UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

COMPARACIÓN DE LA VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS SENSORIALES EN TILAPIA SEGÚN EL MÉTODO DE REFRIGERACIÓN EMPLEADO

por

Diego Daniel AGNER MIGUEZ
María Cecilia HERRERA LACOSTA

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
2014

PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS aprobada por:

Presidente de mesa: _____

Dra. Cristina Friss de Kereki

Segundo miembro (Tutor): _____

Dr. José Pedro Dragonetti

Tercer miembro: _____

Dr. Eduardo Aguirre

Fecha: **19 de diciembre del 2014**

Autores:

Diego Daniel Agner Miguez _____

Firma

María Cecilia Herrera Lacosta _____

Firma

AGRADECIMIENTOS

A José Pedro Dragonetti por su actitud como docente y tutor más allá de lo académico, del cual aprendimos mucho mas del hecho de elaborar una tesis, al que tuvimos el gusto de disfrutar durante todo este proceso de formación académica y humana.

A Cristina Friss de Kereki y Giorella Pinacchio por su colaboración y los precedentes que permitieron realizar esta tesis.

A la Dra. Manuelita Rodríguez Gandía por su trabajo en la traducción.

Al Cap. Edinson Errecart, Director de Industrial Serrana S.A. por facilitarnos el material para trabajar.

A nuestros padres, madres y hermanos, sin los cuales nada de todo esto hubiese sido posible.

.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN **2**

AGRADECIMIENTOS **3**

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS **6**

1. RESUMEN **7**

2. SUMMARY **8**

3. INTRODUCCIÓN **9**

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **13**
4.1. Peces de agua dulce en Uruguay **13**
4.2. Pesca Artesanal en Uruguay **13**
4.3. Reglamentación vigente en Uruguay **15**
4.3.1. Disposiciones higiénicas sanitarias de las operaciones de pesca **15**
4.3.2 Transporte del pescado en Uruguay **15**
4.4. Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) **17**
4.4.1. Características morfológicas **17**
4.4.2. Datos biológicos **17**
4.4.3. Mercado y comercio **18**
4.5. Refrigeración **19**
4.5.1. Importancia **19**
4.5.2. Efectos de la refrigeración **20**
4.5.3. Tipos de refrigeración **22**
4.5.4. Razones para no utilizar otros métodos de enfriamiento **22**
4.5.5. Optimización de la refrigeración **22**
4.5.6. Vida útil del pescado refrigerado **22**
4.6. Cambios *post mortem* **23**
4.6.1. Cambios autolíticos **23**
4.6.2. Cambios bacteriológicos **24**
4.7. Frescura del pescado **24**
4.8. Evaluación de frescura **25**
4.9. Evaluación de frescura en pescados de agua dulce **28**

5. OBJETIVOS. **30**
5.1. Generales **30**
5.2. Particulares **30**

6. MATERIALES Y MÉTODOS **31**
6.1. Localización del proyecto **31**
6.2. Materiales **31**
6.3. Método **31**
6.4. Análisis sensorial **32**
6.5. Registros de datos en planillas **33**

6.6. Registro fotográfico 33

7. RESULTADOS 34
7.1. Refrigeración con hielo en escamas 34
7.2. Refrigeración con agua enfriada (Agua y hielo) 38
7.3. Refrigeración con agua enfriada + sal 0,9% 42
7.4. Tablas y gráficas 46
7.4.1. Hielo en escamas 46
7.4.2. Agua enfriada (Agua y hielo) 47
7.4.3. Agua enfriada + sal al 0,9% 49
7.5. Promedio de evaluación sensorial para cada método de refrigeración 50

8. CONCLUSIONES 54

9. BIBLIOGRAFÍA 55

10. ANEXOS 58
10.1. Anexo I Planilla de registro de evaluación sensorial 58

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Página

CUADROS

Cuadro 1: Total de captura pesquera en Uruguay, flotas artesanales e industriales 2012 **.....9**
Cuadro 2: Categorías de especies capturadas en Uruguay 2012 **.....9**
Cuadro 3: Exportaciones comparativas de productos pesqueros, enero-junio 2014/enero-junio 201310 **.....10**
Cuadro 4: Exportaciones por grupo de productos de la pesca, enero-junio 2014 **.....10**
Cuadro 5: Exportaciones por especie, enero-junio 2014/2013 **.....11**
Cuadro 6: Capturas artesanales en toneladas por especies de agua dulce 2013/2012 **.....11**
Cuadro 7: Capturas artesanales en toneladas por especies marinas 2013/2012 **.....11**
Cuadro 8: Características sensoriales del pescado fresco y putrefacto **.....27**
Cuadro 9: Método de refrigeración con total de ejemplares y colores identificativos **.....32**
Cuadro 10: Especificación del puntaje en la evaluación sensorial con la calidad del pescado **.....33**
Cuadro 11: Evolución de las características sensoriales de Tilapia nilótica preservados en hielo en escamas (valores expresados en moda del lote) **.....46**
Cuadro 12: Evolución de las características sensoriales de Tilapia nilótica preservados en agua enfriada (valores expresados en moda del lote) **.....47**
Cuadro 13: Evolución de las características sensoriales de Tilapia nilótica preservados en agua enfriada + sal al 0,9% (valores expresados en moda del lote) **.....49**
Cuadro 14: Promedio de los valores de frescura según el método de refrigeración **.....50**

FIGURAS

Figura 1: Producción y faena 2011/2012 **.....12**
Figura 2: Tilapia nilotica (*Orechromis niloticus*) **.....17**
Figura 3: Principales países productores de *Oreochromis niloticus* **.....18**
Figura 4: Cartilla de evaluación sensorial de tilapia refrigerada en hielo en escamas **.....37**
Figura 5: Cartilla de evaluación sensorial de tilapia refrigerada en agua enfriada **.....41**
Figura 6: Cartilla de evaluación sensorial de tilapia refrigerada en agua enfriada + sal al 0,9% (agua, hielo y sal) **.....45**
Figura 7: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados en hielo en escamas (valores expresados en moda del lote) **.....46**
Figura 8: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados agua enfriada (valores expresados en moda del lote) **.....48**
Figura 9: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados agua enfriada + 0,9% de sal (valores expresados en moda del lote) **.....49**
Figura 10: Evolución del promedio de los atributos del lote en la evaluación sensorial para el método hielo en escamas **.....51**
Figura 11: Evolución del promedio de los atributos del lote en la evaluación sensorial para el método agua enfriada **.....51**
Figura 12: Evolución del promedio de los atributos del lote en la evaluación sensorial para el método agua enfriada + sal al 0,9% **.....52**
Figura 13: Comparación de la evolución de los tres métodos de refrigeración. La linea verde marca el límite de aceptación (de 0 a 2) **.....53**

1. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue comprobar si se presentan cambios notorios en los parámetros sensoriales según el método de refrigeración utilizado. Como objeto de estudio se utilizó Tilapia nilótica **(***Oreochromis niloticus*), empleando tres métodos diferentes de refrigeración (0 a 5ºC): hielo en escamas, agua + hielo, y agua + hielo + 0,9% de sal. Se evaluaron los tres lotes sensorialmente durante 19 días registrándose gráficamente y en planillas los resultados obtenidos. Para la evaluación sensorial se utilizó como referencia el Método de índice de Calidad QIM (*Quality Index Method*), desarrollado por *Tasmanian Food Reserch* (Bremner, 1985). Los atributos que se seleccionaron fueron los siguientes: apariencia general, color, ojos (transparencia y forma), olor, y branquias (color, olor y mucosidad). Para calificar los atributos se utilizó una escala de demérito, siendo 0 excelente y 3 podrido. Luego de analizados los datos fue necesario utilizar diferentes escalas para la evaluación sensorial. Como resultado se crearon sendas cartillas gráficas de evaluación y cartillas con los descriptores sensoriales correspondientes.

Se observó que el método más idóneo para refrigerar el pescado fue el que empleo agua + hielo + sal 0,9%. Obteniéndose una preservación más prolongada y mejores características sensoriales de los ejemplares.

2. SUMMARY

The aim of this study was to test whether noticeable changes in sensory parameters occur, according to the cooling method used.
We select Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), as study object. Three different methods of cooling (0 to 5ºC) were used: flake ice, water + ice, and water + ice + 0.9% salt.
The three batches were sensory evaluated for 19 days, graphically recording the results obtained, as well as in charts.
QIM (Quality Index Method), developed by Tasmanian Food Reserch (Bremner, 1985), was taken as reference for sensory evaluation.
The selected attributes were as follows: overall appearance, color, eyes (transparency and shape), odor and gills (color, odor and mucusity).
To qualify attributes a demerit scale was employed, being "0" excellent and "3" rotten.
After analyzing the data it was necessary to use different scales for sensory evaluation.
As a result graphic evaluating primers, as well as primers with corresponding sensory descriptors, were created for each one of the methods. It was observed that the most suitable method for cooling fish was the one that employed water + ice + 0.9% salt. Results showded a longer preservation and better sensory characteristics of the specimens.

3. INTRODUCCIÓN

Los productos de la pesca, los peces en particular son una fuente de proteína de origen animal para el hombre de alto valor biológico (Molina y col., 2000), de fácil digestión, aportando a la dieta aminoácidos esenciales (Agüeria, 2008), lípidos poli insaturados, ácidos grasos esenciales, omega 3 y 6, antioxidantes como selenio y vitamina E (Molina y col., 2000), complejo B, Ca y P. Los peces representan aproximadamente el 20% de la proteína animal consumida por el hombre, la actividad pesquera brinda trabajo a más de 200 millones de personas en todo el mundo (Botsford y col., 1997), con una producción mundial de 158 millones de toneladas (FAO, 2014). En nuestro país la pesca también es un importante recurso económico, capturándose 76.6 mil toneladas por año (ver cuadro 1), donde los peces marinos representan 72.4 mil toneladas y peces de agua dulce 1.9 mil toneladas como se puede ver en el cuadro 2 (DINARA, 2013), desarrollándose principalmente en el Río de la Plata y Océano Atlántico, pero también en nuestros ríos y lagunas más importantes.

Cuadro 1: Total de captura pesquera, flotas artesanales e industriales Uruguay 2012

CAPTURA PESQUERA EN URUGUAY 2012	
Total	76.6 mil toneladas
Flota industrial	71.5 mil toneladas
Flota artesanal	5.1 mil toneladas

Fuente: Uruguay. MGAP. DIEA, 2013.

Cuadro 2: Categorías de especies capturadas en Uruguay 2012

CAPTURA POR CATEGORIAS	
Peces marinos	72.4 mil toneladas
Moluscos	1.6 mil toneladas
Crustáceos	0.8 mil toneladas
Peces de agua dulce	1.9 mil toneladas

Fuente: Uruguay. MGAP.DIEA, 2013.

Las exportaciones en Uruguay de pescado y productos de la pesca según DINARA en el primer semestre del 2014, alcanzó las 33.291 toneladas por valor de U$S 76.551. Si se compara en el 2013, en el 2014 se ve un aumento del 13.24% en volumen y el 17.7% el valor (ver cuadro 3).

Cuadro 3: Exportaciones comparativas de productos pesqueros, enero-junio 2014/enero-junio 2013.

Exportaciones totales	enero-junio 2014	enero-junio 2013	Variación %
Valor exportado(en miles de U$S FOB)	76.551	64.991	17,78
Volumen exportado(en toneladas)	33.292	29.398	13,24
Precio promedio unitario(U$S/toneladas)	2.299	2.211	3,98

Fuente: Uruguay. MGAP. DINARA, 2014.

El principal rubro de exportación en el período enero/junio 2014 como se pueden ver en el cuadro 4 son, pescados enteros y eviscerados congelados en primer lugar y le sigue los filetes. Las especies exportadas en enero/junio 2014 y enero/junio 2013 se pueden ver en el cuadro 5, la merluza y corvina son considerablemente mayores.

Cuadro 4: Exportaciones por grupo de productos de la pesca, enero-junio 2014.

Producto	Valor (U$S, FOB)	Volumen (toneladas)	Precio unitario
Entero y eviscerado congelado	51.000.807	26.709	1.910
Filetes	15.963.380	3.774	4.229
Empanadas, preparadas, conservadas y caviar	4.050.704	918	4.414
Crustáceos congelados	3.374.590	540	6.248
Moluscos congelados	742.709	475	1.565
Harina de pescado	715.426	563	1.272
Eviscerado fresco	321.690	206	1.558
Seco salado	235.607	100	2.356
Lobos marinos vivos	100.300	1.5	64.419
Preparados y conservas de mariscos	45.798	6	7.762
Total	76.551.011	33.292	2.299

Fuente: Uruguay. MGAP. DINARA, 2014.

Cuadro 5: Exportaciones por especie, enero-junio 2014/2013

	2014		2013	
Especie	U$S	Toneladas	U$S en miles	Toneladas
Merluza	22.277	7.644	23.722	7.243
Corvina	17.928	9.572	10.850	6.707
Tiburón Azul				

Existen tres categorías de vehículos para transporte de pescado:

1. Categorías "A" autorizados a transportar pescado fresco y congelado para consumo humano**:**

Paredes de la caja del vehículo deberán estar aisladas, la superficie interior ser lisa y material aprobado por la INAPE.
Deberá contar con previsiones para evitar el drenaje al exterior durante el transporte.
El equipo de refrigeración deberá mantener una temperatura constante del aire dentro de la caja del vehículo y del producto.
Deberá contar con equipo capaz de registrar con precisión la temperatura del aire dentro de la caja del vehículo y que sea legible desde el exterior
Tener la precaución que los productos congelados no superen los -18ºC
El almacenaje del producto congelado debe ser de tal manera que facilite la circulación de aire enfriado correctamente.

2. Categorías "B" autorizados para transportar pescado fresco para consumo humano:

Las paredes de la caja deberán ser aislantes y superficies lisas y material aprobado por INAPE.
Deberá contar con previsiones para evitar el drenaje al exterior durante el transporte.

3. Categorías "C" autorizados para desperdicios, pescado consumo animal, para fabricación de fertilizantes u otros propósitos que no sea consumo humano:

Superficie interior de vehículo cerrado deberá ser lisa, material resistente corrosión
Debe tomar previsiones para evitar escape de líquidos al exterior
Si el vehículo es con caja abierta deberá contar con una lona impermeable, la cual deberá mantenerse limpia y cubrir la totalidad de la carga
La caja deberá estar dividida en compartimientos de no más de 2mts. de largo
(Uruguay.Reglamento Bromatológico, 2001)

4.4. Tilapia nilótica *(Oreochromis niloticus)*

Con respecto a la tilapia, se encuentran en el mercado filetes congelados importados. Existe un emprendimiento nacional (Gadasur S.A.) de acuicultura para la cría de tilapia, ubicado en el Departamento de Salto en las Termas del Dayman con un área aproximada de 3 a 4 hectáreas, dedicado a la piscicultura, reproducción, manejo genético, producción de semilla de engorde, el sistema de cultivo es en estanque de tierra, piletas (utilizando agua termal más agua de pozo) y jaulas de engorde instaladas en tajamares a temperatura ambiente.

El objetivo general es producción de alevines de tilapia y su objetivo particular es el mejoramiento genético de la especie, adaptación a las condiciones ambientales de nuestro país para abastecer el mercado (Granja de Tilapias en Dayman…Diario el Pueblo, 2012. Salto). Su

tipo de producción es semi-intensivo, habiéndose cosechado en el año 2012 de 560 kg (Uruguay. MGAP. DINARA 2013).

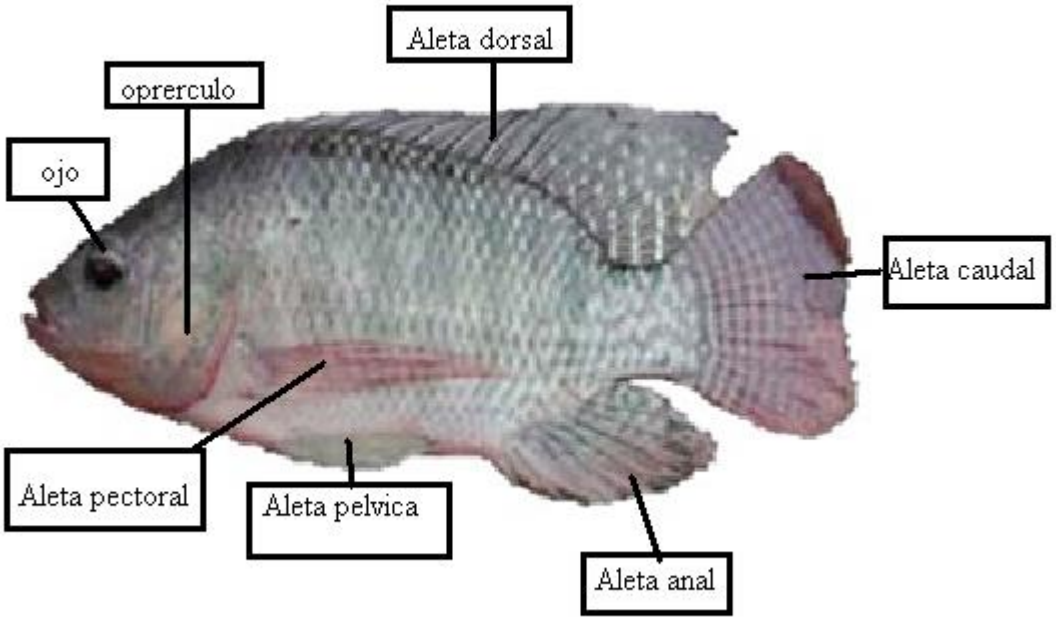


Figura 2: Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), adaptada de Teixeira de Mello y col., 2011

ORDEN: Perciformes

FAMILIA: Cichlidae

ESPECIE: Oreochromis niloticus

NOMBRE COMUN: Tilapia nilótica o Tilapia del Nilo

4.4.1. Características Morfológicas:

Cuerpo comprimido; la profundidad del pedúnculo caudal es igual a su longitud. Escamas cicloideas. Protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. El primer arco branquial tiene entre 27 y 33 filamentos branquiales. La línea lateral se interrumpe. Espinas rígidas y blandas continuas en aleta dorsal. Aleta dorsal con 16 ó 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos. Aleta caudal trunca. Las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove; aleta dorsal con numerosas líneas negras como se puede ver en la figura 2 (FAO, 2005-2014).

4.4.2. Datos biológicos:

Especie de tamaño medio, alcanzando 60 cm de largo y 4 kg de peso. Es nativa de África, donde habita en todo tipo de ambientes de la cuenca del Río Nilo (Bailey 1994). Ha sido introducida en todos los continentes para producción de carne. Si bien en Uruguay aún no se la ha registrado en la naturaleza, es posible una fuga, se debe tener las precauciones necesarias ya que representa una amenaza para la conservación de nuestra fauna de peces autóctona. Esta es una especie herbívora-planctivora que se alimenta de algas unicelulares, pequeños micro crustáceos y algas adheridas a substrato (Froese & Pauly 2010). Alcanzan la madurez reproductiva a muy temprana edad y presentan cuidado parental e incubación bucal (al igual que algunos de nuestros Ciclidos nativos) (Trewavas 1983). En su cría se utiliza un sistema de reversión de sexo hormonal que asegura que la mayoría de la población sea de un único sexo, sin embargo este método no es 100 % efectivo, lo cual es suficiente para permitir una invasión de individuos con potencial reproductivo (Teixeira de Mello y col., 2011).

4.4.3. Mercado y comercio

La Tilapia nilótica se introdujo a los países en desarrollo con el fin de satisfacer los requerimientos locales de ingesta de proteínas. Al mejorar las técnicas de producción y el control de sabor del producto, la tilapia ingresó a los principales mercados.
Virtualmente todas las cadenas de restaurantes de comida informal en USA ofrecen tilapia debido a la posibilidad de ofrecerlo durante todo el año, su exquisito sabor y la flexibilidad para su preparación. Existe un alto potencial para la expansión del mercado en Europa. China, es un gran exportador de tilapia como se ve en la figura 3, tiene enorme potencial para desarrollar el abasto a los crecientes mercados de clases medias (FAO, 2005-2014).

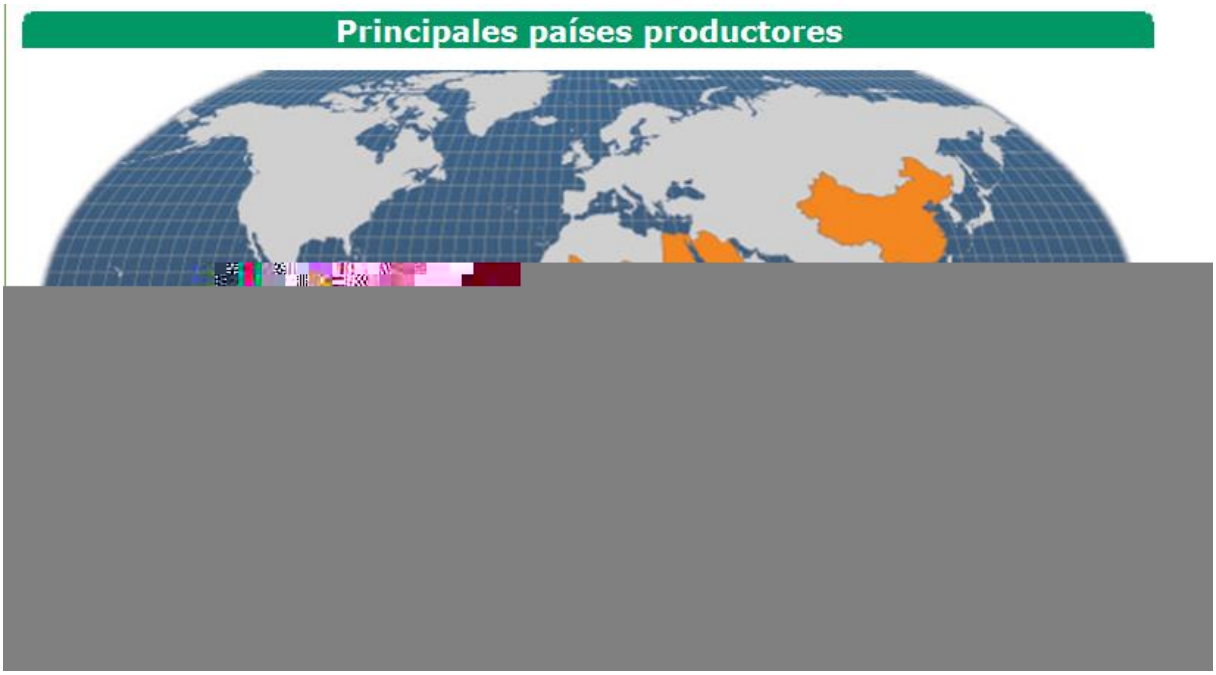


Figura 3: Principales países productores de *Oreochromis niloticus* (FAO, 2005-2014).

4.5. Refrigeración de los pescados

4.5.1. Importancia

La refrigeración o los tratamientos por frío nos permiten preservar el pescado en el estado que se encuentra en el momento de la captura hasta llegar al consumidor final.
Esto se debe a que el frío actúa enlenteciendo la actividad enzimática que provoca la autolisis de los tejidos y la acción bacteriana, que son los factores fundamentales que actúan en la descomposición de los diferentes componentes, lo que tiene como resultado final la descomposición del producto. El frío es el principal factor para inhibir estos procesos.

El frío tiene como consecuencias:

Enlentece la putrefacción de los alimentos.
Previene la pérdida de vitaminas y otros nutrientes.
Facilitar la obtención de productos.

Los microorganismos (bacterias, levaduras y hongos) son los principales responsables de la putrefacción de los alimentos, estos son activos dentro de determinados límites de temperatura, si se superan estos límites los mismos detienen su actividad.
De los diferentes grupos de microorganismos, los más importantes desde el punto de vista de las bajas temperaturas son los organismos psicrófilos, entre estos las bacterias son menos resistentes en comparación con los hongos y las levaduras.
En condiciones de bajas temperaturas los microorganismos suprimen o disminuyen su actividad, pero aun así el crecimiento y la acción bioquímica son posibles llevando al alimento a la putrefacción. Por ejemplo, algunas bacterias y levaduras dejan de crecer a -3º C, otras a -5º C, e incluso otras pueden crecer a estas temperaturas y detener su actividad a los -10º C (Bertullo, 1975).

Zaitsev (*in* Bertullo, 1975) considera que la refrigeración del pescado se obtiene cuando su temperatura es reducida hasta un punto cercano, pero no por debajo, al de la congelación, por medio de la extracción de calor. El punto de congelación varía en las distintas especies entre -0,6º C y -2º C en función del grado de concentración de los fluidos celulares y se acepta por lo general como igual a -1º C.

Crepey (1952) define refrigeración al hecho de mantener un producto dentro de una temperatura de 0º C. Como otros autores, afirma que el pescado en buenas condiciones de refrigeración conserva su aspecto exterior, terneza y elasticidad de sus tejidos.

Golovkin (*in* Bertullo, 1975) argumenta que la subcongelación no aporta ninguna modificación al pescado, el cual conserva su aspecto general y el color, terneza y elasticidad de la carne. El pescado conserva en su "estado fresco" todas sus cualidades originales, tal como cuando sale del agua. Los procesos de putrefacción se han detenido o están de modo notorio enlentecidos cuando se utilizan temperaturas de 5ºC, límite superior de la refrigeración.

Otros factores además de la refrigeración a tener en cuenta para la optimización de la preservación de los pescados son el estado nutritivo de los ejemplares capturados, la

manipulación, el eviscerado, el grado de contaminación microbiana, la humedad y composición de la atmósfera, el empleo de conservantes y otros tratamientos antimicrobianos. (Sikorski, 1994).

4.5.2. Efectos de la refrigeración

Durante este proceso, se producen cambios físicos y químicos en el músculo. Los físicos dan como resultado una solidez creciente de los tejidos, mayor viscosidad de los fluidos celulares y sangre, y pérdida de peso.
La pérdida de peso depende también de otros factores como las propiedades inherentes al producto, el medio refrigerante y las condiciones de enfriamiento, las características más influyentes son: el tamaño del pescado, gravedad específica, presencia y tipo de empaque.
Los pescados con mayor porcentaje de agua evaporarán más de la misma y perderán más peso. Así, los peces magros perderán más peso que los grasos, ya que estos tienen una grasa subcutánea que los protege de la deshidratación.
Los ejemplares más grandes tienen mayor porcentaje de sustancia seca y a la vez mayor superficie de evaporación. Los materiales de empaque juegan un rol importante en este sentido, de acuerdo a su permeabilidad protegerán en mayor o menor grado el producto de la pérdida de agua (Bertullo, 1975).

4.5.3. Tipos de refrigeración

A. <u>Con hielo</u>

Ventajas de uso del hielo:

al fundirse consume 83 Kcal por Kg (FAO, 1993).
relativamente económico.
enfría rápido el pescado.
el agua de fusión que surge de la transferencia de calor por el contacto entre el pescado y el hielo absorbe calor e hidrata los ejemplares y vuelve a enfriarse en contacto con el hielo.
mantiene al pescado a una temperatura apenas superior al punto de congelación por ejemplo en pescados marinos poco después de la captura la temperatura se aproxima a 0,5ºC. (FAO, 1993).

Hielo en escamas

El hielo en escamas se puede definir como un hielo molido y en fragmentos planos con forma de oblea irregular.

Las principales características del hielo en escamas son las siguientes:

tiene una superficie de intercambio de calor mayor que casi todos los demás tipos de hielo y por lo tanto, la transferencia de calor entre el hielo y el pescado se produce con mayor rapidez y eficacia
uno de sus inconvenientes es su gran volumen comparándolo con otras presentaciones
se funde muy rápido si no se lo almacena adecuadamente

Agua enfriada

Consiste en colocar en un recipiente agua más hielo (30 al 50%). Esto permite un adecuado descenso de la temperatura del pescado, evita la deshidratación y el machucamiento de los ejemplares. Es importante respetar la proporción de pescado/agua enfriada, esta debe ser del 50%.
Al utilizar menos hielo que el método tradicional, facilita su utilización por los pescadores artesanales al facilitar el transporte y almacenamiento de los insumos (FAO, 1993).

B. Con equipos:

Agua de mar refrigerada

Las expresiones agua de mar refrigerada (AMR) y agua de mar enfriada (AME) describen el agua de mar que se ha enfriado a algo menos de 0°C. En algunos casos se utiliza una salmuera de aproximadamente la misma salinidad que el agua de mar. No existe una clara distinción entre las dos expresiones. Generalmente se habla de AMR cuando es un sistema de refrigeración mecánica el que enfría el agua, mientras que AME se utiliza más a menudo cuando el enfriamiento se consigue mediante la adición de hielo.

Ventajas de usar agua de mar enfriada o refrigerada:

Enfriamiento más rápido
Menos presión sobre el pescado
Posibilidad de una temperatura de conservación más baja
Manipulación más rápida de grandes cantidades de pescado con poca demora o mano de obra
En algunos casos, mayor tiempo de almacenamiento

Absorción de sal

Este es probablemente el factor más importante que limita la aplicación de usar el agua de mar refrigerada o enfriada. El pescado destinado a la elaboración y comercialización normales puede adquirir un sabor salado que lo haga inaceptable. La absorción de sal en las especies industriales también es crítica, ya que se concentra durante la elaboración. El límite superior equivale normalmente a una concentración de alrededor del 0,5 por ciento en el pescado crudo.

La absorción de sal depende de lo siguiente:

la especie.
la talla de los ejemplares.
el contenido de sal en agua de mar refrigerada o enfriada.
la relación agua de mar refrigerada o enfriada/pescado.
la duración del almacenamiento.
la temperatura.

Otro factor que determina el límite aceptable de la absorción de sal es la preferencia del consumidor. Por consiguiente, los límites de aceptabilidad deberían establecerse no sólo en función de las especies y del producto final, sino también en relación con la tolerancia de los consumidores.

4.5.4. Razones para no utilizar otros métodos de enfriamientos

Se necesita un gran flujo de aire frío para poder enfriar el pescado, ya que el aire se calienta mucho más rápido que el hielo, se necesitan 10.000 veces más calor para fundir un cierto volumen de hielo machacado que para calentar un volúmen idéntico de aire de 0ºC a 0,5ºC.

Mismo con un buen flujo de aire frío es difícil alcanzar las altas velocidades de refrigeración que se pueden conseguir con el hielo y con agua enfriada.

Otro inconveniente es que al no empelarse hielo hay riesgo que el pescado se deshidrate. El movimiento continuo del aire hace evaporar el agua de la superficie del pescado.

Además el frío no es uniforme en toda la cámara, tiene zonas con mayor y otras con menor temperatura, esto tiene como inconveniente que el pescado que está cerca del evaporador puede llegar a congelarse mientras que el termostato ubicado en otra zona de la cámara puede indicar una temperatura superior a la de la congelación.

La congelación lenta del pescado puede alterar el aspecto, sabor y textura negativamente (FAO, 1993).

4.5.5. Optimización de la refrigeración

Es crítica la manipulación de las capturas a bordo, lo más adecuado es un rápido enfriamiento de las mismas. Se debe evitar cualquier retraso en esta acción ya que es determinante para la adecuada preservación del producto.

La evisceración refuerza el sangrado y la misma contribuye a obtener carne más clara, esto es de ayuda para evitar la rancidez oxidativa.

"La extracción del estómago e intestino atenúan el riesgo de autolisis por las enzimas digestivas y soslaya el ataque bacteriano procedente del contenido intestinal. La extracción del intestino debe ser completa, evitándose la contaminación de las capturas con el contenido del tubo digestivo" (Sikorski, 1994).

4.5.6. Vida útil del pescado refrigerado

"La respuesta a esta pregunta depende de las características de la especie, banco y temperatura de pesca, estado de carne de los peces, método de captura, cuidado puesto en la manipulación y agregación del hielo a bordo y sistema de envasado utilizados en las presentaciones al por menor. En las pesquerías comerciales, la vida en depósito con una calidad organoléptica admisible del pescado es bastante corta, alrededor de 5 a 8 días, en el caso de muchas especies grasas pequeñas, como arenques, sardinas y anchoas, si se trabaja con especies magras de carne blanca tales como el bacalao, eglefino y merluza, el plazo se prolonga hasta unos 14 días" (Sikorski, 1994).

4.6. Cambios *post mortem* en el pescado

Los primeros cambios observados son de apariencia, textura y *rigor mortis*.
Inmediatamente después de muerto el músculo del pescado se relaja totalmente. Aquí el pescado es blando y flexible y la textura es firme y elástica. Al poco tiempo el músculo se contrae. Se dice que está en *rigor mortis* cuando el mismo se torna duro, rígido y todo su cuerpo se torna inflexible.
El tiempo involucrado en cada una de las etapas de desarrollo, duración y su subsecuente resolución de *rigor mortis* depende de muchos factores tales como especie, talla, método de captura, manipulación, temperatura y condiciones físicas del pescado.
A partir de aquí comienzan a ocurrir una serie de alteraciones bacteriológicas y autolíticas que llegaran a la putrefacción del producto, las que se pueden evaluar sensorialmente.

Cambios de calidad se evalúan por medio de examen organoléptico. En el que se tiene en cuenta el olor y el gusto del pescado.

4.6.1. Cambios autolíticos

Cuando muere el pescado cesa la respiración y la circulación sanguínea perdiendo el musculo el aporte del oxígeno. La función celular continua activa luego de esto gracias a sus reservas energéticas: glucógeno y ATP (adenosín trifosfato).
Se inicia una etapa de glucolisis anaeróbica cuando el ATP se agota con la finalidad de obtener así más energía. La glucolisis anaeróbica degrada el glucógeno a glucosa y ácido láctico. El acumulo del ácido láctico provoca un descenso del pH muscular y si lo logra hasta el punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, estas se desnaturalizan y pierden la capacidad de retener agua, dando como resultado cambios de textura en el pescado.

Como consecuencia de la falta de oxígeno se produce la formación de complejos de actomiosina que lleva a la rigidez cadavérica o más conocida como *rigor mortis*, donde el pescado toma forma rígida y dura. Aquí el pH se encuentra en torno de 6. Según Tomé (2000), el valor de pH mínimo de la Tilapia nilótica (*Oreochromis spp.)* almacenada a 0ºC fue de 6,31 a los tres días de captura.
En la *Tilapia* gris (*Oreochromis niloticus*), el valor mínimo de pH fue de 6,81, 7,02 Y 7,10 registrados estos valores a las 6, 8 y 10 horas de almacenadas, a temperaturas de 0, 5 y 10ºC (Llerena y Nue, 2002).
El *rigor mortis* es un indicador de frescura, su presencia indica extrema frescura (Dragonetti, 2008). Es un estado de contracción permanente del músculo porque la unión es irreversible entre los filamentos de actina y miosina del musculo. Este proceso comienza a 1 a 7 horas *post-mortem* y su duración es variable según múltiples factores como ser estado de fatiga, reservas de glucógeno, estado reproductivo, así como el estado nutricional. A continuación 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 una etapa conocida como alterativo o de *post-rigor*. Diversas proteasas del músculo de pescado son las responsables, pero las catepsinas son las enzimas proteolíticas que fueron más estudiadas. Las mismas normalmente se encuentran inactivas contenidas dentro de los lisosomas en el tejido vivo. Con un pH acido las enzimas se activan pasando al líquido sarcoplasmático degradando los sarcómeros. Dando lugar a un "ablandamiento" de la carne del pescado por la desnaturalización de las proteínas. Esto dificulta o impide su procesamiento, coincidiendo con la proteólisis comienza la lipolisis de la grasa, dando liberación por lo general de los ácidos grasos, siendo importantes los fenómenos de autooxidación producidos. Cuanto mayor sea la magnitud de los lípidos más importantes serán las reacciones (Monteagudo-Torres, 2002).

4.6.2. Cambios bacteriológicos

La flora bacteriana está en la superficie de la piel y las branquias, a su vez también se encuentran en los intestinos vivos como los recién capturados. (Huss, 1998) Existe un amplio margen de recuentos: piel 10^2 - 10^7 ufc/cm^2 y branquias e intestinos contienen 10^3 – 10^9 ufc/g (Shewan, 1962).
La gran diferencia en el recuento es reflejo del medio del pescado, por lo que se observó recuentos bajos en pescados capturados en agua fría y limpia (Liston, 1980), y a su vez recuentos muy elevados en pescados de áreas contaminadas o aguas tropicales calidas. También se ha registrado la flora microbiana de pescado de agua templadas recién capturados, está formada por bacilos aerobios en su mayoría, anaerobios facultativos, psicotroficos, gram-negativos de los géneros: Pseudomonas, Alteromonas, Moraxella, Actinobacter, Flavobacterium, Cytophaga y Vibrio (Shewman, 1977). Algunos autores señalan un análisis sobre la flora de pescados de aguas tropicales sosteniendo que en pescados de aguas tropicales existen bacterias gram-positivas como Micrococcus, Bacillus y Corinebacterium (Shewman 1977; Gillespie y Macrae, 1975).
Los pescados de agua dulce presentan diferente flora que los de agua de mar. Según Shewman (1977), la presencia de bacterias del género Aeromonas en los pescados de agua dulce y ausencia en los de mar.
La invasión microbiana se ve disminuida con la cubierta de moco, la cual presenta diferencia según la especie (Murray y Fletcher, 1976).

4.7. Frescura del pescado

Es necesario disponer de métodos rápidos y seguros para evaluar con razonable seguridad los distintos grados de frescura del pescado. El pescado y todos los productos del mar están considerados como los más frágiles y perecederos de los alimentos (Stansby; 1944; Le Gall, 1950)
Es posible determinar la frescura del pescado sin mucho conocimiento técnico. Se lo considera aceptable cuando es atractivo en el olor, brillo de las escamas, viveza de colores, ojos traslucidos y buena forma del globo ocular. El pescado no es aceptable o de rechazo cuando: los ojos son hundidos, colores desvaídos con tonos grises o castaño oscuro, olor nauseabundo y mucus pegajoso.
Lo importante es conocer y determinar cuándo un producto comienza a perder su frescura. El consumidor debe de saber y tener en cuanta: la vida útil luego de la compra, apariencia y olor durante la preparación, palatabilidad del producto cocido (Stansby, 1944).
La apariencia y el olor durante el cocinado debe ser agradable para el consumidor, sin presencia de olores de putrefacción durante la cocción. Entre los factores que afectan la

palatabilidad, los más importantes son: sabor, olor, textura y apariencia del producto una vez cocinado (Bertullo, 1975).

4.8. Evaluación de frescura

Existen varios métodos de evaluación de frescura: sensoriales, bacteriológicas, de reducción, física y medidas de los productos y subproductos finales del metabolismo bacteriano.

Caracteres organolépticos, o sea la determinación de la calidad del pescado por medio de los sentidos de la vista, tacto, olfato y gusto, son los más usados a escala mundial, aunque no significa que sean los convenientes (Bertullo, 1948).

Se han desarrollado en los últimos 50 años una gran variedad de tablas como guías para la evaluación sensorial de los productos pesqueros. Si bien existen diferencias, los atributos que se tienen en cuenta no difieren. Los mismos son:

1) Apariencia general

No es un índice que de una idea clara de la frescura o putrefacción del músculo, algunos sufren erosiones o extravasaciones sanguíneas en la región cefálica. Todos estos aspectos hacen pensar en el rechazo a pesar de estar frescos, si bien ofrecen menor capacidad de conservación.
Incluimos para su evaluación si presenta *rigor mortis* verificando si permanece rígido. También aquí evaluamos en conjunto el color, olor y ojos. Debemos tener en cuenta las características particulares de cada especie. (Dragonetti, 2008).

2) Color

Recién capturado el pescado presenta escamas con un brillo plateado iridiscente, con tonos dorados debajo de la línea lateral y de oliva claro en la parte dorsal, aunque algunas especies el color es rosado o rojo intenso. La iridiscencia dura horas y desaparece mucha antes de la putrefacción se establezca. Se debe tener en cuenta la firmeza con la que están implantadas las escamas en la piel, cuando se desprende con facilidad debe pensarse que el pescado ha comenzado una etapa de putrefacción, puesto que el músculo que la mantiene fija ha perdido su tono. (Abrao, 2008)

3) Ojos

Es un indicativo de deterioro en el que vemos a medida que este avanza el cristalino pierde su transparencia, ya que aumenta la concentración de los solutos en el humor acuoso. El globo ocular está rodeado por el panículo adiposo, este se deshidrata provocando así la perdida de la convexidad hasta la enoftalmia (Dragonetti, 2008). El hundimiento del globo ocular se produce a las 48 horas y la opalescencia de la córnea comienza a las 24 horas. Los cambios son graduales y en 3-4 días aparecen los ojos grises, hundidos, deshidratados y hasta manchas rojizas (Bertullo, 1975).

4) Branquias

Se debe levantar el opérculo para visualizar las mismas. Se evalúa el color, olor y la presencia de moco, en el pescado fresco se aprecia como una fina capa brillante y a medida que se deteriora comienza a formar grumos (Dragonetti, 2008). Se describe el color de branquias de pescados recién capturados de color rojo brillante, lo cual puede ser muy genérico (Anderson, 1907), muchas especies el tono es desde rojo pálido hasta el oscuro, presentando siempre olor fresco. Hay que señalar que el aspecto de las branquias pueden modificarse si se lavan con abundante agua (Bertullo, 1975).

5) Olor

El pescado fresco, presento olor característico agradable. Cuando empieza a descomponerse por actividad microbiana forman nuevas sustancias. Se debe tener en consideración que influye en la celeridad o retardo de los olores putrefactos:

> el pescado sin lavar produce mal olor más rápido que el lavado, puesto que entra en descomposición el mucus superficial mientas que el músculo puede estar buen estado.
> el lavado disminuye la aparición del olor.
> el pescado sin destripar toma olor con mayor rapidez que el destripado.
> (Bertullo, 1975)

El olor es el atributo que percibimos primero, se recomienda realizar la evaluación desde las zonas de menor intensidad a las de mayor intensidad, para evitar la fatiga del sentido del olfato. Según el tipo de compuestos que predominan es el olor que vamos a encontrar, en los peces de agua salada:

> Muy frescos: “olor a mar” (OTMA)
> Frescos: olor neutro (equilibrio OTMA – TMA)
> Limite de aceptación: “del pescado” (TMA)
> podridos: amoniacal (Dragonetti, 2008)

En los peces de agua dulce presentan diferencias en el olor.

Cuadro 8: Características sensoriales del pescado fresco y putrefacto

	ELEMENTO	PESCADO FRESCO	PESCADO PUTREFACTO
1	**OLOR**	Fresco, a algas marinas en peces de mar	Hediondo, pútrido, especialmente en branquias
2	***RIGOR MORTIS***	Cuerpo rígido, tejido muscular muy firme y elástico	totalmente pasado, tejido muscular muy blando, permaneciendo la impresión del dedo u objetos duros
3	**SUPERFICIE**	La superficie de la piel lustrosa, con reflejos brillantes. Mucus regularmente distribuido sobre la piel y transparente	Superficie de la piel oscura, quizá con manchas grises. Mucus coagulado en grumos, opaco y claramente visible. Aspecto amarillo o marrón, bacteriano, especialmente en putrefacción avanzada
4	**COLUMNA VERTEBRAL**	Ausencia de enrojecimiento a su largo	Desarrollo pleno de la coloración rojizo-marrón, particularmente en la parte ventral
5	**PAREDES ABDOMINALES**	Relativamente firmes y elásticas, sin coloración marcada	Textura blanda y coloración rojizo-marrón
6	**DESPRENDIMIENTO DE LA CARNE DEL HUESO**	Exige considerable presión para arrancarla	La carne se despega fácilmente
7	**BRANQUIAS**	Rojas, dependiendo el tinte de las especies, libres de una capa de mucus	Grisáceo-rojizas a grisáceo-amarillas o marrón, muy mucosa
8	**OJOS**	Prominentes, pupila negra, cornea transparente	Hundidos, pupila nubosa y lechosa cornea opaca

(Bertullo, 1975)

4.9. Evaluación de frescura en pescado de agua dulce

El conocimiento al momento de peces de agua dulce en cuanto a su deterioro es muy pobre comparado con el de peces de agua marina. Hay trabajos por ejemplo el de Pinacchio en 2011 que generaron información de la evaluación sensorial de peces de agua dulce, los caracteres principales a evaluar son los siguientes:

1) Apariencia general:

Aquí se evalúa en conjunto olor, color y ojo.

2) Color

Es característico de cada especie. En las especies con escamas encontramos los cristales de guanina, que brindan la iridiscencia propia de los ejemplares con vida o muy frescos y cuando se pudren se altera la guanina perdiendo primero la iridiscencia y después el brillo. El brillo en la piel se debe a una capa fina de moco que cuando está fresco es sutil y le da el aspecto húmedo, brillante y a medida que se pudre es espeso (Friss de Kereki y col., 2011)

3) Olor

Aquí encontramos una gran diferencia entre los ejemplares marinos que presentan el característico olor a "mar" cuando están frescos y amoniacal cuando están en descomposición (Dragonetti, 2008).
En el estudio realizado por Pinacchio en el año 2011 se vio gran variación en los olores, en fresco desde olor a "hierbas frescas" por presencia de bipiridona etano, "levemente mohoso" a "barro", e inclusive el olor "cadavérico o carne rancia" cuando están podridos, debido a las aminas biógenas y a los ácidos grasos que se enrancian (Pinacchio, 2011).

A su vez en las especies dulce acuícolas puede haber olores no vinculados con la frescura, como el olor a barro, papel, moho o papel mojado, a combustible entre otros. Lo cual es importante destacar ya que influye en la calidad del pescado y puede llegar a ser un rechazado un pescado fresco (Cidade, 2012).

Los olores de especies dulceacuícolas se describen a continuación:

Muy fresco: olor a hierbas recién cortada debido a bipiridona etano
Fresco: inodoro (Neutro)
Limite aceptable: olor variado a carne bovina, carne de pollo o frutas (Comunicación personal Dragonetti, 14/11/2014)
Podrido, olor a cadáver debido aminas biogenas (putrescina y cadaverina) y los ácidos grasos el olor a rancio (Pinacchio, 2011)
El olor a lodo o papel mojado (mohoso) es muy frecuente en varias especies. Esto es debido a los siguientes compuestos:

Lodo o tierra : Geosmina (1 a, 10b – dimetil – 9a – decalol: GEO) algas cianofiticas
Papel mojado o mohoso: 2-metilisoborneol (MIB) hongos (Actinomyces y Strepromyces) (Huss, 1998).

4) Ojos

Forma: el ojo debe de ser convexo y ocupar completamente la cavidad ocular, pero a medida que va avanzando la putrefacción se va aplanando hasta quedar cóncavo en la etapa de putrefacción. Este se debe a que se altera la permeabilidad de las membranas oculares y se pierde el líquido de la cámara anterior del ojo, pero a su vez también se va deshidratando el panículo adiposo retro ocular sobre en el que se apoya el globo ocular provocando así una progresiva enoftalmia.

Transparencia: en el pescado fresco el globo ocular se ve turgente y transparente, pudiendo observar sus estructuras oculares. A medida que pierde su frescura se va volviendo cada vez menos transparente, luego turbio hasta llegar a opaco. Esto se debe a que hay una deshidratación y un aumento de los solutos en la cámara anterior del ojo (Dávalos et al 2005, Friss de Kereki et al 2011).

5) Branquias

Color: en el pescado fresco deben de ser rojo intenso y brillante. A medida que pasa el tiempo va tornándose más pálido, hasta oscurecerse y terminar en un color castaño.

Moco: es transparente, brillante y se extiende en una capa delgada en su superficie. A medida que se deteriora se vuelve filante y finalmente grumoso.

Olor: el olor en las especias de agua dulce es variado, siendo en fresco agradable como olor a barro o moho, que son debidos a la presencia de geosmina o metil isoborneol, producidos por algas cianoficeas presentes en fondos fangosos (Tabacheck y Yurkowski, 1976). Cuando están podridos las branquias presentan un olor desagradable el cual no es amoniacal como los peces de agua salada, sino cadavérico como observó Pinacchio (2011) que lo describe como olor a carne en descomposición o achuras podridas.

Los cambios *post mortem* del pescado según la especie y el método de almacenamiento varían, lo cual hace que los cambios sensoriales sean diferentes (Huss, 1998). Siendo de importancia debido a esto realizar un estudio y descripción en cada una de las especies.

5. OBJETIVOS:

5.1. Generales

Comprobar si se presentan cambios sensoriales diferentes según el método de refrigeración utilizado.

5.2 Particulares

Establecer los parámetros para la evaluación sensorial de la Tilapia nilótica para cada tipo de refrigeración estudiada.

Determinar la vida útil de la Tilapia nilótica para cada modalidad de refrigeración estudiada.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. 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.

6.2. Materiales

15 ejemplares enteros de tilapia enteras recién faenadas.
Línea de fileteo.
Cuchillas.
Centímetro.
Agua potable.
Set fotográfico.
Conservadora de plástico isotermas "Covey".
Bandejas.
Cámara entre 0º y 5º C.
Sal comestible.
Cámara Canon Eos Ds 126071.
Fábrica de hielo en escamas.
Precintos plásticos de colores para identificar las muestras (rojos, amarillos y celestes)
Etiquetas plásticas.
Marcador permanente.
Computadora.
Linterna led 5w de luz fría.
Termómetro de pincho.
Balanza.

6.3. Método

Las muestras fueron donadas por Gadasur SA que tiene un emprendimiento en acuicultura, con la cría de Tilapia nilótica, con miras al mercado interno y la exportación.
En el estudio se utilizó la tilapia porque nos daba la certeza del momento de la faena, lo que permitió establecer los valores de extrema frescura así como también el hecho de recibirlas el mismo día de faena para realizar el estudio.
Se transportaron recién sacrificadas y acondicionadas en cajas isotermas con hielo en escamas asegurando una temperatura de transporte de 0 a 3ºC.
Una vez en la Planta Piloto, se evisceraron los ejemplares de forma igual que se hacen en las embarcaciones pesqueras artesanales, de este modo se intentó simular las condiciones que manejan los mismos.
Posterior a la evisceración se identificaron los ejemplares y se dividieron en 3 lotes con 5 unidades cada uno. Se les colocó un precinto de color para identificar el tratamiento aplicado, a saber: rojo hielo en escamas, amarillo agua enfriada al 0,9% de sal, y celeste agua enfriada. Dentro de cada lote se numeraron los ejemplares del 1 al 5 para poder individualizarlos. Se registraron los peso y las tallas de los ejemplares utilizados en el ensayo, comprobándose que

todos cumplían con tallas estándares de comercialización. El en cuadro 9 se ilustra de manera clara los colores utilizados para cada uno de los lotes.

Cuadro 9: Método de refrigeración con total de ejemplares y colores identificativos.

Método de preservación	Unidades	Color del precinto
Hielo en escamas	5	ROJO
Agua enfriada	5	CELESTE
Agua enfriada con sal al 0.9%	5	AMARILLO

Se evaluó sensorialmente cada lote siendo el día cero de evaluación de los diferentes ejemplares el día que se recibieron en el IIP. Los resultados de la evaluación sensorial de cada atributo estudiado en estos ejemplares se tomaron como el cero (extrema frescura) de la escala utilizada.

A continuación se acondicionaron de la siguiente forma:

hielo en escamas: en bandeja con drenaje y hielo
agua enfriada: en conservadora isoterma con agua y hielo
agua enfriada con sal 0,9%: en conservadora isoterma con agua, hielo y sal al 0,9%, para mantener el equilibrio osmótico.

Se acondicionaron en sus respectivos medios y se colocaron en la cámara de refrigeración a una temperatura entre 0º y 5º C. La temperatura de cámara se controló de manera constante verificándose temperaturas entre 0,4 a 1,5ºC.

La frecuencia de evaluación se estableció de acuerdo a los cambios que se constataron en dichas instancias, cuando se evidenciaron cambios notorios se aumentó la frecuencia y cuando los mismos se enlentecieron se disminuyó, quedando en intervalos de 24 horas, 48 horas, 72 horas y 96 horas respectivamente.
Se dio por terminado el trabajo cuando todos los lotes llegaron al número 3 de la escala de evaluación sensorial (podridos).

6.4. Análisis sensorial

Durante la inspección de los ejemplares se verificó la frescura del producto mediante una evaluación sensorial de los tres diferentes métodos de refrigeración de la tilapia. Los atributos evaluados durante este proceso fueron:

la apariencia general
color
olor
ojos: su transparencia y su forma del globo ocular
las branquias: el moco, olor y color

A los mismos se les asignó un puntaje de acuerdo a su nivel de frescura, el cual se puede observar en el cuadro 10. Para una mejor visualización de los detalles del pescado se utilizó una linterna led.

Cuadro 10: Especificación del puntaje en la evaluación sensorial con la calidad del pescado

PUNTAJE	CALIDAD
0	Excelente
1	Bueno
2	Regular
3	Malo

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

La evaluación sensorial se basó en el método QIM (*Quality Index Method*), que tiene como eje la observación de los cambios que se efectúan en el pescado a medida que transcurre el tiempo y avanza la putrefacción, durante el transcurso de este se va deteriorando

6) Branquias:

a) Color: el arco branquial se encuentra de color blanco-rosado. Las branquias se ven de color más oscuro que en el estadio 0, se encuentran de color rojo fuerte y un tanto oscuro. Las laminillas branquiales comienzan a aglutinarse.
b) Moco: el moco pierde levemente la capacidad de ser filante, se encuentra más espeso y no tan uniformemente distribuido. Se nota un cambio significativo en el color que pasó de ser completamente transparente a un blanco traslúcido.
c) Olor: el olor que presenta se puede comparar con el de la "carne bovina", pero suave, no agresivo para los sentidos, todavía se puede apreciar un leve olor a "hierbas húmedas".

VALOR 2

1) Aspecto General: se aprecia en los ejemplares pérdida de escamas, el color es deslucido, opaco y oscuro. Se puede ver un color verde con gris sobre el pescado.
La zona cefálica ventral tiene un aspecto sanguinolento en la piel, de un color rojo amarronado.
Los ojos no llenan la cavidad, están deprimidos en la misma.

2) Color: el color en general se encuentra más opaco, deslucido y oscuro sobre todo el ejemplar. Las zonas grises (cebraduras) se encuentran notoriamente más oscuras y no presenta iridiscencia. En la región cefálica ventral lo que se veía rojo anteriormente ahora se ve de color más oscuro, de aspecto sanguinolento.

3) Olor: en esta fase es a "carne abombada".

4) Ojo: la pupila se desplaza de la posición central normal hacia la periferia, generalmente hacia dorsal. Hay opalescencia marcada que va más allá de la pupila, abarca una zona mayor a la delimitada por esta.

5) Globo ocular: depresión anular marcada, el ojo se deprime dentro de la cavidad quedando una zona central elevada en el área de la pupila.

7) Branquias:

a) Color: el arco branquial se encuentra de color rosado, las laminillas tienen un color rojo oscuro o bordó y se encuentran agrupadas a lo largo de la branquia.
b) Moco: se encuentra de un color blanquecino, de consistencia espesa y se aglutina sobre las branquias, no está uniformemente distribuido.
c) Olor: es fuerte, ofensivo para los sentidos, similar a "carne abombada".

VALOR 3

1) Aspecto General: marcada descamación en zona cefálica y dorsal, el ejemplar se encuentra de color oscuro, tiene aspecto deshidratado en la superficie y desagradable.
Los ojos están deprimidos y opacos.

2) Color: el color es oscuro y deslucido sobre todo el pescado, se pierden totalmente las zonas rojas y el resto de los colores, solo se manifiesta los colores grises y negros característicos de la "cebraduras" de las especie.

3) Olor: permanece similar al estadio 2 (olor a "carne abombada") pero más acentuado.

4) Ojo: se encuentra totalmente deprimido en la cavidad, empieza a deformarse sobre la periferia tanto en forma como en color, la opalescencia abarca todo el ojo.

5) Globo Ocular: el ojo se encuentra completamente deprimido dentro de la cavidad.

6) Branquias:

a) Color: se encuentra de un color castaño-bordo, con el arco branquial rosado fuerte.
b) Moco: se encuentra de color blanco, espeso y aglutinado, estas características mucho mas acentuadas que en el estadio 2.
c) Olor: es totalmente desagradable y ofensivo para los sentidos a podrido

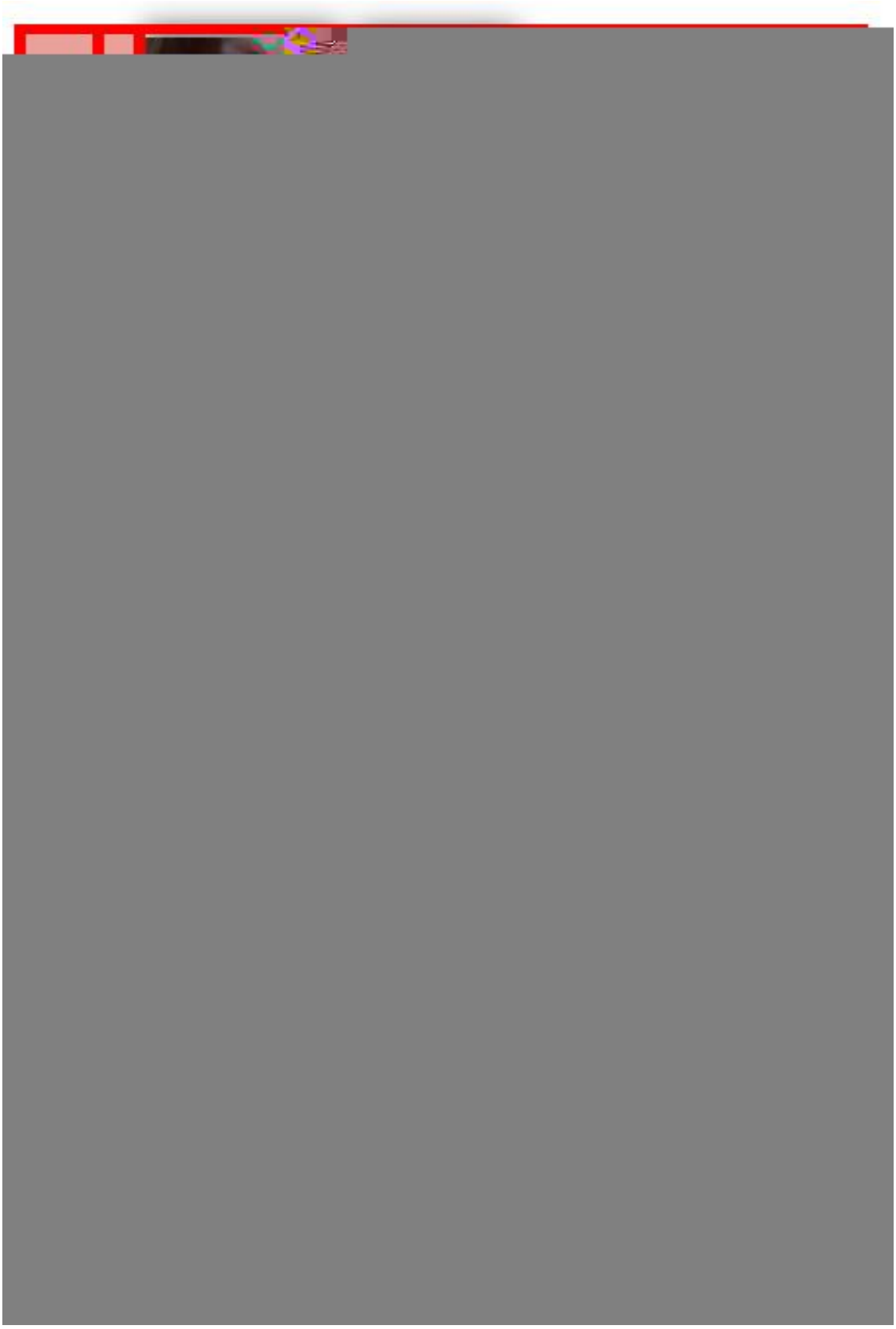


Figura 4: Cartilla de evaluación sensorial de tilapia refrigerada en hielo en escamas.

7.2. Refrigeración con agua enfriada (Agua y hielo)

VALOR 0

1) Aspecto General: el ejemplar se ve de la misma manera que cuando está vivo. Hay uniformidad en las escamas, sin desprendimiento. Los ojos son completamente transparentes y vivos, los colores son vivos y brillantes.

2) Color: los colores son vivos, definidos y brillantes con notoria presencia de iridiscencia. La superficie se encuentra humectada, brillante, con una fina capa de moco sobre el cuerpo que resalta lo anteriormente comentado. Se aprecian definidamente las franjas oscuras (atigrado) características de la especie y el color rojo en la porción cefálica ventral.

3) Olor: es a tierra mojada tanto como a hierba húmeda, agradable, no ofensiva para los sentidos.

4) Ojo: el mismo tiene el aspecto como en el animal vivo, totalmente trasparente y brillante.

5) Globo ocular: llena completamente la órbita, tiene forma convexa que sobresale de la órbita (redondeado).

6) Branquias:

a) Color: el arco branquial se encuentra de color blanco. Las branquias tiene un color rojo, fuerte y claro, brillante, característico de sangre oxigenada (oxihemoglobina). Las laminillas se encuentran uniformemente distribuidas.
b) Moco: se encuentra totalmente transparente, filante y uniformemente distribuido sobre las branquias.
c) Olor: inodoro.

VALOR 1

1) Aspecto General: se aprecia una leve pérdida de los colores tanto como de la iridiscencia, se presenta una "veladura blanca" que se manifiesta como un velo blanco sobre todo el ejemplar alterando levemente los colores de base, la misma se hace más evidente sobre los ojos y las aletas.

2) Color: mantiene la iridiscencia, se acentúan los colores grises y verdes así como el color rojo en la región cefálica y ventral. Se presenta la "veladura blanca".

3) Olor: se aprecia un ligero olor a "barro"

4) Ojo: además de la evidente veladura sobre todo el ojo, se puede apreciar cómo va apareciendo en la zona de la pupila una región de opalescencia blanca.

5) Globo Ocular: conserva la forma, es convexo y ocupa toda la cavidad.

6) Branquias:

a) Color: se presentan de color rosado pálido, uniforme sobre toda la branquia.
b) Moco: no se aprecia la presencia de moco en este método.
c) Olor: a "barro".

VALOR 2

1) Aspecto General: los colores se encuentran más atenuados y la veladura más acentuada, no presenta iridiscencia y el color rojo cefálico no se aprecia o se ve más difuso y oscuro, perdiendo el puntillado característico. No se ve descamación todavía. El aspecto blanco del ojo se ve más marcado aunque conserva la convexidad.

2) Color: la "veladura blanca" se intensifica, la iridiscencia desaparece prácticamente, se atenúan los colores brillantes y se acentúan los oscuros. El rojo pierde su puntillado característico, se ve más difuso y oscuro en la zona cefálica ventral.

3) Olor: leve olor a "carne bovina", no ofensivo para los sentidos.

4) Ojo: el color blanco de la "veladura" está más fuerte por lo que se aprecia el iris menos brillante, mas opaco, el color anaranjado-rojizo está más diluido. La zona de opalescencia pupilar se encuentra extendida.

5) Globo Ocular: se puede apreciar el ojo convexo, llenando toda la cavidad con la singularidad de presentar una zona levemente aplanada o de meseta en la zona más elevada del mismo.

6) Branquias:

a) Color: se encuentran de color casi blanco, con un tenue tono rosado al igual que el arco branquial, las laminillas se encuentran uniformemente distribuidas exceptuando el primer arco branquial en algunos casos.
b) Moco: no se aprecia la presencia de moco en este método.
c) Olor: es a "carne bovina", pero el mismo no es agresivo para los sentidos.

7.3. Refrigeración en agua enfriada y sal al 0,9% (Agua, sal y hielo)

VALOR 0

1) Aspecto General: el ejemplar se ve de la misma manera que cuando esta vivo. Hay uniformidad en las escamas, sin desprendimiento. Los ojos son completamente transparentes y vivos, los colores son vivos y brillantes.

2) Color: los colores son vivos, definidos y brillantes con notoria presencia de iridiscencia. La superficie se encuentra humectada, brillante, con una fina capa de moco sobre el cuerpo que resalta lo anteriormente comentado. Se aprecian definidamente las franjas oscuras (atigrado) características de la especie y el color rojo en la porción cefálica ventral.

3) Olor: es a tierra mojada tanto como a hierba húmeda, agradable, no ofensiva para los sentidos.

4) Ojo: el mismo tiene el aspecto como en el animal vivo, totalmente trasparente y brillante.

5) Globo ocular: llena completamente la órbita, tiene forma convexa que sobresale de la órbita (redondeado).

6) Branquia:

a) Color: el arco branquial se encuentra de color blanco. Las branquias tiene un color rojo, fuerte y claro, brillante, característico de sangre oxigenada (oxihemoglobina). Las laminillas se encuentran uniformemente distribuidas.
b) Moco: se encuentra totalmente transparente, filante, uniformemente distribuido sobre las branquias.
c) Olor: inodoro.

VALOR 1

1) Aspecto General: los colores siguen presentes pero mas atenuados que en el estadío anterior, la "veladura" está marcada. No se registra desprendimiento de escamas, el ojo se encuentra más blanco.

2) Color: los colores se pueden apreciar todavía, pero levemente mas atenuados, la "veladura blanca" se hace evidente. Aún se puede apreciar zonas de iridiscencia sobre el ejemplar.

3) Olor: se puede apreciar un ligero olor a "barro", a "hierbas mojadas" o a "pasto recién cortado", pero muy tenues. En algunos ejemplares se puede apreciar olor a "carne bovina".

4) Ojo: se ve traslúcido por la "veladura blanca" sobre la totalidad del órgano, en la zona central (pupila) se puede apreciar como se va haciendo presente la opalescencia.

5) Globo Ocular: el ojo todavía llena la cavidad ocular pero se puede apreciar notoriamente aplanado en su totalidad así como una marcada depresión en el centro del mismo.

6) Branquias:

a) Color: se ve de un color rojo uniforme pero levemente mas claro como con un toque de blanco, las laminillas se encuentran uniformemente distribuidas. El arco branquial se aprecia blanco o levemente rosado.
b) Moco: se encuentra en pocas cantidades, es filante y blanquecino (traslúcido), todavía se distribuye uniformemente sobre la superficie branquial.
c) Olor: presenta un discreto olor a carne bovina.

VALOR 2

1) Aspecto General: los colores son similares al estadio anterior, levemente mas tenues, y la "veladura" un poco más acentuada. La característica fundamental de esta categoría es la pérdida de escamas. La "veladura" afecta también el ojo.

2) Color: los colores todavía se pueden apreciar, solo que levemente mas tenues por la "veladura" que se encuentra un poco más acentuada. En este punto no presenta iridiscencia.

3) Olor: se puede apreciar olor a "carne bovina", pero no desagradable no ofensivo para los sentidos.

4) Ojo: el ojo se ve más turbio, la "veladura" está acentuada y la opalescencia se extiende desde el centro hacia la periferia del ojo ocupando gran parte del mismo.

5) Globo ocular: se ve el ojo aplanado en forma de "meseta" pero supera la cavidad.

6) Branquias:

a) Color: las branquias se aprecian de color rojo más oscuro y en algunos casos con un toque castaño. El color no es uniforme sobre toda la branquia, presentando zonas más claras y otras más oscuras. El arco branquial puede estar de color blanco o rosado pálido.
b) Moco: se presenta aglutinado, ya no está uniformemente distribuido, se aprecia en forma de placas sobre las branquias y su color es blanco fuerte pero traslucido.
c) Olor: olor marcado a "carne bovina".

VALOR 3

1) Aspecto General: se pueden apreciar colores pero están deslucidos, la "veladura" se aprecia en todo el ejemplar y se acentúa en algunas zonas como lo son los ojos, las aletas y el opérculo. La descamación es notoria en diferentes zonas.

2) Color: con este método se puede ver algunos colores como el rojo en la zona cefálica, aunque los mismos están deslucidos. La "veladura" da una sensación de homogeneidad de color sobre todo el ejemplar, no se ven los colores oscuros tan marcados como en otros métodos.

3) Olor: desagradable, ofensivo, a "podrido".

4) Ojo: la "veladura" se presenta sobre todo el ojo y la opalescencia se extiende en superficie pero no se intensifica en color.

5) Globo ocular: sigue superando la cavidad pero presenta una ligera depresión en el centro de la meseta.

6) Branquias:

a) Color: el color se asemeja al del "té con leche", blanco amarronado con un tinte leve de rosado uniforme sobre la branquia, el arco branquial va de rosado a blanco.
b) Moco: filante, viscoso, traslucido, no se aprecia bien el color debido a que no contrasta con el color de la branquia.
c) Olor: "podrido", agresivo, desagradable.

7.4 . Tablas y gráficas

7.4.1. Hielo en escamas

En el cuadro 11 y figura 7 se puede observar que en el día 13 todos los atributos llegan al valor 3 (Malo). El olor del pescado es el último en alcanzar este valor, en contraste con el atributo "forma del globo ocular" que es el primero en llegar al mismo.

Cuadro 11: Evolución de las características sensoriales de Tilapia nilótica preservados en hielo en escamas (valores expresados en moda del lote).

Hielo en escamas	Días	0	1	2	5	7	9	13
ASPECTO GENERAL		0	0	1	2	2	3	3
COLOR GENERAL		0	0	1	2	2	3	3
OLOR GENERAL		0	0	1	1	1	2	3
OJO TRANSPARENCIA		0	0	1	2	2	3	3
FORMA DE GLOBO OCULAR		0	0	1	3	3	3	3
BRANQUIAS COLOR		0	0	1	2	2	3	3
BRANQUIAS MOCO		0	0	1	2	2	3	3
BRANQUIAS OLOR		0	0	1	1	1	3	3

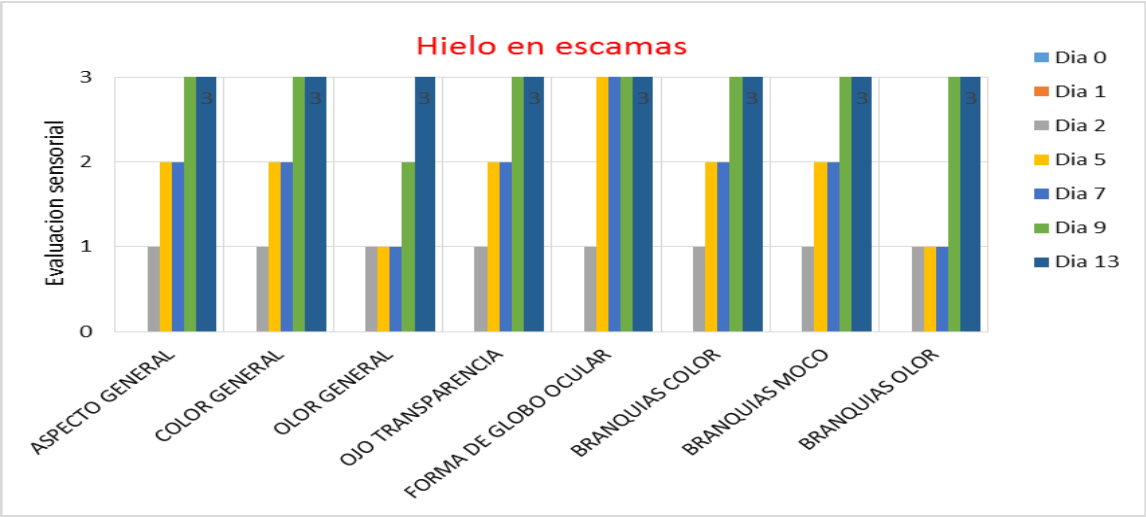


Figura 7: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados en hielo en escamas (valores expresados en moda del lote).

7.4.2. Agua enfriada (agua y hielo)

En la figura 8 y cuadro 12 se observó que al día 19 todos los atributos evaluados llegan al valor 3 (Malo). Los primeros atributos en alcanzar este valor es el color, la transparencia del ojo y el aspecto general al día 7, mientas que los últimos en llegar al mismo es la forma del globo ocular y olor general.
Los ejemplares preservados agua enfriada hasta el día 5 tuvo mejor evaluación sensorial respecto a la refrigeración con hielo en escamas, esto cambia en el día 7 donde son los valores de hielo en escamas levemente mejores (más frescos), luego de este periodo el método agua enfriada vuelve a tener mejores valores de frescura hasta terminar el ensayo.
A diferencia del método hielo en escamas que en el día 13 tenia todos los atributos a evaluar en el valor 3, este método conserva atributos en valores 1 y 2, como son olor, olor de branquias, moco de las branquias y forma del globo ocular respectivamente.

Cuadro 12: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados agua enfriada (valores expresados en moda del lote).

Agua y hielo	Días	0	1	2	5	7	9	13	15	19
ASPECTO GENERAL		0	0	1	2	3	3	3	3	3
COLOR GENERAL										

7.4.3 Agua enfriada + sal al 0,9%

En la figura 9 y cuadro 13 se puede observar que en el día 19 todos los atributos a evaluar llegan al valor 3 al igual que el método de agua enfriada, con destacadas diferencias: se mantuvieron varios atributos en 0 (excelente) hasta el día 5, para pasar al valor 1 y mantenerse hasta el día 13, luego llegaron al 2 en el día 15 y finalmente llegar al valor 3 el día 19.

Cuadro 13: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados en agua enfriada + sal al 0,9% (valores expresados en moda del lote).

Agua al 0,9% de sal y hielo Días	0	1	2	5	7	9	13	15	19
ASPECTO GENERAL	0	0	0	0	1	1	1	2	3
COLOR GENERAL	0	0	0	0	1	1	1	2	3
OLOR GENERAL	0	0	0	0	1	1	1	2	3
OJO TRANSPARENCIA	0	0	0	0	1	1	1	2	3
FORMA DE GLOBO OCULAR	0	0	0	1	1	1	1	2	3
BRANQUIAS COLOR	0	0	0	1	1	1	1	2	3
BRANQUIAS MOCO	0	0	0	1	1	1	1	2	3
BRANQUIAS OLOR	0	0	0	1	1	1	1	3	3

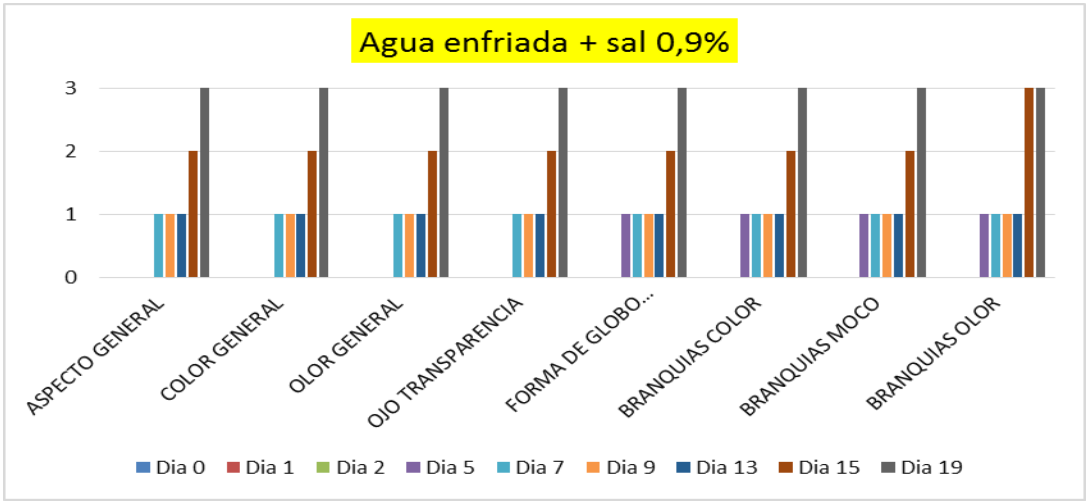


Figura 9: Evolución de las características sensoriales en Tilapia nilótica preservados agua enfriada + 0,9% de sal (valores expresados en moda del lote).

7.5 Promedio de evaluación sensorial para cada método refrigeración

Se realizó un promedio de los valores de los diferentes atributos de evaluados para los ejemplares en particular y de esta manera llegar a hacer un promedio general de la evaluación sensorial de los diferentes lotes, se pueden ver organizados en el cuadro 14.

Cuadro 14: Promedio de los valores de frescura según el método de refrigeración.

Promedio del lote en la evaluación sensorial			
DIAS	**HIELO**	**AGUA ENFRIADA**	**AGUA, HIELO Y SAL0,9%**
0	**0**	**0**	**0**
1	**0,3**	**0**	**0**
2	**0,9**	**0,7**	**0,2**
5	**1,7**	**1,1**	**0,6**
7	**1,8**	**2,1**	**1**
9	**2,8**	**2,3**	**1**
13	**2,9**	**2,3**	**1,1**
15	**Descartado**	**2,7**	**2,1**
19	**Descartado**	**3**	**3**

De las figuras 10,11 y 12 se desprende lo siguiente:

El primer método que llega y pasa el valor 2 (valor de límite de la aceptación) es el de agua y hielo, un día antes que el de hielo en escamas (que llega al valor 2 en el día 6) pero luego se estabiliza, presenta una meseta y llega al valor 3 junto con el método de agua enfriada al 0,9% de sal el día 19.

Los métodos hielo en escama y agua y hielo tienen un recorrido similar en lo que respecta a la putrefacción, solo se separan en el valor 2 para llegar al 3.

El método agua enfriada al 0,9% de sal llega al valor 2 entre el día 14 y 15, por lo que tiene el doble de tiempo en un nivel de aceptación en relación a los otros 2 métodos.

También se vio que la línea se desplaza por lo bajo de la gráfica, lo que indica que tiene mejores niveles de frescura durante el transcurso del ensayo.

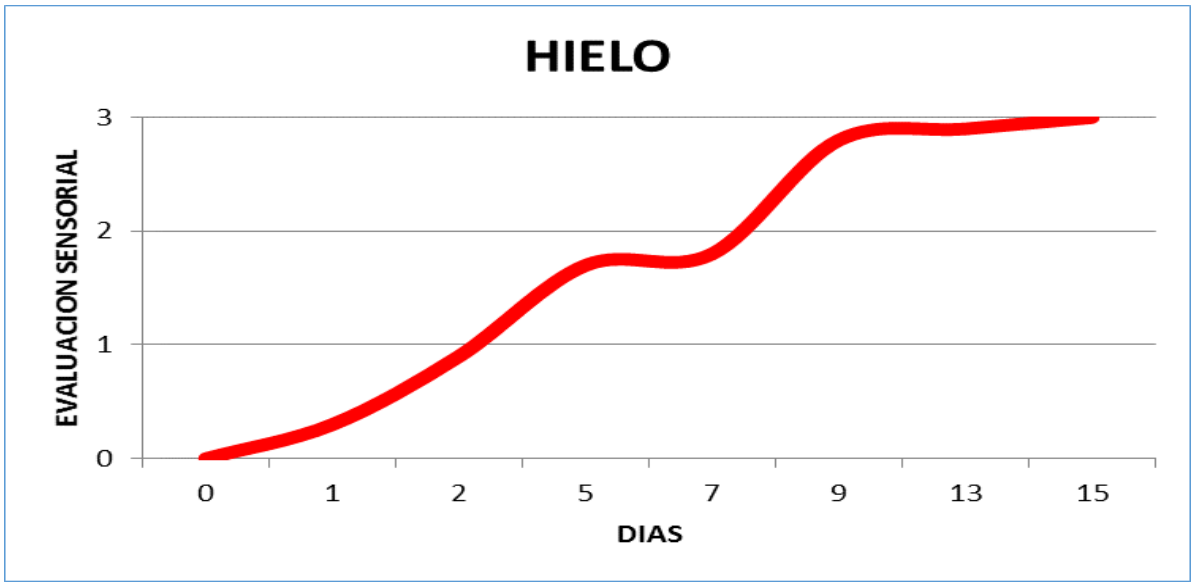


Figura 10: Evolución del promedio de los atributos del lote en la evaluación sensorial para el método hielo en escamas.

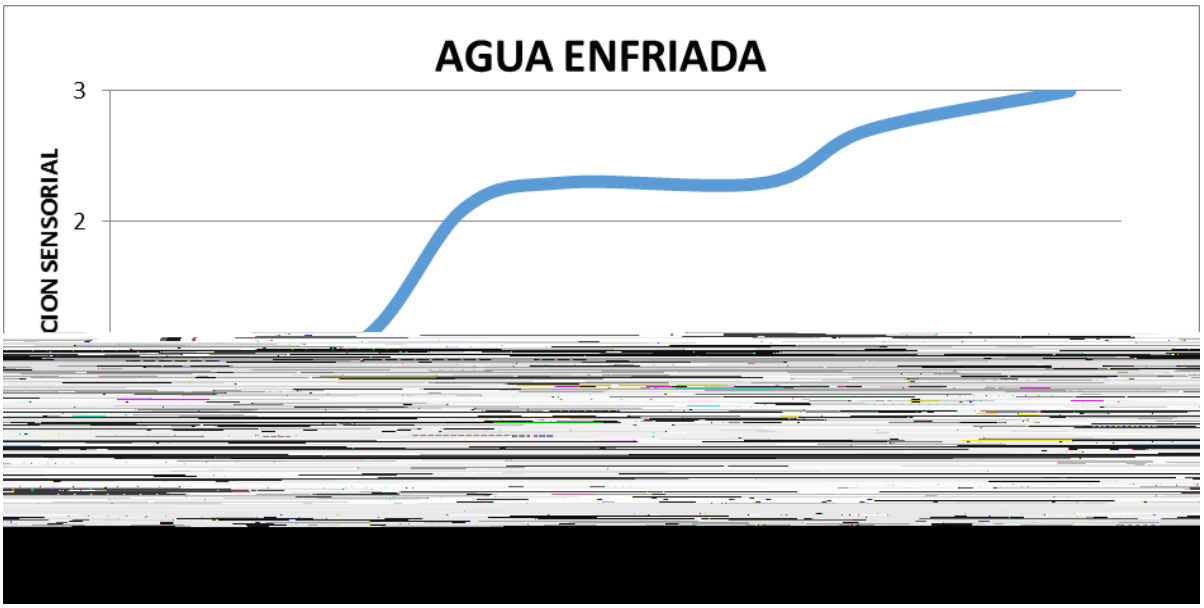


Figura 11: Evolución del promedio de los atributos del lote en la evaluación sensorial para el método agua enfriada.

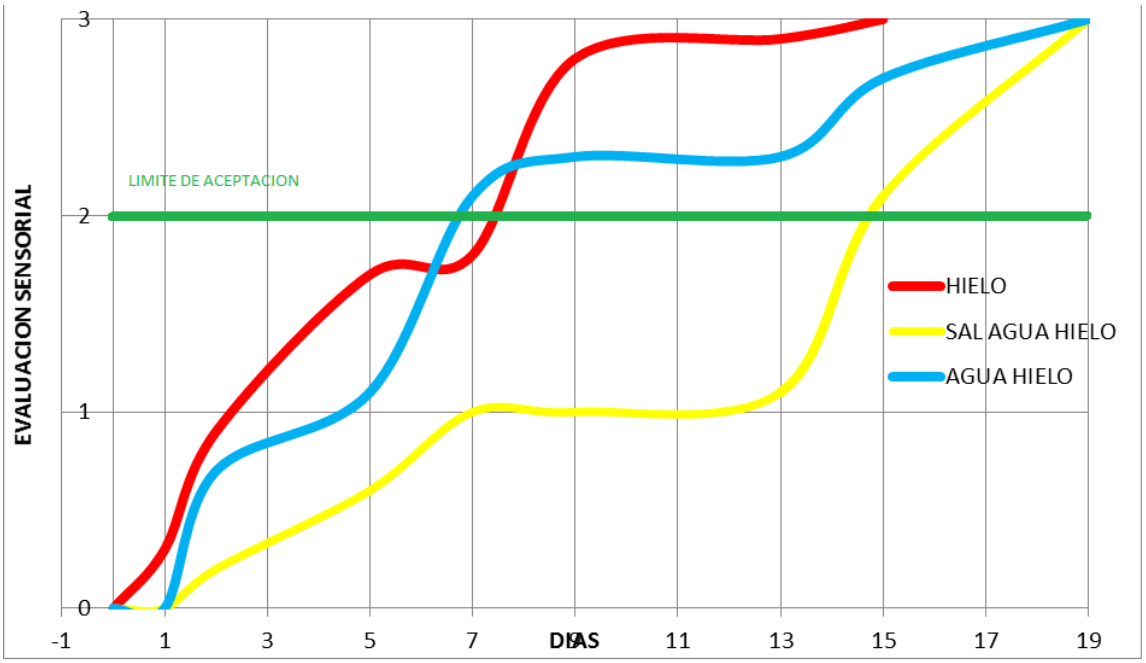


Figura 13: Comparación de la evolución de los tres métodos de refrigeración. La línea verde marca el límite de aceptación (de 0 a 2).

Aquí podemos observar en la figura 13 una linea verde que marca el límete de aceptación para consumo, que corresponde al valor 2.

Según el método empleado se observó una diferencia significativa, en agua enfriada + sal al 0,9% el tiempo en el cual el pescado es aceptable es más del doble que para los otros dos.

La vida útil entonces se observó que fue de:

dias en hielo en escamas
6 dias en agua enfriada
15 dias para agua enfriada + sal al 0,9%

8. CONCLUSIÓN

Es necesario contar con escalas diferentes para la evaluación sensorial del pescado de acuerdo al método de refrigeración utilizado. En los ejemplares refrigerados con hielo en escamas el atributo "forma del globo ocular" se modifica muy rápidamente, mientras tanto, en los otros dos métodos el mismo no se ve afectado considerablemente hasta los días finales del ensayo. En contraposición con esto, los que se refrigeraron con agua, hielo y sal al 0,9% la transparencia del ojo se ve afectada rápidamente, quedando traslúcidos por la aparición de una "veladura blanca" a las pocas horas de estar en la solución refrigerante. Otra diferencia significativa a destacar son los cambios en el color de las branquias, en los métodos de refrigeración que utilizaron agua el color varió del rojo brillante pasando por el castaño claro hasta blanco. Cuando se utilizó hielo en escamas, el color varió de rojo brillante a castaño oscuro.

En los ejemplares refrigerados con hielo en escamas se pudo apreciar moco en las branquias durante todo el ensayo, cambiando su consistencia de fluido a denso según el grado de avance de la putrefacción, en los métodos que utilizaron agua, no se pudieron apreciar cambios por efecto de lavado.

Por último, si bien no fue objeto de este ensayo, se pudo comprobar que los ejemplares que se refrigeraron con agua, hielo y sal al 0.9% se preservaron por más tiempo.

9. 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. C.A.R.U. (2014) Comisión Administradora del Río Uruguay. Pesquerías Artesanales. Disponible en: www.caru.org.uy/pesqueriasartesanales.html Fecha de consulta: 06/06/2014.

3. Cidade Pirez, M. A. (2012) Métodos de evaluación de frescura en peces de agua dulce (1961 a 2011). Tesis de grado. Facultad de Veterinaria, Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay. 45p.

4. Codex Alimentarius (2003), Código de Prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros. Disponible en: www.codexalimentarius.net Fecha de consulta: 22 de agosto de 2014.

5. 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/00000/6709 Fecha de consulta: 21/11/14

6. Dávalos, G.; Zamora, D.; Natividad, B.; Alburo, J.J.; Vazquez, C.; Quiñones, E. (2005). Alimentos marinos: tipificación y proceso de almacenamiento. Revista Digital Universitaria 6 (9): 1-14. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art90/sep_art90.pdf Fecha de consulta: 27/11/14

7. Dragonetti Saucero, J. P. (2008) Guía ilustrada para la evaluación de la frescura. Montevideo, Facultad de Veterinaria. 119 p.

8. FAO (1993) Graham J., Johnston W. A., Nicholson F. J. El hielo en las pesquerías, FAO Documento Técnico de Pesca Nº 331. Roma, FAO. 95p.

9. FAO (2005-2014) Cultured Aquatic Species Information Programme Oreochromis niloticus. Programa de información de especies acuáticas. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es#tcNA002B. Fecha de consulta: 10/11/14

10. FAO (2014) El estado mundial de la pesca y la acuicultura Oportunidades y desafíos. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf Fecha de consulta: 6/11/14

11. 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). 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: 27/11/14

12. Granja de Tilapia en Dayman desarrolla el proceso completo de cría desde la postura hasta la cosecha. Diario El Pueblo (2012). Salto Disponible en:http://www.diarioelpueblo.com.uy/agropecuario/granja-de-tilapias-en-dayman-desarrolla-el-proceso-completo-de-cria-desde-la-postura-hasta-la-cosecha.html Fecha de consulta: 8/11/14.

13. Hoehn, R.C. (1998). Biological Aspects of Teast and Odor Problems in Drinking Water., Chicago, Ilinois, Disponible en: http://www.waterreserchfoundation.org/reserch/topicsandprojects/projectsnapsnapshot.aspx?pn=712. Fecha de consulta 10/9/14.

14. Huss, H. H. (1988) El Pescado Fresco: su calidad y cambios de su calidad. Documento Técnico de Pesca Nº 29, Roma, FAO, 132 p.

15. Huss, H. H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. Fisheries Technical Paper N° 348. Roma, FAO, 203 p.

16. Huss, H. H. (1998) El Pescado Fresco: su calidad y cambios de su calidad. Documento Técnico de Pesca Nº 348, Roma, FAO, 202 p.

17. Llerena, D. T., Nue, P. G. (2002) Efecto de la temperatura de almacenamiento en refrigeración sobre el desarrollo del rigor mortis de la tilapia gris(Oreochromis niloticus). Anales científicos UNALM Volumen LIII. 479 – 488 p. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/investigation/web/anales/pdf_anales/MasterAnales-2002-%20Volumen%20L.pdf Fecha de consulta: 10/10/14

18. Molina, M. R., Garro, O. A., Judis, M. A. (2000) Composición y calidad microbiológica de la carne se surubí. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Argentina. Universidad nacional del nordeste. Disponible en: http://www.revistacyt.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/8_exactas/e_pdf/e_032.pdf Fecha de consulta: 6/9/14

19. Monteagudo-Torres, S., de la Montaña-Miguélez, 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.

20. Murray C. K., Fletcher T. C. (1976) The immunohistochemical localization of lysozyme in plaice (Pleuronectes platessa L.) tissues. Jurnal of Fish Biology 9 (4): 329-332.

21. Pinacchio Scaldaferri G. (2011) Evaluación Sensorial de la Frescura en peces de importancia comercial en el Río Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 63p.

22. Serra S., Bessonart J., Teixeira de Mello F., Duarte A., Malabarba L., Loureiro M. (2014) Peces del Rio Negro. Montevideo: MGAP-DINARA. 208p.

23. Sikorski Z. (1994) Tecnologia de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación. Zaragoza, Acribia. 330p.

24. Tabacheck; J.L.; Yurkowski, M. (1976). Isolation of Blue-Green Algae Producing Muddy Odor Metabolites, Geosmine and Methylisoborneol, in saline Lakes in Manitoba. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 33 (1):25-35.

25. 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 Junio de 2014.

26. Tomé (2000) E. Iglesias, M. Kodaira, M. Gonzales, Efecto de la temperatura de almacenamiento en rigor mortis y la estabilidad de la Tilapia (Oreochromis spp);FCV-LUZ 10:339-345.

27. Uruguay, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (2013). Boletín Estadístico 2012. Montevideo, MGAP-DINARA. 83p. Disponible en: http://www.dinara.gub.uy/files/boletines/boletin_2012_v5_3.pdf
Fecha de consulta: 10/10/14

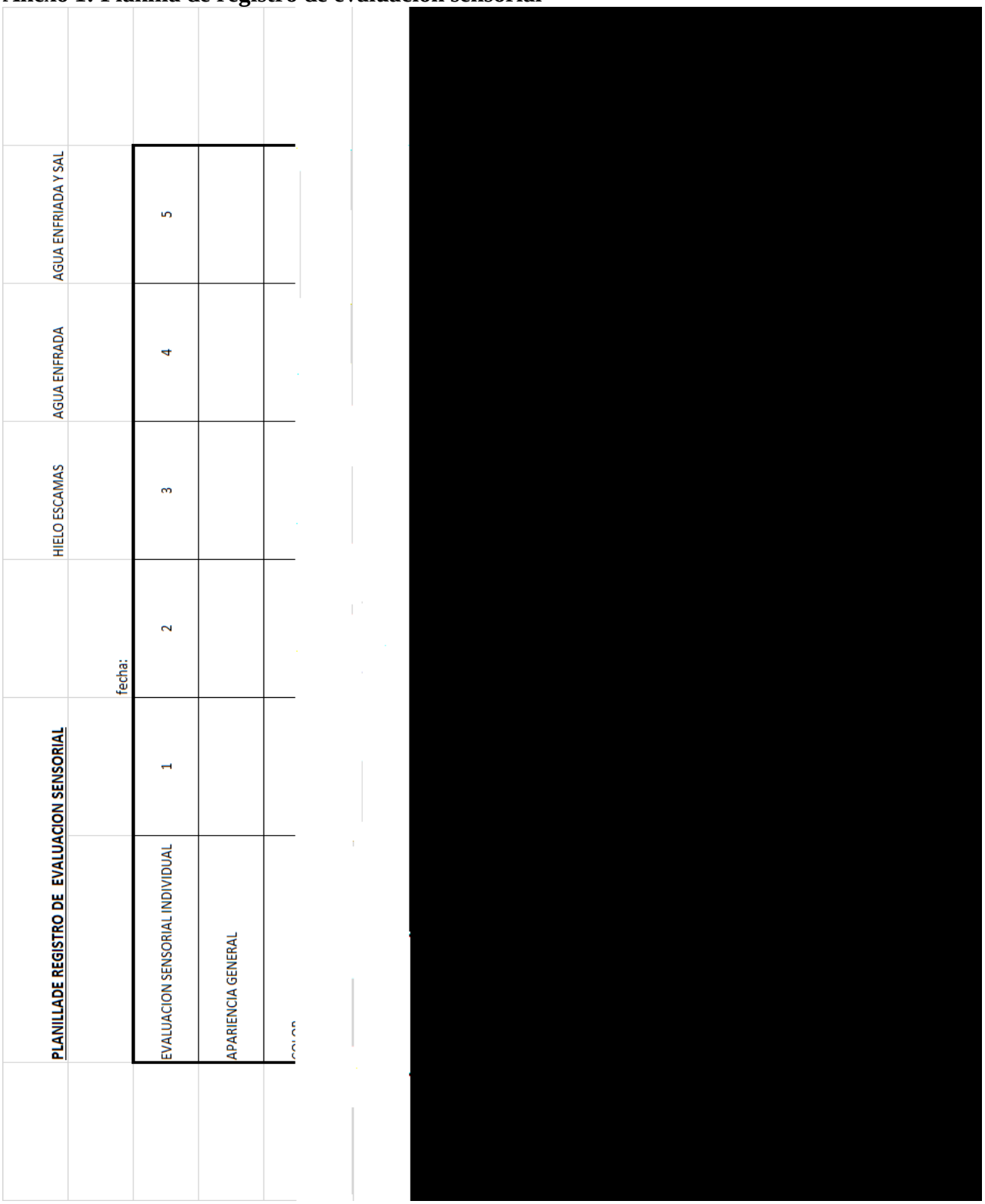
28. Uruguay, MGAP-DIEA (2013). Anuario Estadístico Agropecuario 2013. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2013/DIEA_Anuario_2013.pdf.
Fecha de consulta: 20/11/14

29. Uruguay, Presidencia de la Republica (2007) Uruguay experimenta y avanza en la cría de Tilapia incentivando a productores innovadores.
Disponible en: http://archivo.presidencia.gub.uy/_Web/noticias/2007/09/2007091708.htm
Fecha de consulta: 13/11/14

30. Uruguay, Reglamento Bromatológico Nacional (2001). Decreto Nº 315/994. 3a. ed. Montevideo, IMPO. 460 p.

10. ANEXO

Anexo 1: Planilla de registro de evaluación sensorial



PLANILLADE REGISTRO DE EVALUACION SENSORIAL

fecha:

	1	2	3	4	5
EVALUACION SENSORIAL INDIVIDUAL			HIELO ESCAMAS	AGUA ENFRIADA	AGUA ENFRIADA Y SAL
APARIENCIA GENERAL					
COLOR					