

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE FILETES DE
PESCADILLA (*CYNOSCION GUATUCUPA*) REFRIGERADOS CON HIELO EN
ESCAMAS Y ENVASADOS AL VACÍO REFRIGERADOS**

por

**SILVA INGOLD, Diego Gastón
SORIA MUNIZ, Sofía Edercilla**

**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: Estudio de caso

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2016**

PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS aprobada por:

Presidente de mesa:

Dra. Cristina Friss de Kereki

Segundo miembro (Tutor):

Dr. José Pedro Dragonetti Saucero

Tercer miembro:

Dr. Eduardo Aguirre Larrosa

Cuarto miembro (Co-tutor):

Dra. Giorella Pinnacchio Scaldaferrì

Fecha:

17 de Agosto de 2016

Autores:

Br. Diego Gastón Silva Ingold

Br. Sofía Edercilla Soria Muniz

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a nuestros compañeros de vida: Mariana y Marcelo.

A nuestras familias en especial a nuestros padres y hermanos por el continuo e incondicional apoyo en el correr de este largo trayecto.

A nuestro Tutor Dr. José Pedro Dragonetti y Co-Tutora Dra. Giorella Pinnacchio, por todo el apoyo y asesoramiento brindado para poder culminar con esta hermosa etapa.

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, principalmente a nuestro compañero Gonzalo Chalela por ayudarnos en el laboratorio para poder culminar con la parte práctica de este estudio.

Al Sr. Decano Dr. Daniel Cavestany por permitirnos presentar juntos la tesis y al Dr. Alejandro Varesi coordinador de la secretaría estudiantil.

A todos los participantes de Biblioteca y Hemeroteca, en especial a Rosina y Gabriela.

A nuestros amigos, y personas cercanas que nos han alentado y apoyado a lo largo del transcurso de todos estos años.

Al Sr. Alejandro Resimbebe por su ayuda en la búsqueda de los ejemplares de *Cynoscion guatucupa* y a la Pescadería Marisquería “La Italiana” por proporcionarnos dichos ejemplares.

TABLA DE CONTENIDO:

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN _____	2
AGRADECIMIENTOS _____	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS _____	6
RESUMEN _____	8
SUMMARY _____	9
INTRODUCCIÓN _____	10
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA _____	13
Generalidades de los peces _____	13
Distribución de <i>Cynoscion guatucupa</i> en Uruguay _____	13
Taxonomía _____	15
Características biológicas y morfológicas _____	15
Modalidad de pesca – Características de la flota _____	16
Calidad del pescado _____	17
Cambios post mortem del pescado _____	17
Cambios autolíticos del pescado _____	17
Cambios bacteriológicos del pescado _____	18
Métodos de preservación _____	19
Refrigeración y congelación del pescado _____	19
Envasado al vacío _____	21
Evaluación de la frescura del pescado _____	22
Evaluación sensorial _____	22
Apariencia general _____	22
Color _____	23
Olor _____	23
Textura y elasticidad _____	23
Método QIM _____	24
Parámetros objetivos _____	26
OBJETIVOS _____	27
Objetivo General _____	27
Objetivos Específicos _____	27
MATERIALES Y MÉTODOS _____	28

Localización del Proyecto _____	28
Materiales _____	28
Métodos _____	29
Análisis sensorial _____	30
Análisis objetivo _____	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	32
Filetes refrigerados con hielo en escamas _____	32
Filetes Envasados al Vacío refrigerados _____	33
Evaluación sensorial _____	34
Filetes refrigerados con hielo en escamas _____	34
Filetes Envasados al vacío refrigerados _____	35
Evaluación conjunta de las características Sensoriales _____	36
Evaluación conjunta de ambos métodos para cada atributo en particular _	37
Apariencia general _____	37
Color _____	38
Olor _____	39
Textura _____	40
Elasticidad _____	40
Método objetivo _____	41
Determinación de BNVT _____	41
Determinación de TMA _____	42
Determinación de NTMA _____	43
Comparación de BNVT/NTMA para cada método de preservación _____	44
CONCLUSIONES _____	45
RECOMENDACIONES _____	47
ANEXOS _____	48
ANEXO I:Planilla de registros diarios de Evaluación Sensorial _____	49
ANEXO II:Planilla de Medición de BNVT/TMA diarios en filetes de Cynoscion guatucupa _____	50
ANEXO III:Tabla de escala RGB para cada Método de preservación _____	51
BIBLIOGRAFÍA _____	52

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Página

CUADROS

Cuadro 1. Exportaciones del sector pesquero para el período 1999-2013	11
Cuadro 2. Factores intrínsecos que influyen en la tasa de deterioro del pescado enfriado	19
Cuadro 3. Ventajas y desventajas de la Refrigeración y la Congelación	20
Cuadro 4. Olores presentes en el pescado	23
Cuadro 5. Escala del grado de frescura para la Evaluación Sensorial	30
Cuadro 6. Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de Cynoscion guatucupa refrigerados con hielo en escamas	34
Cuadro 7. Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de Cynoscion guatucupa envasados al vacío	35

FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de la pesca de captura y acuicultura	10
Figura 2. Distribución de Cynoscion guatucupa en Uruguay	14
Figura 3. Imagen de Cynoscion guatucupa	15
Figura 4. QIM del Salmón	25
Figura 5. Actividades realizadas	29
Figura 6. Tabla descriptiva para la ponderación de los caracteres sensoriales utilizados en la evaluación sensorial de los filetes de Cynoscion guatucupa refrigerados con hielo en escamas	32
Figura 7. Cartilla de filetes de Cynoscion guatucupa refrigerados con hielo en escamas en cada grado de sus caracteres sensoriales	32
Figura 8. Tabla descriptiva para la ponderación de los caracteres sensoriales utilizados en la evaluación sensorial de los filetes de Cynoscion guatucupa envasados al vacío refrigerados	33
Figura 9. Cartilla de filetes de Cynoscion guatucupa envasados al vacío refrigerados en cada grado de sus caracteres sensoriales	33

Figura 10. Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de Cynoscion guatucupa refrigerados con hielo en escamas _____	34
Figura 11. Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de Cynoscion guatucupa Envasados al vacío refrigerados _____	35
Figura 12. Gráfica comparativa de la evaluación sensorial para ambos métodos de preservación _____	36
Figura 13. Evaluación diaria de la Apariencia general en filetes preservados con hielo en escamas y envasados al vacío _____	37
Figura 14. Evaluación diaria del Color en filetes preservados con hielo en escamas y envasados al vacío _____	38
Figura 15. Evaluación diaria del Olor en filetes preservados con hielo en escamas y envasados al vacío _____	39
Figura 16. Evaluación diaria de la Textura en filetes preservados con hielo en escamas y envasados al vacío _____	40
Figura 17. Evaluación diaria de la Elasticidad en filetes preservados con hielo en escamas y envasados al vacío _____	40
Figura 18. Cantidad de BNVT en Cynoscion guatucupa según método de preservación _____	41
Figura 19. Cantidad de TMA en Cynoscion guatucupa según método de preservación _____	42
Figura 20. Cantidad de NTMA en Cynoscion guatucupa según método de preservación _____	43
Figura 21. Comparación de BNVT/NTMA para Cynoscion guatucupa refrigerado con Hielo en escamas _____	44
Figura 22. Comparación de BNVT/NTMA para Cynoscion guatucupa Envasados al vacío refrigerado _____	44

RESUMEN

En la actualidad son extensos los conocimientos referentes al deterioro de los productos pesqueros. Al tratarse de un alimento altamente perecedero es esencial la correcta utilización de métodos de preservación, para retardar dicha descomposición. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar y comparar métodos de preservación, mediante evaluación sensorial, el tiempo de vida útil en filetes de pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) preservados en refrigeración con la utilización de hielo en escamas y envasados al vacío. Se utilizó esta especie, por tratarse de uno de los recursos de mayor consumo en nuestro País junto con la corvina (*Micropogonias furnieri*) y la merluza (*Merluccius hubbsi*). De los ejemplares frescos y enteros se obtuvieron los filetes, siendo divididos en dos grupos: Filetes refrigerados preservados con hielo en escamas y Filetes envasados al vacío refrigerados; ambos mantenidos a temperatura de 0 a 3°C. Se procedió a realizar la evaluación sensorial de la frescura y la determinación de Bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT) respectivamente en intervalos de 24 hs para un filete de cada grupo. Para la evaluación sensorial se tomaron en cuenta características como: apariencia general, color, olor, textura y elasticidad. Se utilizó una escala con un sistema de puntuación por deméritos del 0 al 3; considerándose 0 muy fresco y 3 no apto. Posteriormente se realizó la determinación de BNVT a través del *Método de Conway*. El estudio se realizó hasta el momento en que el producto llegó a la putrefacción, considerándose no apto para consumo humano. Como resultado entre los métodos de preservación no se determinó diferencias entre ambos. El envasado al vacío fue seleccionado como el más eficaz porque preservó en mejores condiciones las propiedades sensoriales, ya que es la primera percepción que tiene el consumidor al momento de seleccionar el producto, a pesar de que alcanzaron con mayor velocidad el estado de putrefacción comprobado por el *método de Conway*.

SUMMARY

*Knowledge concerning the deterioration of fishery products is extensive now a days. Being a highly perishable food is essential the correct use of preservation methods to retard breakdown. This study aimed to determine and compare preservation methods through sensory evaluation, whiting fillets lifetime, cooling preserved in flake ice and vacuum packed. This species was utilized, because it is one of the most consumed resources in our country along with the sea bass (*Micopogonias fumien*) and hake (*Merluccius hubbsi*). Fresh fillets and whole specimens were obtained, being divided into two groups: chilled fillets flake ice preserved and packaged fillets vacuum and refrigerated. Refrigerated both maintained at a temperature of 0 to 3 °. We proceeded to perform freshness sensory evaluation and total volatile nitrogenous bases respectively at intervals of 24 hours for a fillet of each group. For sensory evaluation we consider characteristics such as: general appearance, color, smell, texture and elasticity. We used a scale with a demerit scoring system from 0 to 3, where 0 was very cool and 3 unfit. Later TVNB was evaluated by Conway method. The study was conducted until product putrefaction, and considered unfit for human consumption. As a result between preservation methods no difference between the two of them was determined. Vacuum packaging was selected as the most effective because it preserves the sensory properties in better conditions. These properties are the first perception affecting consumers when selecting the product, although it reached putrefaction faster, as it was verified by Conway method.*

INTRODUCCIÓN

El sector pesquero mundial se ha incrementado en forma constante durante los últimos cincuenta años (Figura 1) y el abastecimiento de peces comestibles se encuentra actualmente en aumento superando la demanda por el crecimiento demográfico (FAO, 2014). Este aumento puede deberse a la combinación entre el crecimiento demográfico, aumento de los ingresos percibidos y a la urbanización (FAO, 2014).

A su vez trae consigo una gran oferta de empleo, brindando trabajo a más de 200 millones de personas en todo el mundo (Botsford y col, 1997). Según FAO, 2014 el incremento fue de un 4.4% para el año 2012, en comparación a un 2.7% para el año 1990.

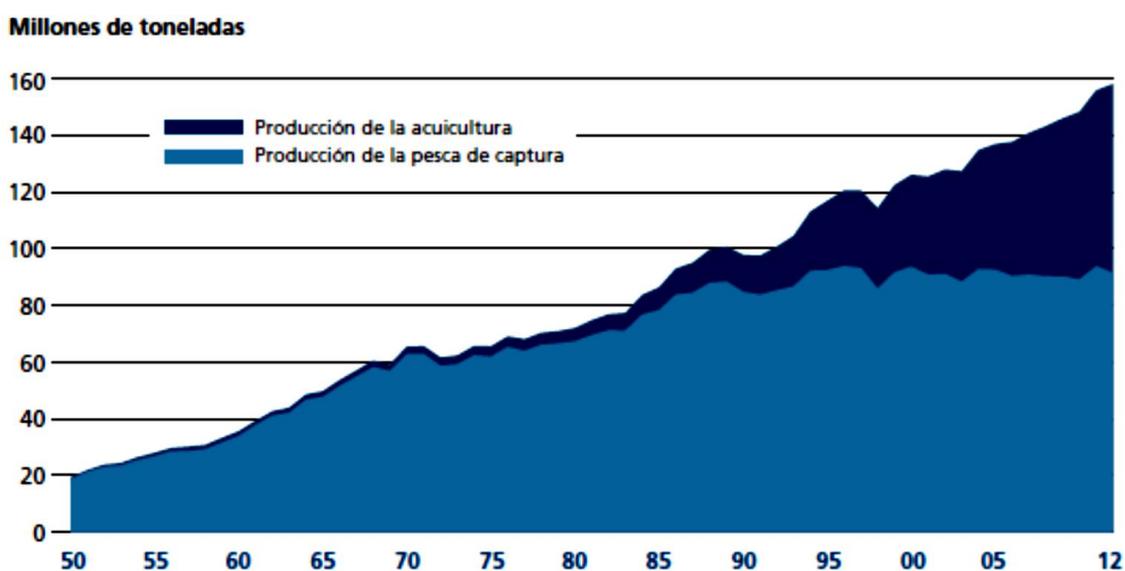


Figura 1: Producción Mundial de la pesca de captura y acuicultura (FAO, 2014).

La comercialización de pescado en algunos casos, representa más de la mitad del valor total de los productos básicos que se comercializan. Existió un aumento del 25% al 37% del total de las exportaciones mundiales de productos pesqueros entre los años 1976 y 2012 respectivamente (FAO, 2014).

En Uruguay la actividad pesquera se desarrolla principalmente en el Río de la plata y el Océano atlántico, pescándose en el entorno de las 115 mil toneladas por año (Teixeira y col, 2011). Las exportaciones del sector, han representado el 1.59% de las exportaciones totales registradas para el año 2013 (Uruguay, 2014).

Cuadro 1: Exportaciones del sector Pesquero para el período (1999-2013).

Año	Miles de USD	Toneladas
1999	108.209	73.403
2002	123.471	89.277
2006	172.638	111.003
2007	197.752	113.621
2009	180.504	93.259
2010	192.075	85.094
2011	235.694	96.091
2012	189.239	79.768
2013	144.960	58.444

(Adaptado de Uruguay, 2014).

Como se puede apreciar (cuadro 1), en el año 2009, se produce una marcada caída en el valor y volumen de las exportaciones, debido a la crisis internacional sufrida en los países desarrollados. En el año 2010 y 2011 comienza a recuperarse el sector, pero en el 2012 y 2013 se registran nuevamente caídas consecutivas (Uruguay, 2014).

El principal destino de las exportaciones en el año 2013 fue la Unión Europea (UE), en segundo lugar Brasil, y en tercer lugar Nigeria. Estos tres destinos acumulan el 67% del valor exportador del sector (Uruguay, 2014).

Las especies más exportadas fueron la merluza (*Merluccius hubbsi*) y la corvina (*Micropogonias furnieri*); con un 36% y 21% (14.358, 15.504 toneladas) del valor total respectivamente. En el caso de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), esta ocupa el quinto lugar en el sector exportador con 3015 toneladas, lo que corresponde al 3% de las exportaciones (Uruguay, 2014). Sin embargo ocupa el tercer lugar de los desembarques en nuestro país, después de la corvina y la merluza (Chiesa, 2010); siendo la segunda especie en importancia económica entre los recursos demersales costeros de la zona común de pesca (ZCP) (Uruguay-DINARA, 2014).

Como sabemos, los productos pesqueros son considerados desde el punto de vista nutricional ricos en sustancias nutritivas que resultan beneficiosas para la salud humana. Los principales constituyentes del músculo de pescado son: proteínas (16-21%), lípidos (0.2-25%), carbohidratos (menor a 0.5%), cenizas (1.2-1.5%) y agua (66-88%) (Huss, 1988). A su vez se destaca el aporte importante de vitaminas A, B y D; minerales como calcio y fósforo, y bajo contenido en sodio. Estas características lo hacen recomendable para diferentes dietas alimenticias (Huss, 1988).

Un aspecto a destacar en su composición es la fracción lipídica, componente que muestra mayor variación. Los lípidos están compuestos por ácidos grasos de cadena larga con un alto grado de insaturación; previene patologías cutáneas, cardíacas, así como también favorecen el desarrollo y crecimiento en niños. Una de las formas de ingerirlos es a través del consumo de carne de pescado ya que el hombre es incapaz de sintetizarlos (ácidos grasos esenciales) (Uruguay-D.N.S.FF.AA. y col, 2006).

Para que los productos de la pesca lleguen al consumidor en buenas condiciones, es imprescindible la utilización de métodos de preservación eficaces desde el momento de la captura. Debe ser consumido rápidamente para evitar alteraciones en su calidad, ya que es un alimento perecedero y que se deteriora con gran rapidez (Hall, 2001). Después de la muerte, el pescado sufre un proceso de deterioro cuya velocidad es mayor en relación al resto de las carnes de origen animal, lo que lleva a la pérdida progresiva de la frescura del producto pesquero (Shawyer y col, 2005).

Existe una estrecha relación entre las condiciones en las cuales se realiza la captura, manipulación del pescado a bordo y la velocidad con la que se van a instaurar los procesos de deterioro (Uruguay-D.N.S.FF.AA. y col, 2006). Por ende la aplicación de métodos de preservación resulta importante para la obtención de productos inocuos y de buena calidad; parámetros exigidos cada vez más por el consumidor. Existen distintos métodos, siendo la refrigeración el más utilizado en los productos de la pesca, entre los cuales se destaca el uso de hielo, con el cual se logra disminuir la actividad enzimática y bacteriana (Shawyer y col, 2005). En los últimos años el uso combinado de la refrigeración y el envasado al vacío para empacar diversos alimentos se ha ido incrementando, mejorando las condiciones de seguridad, almacenamiento y ampliando la vida útil (Suárez y col, 2009).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Generalidades de los peces

Según la FAO/OMS (2012), se llama “pez a cualquiera de los vertebrados e invertebrados acuáticos de sangre fría (ectotérmicos), no incluyendo a los anfibios ni a los reptiles acuáticos”. La mayoría están recubiertos por escamas y dotados de aletas que permiten su movimiento continuo. Además poseen branquias, con las que captan el oxígeno disuelto en el agua.

Según Huss y col, 1988; Meyer y col, 1978; existen varios criterios para clasificarlos y por lo general se dividen según la clase en: *Cephalaspidomorphi*, *Chondrichthyes* y *Osteichthyes*.

Dentro de la primera clasificación se encuentran los peces no mandibulares como lampreas y anguilas. La segunda clase incluye peces cartilaginosos como tiburones y rayas; y dentro de la última se encuentran los peces pulmonados y cualquier otro tipo de pez con estructura ósea, estando incluida en este grupo la mayoría de las especies comerciales. Dicha clasificación resulta importante desde el punto de vista práctico y por el hecho de que estos grupos de peces varían respecto a su composición química y se deterioran en forma diferente (Huss, 1988).

Otra forma de clasificarlos es según el porcentaje de grasa corporal. Se distinguen especies magras, semi-grasas y grasas; pero dicha clasificación se basa puramente en algunas características tecnológicas (Huss, 1988). Las especies magras o blancas como bacalao, lenguado, merluza, brótola, corvina, cazón y pescadilla; contienen menos de un 1% de grasa, mientras que las especies grasas o azules contienen un tenor graso mayor al 8%, como el salmón, atún, sardina, anchoa y anchoíta. Las especies semi-grasas contienen un porcentaje graso del 2-7% como sábalo, trucha, carpa, tiburón y lisa (Huss, 1998; Uruguay-D.N.S.FF.AA. y col, 2006).

Además según su hábitat pueden dividirse en 3 grupos:

Peces de “*agua marina o marinos*”, perteneciendo a este grupo la mayor parte de las especies comestibles como ser la pescadilla. Proviene de un medio donde el agua es rica en yodo y cloro, lo que les confiere un olor y un sabor más pronunciado. Peces de “*agua dulce o continentales*”, procedentes de ríos, lagos y arroyos, medios cuyas aguas son ricas en magnesio, fósforo y potasio. Y peces “*diadrómicos*” que se caracterizan por realizar migraciones del agua dulce al agua marina en determinadas etapas de su vida; como el salmón, la trucha y anguila (EROSKI CONSUMER, 2004).

Distribución de *Cynoscion guatucupa* en Uruguay

Uruguay posee una superficie de 176.215 km², con un mar territorial de 140.297 km² y 600 km de costas sobre el Río de la Plata y el Océano Atlántico. Se identifican 574 especies de peces, de las cuales 354 habitan en

ecosistemas de aguas saladas y 220 en ecosistemas de agua dulce. Entre las principales especies que habitan los ecosistemas de agua salada, en el Océano Atlántico, se encuentra la Merluza (*Merluccius hubbsi*) en profundidades mayores de 80 metros y en aguas costeras la Corvina (*Micropogonias furnieri*) junto con la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) (Martínez, 2004).

La pescadilla es una especie que habita en el Atlántico Sudoccidental, desde el litoral de Río de Janeiro, Brasil (latitud 22° Sur) hasta las costas de Chubut en Argentina (latitud 43° Sur). Se trata de un ejemplar demersal costero, que forma cardúmenes cercanos al fondo con dispersión batimétrica cuando llega la noche. En la Zona Común de Pesca (ZCP) se encuentra principalmente en el frente oceánico Uruguayo desde la costa hasta profundidades de 130 metros (Fig. 2). Las mayores concentraciones en aguas Uruguayas se encuentran entre la Paloma y el Chuy (Uruguay-DINARA, 2014).

Su distribución presenta segregación entre adultos y jóvenes. Los ejemplares adultos (mayores de 4 años) se encuentran en zonas oceánicas con salinidad no menor de 32 Unidades prácticas de Salinidad (PSU), temperaturas de fondo entre 11 y 15°C y a 15 metros de profundidad aproximadamente; mientras que los juveniles (entre 0 y 3 años) se encuentran a profundidades de 20 a 50 metros, y a temperaturas de 14 y 15°C (Uruguay-DINARA, 2014).

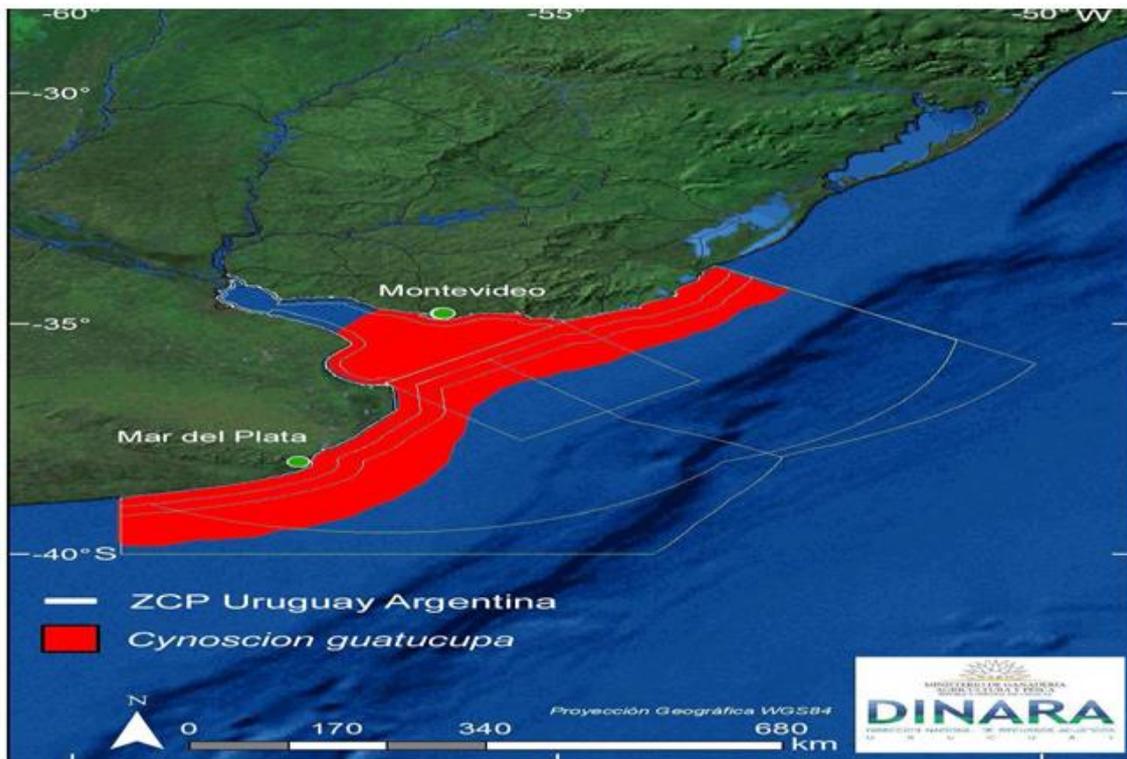


Figura 2: Distribución de *Cynoscion guatucupa* en Uruguay (Uruguay-DINARA, 2014).

Taxonomía

Reino: *Animalia*

Filo: *Vertebrata*

Sub-Filo: *Gnathostomata*

Clase: *Actinopterygii*

Sub-Clase: *Neopterygii*

División: *Teleostei*

Sub-División: *Euteleostei*

Super-Orden: *Acanthopterygii*

Orden: *Perciformes*

Sub-Orden: *Percoidei*

Familia: *Sciaenidae*

Género: *Cynoscion*

Especie: *Cynoscion guatucupa*

Nombre común: Pescadilla, Pescadilla de calada (Carbia y col, 2011; Adaptado de Uruguay-DINARA, 2014).



Figura 3: Imagen de *Cynoscion guatucupa* (Uruguay-DINARA, 2014).

Características biológicas y morfológicas

Se trata de una especie demersal con cuerpo alargado, fusiforme y una longitud media de 38 centímetros. Su coloración es azulada en la zona epiaxial y blanca en la zona hipoaxial. Se caracteriza por ser un predador carnívoro ictiófago y carcinófago. Posee hábitos alimenticios necto-bentónicos y su dieta consiste en crustáceos (camarones, peneidos y anfípodos), peces óseos (anchoíta) y moluscos (calamar y calamarete). Se trata de un pez longevo y de crecimiento lento, siendo la edad máxima observada 20 años en muestras provenientes de la ZCP. A nivel reproductivo no presenta dimorfismo sexual y su fecundación es externa (Chiesa, 2005).

Su período reproductivo es prolongado y abarca desde octubre hasta principios de abril, con un desove parcial en octubre-noviembre y otro de menor importancia en febrero-marzo (Uruguay-DINARA, 2014).

Modalidad de pesca – Características de la flota

Los artes de pesca empleados para la captura de pescadilla son la red de arrastre y el palangre común, pero las principales capturas se obtienen mediante red de arrastre a la pareja (Chiesa, 2005).

Se captura mediante la flota pesquera industrial Uruguaya categoría B (pesca costera), cuyo recurso pesquero es la corvina. No existe una flota industrial con el objetivo directo de captura de la pescadilla. Por lo tanto, a pesar de ser el tercer recurso en cantidad de captura por la flota industrial Uruguaya se considera como pesca incidental (Chiesa, 2010).

Las principales capturas se efectúan en el período invierno-primavera. En verano-otoño las capturas son bajas y prácticamente inexistentes en las costas de Uruguay (Ruarte y col, 2000).

De acuerdo con el artículo 40 del Decreto 149/997 del Instituto Nacional de Pesca que reglamenta la explotación de los recursos pesqueros, establece que las redes de arrastre utilizadas por los buques comprendidos en la Categoría B, deberán tener en la totalidad de sus paños una luz de malla no inferior a los 100 milímetros (mm).

CALIDAD DEL PESCADO

El pescado es uno de los productos de origen animal que por sus características se altera y deteriora fácilmente, fundamentalmente a temperaturas elevadas y a las malas prácticas durante su manipulación (Avdalov, 2014a). Por ello es relevante tener en cuenta los cambios que sufre luego de la captura, ya que de eso va a depender en posteriores procesos, la aceptación o rechazo por parte del consumidor.

El crecimiento bacteriano es el principal factor que limita la vida útil del pescado (Agüeria, 2008).

Cambios *post mortem* del pescado

Los cambios que conducen al deterioro del pescado se deben principalmente a la combinación de fenómenos autolíticos, microbiológicos y químicos (Huss, 1997), lo que lleva a la pérdida de calidad y a la putrefacción (Agüeria, 2008).

Los primeros cambios observados durante el almacenamiento son de apariencia, textura y rigor mortis (Huss, 1998).

Inmediatamente después de la muerte, el músculo del pescado presenta una serie de modificaciones, pasando de un estado de relajación (pre rigor o irritabilidad) a un estado de contracción muscular (rigor mortis). En primera instancia el músculo se encuentra blando, flexible con textura firme y elástica, y luego en el estado de rigor mortis se vuelve inflexible, rígido y duro. Esta condición desaparece transcurridos uno o varios días retornando a su estado de relajación por el comienzo de los procesos autolíticos (Avdalov, 2014b).

El *rigor mortis* se instala desde la cabeza hacia la cola, y desaparece en el mismo sentido (Avdalov, 2014a; Bertullo, 1975), además los cambios que se producen varían de acuerdo a la especie, tamaño, condición física, manipulación y al efecto de la temperatura (Huss, 1998).

Cambios autolíticos del pescado

Cuando el pescado muere cesa la respiración y el flujo sanguíneo, deteniéndose el suministro de oxígeno lo que impide el correcto funcionamiento de las fibras musculares. “Las células comienzan una nueva serie de procesos caracterizados por la descomposición de glucógeno y la degradación de otros compuestos ricos en energía” (Huss, 1988). La actividad celular continúa activa luego de la muerte gracias a las reservas energéticas de glucógeno y Adenosin Trifosfato (ATP) que contiene el músculo (Huss, 1988).

Cuando el reservorio de ATP celular se agota, se inicia una etapa de glucolisis anaeróbica con la finalidad de obtener así más energía, degradándose el glucógeno a glucosa y ácido láctico (Huss, 1988). “La cantidad de ácido láctico producido está relacionado con la cantidad de carbohidratos almacenados (glucógeno) en el tejido vivo” (Huss, 1998). El acúmulo de ácido láctico provoca un descenso del pH muscular y si lo logra hasta el punto isoelectrico de las

proteínas miofibrilares, éstas se desnaturalizan y pierden la capacidad de retener agua, dando como resultado cambios en la textura del pescado (Huss, 1988).

Generalmente, en comparación con la carne de los mamíferos, el músculo de pescado contiene un menor nivel de reservas energéticas (Huss, 1998). Estas pueden verse afectadas principalmente por las condiciones pre y post captura del pescado recién capturado. La fatiga que se produce debido a sus vigorosos esfuerzos y forcejeos se manifiesta, a nivel molecular en el agotamiento de las reservas de glucógeno (Sikorski, 1994). Esto desencadena una disminución en el acúmulo de ácido láctico, quedando el pH próximo a la neutralidad, condición que favorece la acción de enzimas musculares y el desarrollo bacteriano, reduciendo la vida útil del producto (Kubitza, 1999). Los peces “estresados o en agonía” experimentan una rigidez cadavérica breve y superficial, actuando negativamente sobre la textura del músculo (Meyer y col, 1978). Por todo esto, es preferible que el *rigor mortis* sea prolongado en el tiempo, ya que de esta manera se retarda la proliferación bacteriana, manteniendo la frescura (Sikorski, 1994) y asegurando una excelente calidad (Bertullo, 1975).

Cambios bacteriológicos del pescado

Si bien la carne y los órganos internos de los peces recién capturados son estériles (Pascual-Anderson y col, 2000), existe una variada flora bacteriana contaminante tanto en la superficie externa (piel y branquias) como en el sistema digestivo (intestino) (Huss, 1998).

Los peces capturados en aguas frías y limpias contienen menor número de microorganismos (mo), que aquellos capturados en aguas cálidas (Huss, 1998). Según Sikorski, 1994 el agua de mar contiene escasas cantidades de unidades formadoras de colonias por centímetro cúbico (ufc/cm³), en comparación con aguas costeras donde pueden alcanzar cifras mayores en el entorno a las 10⁶ ufc/cm³.

Las bacterias se clasifican según la temperatura de crecimiento en psicrótrofas y psicrófilas; con temperaturas de crecimiento óptimo de 25 y 15 °C respectivamente (Huss, 1998).

En el caso de peces capturados en aguas frías, las bacterias que predominan son las psicotóficas (Sikorski, 1994) Gram negativas, como *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Moraxella*, *Acinetobacter* (Uruguay-D.N.S.F.F.AA. y col, 2006).

Durante el metabolismo bacteriano se forman compuestos asociados al deterioro como: amonio, aminas biógenas, ácidos orgánicos, compuestos sulfurados (a partir de aminoácidos), acetato (a partir de lactato), trimetilamina (TMA) a partir de óxido de trimetilamina (OTMA) (Agüeria, 2008); siendo este el cambio de mayor relevancia en peces marinos (Dragonetti, 2008). El OTMA está presente en todas las especies marinas y en algunas especies de agua dulce en pequeñas cantidades (Agüeria, 2008). La reducción bacteriana produce TMA (compuesto básico volátil) que se encuentra en pequeñas cantidades en el pescado fresco (Huss, 1988). Este tiene importancia en la inspección del pescado, ya que es responsable del olor característico a “pescado” (Dragonetti, 2008).

MÉTODOS DE PRESERVACIÓN

Si bien el músculo del pescado recién capturado es estéril (Huss, 1998); generalmente la descomposición ocurre por m.o bacterianos que al inicio son superficiales, y luego penetran en capas profundas (Sikorski, 1994). La velocidad de degradación dependerá de factores intrínsecos como el tamaño del pez, tipo de piel, entre otros (ver cuadro 2) y de factores extrínsecos como la manipulación y el empleo de técnicas de preservación; enfocadas fundamentalmente a impedir o retrasar el desarrollo bacteriano (Pons Sánchez-Cascado, 2005). Por eso, si no se toman en cuenta dichos factores se puede producir una importante pérdida de los valores nutricionales y sensoriales (Sanjuás, 2012).

Cuadro 2: Factores intrínsecos que influyen en la tasa de deterioro del pescado enfriado.

Factores Intrínsecos	Tasa relativa de deterioro del pescado conservado en hielo	
	Tasa baja	Tasa alta
Forma	Peces planos	Peces redondos
Tamaño	Peces grandes	Peces pequeños
Tipo de piel	Piel gruesa	Piel delgada
Contenido graso	Especies magras	Especies grasas

(Adaptado de Shawyer y col, 2005).

Refrigeración y congelación del pescado

El método más utilizado para la preservación del pescado, desde su captura hasta la llegada al consumidor, es la aplicación de la tecnología del frío (Madrid y col, 1999); ya que presenta la ventaja de enlentecer la putrefacción de los alimentos, prevenir la pérdida de vitaminas y otros nutrientes (Bertullo, 1975).

Según la tecnología de frío aplicada, el pescado se puede preservar de varias formas; mediante la refrigeración, congelación y ultracongelación (Madrid y col, 1999)

Según el Reglamento Bromatológico Nacional (Uruguay. Ministerio de Salud Pública, 1994) se define a la refrigeración como el método que somete a los alimentos a temperaturas inferiores a 5°C y por encima del punto de congelación. Tiene la finalidad de preservarlo durante varios días, manteniendo su aspecto exterior, terneza y elasticidad de sus tejidos (Crepey, 1952). Igualmente debe tenerse en cuenta que las condiciones de refrigeración no detienen los cambios sensoriales, crecimiento bacteriano, ni su actividad

enzimática, pero si enlentece dichos procesos; además de la consecuente aparición de los productos de degradación relacionados con el deterioro (Pons Sánchez-Cascado, 2005).

Graham y col, 1993 consideran que el pescado en estado de refrigeración puede preservarse durante 15 días a temperatura de 0°C, 6 días a 5°C y solo 2 días a 15°C. Para que sea efectiva dicha técnica, es necesario que la materia prima sea de buena calidad y además el frío debe aplicarse inmediatamente posterior al sacrificio (Sanjuás, 2012).

En el caso de pescado congelado este se obtiene cuando se somete a la carne a un proceso de congelación suficiente como para reducir la temperatura en su centro térmico a -18 °C, con el fin de conservar la calidad inherente del mismo (FAO/OMS, 2009; Uruguay-DINARA, 1997b). Es conveniente que este proceso se realice de forma rápida, para que los cristales de hielo que se formen sean pequeños y así poder evitar el daño al tejido muscular (Pons Sánchez-Cascado, 2005).

Cuadro 3: Ventajas y desventajas de la Refrigeración y la Congelación.

Refrigeración	Congelación
Almacenamiento a corto plazo (máximo de un mes para algunas especies, pocos días para otras).	Almacenamiento a largo plazo (un año o más para algunas especies).
Temperatura de almacenamiento: 0 °C	Temperatura de almacenamiento inferior a cero, por ejemplo: -18 °C.
Relativamente económico.	Relativamente costoso.
Producto similar al pescado fresco.	Si se realiza de forma incorrecta, puede afectar negativamente la calidad del producto.
Tecnología relativamente sencilla.	Tecnología relativamente compleja.
No se necesitan conocimientos avanzados.	Se necesitan conocimientos avanzados.
Refrigeración portátil.	Operaciones generalmente fijas.

(Adaptado de Shawyer y col, 2005).

El hielo como forma de refrigeración es el más apropiado, ya que permite un enfriamiento rápido del producto. Tiene como principales ventajas, ser fácil de transportar y de bajo costo, además de tener una capacidad refrigerante muy grande respecto a un peso o volumen determinado. Es considerado un termostato, y como el pescado está constituido principalmente por agua, lo mantiene a una temperatura apenas superior al punto en el que empezaría a congelarse (Graham y col, 1993). Se debe tener en cuenta que debe ser realizado con agua potable y cumplir con las normas de seguridad establecidas por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Shawyer y col, 2005).

A nivel industrial existen diferentes tipos de hielo. El más utilizado es el hielo en escamas, que se fabrica rociando o vertiendo agua sobre una superficie refrigerada. El agua se congela sobre la superficie formando capas delgadas de hielo de 2 a 3 mm de espesor (Shawyer y col, 2005).

Dentro de las principales ventajas del hielo en escamas se destaca que:

- Tiene una superficie de intercambio de calor mayor que la mayoría de los otros tipos de hielo. La transferencia de calor entre el pescado y el hielo se produce con mayor rapidez y eficacia.
- Cede 83 Kilocalorías (kcal) por Kilogramo (kg) al fundirse transformándose en agua, por ende extrae más calor que otros tipos de hielo.
- Es de fácil almacenamiento y manipulación.
- La fabricación es casi inmediata.
- Puede utilizarse inmediatamente post elaboración.
- La máquina utilizada es pequeña y requiere menor espacio en comparación con otros tipos de hielo (Shawyer y col, 2005).

Dentro de las desventajas cabe destacar que:

- Debido a su mayor superficie se funde rápidamente.
- A igual peso, requiere mayor espacio de almacenamiento.
- Para comercializarlo hay que pesarlo, en vez de venderlo por unidad (Shawyer y col, 2005).

Envasado al vacío

En la actualidad, los sistemas de envasado para alimentos han ido evolucionando como respuesta a las exigencias de los consumidores y a los cambios en el estilo de vida. La creciente demanda de productos naturales, de mayor calidad y a la vez con mayor vida útil ha provocado que el envasado adquiera un papel fundamental en la preservación de los alimentos. Para mantener el estado natural se acude a distintas técnicas de envasado como por ejemplo: vacío, atmósfera controlada y atmósfera modificada. De esta forma se logra preservar y proteger el alimento durante períodos de tiempo más prolongados (López y col, 2004).

El envasado al vacío consiste en la sustracción total del aire, sin que sea remplazado por otro gas. Se emplea en distintos tipos de productos, y se considera una excelente herramienta para preservar los productos cárnicos; ya que presenta la ventaja de mantener la calidad natural (Sánchez Escalante y col, 2008) y prolongar su vida útil (Huss, 1995).

Es importante la información que posee el rótulo de un producto envasado. Contiene requisitos especiales, que incluye una leyenda en caracteres bien legible que indica las condiciones de almacenamiento, debiendo indicarse la temperatura máxima y mínima a las cuales debe preservarse el alimento y el tiempo en el cual el fabricante garantiza su aptitud para el consumo.

Cuando corresponda, el rótulo deberá contener las instrucciones que sean necesarias sobre el modo apropiado de empleo, incluida la reconstitución, la descongelación o el tratamiento que deba realizar el consumidor para el uso correcto del producto. Después de abierto el envase se deberá mantener a temperatura de refrigeración.

Dichas instrucciones no deben ser ambiguas, ni dar lugar a falsas interpretaciones de modo de garantizar una correcta utilización del alimento

(MERCOSUR, 1993). Esta rotulación debe ser aprobada previamente por el DINARA (Uruguay-DINARA, 1997b).

En la industria pesquera el envasado al vacío junto con la refrigeración está siendo cada vez más popular debido a que favorece el almacenamiento, distribución y comercialización tanto de productos crudos como procesados. Posee un efecto positivo y significativo sobre la vida útil de los filetes (Yüksel Genç y col, 2013).

EVALUACIÓN DE LA FRESCURA DEL PESCADO

Evaluación Sensorial

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

La evaluación sensorial es definida como una disciplina científica, empleada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones características del alimento percibidas a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición (Huss, 1998). Puede aplicarse no solo en la producción y control de calidad de los alimentos sino también en el desarrollo de nuevos productos y marketing de los mismos (Santa cruz y col, 2005). Tiene como principal ventaja la de normalizar los parámetros estudiados para cada especie, permitiendo al inspector contar con una referencia rápida y eficaz para el dictamen de la frescura (Pinnacchio, 2011).

Durante los últimos 50 años, se han desarrollado una gran variedad de tablas como guía para la evaluación sensorial de los productos pesqueros. Si bien existe gran diferencia entre ellas, los parámetros que se tienen en cuenta para la evaluación no difieren. Dentro de estos encontramos los siguientes: Apariencia general, Color, Olor, Textura y Elasticidad.

Apariencia general

Es el atributo que nos da una valoración inicial global del alimento (Pons Sánchez-Cascado, 2005). En el caso de un lote de pescado, lo que se evalúa es la partida general; la disposición en las cajas, volumen de hielo y la presencia o ausencia de suciedad que puedan traer consigo.

Al momento de evaluar un ejemplar se debe comprobar la existencia o no de rigor mortis; para lo cual se debe sostener el ejemplar por la cabeza verificando de esta manera si se mantiene rígido (rigor mortis propiamente dicho) o si por el contrario se encuentra flácido indicándonos resolución del rigor mortis o que aún no ha entrado en el. Para diferenciar debemos recurrir a los datos sobre el tiempo transcurrido desde su captura y la comprobación de los parámetros sensoriales como el olor, color, textura muscular, entre otros (Dragonetti, 2008).

Color

Es característico de cada especie, pero cambia a medida que avanza la putrefacción; pasando sucesivamente a tonalidades menos intensas, poco definidas (Friss de Kereki y col, 2011; Dragonetti, 2008).

Olor

Es la percepción a través del sentido del olfato de sustancias volátiles liberadas por los alimentos. La percepción de un olor no es constante, sino que tiende a disminuir con rapidez (Pons Sánchez-Cascado, 2005). Por esto según Dragonetti, 2008 es recomendable comenzar por zonas de menor intensidad de olor para luego culminar con las más odoríferas. Según el grupo de compuestos que predominen es el olor que podremos detectar (ver cuadro 4).

Cuadro 4: Olores presentes en el pescado.

Olor	Compuesto Responsable
Fresco "a mar"	Oxido de Tri Metil Amina (OTMA)
Neutro	Equilibrio OTMA-TMA
Pescado	Tri Metil Amina (TMA)
Podrido	Amoníaco (NH ₃)

(Adaptado de Dragonetti, 2008).

Textura y elasticidad

Estas características se van a diferenciar según la especie de que se trate (Dragonetti, 2008).

La textura es la propiedad sensorial que puede detectarse por los sentidos del tacto y la vista. Para evaluarla se realiza un corte a la altura de la cola, así de esta manera se puede ejercer una presión uniforme sobre los haces musculares seccionados y observar el grado de protrusión de los miótomos. Otra forma de evaluar la textura es realizar un corte a la altura de los músculos laterales paralelo a la columna vertebral comprobando el grado de desprendimiento muscular con respecto a la columna vertebral (Dragonetti, 2008).

La elasticidad se evalúa ejerciendo presión moderada sobre los músculos dorso laterales, valorando su capacidad de respuesta. Un músculo en buenas condiciones se recupera rápidamente (Dragonetti, 2008).

Actualmente existen varios tipos de tablas de evaluación sensorial con distintas escalas para diversos productos pesqueros. Debido a ello, uno de los métodos más utilizado para la evaluación de la frescura del pescado es el Método de Índice de Calidad o *Quality Index Method* (QIM).

Método QIM

Fue desarrollado originalmente en Australia. Se basa en la observación de los cambios característicos que sufre el pescado crudo a medida que avanza su deterioro, lo que permite determinar su grado de frescura y calidad (Abaroa y col, 2008). Son cambios que se manifiestan principalmente en ojos, piel, branquias y textura de la carne los cuales se evalúan a través de parámetros sensoriales como olor, color, aspecto y tacto. Los cambios en cada uno de estos parámetros se han descrito y cuantificado a través de una escala de puntuación en demérito, que generalmente va de 0-1, 0-2 y 0-3 (Abaroa y col, 2008; Martinsdóttir y col, 2001). Ninguna muestra puede rechazarse basándose en un único criterio, ya que se tienen en cuenta simultáneamente varios atributos (Pons Sánchez-Cascado, 2005). La suma de las puntuaciones de todas las características, dan como resultado la puntuación sensorial total (QIM), por lo tanto a menor puntaje, mayor es el índice de calidad que se obtiene (Martinsdóttir y col, 2001).

Se puede afirmar que el principal beneficio consiste en proporcionarle al usuario una medida fiable y estandarizada de la evaluación de la frescura de un producto determinado (Pons Sánchez-Cascado, 2005).

Parámetro de Calidad		Descripción	Puntuación
Piel	Color/ aspecto	Piel nacarada	0
		Piel levemente nacarada	1
		Color amarillento, principalmente cerca del abdomen	2
	Mucus	Limpio, no espeso	0
		Lechoso, espeso	1
		Amarillo y espeso	2
	Olor	Fresco, algas, neutro	0
		Pepino, metal, heno	1
		Agrio, trapo mojado	2
		Putrefacto	3
	Textura	En rigor mortis+034	0
		La marca de los dedos desaparece rápidamente	1
La marca de los dedos tarda en desaparecer 3 segundos		2	
Ojos	Pupilas	Claros y negros, brillo metálico	0
		Gris oscura	1
		Gris, mates	2
	Forma	Convexos	0
		Planos	1
		Hundidos	2
Agallas	Color	Rojo/marrón oscuro	0
		Rojo pálido, rosa levemente marrón	1
		Gris-pardo, marrón, gris, verde	2
	Mucus	Transparente	0
		Lechoso, espeso	1
		Marrón, espeso	2
	Olor	Fresco, algas	0
		Metálico, pepino	1
		Agrio, mohoso	2
		Putrefacto	3
Abdomen	Sangre en abdomen	Rojo sangre/ausente	0
		Sangre algo parduzca, amarillenta	1
	Olor	Neutro	0
		Pepino, melon	1
		Agrio, fermentado	2
		Putrefacto, berza podrida	3
Índice de Calidad			0-24

Figura 4: QIM del Salmón (Martinsdóttir y col., 2001).

PARÁMETROS OBJETIVOS

Luego de haber comenzado los procesos de deterioro existe un aumento de la actividad bacteriana, cuyas enzimas difunden en el músculo produciendo la reducción de OTMA a aminas más simples como Trimetilamina (TMA), Dimetilamina (DMA), entre otras. Al conjunto de estas se les conoce con el nombre de Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT) (Uruguay-D.N.S.FF.AA. y col, 2006). En peces marinos la dosificación de las BNVT es un método útil para la evaluación de la frescura. Además, se puede utilizar la medición de TMA como índice de deterioro, ya que podemos concluir que a mayor volumen de TMA mayor actividad bacteriana (Dragonetti, 2008). La medición de TMA no brinda información acerca de los primeros cambios en el grado de frescura; pero si acerca de los cambios posteriores o del grado de deterioro (Dragonetti, 2008; Huss, 1988). La normativa MERCOSUR establece como límite de aceptación 30 miligramos cada 100 gramos de músculo de BNVT (30mg/100g de BNVT) (Uruguay. Ministerio de Salud Pública, 1994).

En nuestro estudio utilizamos la técnica de Microdifusión de Conway, pero existen otras técnicas para determinar las BNVT como por ejemplo; Destilación Directa, Destilación por arrastre de vapor o también denominado "Antonacopoulus" (Dragonetti, 2008).

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una nueva presentación de filetes de pescado fresco refrigerado (0-3°C) que faciliten su manipulación y preservación.

Objetivos Específicos

Comparar la vida útil de filetes de pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) refrigerados con hielo en escamas y filetes envasados al vacío refrigerados.

Evaluar el efecto del envasado al vacío sobre la calidad de los filetes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Proyecto

El estudio se realizó en el Instituto de Investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Víctor H. Bertullo”. Facultad de Veterinaria-Universidad de la República.

Materiales

Equipos

Cámara frigorífica de 0-3 °C.
Máquina elaboradora de hielo.
Balanza electrónica.
Licuadora.
Envasadora de vacío.
Cámara de fotos.
Jarra eléctrica.

Reactivos

Ácido Bórico al 1%.
Ácido Sulfúrico N/100.
Ácido Tricloracético al 5%.
Carbonato de Potasio.
Formol Neutralizado al 40%.
Reactivo de tashiro.
Vaselina sólida.

Instrumentales y planillas

Cuchillas.
Bandejas.
Tablas de plástico.
Cámaras de Conway y tapas.
Embudo de vidrio.
Filtros de papel Whatman (11 y 12,5 cm).
Frascos de vidrio con tapa rosca.
Pera de goma.
Pipetas graduadas.
Pipeta automática.
Tips para pipeta automática.
Vasos de bohemia.
Marcador permanente.
Planillas para registro de resultados.

Métodos

Se recibieron en el Instituto de Investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Victor H. Bertullo” (IIP) ubicado en Tomás Basáñez 1160, Montevideo, Uruguay; quince ejemplares de *Cynoscion guatucupa* frescos.

La materia prima fue donada por la pescadería marisquería “La Italiana”, ubicada en el Puerto del Buceo. Una vez en la Planta Piloto se procedió a realizar la evaluación sensorial de todos los ejemplares (pescado fresco y entero) y posteriormente se realizó el fileteado de los mismos. Ese mismo día tomado como “Día 0” se realizó la evaluación sensorial de un filete y se determinó BNVT y TMA a través del *Método de Conway*. Con el resto de los filetes se realizó la separación en dos grupos, ambos preservados en cámara de refrigeración a una temperatura de 0-3 °C:

GRUPO A: Filetes refrigerados preservados con hielo en escamas (REF).

GRUPO B: Filetes envasados al vacío, refrigerados (EV).

Al siguiente día “Día 1” se continuó con el mismo procedimiento que el “Día 0”, realizando la evaluación sensorial y determinación de BNVT y TMA para un filete de cada grupo. Así se procedió día tras día, hasta el momento en que los filetes llegaron a su putrefacción, considerándose NO APTOS para consumo humano (Ver figura 5). Durante el transcurso del estudio se realizaron los registros fotográficos diarios correspondientes, para documentar las evaluaciones realizadas.

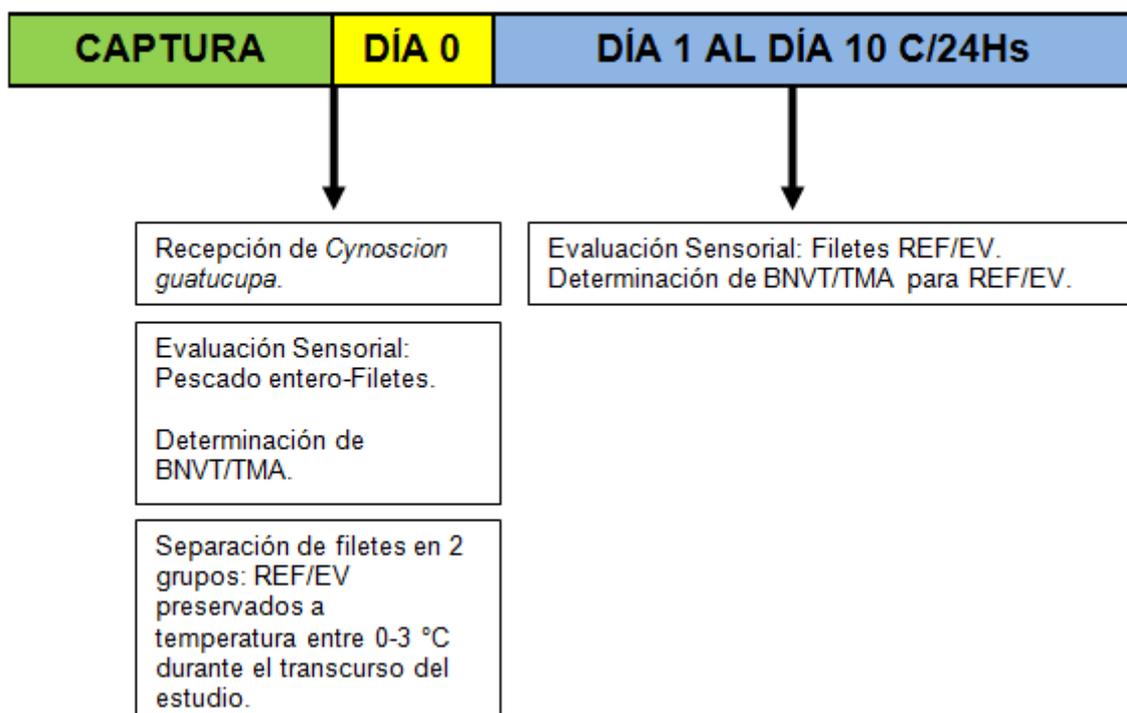


Figura 5: Actividades realizadas.

Análisis sensorial

Se analizaron los filetes de cada grupo mediante evaluación sensorial, en intervalos de 24 horas hasta que el producto se consideró NO APTO para consumo humano (podrido).

Las características sensoriales evaluadas fueron: apariencia general, color, olor, textura y elasticidad (Ver anexo I).

Para la evaluación se utilizó una escala con un sistema de puntuación por deméritos del 0 (pescado muy fresco) al 3 (pescado no apto) (Ver cuadro 5). La misma fue adaptada del método sensorial *Quality Index Method* (QIM) que utiliza un sistema práctico de calificación en el cual se inspecciona el pescado entero y se registran en una tabla los deméritos correspondientes.

En nuestro ensayo se utilizó el mismo tipo de escala para los filetes de ambos grupos.

Cuadro 5: Escala del grado de frescura para la Evaluación Sensorial.

PUNTAJE	CALIDAD
0	Muy fresco
1	Fresco
2	Aceptable
3	No apto

(Adaptado de Abaroa y col, 2008).

Análisis objetivo

Para la evaluación de la frescura objetivamente se utilizó la Técnica de *Microdifusión de Conway*, que consiste en la determinación de Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT) y Trimetilamina (TMA) en el músculo del pescado. La normativa Internacional establece como aceptable un nivel igual o inferior a 30 mg% de BNVT (Norma Mercosur, 1994).

- Descripción de la Técnica

Para cada muestra de defecado se sembraron dos cámaras de Conway para BNVT y dos para TMA (previamente identificadas), con el fin de obtener menor error en la técnica.

- 1) Preparación del defecado:

Pesar 25 gramos (gr) de músculo.

Medir 75 centímetros cúbicos (cc) de ácido tricloracético.

Colocar todo en licuadora y homogeneizar.

Filtrar, se obtiene un defecado límpido que tiene en solución las Bases Nitrogenadas no Proteicas para titular.

Para la reacción se utilizó la cámara de Conway, la misma es de vidrio con una cámara central y una cámara externa, así como una tapa de vidrio con una de sus caras esmerilada.

Previo a introducir los reactivos se colocó en el borde superior (contorno) de la cámara externa un sellante (vaselina sólida) para hermetizar el sistema y así evitar la pérdida de bases volátiles que serán captadas por el ácido bórico.

2) Sembrado de las cámaras:

BNVT

- a- En la cámara central se colocó 2 cc de Ácido Bórico al 1%, cuya función es captar las Bases Volátiles que se liberan durante la reacción. En la cámara externa se colocó 2 cc del defecado (tiene las Bases en solución).
- b- Posteriormente se colocó la tapa de vidrio con la parte esmerilada hacia abajo, dejando una pequeña apertura por la cual se agregó 2 cc de solución saturada de Carbonato de Potasio (Alcaliniza el medio permitiendo la liberación de las Bases).
- c- Inmediatamente después se cerró la apertura para hermetizar la cámara y se llevó a estufa a 36-37 °C durante 2 horas.
- d- Una vez cumplido el tiempo de incubación se agregó 2-3 gotas de reactivo de Tashiro en la cámara central (indicador de pH). Si el ácido bórico captó las bases, el reactivo de Tashiro vira al color verde (indicando medio alcalino).
- e- Titulación con ácido sulfúrico N/100.
- f- En el momento que el reactivo de Tashiro viró a violeta (indicando medio ácido), se midió el gasto de ácido sulfúrico y se registró en la planilla correspondiente (Ver Anexo II). Como se mencionó anteriormente se prepararon 2 cámaras por muestra, por lo que el resultado final se obtuvo del promedio entre ambas.

TMA

Para el caso de TMA se realizaron los mismos puntos (a, c, d, e, f) que para la determinación de BNVT, con la diferencia que en el paso "b" se agregó en primer lugar 0.5 cc de Formol Neutralizado y luego 2 ml de Carbonato de Potasio.

Para determinar objetivamente el cambio del color en ambos grupos (Filetes refrigerados con aplicación de hielo en escama y envasados al vacío refrigerados) se empleó el modelo de Color RGB (*Red-Green-Blue*) de *Paint*.

Este 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 las medidas de los colores RGB para cada escala del grado de frescura (Ver anexo III).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del DÍA 1 del ensayo, ya que tenemos un filete de cada grupo para comparar.

Filetes refrigerados con hielo en escamas

FILETES REFRIGERADOS CON HIELO EN ESCAMAS					
		ESCALA			
		0	1	2	3
APARIENCIA GENERAL		Espejo de plata brillante.	Conserva Espejo de plata. Brillo disminuido.	Comienza a desaparecer Espejo de plata.	Restos de Espejo de plata. Superficie opaca.
COLOR	M. BLANCO	Rosa (RGB: 200-139-154).	Rosa claro (RGB: 198-161-169).	Rosa claro con tonalidad amarillenta (RGB: 169-146-154).	Rosa claro con tonalidad amarillenta (RGB: 189-153-157).
	M. ROJO	Rojo claro uniforme (RGB: 143-84-86).	Rojo ligeramente claro (RGB: 167-120-104).	Castaño (RGB: 125-94-74).	Castaño oscuro (RGB: 104-70-61).
OLOR		Fresco a mar.	Neutro, no se percibe olor.	Intenso olor a pescado.	Olor desagradable, a podrido.
TEXTURA		Ligera separación de mioseptos. Típico de la especie.	Ligeramente disminuida	Mioseptos separados (Pérdida de cohesión)	Muy disminuida. Notoria separación de mioseptos.
ELASTICIDAD		Músculo firme de acuerdo a lo esperado para la especie. Responde inmediatamente a la digitopresión muscular.	Ligeramente disminuida a la digitopresión.	No responde rápidamente a la digitopresión. Musculo depresible.	No responde a la digitopresión.

Figura 6: Tabla descriptiva para la ponderación de los caracteres sensoriales utilizados en la evaluación sensorial de los filetes de *Cynoscion guatucupa* refrigerados con hielo en escamas.

FILETES DE PESCADILLA DE CALADA (<i>CYNOSCION GUATUCUPA</i>) REFRIGERADOS CON HIELO EN ESCAMAS			
ATRIBUTO	APARIENCIA GENERAL	COLOR	TEXTURA
GRADO 0 EXCELENTE			
GRADO 1 FRESCO			
GRADO 2 LIMITE ACEPTABLE			
GRADO 3 PODRIDO			

Figura 7: Cartilla de filetes de *Cynoscion guatucupa* refrigerados con hielo en escamas en cada grado de sus caracteres sensoriales.

Filetes Envasados al Vacío refrigerados

FILETES ENVASADOS AL VACÍO REFRIGERADOS					
		ESCALA			
		0	1	2	3
APARIENCIA GENERAL		Espejo de plata brillante. Apariencia del filete atractiva a la vista.	Conserva Espejo de plata. Tonalidad más opaca, menos brillante. Se mantiene atractivo a la vista.	Conserva Espejo de plata, más opaco. Ha perdido brillo.	Espejo de plata grisáceo, desprende con notoria facilidad.
COLOR	M. BLANCO	Rosa opaco (RGB: 158-112-122).	Similar a grado 0 (RGB: 176-124-126).	Rosa claro (RGB: 194-144-156).	Rosa opaco (RGB: 157-107-116).
	M. ROJO	Rojo (RGB: 154-65-87).	Rojo oscuro (RGB: 125-70-75).	Rojo oscuro (RGB: 127-81-83).	Castaño rojizo (RGB: 129-98-95).
OLOR		Sin olor.	Leve olor a mar, principalmente en cara externa.	Similar a grado 1.	A pescado, no ofensivo.
TEXTURA		Ligera separación de mioseptos. Típico de la especie.	Ligera separación de mioseptos. Típico de la especie.	Se observa mayor separación de mioseptos.	Notoria separación de mioseptos. Pérdida de cohesión muscular.
ELASTICIDAD		Responde a la digitopresión muscular de acuerdo a lo esperado para la especie.	Al presionar sobre la cara externa del filete, se empieza a notar levemente la impronta digital.	Impronta producida por la digitopresión sobre el músculo, se mantiene por más tiempo.	No responde a la digitopresión.

Figura 8: Tabla descriptiva para la ponderación de los caracteres sensoriales utilizados en la evaluación sensorial de los filetes de *Cynoscion guatucupa* envasados al vacío refrigerados.



Figura 9: Cartilla de filetes de *Cynoscion guatucupa* envasados al vacío refrigerados en cada grado de sus caracteres sensoriales.

Evaluación sensorial

A continuación se muestran los resultados de la evaluación sensorial para cada método de preservación (Hielo en escamas/Envasado al vacío Refrigerados).

Filetes refrigerados con hielo en escamas:

Como se aprecia en el cuadro 6 y figura 10, en los primeros cinco días del ensayo las características sensoriales se mantienen en estado óptimo de fresca. A partir del siguiente día las características sensoriales manifiestan cambios de su calidad, llegando al límite de aceptabilidad (Valor 2) al sexto día. Al séptimo día la característica sensorial que llega al valor 3 (RECHAZO) es el color, apreciándose el músculo blanco de un color rosa claro con tonalidad amarillenta y el músculo rojo de un color castaño oscuro.

Al octavo día se suman los atributos de apariencia general, textura y elasticidad siendo considerados como causales de descarte de los filetes (X). Si bien el olor se consideró como valor 1 desde el comienzo del ensayo, fue el último en llegar al valor 3 al noveno día.

Cuadro 6: Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de *Cynoscion guatucupa* refrigerados con hielo en escamas.

DÍAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AP. GENERAL	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3
COLOR	0	0	0	1	1	2	3	3	3	3
OLOR	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
TEXTURA	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3
ELASTICIDAD	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3
PROMEDIO (X̄)	0.2	0.2	0.6	1	1	2	2.2	2.8	3	3

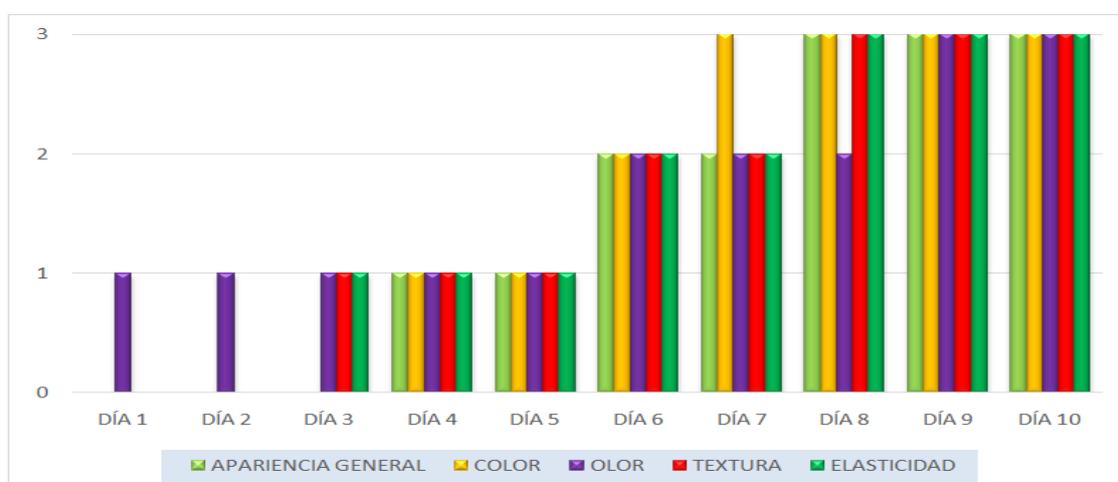


Figura 10: Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de *Cynoscion guatucupa* refrigerados con hielo en escamas.

Filetes Envasados al vacío refrigerados:

En este caso, en el cuadro 7 y figura 11 se puede observar que a partir del sexto día, comienzan a observarse cambios de frescura.

Al octavo día todos los atributos llegaron al valor 2 (Límite de aceptabilidad) y al noveno día, los filetes fueron descartados al alcanzar el valor 3 (X).

Cuadro 7: Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de *Cynoscion guatucupa* Envasados al vacío.

DÍAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AP. GENERAL	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
COLOR	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
OLOR	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3
TEXTURA	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3
ELASTICIDAD	0	0	1	1	1	1	2	2	3	3
PROMEDIO (X̄)	0	0	0.4	1	1	1.2	1.8	2	2.6	3

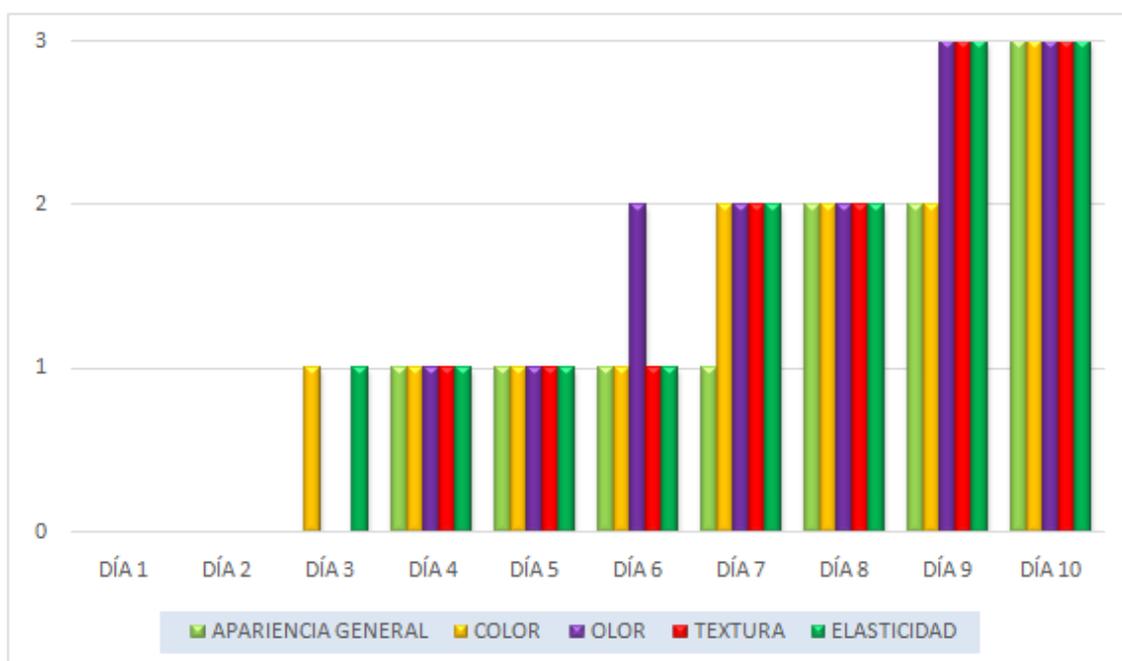


Figura 11: Evolución diaria de las características Sensoriales de filetes de *Cynoscion guatucupa* Envasados al vacío refrigerados.

En resumen, como se observa la vida útil de los filetes refrigerados con hielo en escamas fue de ocho días en comparación a los filetes envasados al vacío refrigerados que fue de nueve días.

Evaluación conjunta de las características Sensoriales

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento conjunto de los atributos, para cada método de preservación durante el transcurso del estudio.

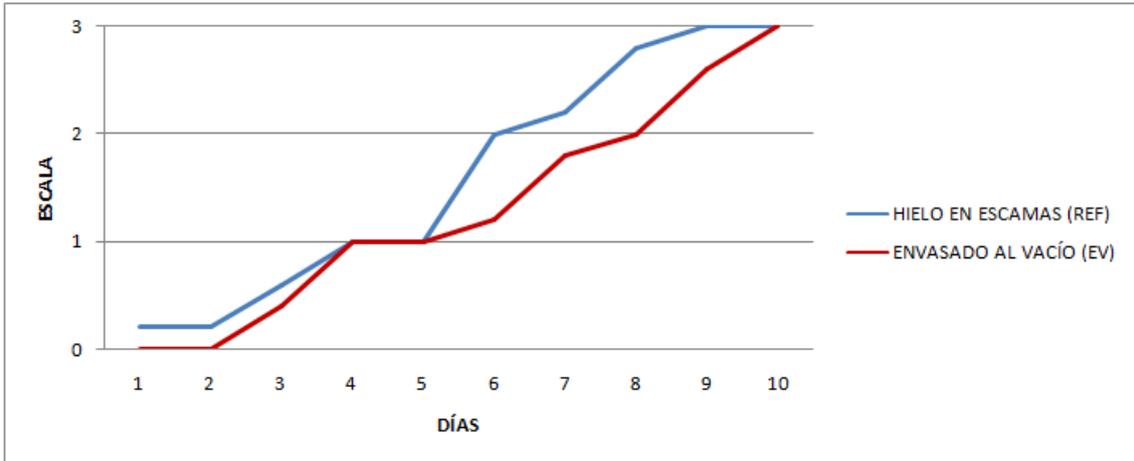


Figura 12: Gráfica comparativa de la evaluación sensorial para ambos métodos de preservación.

Se puede observar que la evaluación sensorial del grupo REF y EV es similar durante el transcurso del tiempo hasta el día 5, a partir del cual los filetes envasados al vacío presentan mejor grado de frescura que los almacenados en hielo en escamas para el mismo día del estudio.

Evaluación conjunta de ambos métodos (Hielo en escamas/ Envasado al vacío) para cada atributo en particular.

Apariencia general

Se puede visualizar (Figura 13) que la evaluación de la apariencia general en ambos métodos de preservación se mantiene igual hasta el quinto día del estudio. A partir de ese día se observa que los filetes refrigerados con hielo en escamas se deterioran con mayor velocidad alcanzando el valor de rechazo al octavo día, a diferencia de los filetes envasados al vacío que lo alcanzan 48 horas después (día 10).

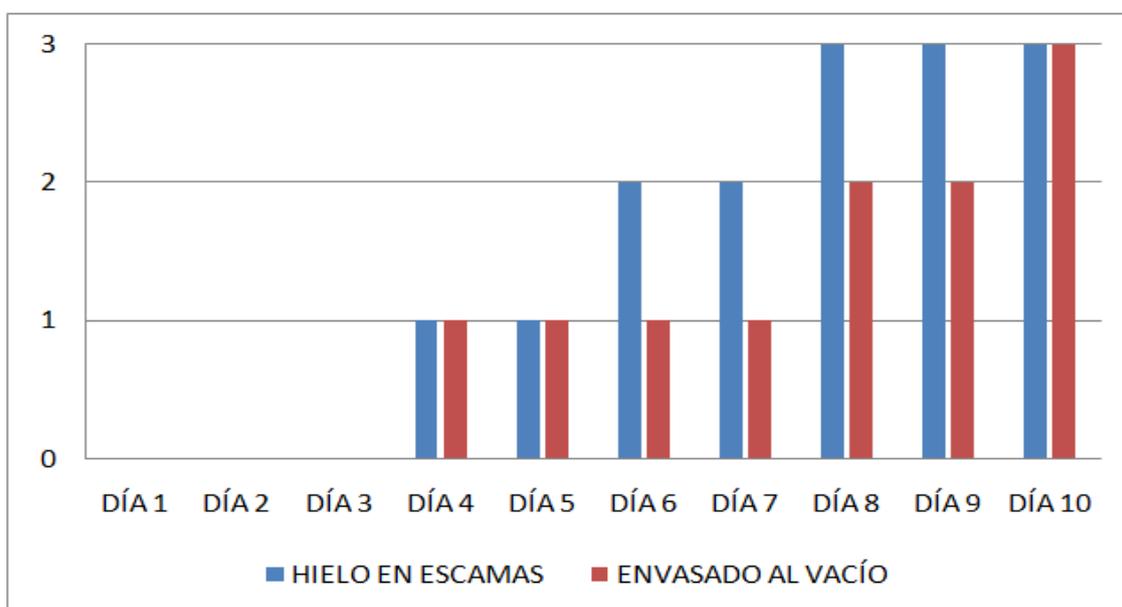


Figura 13: Evaluación diaria de la Apariencia general en filetes preservados en hielo en escamas y envasados al vacío.

Se constató que la evaluación de la apariencia general a lo largo del tiempo resultó mejor para los filetes envasados al vacío; al igual que Santaella, 2012 quién pudo obtener buenos resultados en lo que respecta a la textura y a la apariencia, en un estudio realizado con filetes de Dorada (*Sparus aurata*) envasados al vacío refrigerados.

El hecho de que la apariencia general resultó mejor se puede atribuir a que se evalúan conjuntamente ciertas propiedades que están estrechamente relacionadas, de las cuales una de las más influyentes es el color.

Color

El color de los filetes envasados al vacío fueron los primeros en llegar al valor 1 de la escala, pero fueron los últimos en alcanzar el valor 3 al décimo día del estudio, en comparación a los filetes refrigerados quienes alcanzaron el valor 3 al séptimo día.

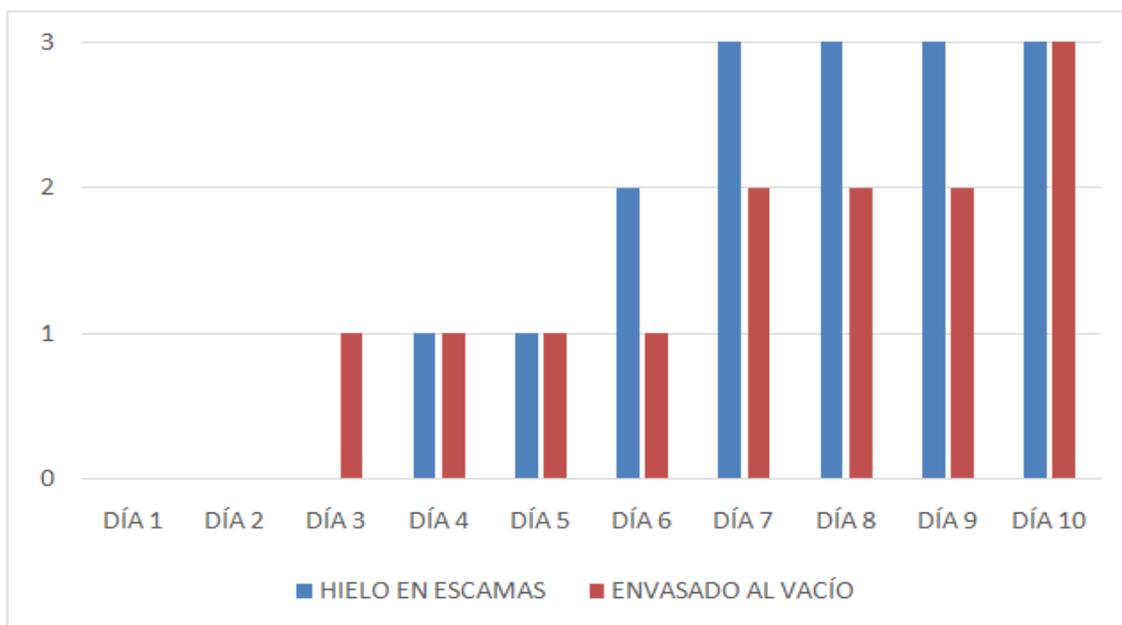


Figura 14: Evaluación diaria del Color en filetes preservados en hielo en escamas y envasados al vacío.

Coincidimos con Yüksel Genç y col, 2013 en que uno de los cambios más evidentes del estudio fue el color de los filetes. Este atributo es una de las cualidades más importantes en los productos pesqueros ya que el consumidor lo considera uno de los motivos de selección (Valls y col, 2008).

Junto con el olor; el color es el primer elemento de evaluación a tener en cuenta como atributo para la aceptación o rechazo del producto (Castro, 2007).

Olor

Al evaluar dicho atributo distinguimos que los filetes envasados al vacío presentaron un olor más intenso al momento de la apertura del envase, comparado con lo percibido luego de 5 minutos.

Como se puede observar en el gráfico, el olor fue más perceptible en los filetes refrigerados desde el comienzo del estudio (Día 1). A partir del día 4, el atributo se mantiene igual y en constante aumento para ambos métodos de preservación.

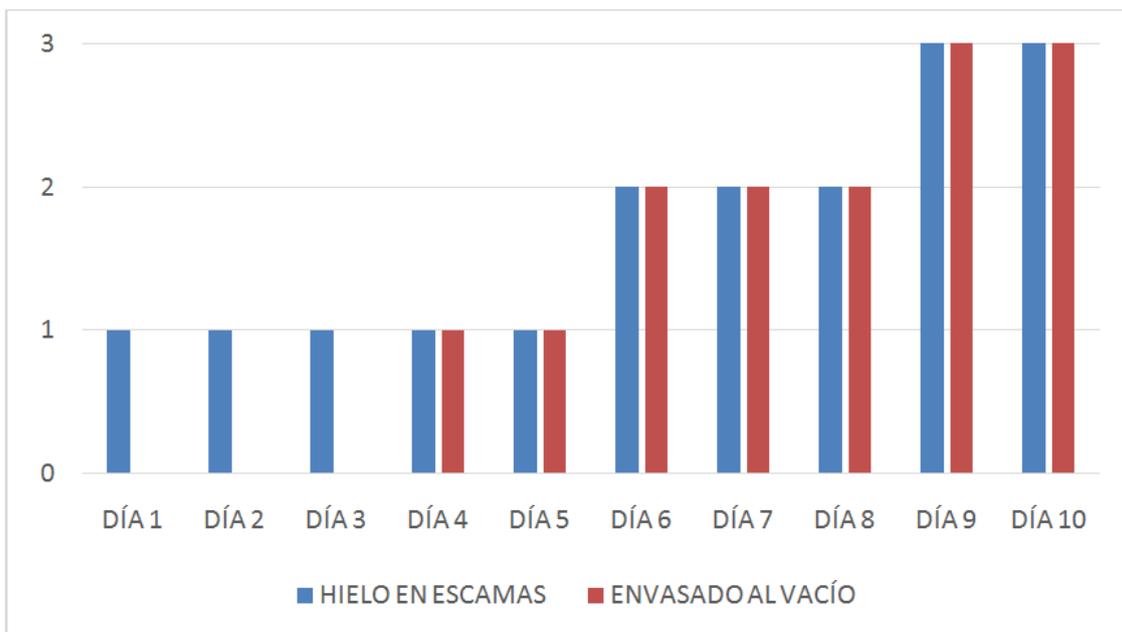


Figura 15: Evaluación diaria del Olor en filetes preservados en hielo en escamas y envasados al vacío.

Textura

Si bien no existe una diferencia marcada entre ambos métodos de preservación, los filetes refrigerados con hielo en escamas pierden la textura antes que los filetes envasados al vacío.

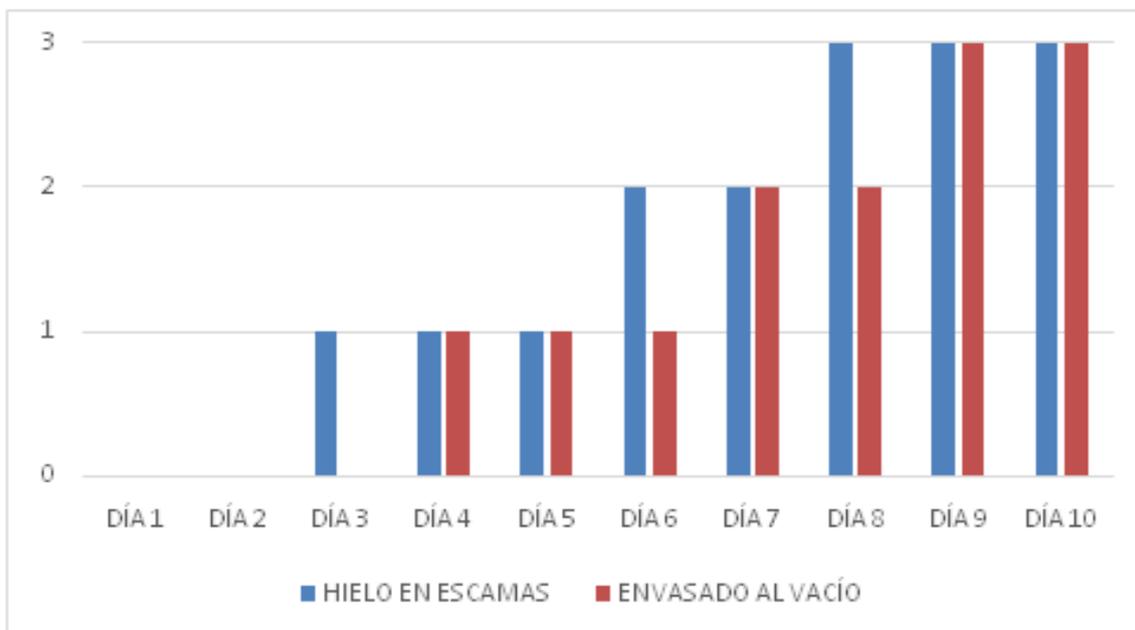


Figura 16: Evaluación diaria de la Textura en filetes preservados en hielo en escamas y envasados al vacío.

Elasticidad

La evaluación de este atributo en las dos presentaciones se mantiene igual hasta el quinto día. Se puede ver en el grupo A (REF) una mayor pérdida del atributo.

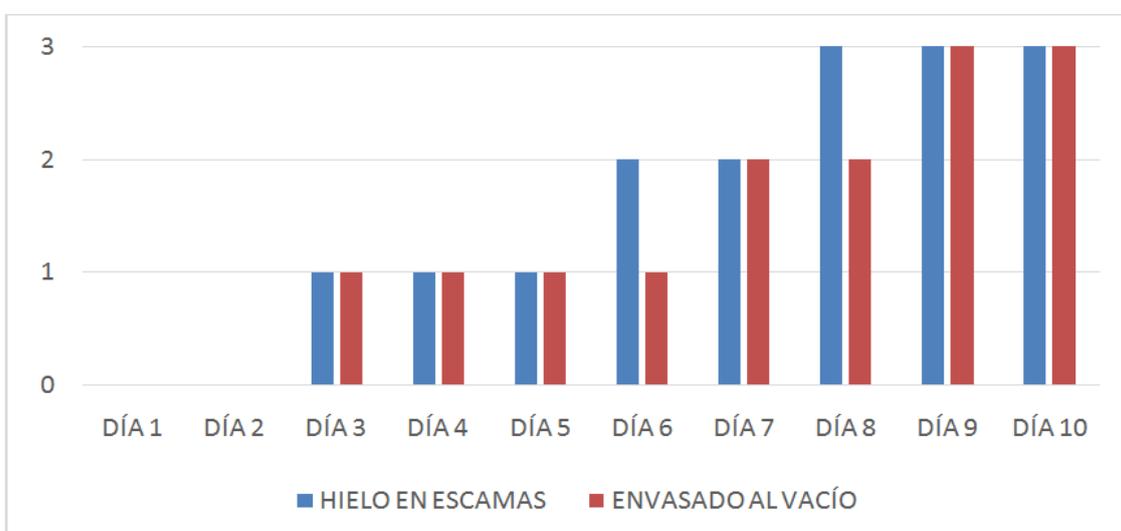


Figura 17: Evaluación diaria de la Elasticidad en filetes preservados en hielo en escamas y envasados al vacío.

Método objetivo

Determinación de BNVT

Como se aprecia en la Figura 18 la determinación de BNVT se mantiene relativamente constante hasta el sexto día del ensayo para ambos métodos de preservación.

A partir del séptimo día se alcanza el límite de aceptabilidad y se produce un aumento notorio de las BNVT para el método de envasado al vacío, en comparación al grupo de filetes refrigerados donde sobrepasa el límite de aceptabilidad al noveno día.

Si realizamos un análisis comparativo entre la cantidad de BNVT y el atributo "olor" (Figura 15) de la evaluación sensorial de filetes envasados al vacío; se puede decir que el límite de aceptabilidad de BNVT, se alcanza al séptimo día; no siendo así para el atributo olor, el cual es alcanzado dos días después.

Por lo contrario, en el caso de los filetes refrigerados con hielo en escamas, estos superan el límite de aceptabilidad tanto para BNVT como para el olor, el mismo día del estudio (Día 9).

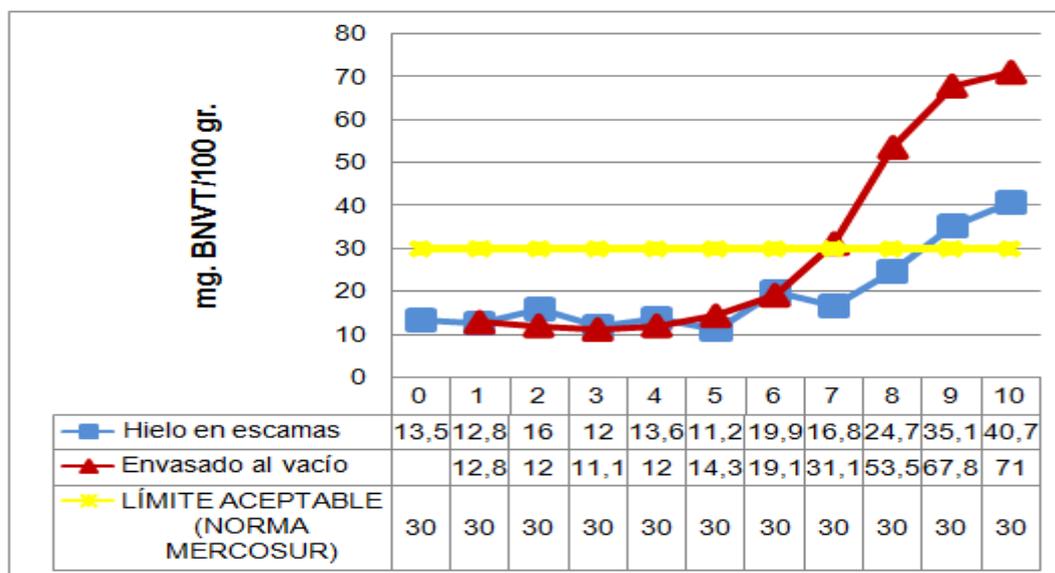


Figura 18: Cantidad de BNVT en *Cynoscion guatucupa* según método de preservación.

Se observa en el gráfico que los niveles de BNVT son superiores en los filetes envasados al vacío refrigerados. Esto puede deberse a que ciertas bacterias, y en particular *Alteromonas putrefaciens*, una bacteria del deterioro, es capaz de usar OTMA para su respiración en lugar de oxígeno. Si bien la condición de anaerobiosis disminuye el crecimiento microbiano total, esto se contrarresta con una mayor producción de BNVT por parte de dichas bacterias (Huss, 1988).

Determinación de TMA

El valor de TMA se mantiene con poca variación hasta el sexto día en ambos métodos. Al siguiente día la cantidad de TMA para envasado al vacío se incrementa rápidamente hasta llegar a un valor de 252,6mg/100gr al último día del estudio (Día 10), en comparación con el método de hielo en escamas que alcanza un valor de 104.4mg/100gr.

Concordamos con Huss 1988, en donde especifica que en muchos casos como el envasado al vacío no existe correlación entre el desarrollo de TMA y la calidad organoléptica del producto.

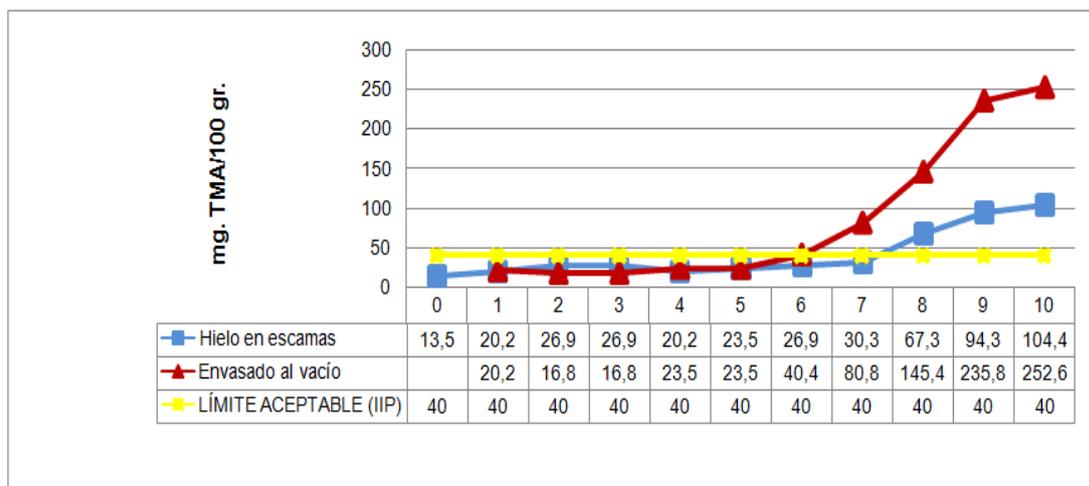


Figura 19: Cantidad de TMA en *Cynoscion guatucupa* según método de preservación.

En la figura 19 se visualiza que a partir del sexto día en condiciones anaerobias, se producen mayores cantidades de TMA; lo que se puede atribuir a una mayor actividad bacteriana (Bacterias del deterioro reductoras de OTMA). Esto concuerda con la evaluación sensorial del olor (Figura 15) en donde a partir del mismo día se evidencia un aumento de dicha propiedad.

Determinación de NTMA

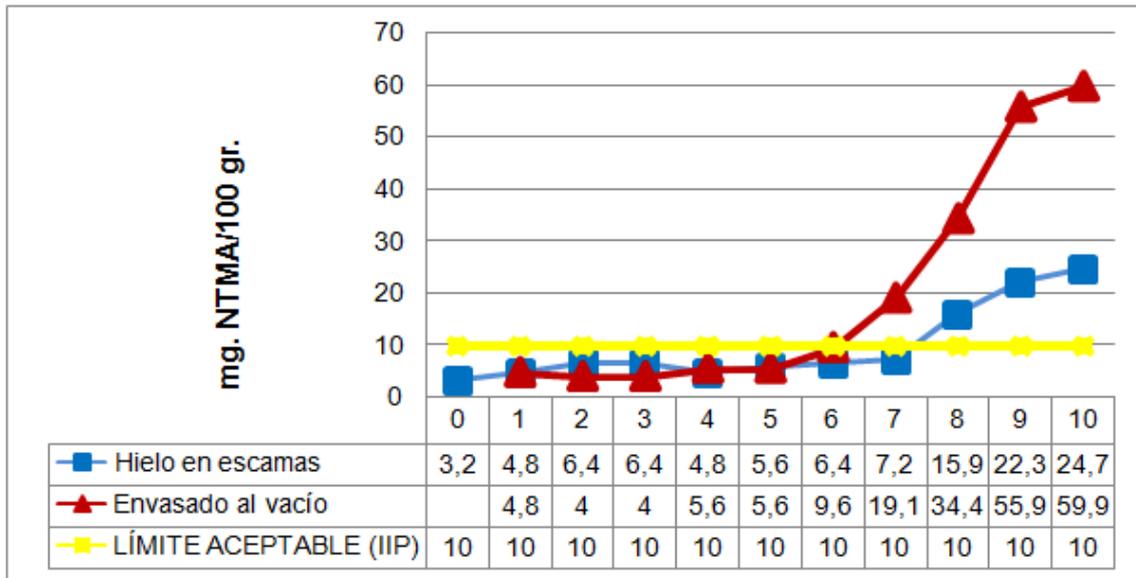


Figura 20: Cantidad de NTMA en *Cynoscion guatucupa* según método de preservación.

Comparación de BNVT/NTMA para cada método de preservación

Para poder realizar un estudio comparativo entre los valores de TMA y BNVT, lo correcto es utilizar NTMA. “Esto se debe a que en ambos casos estamos dosificando la fracción nitrogenada, mientras que cuando dosificamos TMA cuantificamos toda la molécula, por lo que los resultados no son comparables” (Dragonetti, 2008).

Refrigerado con Hielo en escamas

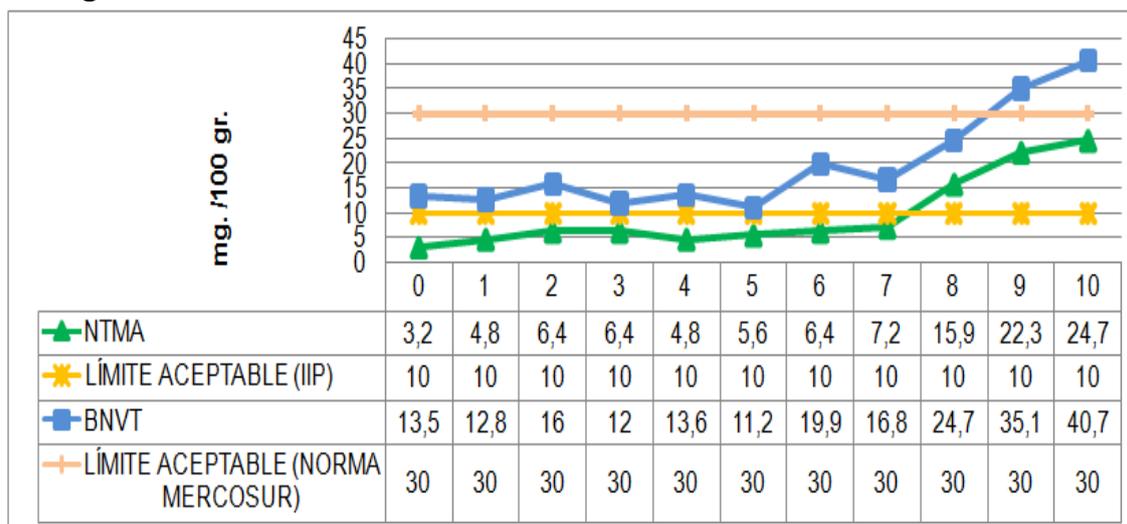


Figura 21: Comparación de BNVT/NTMA para *Cynoscion guatucupa* refrigerado con Hielo en escamas.

Envasado al Vacío refrigerado

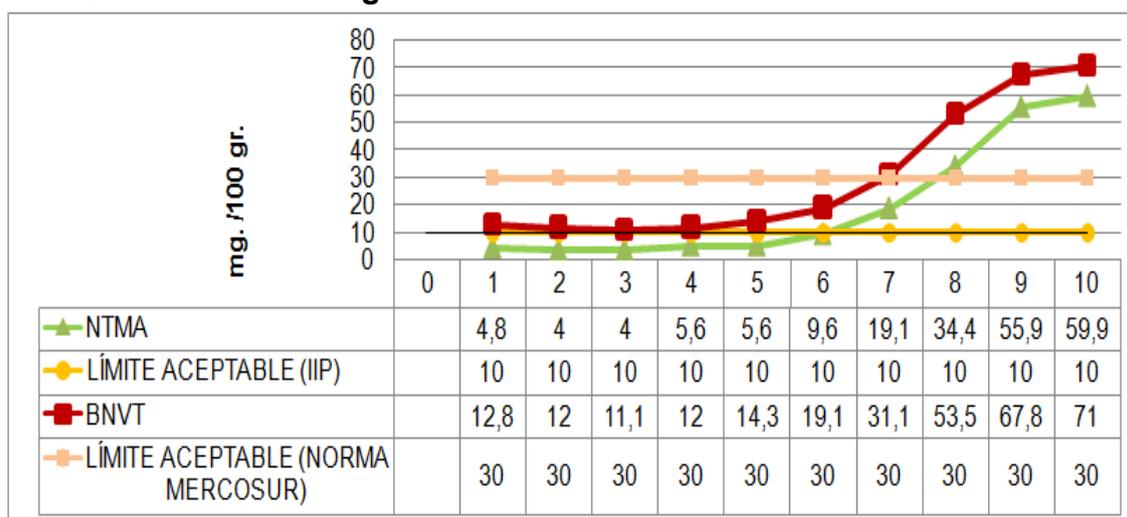


Figura 22: Comparación de BNVT/NTMA para *Cynoscion guatucupa* envasado al vacío refrigerado.

CONCLUSIONES

La vida útil de los filetes de pescadilla (*Cynoscion Guatucupa*) preservados mediante refrigeración con hielo en escamas según la evaluación sensorial fue de 8 días, mientras que por evaluación química (BNVT) fue de 9 días. La viabilidad resultó similar sin importar el método de evaluación.

La vida útil de los filetes de pescadilla preservados mediante envasado al vacío con refrigeración, por evaluación sensorial fue de 9 días, mientras que por evaluación química (BNVT) fue de 7 días. Esto evidencia que el método envasado al vacío mejora sensorialmente al producto.

La vida útil del producto varía según el método de preservación y el método de evaluación.

El uso combinado de envasado al vacío y refrigeración fue más eficaz otorgando una mejor apariencia general durante el tiempo de almacenamiento, alcanzando el valor de rechazo (valor 3) al décimo día, mientras que los filetes refrigerados con hielo en escamas fueron rechazados al octavo día.

La evaluación del color fue el atributo que manifestó mayores cambios entre ambos métodos. Los filetes refrigerados con hielo en escamas presentaron una mayor variación en el color, siendo rechazados al séptimo día, en comparación a los filetes envasados al vacío refrigerados que se mantuvieron aceptables hasta el último día del estudio (día 10).

Para el atributo olor, no se destacaron diferencias entre ambos métodos, alcanzando el valor de rechazo (valor 3) al noveno día del estudio.

Para las propiedades Textura y Elasticidad se detectó que los filetes refrigerados con hielo en escamas se deterioraron con mayor velocidad.

Las propiedades sensoriales a nuestro criterio se mantuvieron en mejores condiciones para los filetes envasados al vacío refrigerados, pero alcanzaron en menor tiempo el valor máximo permitido de BNVT (31mg/100gr músculo). Sensorialmente los filetes se pueden consumir hasta el noveno día mientras que por la determinación de BNVT pueden ser consumidos hasta el séptimo día del estudio.

En el caso de los filetes refrigerados con hielo en escamas, las propiedades sensoriales resultaron menos atractivas; pero estos alcanzaron el valor máximo de BNVT en mayor tiempo (35mg/100gr músculo). Sensorialmente pueden ser consumidos hasta el octavo día, mientras que por evaluación química hasta el noveno día.

Todos los parámetros químicos evaluados para ambos métodos de preservación (BNVT, TMA, NTMA) demostraron tener un comportamiento similar y constante, representado por valores bajos al inicio y valores elevados al final del estudio; lo que demuestra una mayor actividad bacteriana como resultado del deterioro.

En resumen a lo expuesto, podemos concluir que el método de elección a nuestro juicio; fue el uso combinado de envasado al vacío y refrigeración, debido a que preserva mejor las características organolépticas de los filetes, ya que esta es la primer percepción que evalúa el consumidor al momento de seleccionar el producto, a pesar de que los valores obtenidos por el método objetivo fueron más elevados.

RECOMENDACIONES

Realizar el ensayo con un mayor número de muestras, para poder contar con un soporte estadístico y correlacionar ambos métodos.

Realizar un análisis comparativo de las propiedades sensoriales entre especies marinas magras y grasas, utilizando ambos métodos de preservación.

Combinar la refrigeración con otro tipo de envasado como ser el envasado en atmósfera modificada o atmósfera controlada.

ANEXOS

ANEXO I: Planilla de registros diarios de Evaluación Sensorial.

Tabla 1: Registros diarios de Evaluación Sensorial

	0	1	2	3	Observaciones
FECHA:					
PRODUCTO:					
Ap. General					
Color					
Olor					
Textura					
Elasticidad					

ANEXO II: Planilla de Medición de BNVT/TMA diarios en filetes de *Cynoscion guatucupa*.

Medición de BNVT/TMA en filetes de <i>Cynoscion guatucupa</i>					
	Fecha	Proceso	Gasto de H ₂ SO ₄ (ml)		X (mg/100 gr)
MUESTRA					
Dia 0		ENTERO			
Dia 1		REF			
		EV			
Dia 2		REF			
		EV			
Dia 3		REF			
		EV			
Dia 4		REF			
		EV			
Dia 5		REF			
		EV			
Dia 6		REF			
		EV			
Dia 7		REF			
		EV			
Dia 8		REF			
		EV			
Dia 9		REF			
		EV			
Dia 10		REF			
		EV			

ANEXO III: Tabla de escala RGB para cada Método de preservación.

		ESCALA	COLOR	NOMBRE	R	G	B
H I E L O E N E S C A M A S	M. B L A N C O	0		ROSA	200	139	154
		1		ROSA CLARO	198	161	169
		2		ROSA OPACO	169	146	154
		3		ROSA CLARO	189	153	157
	M. R O J O	0		ROJO CLARO	143	84	86
		1		ROJO LIGERAMENTE MAS CLARO	167	120	104
		2		CASTAÑO	125	94	74
		3		CASTAÑO OSCURO	104	70	61

		ESCALA	COLOR	NOMBRE	R	G	B
E N V A S A D O A L V A C Í O	M. B L A N C O	0		ROSA OPACO	158	112	122
		1		ROSA OPACO	176	124	126
		2		ROSA CLARO	194	144	156
		3		ROSA OPACO	157	107	116
	M. R O J O	0		ROJO	154	65	87
		1		ROJO OSCURO	125	70	75
		2		ROJO OSCURO	127	81	83
		3		CASTAÑO ROJIZO	129	98	95

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Abaroa, C., Pérez-Villarreal, B., González de Zarate, A., Aboitiz, X., Bald, C., Riesco, S., Picaza, N. (2008) Frescura del pescado: guía visual para su evaluación sensorial. Madrid, Azti-Tecnalia, 69p.
- 2) Agüeria, D. (2008) De la laguna a la mesa: ¿cómo evaluar la calidad del producto pesquero y como conseguirla? Espejos de la laguna. Nuestras lagunas de la región pampeana. Argentina. 111-118p.
Disponible en:
http://www.exa.unicen.edu.ar/ecosistemas/publicaciones/Libros/espejos/Capitulo_8.pdf
Fecha de consulta: 11/09/2015
- 3) Avdalov Nathan, N. (2014a) Manual de manipulación de productos pesqueros de la pesca artesanal. Montevideo: DINARA, INFOPECA. 36p.
Disponible en:
http://www.dinara.gub.uy/files/Publicaciones/Calidad/Manipulacin_en_pesca_artesanal.pdf
Fecha de consulta: 19/06/2015.
- 4) Avdalov Nathan, N. (2014b) Guía para la manipulación higiénico sanitaria de los productos pesqueros destinados al mercado interno. Montevideo: DINARA, INFOPECA. 60p.
Disponible en:
http://www.dinara.gub.uy/files/Publicaciones/Calidad/Higiene_mercado_interno.pdf
Fecha de consulta: 19/06/2015.
- 5) Bertullo, V.H. (1975) Tecnología de los Productos y Subproductos de Pescados, Moluscos y Crustáceos. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 538p.
- 6) Botsford, LW., Castilla, JC., Peterson, CH. (1997) The management of Fisheries and Marine Ecosystems. Science 277(5325): 509-515.
- 7) Carbia, A., Silveira, M. (2011) Atlas para la identificación de filetes de pescado, comercializados en Montevideo. Tesis de grado, Facultad de Veterinaria, Udelar, 65p.
- 8) Castro, L. (2007) “La carne como alimento” El Asesor 2(2): 6.
Disponible en:
http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/1849/1/el_asesor_02_ii.pdf
Fecha de consulta: 14/04/2016

- 9) Chiesa, E. (2005) Artículos: Pescadilla.
Disponible en:
http://www.dinara.gub.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=192:pescadilla&catid=67:recursos-pesqueros-categoria
Fecha de consulta: 19/07/2015.
- 10) Chiesa, E. (2010) La pesquería de pescadilla en el Uruguay. DINARA. FRENTE MARÍTIMO. 21: 51-56.
Disponible en: <http://ctmfm.org/upload/archivoSeccion/chiesa-142478240647.pdf>
Fecha de consulta: 18/07/2015.
- 11) Crepey, J.R. (1952) Domaines respectifs de la Réfrigération et de la Congélation du Poisson. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes.
Disponible en: <http://archimer.ifremer.fr/doc/1952/publication-6709.pdf>
Fecha de consulta: 20/09/2015.
- 12) Domínguez, D., Saibene, A. (2011) Determinación de la vida útil de filetes de sábalo (*prochilodus lineatus*) refrigerados con hielo en escama y filetes envasados al vacío refrigerados. Tesis de grado, Facultad de Veterinaria, Udelar, 46p.
- 13) Dragonetti Saucero, J.P. (2008) Guía ilustrada para la evaluación de la frescura. Montevideo, Facultad de Veterinaria. 119p.
- 14) EROSKI CONSUMER (2004) Infografía: Clasificación de los pescados y su valor nutritivo.
Disponible en:
http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/alimentos_a_debate/2004/11/25/140177.php
Fecha de consulta: 15/05/15.
- 15) FAO/OMS (2003) Codex Alimentarius: Código de prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros. CAC/RCP 52. Roma. 128p.
Disponible en:
www.codexalimentarius.net/download/standards/10273/CXP_052s.pdf
Fecha de consulta: 10/11/2015.
- 16) FAO/OMS (2009) Codex Alimentarius: Código de prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros. Organización Mundial de la Salud. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, FAO, 162p.
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/a1553s/a1553s00.pdf>
Fecha de consulta: 20/10/2015.

- 17)FAO/OMS (2012) Codex Alimentarius: Código de prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros. Segunda edición. Organización Mundial de la Salud. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, FAO, 263p.
Disponible en:
ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Practice_code_fish/CCFFP_2012_ES.pdf
Fecha de consulta: 08/09/2015.
- 18)FAO (2014) El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma, FAO, 253p.
Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>
Fecha de consulta: 31/08/2015.
- 19)Friss de Kereki, C., Dragonetti, J.P., Elichalt, M., Russo, M. (2011) Frescura, manipulación y aspectos nutricionales de los productos de la pesca artesanal en el Río Uruguay (Salto, Paysandú y Río Negro). Estudio de la Cadena de Comercialización de la Pesca Artesanal del Río Uruguay y Alternativas Productivas de Diversificación, En: Universidad de la República. Fundación Desarrollo Regional Salto Grande, p. 57-63.
Disponible en:
http://www.cup.edu.uy/jdownloads/Documentos/publicacion_pesca_artesanal.pdf
Fecha de consulta: 10/10/2015.
- 20)Graham, J., Johnston, W.A., Nicholson, F.J. (1993) El hielo en las pesquerías. FAO, Documento Técnico de pesca N°331. Roma. 95p.
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/t0713s/t0713s00.htm>
Fecha de consulta: 20/09/2015.
- 21)Hall, G.M. (2001) Tecnología del procesado del pescado, Zaragoza, Acribia, 305p.
- 22)Huss, H.H. (1988) El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad. Roma, FAO, 132p.
- 23)Huss, H.H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper N° 348, Roma, FAO, 203p.
- 24)Huss, H.H. (1997) Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. FAO Documento Técnico de Pesca n° 334. Roma, FAO, 174p.
- 25)Huss, H.H. (1998) El pescado fresco su calidad y cambios de su calidad. Documento técnico de pesca n°348. Roma, FAO, 202p.
Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/V7180S/v7180s06.htm#5.3cambiosbacteriológicos>
Fecha consulta: 10/05/2015.

- 26) Kubitza, F. (1999) Calidad de Pescado.
Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/43-Calidad_Pescado.pdf
Fecha de consulta: 17/08/2015.
- 27) López Alonso, R., Torres Zapata, T., Antolín Giraldo, G. (2004) Tecnología de Envasado y conservación de alimentos. Laboratorio de Procesos Químicos de CARTIF.
Disponible en:
<http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20%281%29.pdf>
Fecha de consulta: 10/10/2015.
- 28) Madrid, A., Madrid, J. M^a., Madrid, R. (1999) El pescado y sus productos derivados. Madrid, Mundi-Prensa, 416p.
- 29) Martínez, I. (2004) Recursos ictícolas. 50 Fichas ambientales. Ficha 11 Recursos Ictícolas. Ediciones del Viejo Vasa.
Disponible en:
http://www.dfpd.edu.uy/ifd/salto/1institucional/exe50fichasambientales/50FichasAmbientales/ficha_11__recursos_ictcolas.html
Fecha de consulta: 21/04/2015.
- 30) Martinsdóttir, E., Sveinsdóttir, K., Luten, J., Schelvis-Smit, R., Hyldig, G. (2001) La evaluación sensorial de la frescura del pescado. Islandia: Svansprent ehf. 49p.
Disponible en:
<http://pendientedemigracion.ucm.es/BUCM/vet/doc20700.pdf>
Fecha de consulta: 15/08/15.
- 31) MERCOSUR (1993) Reglamento Técnico Mercosur para Rotulado de Alimentos Envasados.
Disponible en:
<http://www.mercosur.int/innovaportal/v/3099/2/innova.front/resoluciones-1993>
Fecha de consulta: 13/10/2015.
- 32) MERCOSUR (1994) Resolución N° 40/94. Identidad y calidad de pescado fresco.
Disponible en:
http://www.mercosur.int/msweb/portal%20intermediario/Normas/normas_web/Resoluciones/ES/9440.PDF
Fecha de consulta: 25/02/2016.
- 33) Meyer, V., Ludorff, W. (1978) El pescado y los productos de la pesca. 2a. ed. Zaragoza. Acribia. 342p.

- 34) Pascual-Anderson, M.R., Calderón-Pascual, V. (2000) Microbiología alimentaria. Metodología para alimentos y bebidas. 2ª ed. Madrid, Díaz de Santos. 441p.
Disponible en:
<https://books.google.es/books?id=9Elfkks8uxMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
Fecha de consulta: 20/10/2015.
- 35) Pinnacchio, G. (2011) Evaluación sensorial de la frescura en peces de importancia comercial del río Uruguay. Tesis de grado, Facultad de Veterinaria, Udelar, 63p.
- 36) 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, Facultad de Farmacia, Dpto. de Nutrición y Bromatología, 247p.
- 37) Ruarte, C., Lasta, C., Carozza, C. (2000) Pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*).
Disponible en:
<http://www.inidep.edu.ar/wp-content/uploads/Pescadilla.pdf>
Fecha de consulta: 29/07/2015.
- 38) Sánchez Escalante, A., Torrescano Urrutia, G.R., Camou Arriola, J.P., González Méndez, N.F., Hernández Watanabe, G. (2008) Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. *Nacameh* 2(2): 124-159.
- 39) Sanjuás Rey, M. (2012) Aplicación de sistemas avanzados para la mejora de la calidad de productos marinos refrigerados de interés comercial. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, 235p.
Disponible en:
https://dspace.usc.es/bitstream/10347/6220/1/rep_313.pdf
Fecha de consulta: 01/06/2015.
- 40) Santaella, M., Martínez Graciá, C., Periago, M.J., Santaella, J. (2012) Evaluación Sensorial de diferentes presentaciones comerciales de Dorada (*Sparus Aurata*) de Acuicultura.
Disponible
en: <http://revistas.um.es/analesvet/article/download/188751/155481>
Fecha de consulta: 01/04/2016.
- 41) Santa Cruz, M.J., Martínez, C., Varela, P. (2005) Principios básicos de análisis sensorial. En: Hough G, Fiszman S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid, CYTED., p. 17-41.
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/300200518/65429930-Est-Imacion-de-La-Vida-Util-Sensorial-de-Los-Alimentos-pdf#>
Fecha de consulta: 25/09/15.

- 42)Shawyer, M., Medina Pizzali, A. (2005) El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca, FAO. Documento Técnico de Pesca N° 436. Roma, FAO, 120p.
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/y5013s/y5013s00.HTM>
Fecha de consulta: 20/09/2015.
- 43)Sikorski, Z. (1994) Tecnología de los productos de mar: Recursos, composición nutritiva y conservación. Zaragoza, Acribia. 330p.
- 44)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://www.redalyc.org/pdf/1799/179915377023.pdf>
Fecha de consulta: 09/09/2015.
- 45)Teixeira de Mello, F., González-Bergonzoni, I., Loureiro, M. (2011) Peces de agua dulce de Uruguay. PPR-MGAP. 188p.
Disponible en:
<http://www.cebra.com.uy/presponsable/adjuntos/2011/06/peces-de-Uruguay-2011-version-imprenta.pdf>
Fecha de consulta: 28/05/2015.
- 46)Uruguay. Ministerio de Salud Pública (1994) Reglamento Bromatológico Nacional. Decreto N° 315/994 de 05 de julio de 1994. 2a. ed. Montevideo, IMPO.
Disponible en:
https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/files/URY%201994%20Reglamento%20Bromatol%C3%B3gico%20Nacional_0.pdf
Fecha de consulta: 01/06/2015.
- 47)Uruguay-DINARA (1997a). Decreto 149/997 del 07 de mayo de 1997, Montevideo, IMPO.
Disponible en:
http://www.dinara.gub.uy/files/Decreto_149_997_Ajuste_y_actualizacin.pdf
Fecha de consulta: 10/09/2015.
- 48)Uruguay-DINARA (1997b). Decreto 213/997 del 18 de junio de 1997, Montevideo, INAPE.
Disponible en:
http://www.dinara.gub.uy/files/Decreto_213_997_Control_higiene_y_sanidad.pdf
Fecha de consulta: 20/02/2016.

- 49)Uruguay-D.N.S.FF.AA., DI.NA.R.A. (2006) Recepción de Productos Pesqueros y Criterios Sanitarios. 72p.
Disponible en:
http://www.mdn.gub.uy/public/recepci_n_de_productos_pesqueros_pdf_515b126e13.pdf
Fecha de consulta: 20/07/2015.
- 50)Uruguay (2014) Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Boletín Estadístico Pesquero 2013. Montevideo, DINARA, MGAP-DINARA, 73p.
- 51)Uruguay-DINARA. Dirección Nacional De Recursos Acuáticos. Departamento De Biología Poblacional. (2014) Pescadilla de calada: *Cynoscion guatucupa*.
Disponible
en: [www.dinara.gub.uy/files/Recursos/Pescadilla de calada.pdf](http://www.dinara.gub.uy/files/Recursos/Pescadilla_de_calada.pdf)
Fecha de consulta: 10/07/2015.
- 52)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: 05/04/2016.
- 53)Yuksel Genc, I., Esteves, E., Aníbal, J., Diler, A. (2013) Effects of chilled storage on quality of vacuum packed meagre fillets. Journal of Food Engineering, 115:486-494.