAMA	FRECUENCIA OBSERVADA	NO APTO	APTO	TOTA
	FRECUENCIA ESPERADA	15.0	5.0	20.0
	PORCENTAJE	60	40	100
B) FILETES REFRIGERADOS ENVASADOS AL VACÍO	FRECUENCIA OBSERVADA	18	2	20
	FRECUENCIA ESPERADA	15.0	5.0	20.0
	PORCENTAJE	90	10	100
TOTAL	FRECUENCIA OBSERVADA	30	10	40
	FRECUENCIA ESPERADA	30.0	10.0	40.0
	PORCENTAJE	75	25	100

$X^2(1) = 4.8000$

$Pr = 0.028$

Las dos variables no son independientes, sino que están asociadas (p<0.05). Por lo tanto, a la vista de los resultados, rechazamos la hipótesis nula (H₀) y aceptamos la hipótesis alternativa (H_a) como probablemente cierta. A través de este estudio estadístico podemos concluir que el método de preservación mediante refrigeración con aplicación de hielo en escama resulta más eficaz, ya que se obtiene una mayor proporción de filetes aptos al día 7 del experimento otorgando un margen más amplio sobre la vida útil.

DISCUSIÓN

Muchos informes han documentado los efectos de los envases en la vida útil de la carne, aves de corral y mariscos (Dalgaard et al. 1993, Church, 1998). Huss (1995) señaló que el envasado al vacío puede extender la vida útil de productos cárnicos por varias semanas o meses. En cambio, la vida útil del pescado fresco no se ve afectada por este método de envasado. Coincidimos con este autor, ya que en este estudio se determinó que la vida útil de los filetes de Sábalo preservados en refrigeración con utilización de hielo en escama fue de seis días, al igual que para los filetes envasados al vacío y refrigerados. Sin embargo, el método de preservación con aplicación de hielo en escama resultó más eficaz, aportando un mayor margen sobre el tiempo de vida útil. Esto puede deberse a que la temperatura de estos filetes, gracias a la capacidad de enfriamiento que el hielo aporta, fue algo inferior a la de los filetes envasados al vacío.

Se constató que la evolución de la apariencia general a lo largo del tiempo resultó igual que la evolución del color para los dos métodos de preservación. Alcanzando, en ambos casos, el valor 3 de la escala en los días 7 y 8, siendo dos de los atributos causales del descarte de los filetes. Este hecho se puede atribuir a que al analizar la apariencia general se evalúan conjuntamente ciertas propiedades que están estrechamente relacionadas, de las cuales una de las más influyentes es el color.

El color es una de las cualidades más importantes en productos pesqueros, ya que este parámetro es empleado por el consumidor para la selección del alimento (Valls, J. E, 2008).

Al evaluar el color de los filetes preservados mediante la aplicación de hielo en escama se constató que éste fue cambiando a medida que transcurrieron los días. El músculo que presentó mayor variación fue el rojo, que se fue tornando grisáceo, llegando a gris verdoso al momento de su putrefacción. Esto puede producirse porque este tipo de músculo actúa como almacén de grasa y glucógeno, y por eso la actividad autolítica es mayor que en el músculo blanco. Este último, originalmente de un color amarillo fuerte, se tornó cada vez más claro.

Al comparar el color de los filetes envasados al vacío con el de los mismos luego de 5 minutos de expuestos, se pudo observar una variación en la tonalidad, sobre todo en el músculo rojo. Éste dentro de la bolsa posee un color rojo oscuro y luego de 5 minutos de expuesto al aire se torna rojo más claro. Esta variación es muy sutil y al momento de realizar la evaluación sensorial no implica un cambio en su valoración. La misma puede ser atribuida al estado en el que se encuentra la mioglobina. Cuando la carne no está expuesta al aire, como sucede en el envasado al vacío, la mioglobina no tiene oxígeno unido, estando entonces en forma de mioglobina reducida o desoximioglobina, que tiene un color rojo-púrpura intenso y oscuro. Al abrir el envase y exponer la carne al aire, el oxígeno se une al grupo hemo de la hemoglobina formando entonces la oximioglobina que genera un color rojo brillante. Estas dos formas son interconvertibles, dependiendo de la presión parcial de oxígeno y de la superficie de contacto.

A su vez, el color de los filetes envasados al vacío se tornó cada vez más oscuro, llegando al día de su putrefacción a una coloración rojo-amarronada en el músculo rojo y un color amarillo-mostaza en el músculo blanco. Este fenómeno se puede atribuir a que en condiciones de una atmósfera normal, el ion ferroso presente en la mioglobina es inestable, pasando a ion férrico. La mioglobina con el hierro en forma férrica recibe el nombre de metamioglobina o ferrimioglobina, y tiene un color marrón poco atractivo, que caracteriza a la carne almacenada demasiado tiempo (Calvo, M., 2009). Se forma cuando hay una exposición prolongada de la oximioglobina al oxígeno o directamente desde la mioglobina reducida cuando las presiones de oxígeno son bajas.

Otra cambio que se pudo apreciar al evaluar la apariencia general de los filetes envasados al vacío fue la acumulación de exudado dentro de la bolsa. Este defecto se pudo notar a partir

del día tres, aumentando el volumen de líquido con el paso de los días. En el caso de los filetes preservados en hielo el exudado no pudo ser apreciado, ya que el hielo fue sustituido diariamente luego de cada evaluación.

El olor de los filetes enteros preservados con aplicación de hielo en escama nunca llegó al valor 3 en la escala de grado de frescura. Por lo tanto este parámetro, para este método de preservación, no fue causa de descarte. Esto puede deberse a que el hielo, además de tener la función de enfriar al producto, actúa hidratando y lavando por arrastre a los filetes. En cambio, para los filetes refrigerados envasados al vacío, el olor sí resultó ser causa de descarte, alcanzando el valor 3 de la escala al día 6 del estudio. La posible causa de este hecho es la concentración dentro de la bolsa y en el producto de ciertos compuestos volátiles producidos durante el deterioro de los filetes que generan un olor desagradable. Al abrir el envase y exponer los filetes al aire durante cinco minutos, gran parte de estos compuestos se volatilizan, disminuyendo considerablemente la intensidad del olor encontrado. La mayoría de estos compuestos son producidos por bacterias. Durante el deterioro del pescado de agua dulce en una atmósfera de envasado aeróbica y al vacío, en temperatura de refrigeración predominan los bacilos gram negativos psicotróficos, principalmente del género *Pseudomonas* spp. Los compuestos típicos del deterioro generados por este organismo específico son: cetonas, aldehídos, ésteres y sulfuros (Huss, 1998).

Pudimos comprobar que los filetes de Sábalo poseen muy buena textura y esta no se deteriora demasiado aunque los filetes ya estén podridos. Las propiedades texturales dependen en particular de las miofibrillas y proteínas del tejido conectivo. El tejido conectivo forma una red que proporciona soporte corporal a través de la musculatura de los peces. El sábalo es uno de los peces de agua dulce que presenta mayor porcentaje de proteínas y menor porcentaje de agua (Murray y Burt, 1969. Poulter y Nicolaidis, 1985). Podemos basarnos en lo antes dicho para confirmar que este atributo es de muy buena calidad en esta especie. Por otra parte, los filetes de sábalo presentan gran cantidad de espinas y de gran tamaño, que funcionan como un excelente sostén del músculo favoreciendo la textura. Pese a esto, los filetes envasados al vacío presentaron generalmente una puntuación mayor en la escala con respecto a los preservados con aplicación de hielo en escama. Si bien el medio anaerobio que se genera en el envasado al vacío inhibe el crecimiento de bacterias, y por lo tanto también la actividad enzimática microbiana, siguen actuando enzimas propias del pescado causantes de la degradación del músculo, como colagenasas y calpaínas. Estas últimas pueden tener una actividad mayor en los filetes envasados al vacío, ya que este producto se mantiene a una temperatura algo superior.

La elasticidad muscular y la textura son dos atributos que están sumamente relacionados y las causas del deterioro son las mismas para ambos. A medida que avanza la putrefacción se va perdiendo la elasticidad a causa de la destrucción del tejido conjuntivo que rodea los haces y las fibras musculares por acción de enzimas tisulares. Los filetes enteros refrigerados con aplicación de hielo en escama nunca llegaron al valor 3 de la escala en elasticidad, aunque el producto haya alcanzado su putrefacción. En cambio, los filetes envasados al vacío refrigerados llegaron al valor 3 de la escala en el día 7 de la investigación, alcanzando esta puntuación la totalidad de los ensayos al día 8. Esta variación entre ambos métodos de preservación puede estar vinculada a lo mencionado anteriormente acerca de la temperatura que mantiene el producto durante su preservación.

CONCLUSIONES

- La vida útil de los filetes de Sábalo (*Prochilodus lineatus*) preservados en refrigeración con aplicación de hielo en escama es de 6 días.
- La vida útil de los filetes de Sábalo envasados al vacío y refrigerados es de 6 días.
- No hay diferencia en el tiempo de vida útil de filetes de Sábalo refrigerados con hielo en escama y filetes envasados al vacío refrigerados.
- El método de preservación mediante refrigeración con aplicación de hielo en escama resulta más eficaz, otorgando un margen mayor sobre la vida útil.
- La evolución de la apariencia general y el color a lo largo del tiempo es igual para ambos métodos de preservación.
- Existe un leve cambio en el color del músculo rojo al exponer por un tiempo al aire las porciones envasadas al vacío.
- El olor desmejora con mayor rapidez en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama.
- El olor de los filetes de Sábalo envasados al vacío recién expuestos mejora luego de cinco minutos de expuestos al aire.
- Los filetes de Sábalo poseen muy buena textura y esta no se deteriora demasiado aunque los filetes ya estén podridos.
- La textura se deteriora más rápidamente en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante aplicación de hielo en escama.
- La elasticidad se deteriora con mayor velocidad en los filetes envasados al vacío que en los filetes preservados mediante la aplicación de hielo en escama.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Abaroa, M. C., Pérez-Villarreal, B., González de Zárate, A., Aboitiz, X., Bald, C., Riesco, S., Picaza, N. (2008) Frescura del pescado. Guía visual para su evaluación sensorial. Sukarrieta, AZTI-Tecnalia. 69 p.
- 2.-Acuña, A. M. et al. (2002) Enfermedades transmitidas por alimentos en Uruguay. [s.l.]: Panalimentos: OPS. 203 p.
- 3.-Bertullo, E., Pollak, A. (2001) Análisis de peligros y evaluación de riesgos en productos pesqueros sensibles comercializados en el Uruguay. Montevideo, VII Congreso Nacional de Veterinaria 2001.
Disponible en: www.pes.fvet.edu.uy/cursos/eta.pdf
Fecha de consulta: 22 de agosto de 2011.
- 4.-Bertullo, V. H. (1975) Tecnología de los Productos y Subproductos de Pescados, Moluscos y Crustáceos. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 538 p.
- 5.-Bond, C. E. (1996) Biology of Fishes. New York, Saunders. 750 p.
- 6.-Botsford, L. W., Castilla, J. C., Peterson, C. H. (1997) The Management of Fisheries and Marine Ecosystems. Science: 277: 509-515.
- 7.-Broadhurst, C. L., Cunnane, S. C., Crawford, M. A. (1998) Rift Valley lake fish and shellfish provided brain-specific nutrition for early Homo. Brit J Nutr, 79: 3-21.
- 8.-Calvo, M. (2009) Bioquímica de los alimentos. Universidad de Zaragoza.
Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/mioglobina.html>
Fecha de consulta: 7 de noviembre de 2011.
- 9.- C.A.R.U. Comisión Administradora del Río Uruguay. Pesquerías Artesanales.
Disponible en: www.caru.org.uy/pesqueriasartesanales.html
Fecha de consulta: 30 de agosto de 2011.
- 10.-Church, N. (1998) Feature MAP fish and crustaceans sensory enhancement. Food Sci Tech Today. 12(2): 73-83.
- 11.-Codex Alimentarius. Disponible en: www.codexalimentarius.net
Fecha de consulta: 22 de agosto de 2011.
- 12.-Cordini, J. M. (1955) Río Paraná. Sus peces más comunes. Pesca comercial. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Publicaciones Misc., 410: 29-33.

- 13.-Brody, A. L. (2003) Predicting Packaged Food Shelf Life. *Food Tech.* 57 (4): 100–102.
- 14.-Dalgaard, P., Gram, L., Huss, H. H. (1993) Spoilage and shelf life of cod fillets packed in vacuum or modified atmosphere. *Inter J Food Microbiol.* 19:283-294.
- 15.-Delbarre-Ladrat, C., Cheret, R., Taylor, R., Verrez-Bagnis, V. (2006) Trends in Post mortem Aging in Fish: Understanding of Proteolysis and Disorganization of the Myofibrillar Structure. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 46 (5): 409-421.
- 16.-Dragonetti Saucero, J. P. (2008) Guía ilustrada para la evaluación de la frescura. Montevideo, Facultad de Veterinaria. 119 p.
- 17.-Hayes, P. R. (1993) Microbiología e higiene de los alimentos. Zaragoza, Acribia. 410 p.
- 18.-Huss, H. H. (1988) El Pescado Fresco: su calidad y cambios de su calidad. Documento Técnico de Pesca N° 29, Roma, FAO, 132 p.
- 19.-Huss, H. H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. Fisheries Technical Paper N° 348, Roma, FAO, 203 p.
- 20.-Huss, H. H. (1997) Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. Documento Técnico de Pesca N° 334, Roma, FAO, 174 p.
- 21.-Huss, H. H. (1998) El Pescado Fresco: su calidad y cambios de su calidad. Documento Técnico de Pesca N° 348, Roma, FAO, 202 p.
- 22.-López Alonso, R., Torres Zapata, T., Antolín Giraldo, G. (2004) Envasado y conservación de alimentos. Alimentación, equipos y tecnología, *Rev Fund Dialne*, 23 (187): 45-54.
- 23.-Love, R. M. (1970) The Chemical Biology of Fishes. London, Academic Press. 547 p.
- 24.-Lubes Colella, C. A. (2005) Efecto del tiempo de retardo en la refrigeración sobre los cambios microbiológicos, físicos, químicos y sensoriales en el bagre yaque (*Leiarius marmoratus*). Tesis de grado. Caracas, Universidad Central de Venezuela. 108 p.
- 25.-Madrid, A., Vicente, J. M., Madrid, R. (1999) El pescado y sus productos derivados. Madrid, Mundi-Prensa. 441 p.
- 26.-Monteagudo-Torres, S., de la Montaña-Migúelez, J., Miguez-Bernárdez, M. (2002) Comparación de métodos organolépticos y físico-químicos al evaluar la calidad y vida comercial de pescado magro (*Trisopterus luscus*) y graso (*Trachurus trachurus*) comercializado en Pontevedra. *Alimentaria* 334:73-79.

- 27.-Murray, J., Burt, J. R. (1969) The composition of fish. Torry Advis. Note 38, Aberdeen, Torry Research Station. 14 p.
- 28.-Pascual-Anderson, M. R., Calderón-Pascual, V. (2000) Microbiología alimentaria. Metodología para alimentos y bebidas. Madrid, Diaz de Santos. 441 p.
- 29.-Pons Sánchez-Cascado, S. (2005) Estudio de alternativas para la evaluación de la Frescura y la calidad del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y sus derivados. Tesis de grado. Barcelona, Facultad de Farmacia, Dpto. de Nutrición y Bromatología. 247 p.
- 30.-Poulter, N.H., Nicolaides, L. (1985) Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. 2. Parana and Amazon Basins fish. J. Food Tech. 20: 451-465.
- 31.-Ramírez Villalobos, R., Ishihar, H. (2008) Manual de buenas prácticas de manejo y aseguramiento de la calidad de productos pesqueros. El Salvador, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), 53 p.
- 32.-Sancho, J., Bota, E., de Castro, J. J. (1999) Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Barcelona, Universidad de Barcelona. 336 p.
- 33.-Shawyer, M., Medina Pizzali, A. (2005) El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca. Documento Técnico de Pesca N° 436, Roma, FAO, 115 p.
- 34.-Stansby, M. E. (1962) Proximate composition of fish. En: E. Heen and R. Kreuzer. Fish in nutrition, London, Fishing New Books, p. 55-60.
- 35.-Stenberg, E., Ringo, E., Strom, A. R. (1984) Trimethylamine oxide respiration of *Alteromonas putefaciens* NCMB 1735: Na⁺-stimulated anaerobic transport in cells and membranes vesicles. App Environ Microbiol, 47: 1090-1095.
- 36.-Suárez Mahecha, H., De Francisco, D., Beirao, L., Pardo, S., Cortéz, M. (2007) Pérdida de la textura post mortem de la carne de pescado durante el almacenamiento en frío. Medellín, Acta Biológica Colombiana, 12(1): 3-18.
Disponible en: www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v12n1/v12n1a1.pdf
Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2011.
- 37.-Suárez Mahecha, H., Pardo Carrasco, S., Cortés Rodríguez, M., Ricaurte, S., Rojano, B. (2009) Evaluación de nueva tecnología para mitigar las espinas intramusculares en filetes de Cachama *Piaractus brachypomus* (Pisces: Characidae). Rev Fac Nal Agr. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. 62(1): 4989-499.
Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1799/179915377023.pdf>
Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2011.

- 38.-Sverlij, S. B., Espinoch Ros, A., Orti, G. (1993) Sinapsis de los datos biológicos y pesqueros del Sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). Sinopsis sobre la Pesca N° 154, Roma, FAO, 64 p.
- 39.-Teixeira de Mello, F., González-Bergonzoni I., Loureiro M. (2011) Peces de agua dulce de Uruguay. Montevideo. PPR-MGAP. 188 p.
Disponible en: www3.dicyt.gub.uy/dcc/data/material/peces-de-Uruguay-2011-version-imprenta.pdf
Fecha de consulta: 15 de agosto de 2011.
- 40.-Uruguay (2001). Reglamento Bromatológico Nacional. Decreto N° 315/994. 3a. ed. Montevideo, IMPO. 460 p.
- 41.-Valls, J. E., Xiques, A. T., Escalona, A. (2008) Evaluación Física y Química de Filetes de Lebranche (*Mugil liza*) en Almacenamiento Congelado A -18 °C. Maracaibo, Rev. Cient. (Maracaibo) Vol.18, N° 3.
Disponible en:
www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-22592008000300014&script=sci_arttext
Fecha de consulta: 7 de noviembre de 2011.
- 42.-Zaniboni Filho E., Meurer, S., Shibatta, O. A., De Oliverira Nuñez, A. P. (2004) Catálogo ilustrado de peixes do alto Rio Uruguai. Florianópolis, Tractebel Energia: UFSC. 128 p.

FORMULARIO PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

Pag. 1 de 2

FECHA DE PREPARACIÓN DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

DÍA	FECHA/ HORA	Tº CÁM. (°C)	PIEZA EVALUADA	Tº PIEZA (°C)	IDENT.	PARAMETRO						
						AP. GENERAL	COLOR	OLOR	TEXTURA	ELASTICIDAD	DICTAMEN	OBSERVACIONES
1			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
2			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
3			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
4			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
5			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				

FORMULARIO PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

FECHA DE PREPARACIÓN DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN:

DÍA	FECHA/ HORA	Tº CÁM. (°C)	PIEZA EVALUADA	Tº PIEZA (°C)	IDENT.	PARÁMETRO						
						AP. GENERAL	COLOR	OLOR	TEXTURA	ELASTICIDAD	DICTAMEN	OBSERVACIONES
6			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
7			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
8			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
9			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				
10			FILETE EN HIELO									
			PORCIÓN AL VACÍO				ENVASADO:	ENVASADO:				
							EXPUESTO:	EXPUESTO:				