

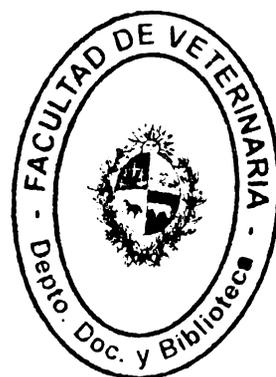
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**“INVESTIGACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS Y DE TECNOLOGÍAS
APLICADAS A ESPECIES PELÁGICAS PEQUEÑAS PARA SU UTILIZACIÓN
CON DESTINO AL CONSUMO HUMANO DIRECTO”**

por

**Adriana SERENA,^v
Rodrigo PACHECO,^c
Sebastián GARCÍA¹**



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

Orientación: Higiene, inspección, control y
tecnología de los alimentos de origen animal

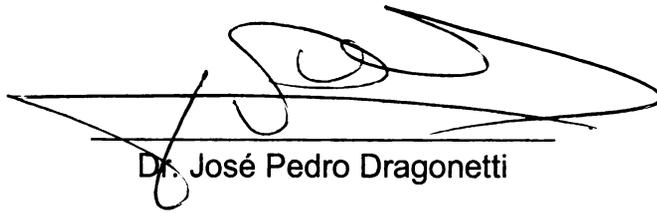
Modalidad: Ensayo Experimental



**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**

2011
PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa:



Dr. José Pedro Dragonetti

Segundo Miembro (Tutor):



Dra. Sonia Fernández

Tercer Miembro:

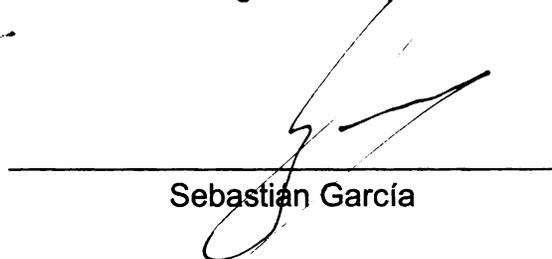


Dra. Estela Delgado

Autores:

Adriana Serena

Rodrigo Pacheco



Sebastián García

Fecha:

Viernes 16 de Diciembre de 2011

10 / MD MB S

29278

FACULTAD DE VETERINARIA
Aprobado por 10 (diez) cat

AGRADECIMIENTOS

- A Sonia, por guiarnos y apoyarnos durante todo este proceso.
- A los integrantes del Instituto de Investigaciones Pesqueras de Facultad de Veterinaria, por la ayuda brindada en el trabajo general de Tesis de Grado.
- A la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos y a la Biblioteca de Facultad de Veterinaria, por la información y los materiales brindados.
- A nuestras compañeras de proyecto Nancy y Gabriela por los buenos momentos de trabajo compartidos.
- A Teresa López por su colaboración en la traducción del Resumen.
- A nuestras familias, sobretodo a nuestros padres y hermanos por acompañarnos siempre.
- A nuestros amigos, por estar siempre presentes.

Dedicado a todos aquellos que siempre estuvieron presente de una forma u otra...

TABLA DE CONTENIDO

Página

<u>PÁGINA DE APROBACIÓN</u>	2
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	3
<u>LISTA DE CUADROS Y FIGURAS</u>	6
<u>LISTA DE ABREVIATURAS</u>	7
<u>RESUMEN</u>	8
<u>SUMMARY</u>	9
<u>INTRODUCCIÓN</u>	10
<u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	11
Generalidades	11
Identificación del Recurso.....	11
Distribución.....	12
Alimentación.....	12
Reproducción.....	12
Un recurso compartido.....	13
Composición química del recurso.....	14
Antecedentes de la explotación en Uruguay	15
Tecnología y procesamiento	16
Procesos de elaboración de harina de pescado.....	16
Procesos de elaboración de las anchoítas para consumo humano directo. Salado con maduración.....	19
Procesos de fileteados de anchoíta.....	23
Tipos de salazón de los productos de la pesca utilizados en Uruguay	23
Salazón Seca.....	23
Salazón Húmeda.....	24
Análisis químicos	24
Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT).....	24
Trimetilamina (TMA).....	25
Determinación de Cloruros (Método colorimétrico de Mohr).....	27
Determinación de Proteínas (Método de Kjeldahl).....	27
Grasas (Método Soxhlet).....	29
Determinación de Cenizas (Horno de Mufia).....	30
Determinación de Humedad (Balanza de Humedad).....	31
Determinación de pH (pHmetro digital).....	32

Otros Parámetros Estudiados.....	32
Otros estudios.....	33
<u>OBJETIVOS</u>.....	34
Objetivo General.....	34
Objetivos Particulares.....	34
<u>HIPÓTESIS</u>.....	34
<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>.....	34
Materiales.....	34
Métodos.....	35
<u>RESULTADOS</u>.....	37
<u>DISCUSIÓN</u>.....	38
Ensayo 1.....	38
Ensayo 2.....	39
Ensayo 3.....	40
<u>CONCLUSIONES</u>.....	42
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>.....	42
<u>ANEXO</u>.....	45
Artes de pesca empleados.	45
Redes de Cerco.....	45
Redes de Copo.....	47
Ecosonda.....	49

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

(E)
14

Página

Cuadro I. Captura de E. anchoíta en Uruguay y Argentina en el período de 1994 – 2004, por país en toneladas.....	14
Cuadro II. Variación de las BNVT en la maduración.....	25
Cuadro III. Interpretación de resultados de Trimetilamina (TMA).....	26
Cuadro IV. Interpretación de resultados de Nitrógeno de Trimetilamina (NTMA).	26
Cuadro V. Variación de las TMA en la maduración.....	26
Cuadro VI. Cambios en la materia grasa de la Anchoíta durante la maduración.....	30
Cuadro VII. Cambios en el porcentaje de materia seca de la Anchoíta durante la maduración.....	31
Cuadro VIII. Cambios en el porcentaje de humedad de la Anchoíta durante la maduración.....	31
Cuadro IX. Parámetros físico – químicos de muestras de pescado fresco. Anchoíta (A01), Jurel (A02) y Caballa (A03).....	37
Cuadro X. Parámetros físico – químicos de anchoítas en proceso de maduración por salado.....	38
Figura 1. Imagen de Engraulis anchoíta, descripción básica.....	11
Figura 2. Niveles de TMA y Clasificación del Pescado según Dr. Bertullo.....	41
Figura 3. Red de cerco. Arte de pesca empleado para la captura de anchoíta.....	47
Figura 4. Redes de copos. Arte de pesca utilizado para la captura de anchoíta.....	48
Figura 5. Redes de copos. Estructura de la red.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

°Bé: Grados Baumé
°C: Grados Centígrados
°S: Grados Sur
%: Por ciento
Ag: Plata
AgCl: Cloruro de Plata
AgNO₃: Nitrato de Plata
AW: Actividad del Agua
BNVT: Bases Nitrogenadas Volátiles Totales
Cl: Cloro
Cm: Centímetros
CrO₄²⁻: Ión Cromato
DINAMA: Dirección Nacional de Medio Ambiente
DMA: dimetilamina (más aumentada en el pescado congelado)
G: Gramos
Kg: Kilogramos
LATU: Laboratorio Tecnológico del Uruguay
M³: Metros Cúbicos
Mg: Miligramos
Mm: Milímetros
Mn²: Millas Náuticas Cuadradas
N-TMA: Nitrógeno de Trimetilamina
Na₂CO₃: Carbonato de Sodio
NaCl: Cloruro de Sodio
NaOH: Hidróxido de Sodio
NH₃: Amoníaco
OTMA: Oxido de Trimetilamina
PE: Eter de Petróleo
PM: Material Particulado
ROU: República Oriental Del Uruguay
SA: Sociedad Anónima
SO₄H₂: Acido Sulfúrico
TMA: Trimetilamina
TON/H: Toneladas Por Hora
UDELAR: Universidad de la República
UPS: Unidades Prácticas de Salinidad

RESUMEN

El ensayo tiene como principal objetivo estudiar parámetros físico – químicos en el músculo de especies pelágicas pequeñas. Como especie principal para el desarrollo del ensayo se tomo la anchoíta (*Engraulis anchoita*), pero además se llevaron a cabo ensayos experimentales con bonito (*Sarda sarda*) - especie pelágica de tamaño medio, pez limón (*Seriola dumerili*) - especie pelágica de tamaño medio, caballa (*Scomer japonicus*) - especie pelágica pequeña y jurel (*Trachiurus trachurus*) - especie pelágica pequeña, con la finalidad de comparar algunos parámetros químicos de interés productivo. En este estudio se detallan características de la especie, tipos de explotaciones en nuestro país, artes de pesca y esquema productivo del recurso.

Dentro del estudio físico químico se realizaron distintos ensayos en el período de noviembre de 2007 hasta abril del 2009. Entre los ensayos podemos encontrar: Bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT – Microdifusión en cámara de Conway), Trimetilamina (TMA – Microdifusión en cámara de Conway), Cloruros (Método colorimétrico de Mohr), Proteínas (Método de Kjeldahl), Grasas (Método Soxhlet), Cenizas (Horno de Mufla), Humedad (Balanza de Humedad), PH (pHmetro digital).

Durante el período de duración del ensayo se tuvieron presente los factores tiempo y temperatura para observar las variaciones físicas y químicas del recurso. Se pudo observar muy buenos resultados en lo que se refiere a las características físico – organolépticas del músculo de las especies estudiadas coincidiendo muchos de ellos con otras investigaciones realizadas anteriormente, cumpliendo los objetivos planteados.

SUMMARY

The most important aim of this essay is to study the physical and chemical parameters in the small pelagic species. The Anchovy (*Engraulis anchovy*) was the main species taken for the development of this essay, but also some other experiments were carried out in Bonito (middle size pelagic species), Amberjack (middle size pelagic species), Horse Mackerel (small pelagic species) and Mackerel (small pelagic species), with the end to compare chemical parameters to productive interest.

In this study characteristics of the species are described, as well as kinds of exploitations in our country, the arts of fishing and the productive scheme of the resource.

Within this study various physical and chemical tests were conducted in the period November 2007 to April 2009. Among the trials can be found: total volatile nitrogenous bases (TVNB – Conway microdiffusion method), trimethylamine (TMA – Conway microdiffusion method), chloride (Mohr colorimetric method), proteins (Kjeldahl method), fats (Soxhelt method), ashes (Muffle furnace), humidity (moisture balance), pH (digital pH meter).

During the period that this essay lasted, time and temperature were taken into account in order to observe the physical and chemical variations of the resource which are graphically represented as well as in tables of values.

INTRODUCCIÓN

Los recursos pesqueros pelágicos, en especial los pequeños pelágicos como anchoita (*Engraulis anchoita*), sardina (*Sardinella brasiliensis*), caballa (*Scomber japonicus*), jurel (*Trachurus trachurus*) y surel (*Trachurus lathamí*) no han sido explotados comercialmente en niveles destacados en nuestro país. El primer emprendimiento productivo industrial que existió, fue por parte de la empresa ASTRA Pesquerías Uruguayas S.A., a fines de los años 80 y hasta 1993. Posteriormente a mediados de 2003, la empresa pesquera IBRAMAR S.A., inicia su producción, exclusivamente con la elaboración de harina de anchoita para consumo animal.

Se han buscado tradicionalmente alternativas tecnológicas para el aprovechamiento de pequeños pelágicos con destino al consumo humano directo, tendiendo a evitar que la mayor rentabilidad económica sea a través de la producción y comercialización de subproductos tales como la harina de pescado.

El proceso de salado y madurado de especies pelágicas pequeñas ha sido una de las opciones tecnológicas estudiadas en el mundo por sus bajos costos de producción. A mediados de 2006 en República Oriental del Uruguay (ROU), se diseñaron instalaciones con características de planta innovadora para la exportación a países del primer mundo que posteriormente no se inició más que como una experiencia productiva, la cual nunca llegó a consolidarse a escala industrial y menos aún en volúmenes exportables.

El emprendimiento mencionado correspondió a inversiones españolas y chilenas, que promovieron este tipo de productos destinados al consumo humano directo, de gran interés en la zona y en el país. Lamentablemente, a pesar de los esfuerzos de los empresarios y de la autoridad competente, motivos ajenos a la producción, no permitieron que se arribara a una habilitación. Pero sí se realizaron diversas producciones de nivel piloto, que nos permitieron llevar adelante, parte de nuestros trabajos de investigación, gracias a la disponibilidad de anchoita en proceso de maduración.

Esta tecnología promueve que se produzcan en la carne del pescado, cambios de textura, olor, color y sabor, derivados de procesos enzimáticos – fermentativos que determinan que bajo condiciones de tiempo / temperatura controlados y regulando las concentraciones de Cloruro de Sodio, el músculo adquiera características físico – organolépticas, que lo hacen atractivo en el mercado consumidor.

La investigación propuesta plantea, parte de sus ensayos tecnológicos, supeditados a la disponibilidad estacional de los recursos pelágicos en la Zona Común de Pesca Argentino – uruguaya y su Frente Marítimo, y en especial en las costas uruguayas.

Se trabajó en la investigación de parámetros físico – químicos, vinculados al músculo de estas especies grasas. Las mediciones se realizaron en materias primas y durante el desarrollo de tecnologías aplicadas a las mismas, e incluso a los productos ya salados y madurados (en este caso, considerados productos intermedios). También se investigó tecnologías y se ensayaron preparaciones

gastronómicas validando los procesos mediante evaluaciones sensoriales. Se buscó de esta forma, promocionar el recurso y brindar alternativas para la elaboración de productos. Los trabajos están mayormente realizados, en función de la estacionalidad, abundancia y composición de los recursos naturales antes mencionados.

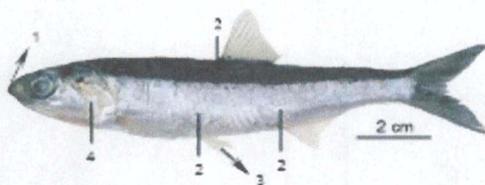
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Generalidades

Identificación de la principal especie en estudio:

- Clase: *Actinopterygii*
- Orden: *Cupleiformes*
- Familia: *Engraulidae*
- Genero: *Engraulis*
- Especie: *Engraulis anchoita*
- Nombres Comunes: Anchoíta, Anchovy, Atlantic – anchovy, Argentinian – anchovy. (Cousseau y Perrotta 2000)

Figura 1. Imagen de *Engraulis anchoita*, descripción básica



Engraulis anchoita (Foto: Bovcon y Cochla)

NV: Anchoíta

1- Hocico puntiagudo formando una ligera prominencia.

2- Una sola aleta dorsal, se encuentra entre el origen de las aletas ventrales y el origen de la aleta anal.

3- La boca termina por detrás del ojo.

Obs: **Coloración:** región superior de la cabeza y el lomo oscuro, flancos azul violáceos verdoso, muy brillante, resto del cuerpo plateado. Aletas transparentes. Talla: Hasta 21 cm.

Fuente: Cousseau y Perrotta, 2000

Cuerpo alargado, fusiforme, cubierto de escamas cicloideas, grandes y de estructura delicada que se desprenden con suma facilidad. Cabeza grande, ojos cubiertos por una fina película. Hocico puntiagudo, se proyecta hacia delante formando sobre la boca una ligera prominencia. Boca amplia, termina por detrás del ojo, bordes con una hilera de dientes agudos y diminutos. Una sola aleta dorsal ubicada aproximadamente en la mitad del cuerpo. Pectorales cortas, ventrales en posición abdominal, anal de base mayor que la dorsal y forma similar, caudal surcada. Base de pectorales y ventrales con una gran escama axilar; base de anal y dorsal cubiertas por una ligera vaina escamosa. De colores en dorso de la cabeza y zona dorsal oscuros de coloración negro o negro azulado. Flancos claros de coloración blanco o blanco-azulado con brillo iridiscente. Resto del cuerpo plateado. Zona ventral blanco – plateada. Aletas transparentes. Puede ser confundida con el aliche (*Anchoa maringhi*), o con la anchoíta de agua dulce (*Lycengraulis olidus*).

La talla máxima encontrada es de 21 cm pero las tallas más comunes encontradas en las capturas comerciales se encuentran dentro del rango de 14 a 19 cm.

Se distingue de la anchoa (*Anchoa maringhi*) por varios caracteres. En la Anchoa las aletas ventrales están más próximas a las pectorales, la base de la aleta dorsal sobrepasa el origen de la anal, las puntas de la caudal son oscuras, la banda lateral plateada es más ancha y en talla es más pequeña que la anchoíta, ya que alcanza un tamaño máximo de 14 cm. Otra especie a diferenciar es la Sardina española

un tamaño máximo de 14 cm. Otra especie a diferenciar es la Sardina española (*Lycengraulis spp.*) la cual tiene un hocico romo y aleta dorsal ubicada casi al mismo nivel que la anal. Alcanza una talla de 27 cm, presenta la dorsal ligeramente amarilla y los bordes de la aleta caudal son oscuros (Cousseau y Perrotta, 2000).

Distribución:

De amplia distribución que comprende desde el sur de Brasil (24 °S) hasta la Patagonia (48 °S) y desde aguas someras hasta fuera del talud continental, habiéndose citado a distancias de 450 millas de la costa. Tolerancia un rango muy marcado de salinidad (14 – 35 ups) y de temperaturas (8 °C – 23 °C), aunque los límites son extremos, y varían estacional y anualmente.

Como es común en otras especies pelágicas, durante el día forman densos cardúmenes a profundidad variable, mientras que por la noche ascienden hasta capas de agua cercanas a la superficie y se dispersan para alimentarse. Así durante los meses de verano, los cardúmenes de anchoíta atravesarían, dos veces por día la termoclina, habitando en temperaturas que difieren hasta en 6 – 8 °C entre ambas capas. (Cousseau y Perrotta, 2000)

Alimentación:

Son casi exclusivamente zooplanctófagos. Los adultos consumen básicamente crustáceos planctónicos de tamaño medio a grande (Cladóceros, copépodos, anfípodos hipéridos, eufáusidos, sergéstidos), mientras que las especies del fitoplancton constituyen una parte secundaria o eventual de la dieta. Tienen dos momentos preferenciales para la toma del alimento; el amanecer y las primeras horas de la noche. El principal consumidor del recurso es la merluza, pero es un importante eslabón de cadenas tróficas de aves (*Spheniscus magallanicus* entre otros), mamíferos marinos entre otra totalidad de casi medio centenar de especies. Entre los principales depredadores de los huevos y larvas de anchoíta, los ctenóforos son los más comúnmente hallados en muestras de zooplancton, predominando sobre hidromedusas y quetognatos. Varias veces se ha referido en la literatura al canibalismo sobre huevos, y posiblemente sobre larvas.

En la región comprendida al sur de los 34° de latitud, se ha determinado la existencia cuanto menos de dos grupos poblacionales, el bonaerense y el patagónico. Ambos se encuentran muy próximos hacia finales de la primavera y principios del verano, cuando se puede establecer un límite aproximado hacia los 41°. La población bonaerense constituye el recurso íctico, más abundante de la zona, con estimaciones de biomasa total entre 1 y más de 5 millones de toneladas. (Cousseau y Perrotta, 2000)

Reproducción:

Se ha determinado que la extensión del desove es mínima en setiembre (34.400 mn²) y máxima durante noviembre (265.000 mn²). En setiembre, 80% de los desoves tiene lugar al norte de los 36 °S con solamente un centro principal, cerca de la costa de Uruguay a los 34° 30'S. En octubre y noviembre la actividad reproductiva se expande hacia el sur e incluye las áreas patagónicas. Durante diciembre, el desove alcanza el Golfo de San Jorge (47 °S) y se amplía a medida que progresa el verano sobre la plataforma y el talud continental. Hay una progresión hacia el norte de la actividad reproductiva desde abril a agosto, periodo donde no se han detectado desoves al sur de los 45 °S (Sánchez y Bezzi, 2004).

La fecundidad parcial o número de huevos puestos por hembra tiene un valor promedio de 14.600 ovocitos. Los huevos elípticos son liberados en el plancton durante la noche. A 15 °C de temperatura, el vitelo de las larvas se consume de 3 a 4 días. Adquieren el aspecto de los adultos a los 33 – 34 mm de largo total. Se alimenta de organismos del plancton, incluyendo larvas y postlarvas de la misma especie. La edad máxima observada es de 8 años, pero los ejemplares mayores de 4 años son muy poco abundantes, dominando en los desembarques comerciales las edades entre 2 y 4 años. (Cousseau y Perrotta, 2000).

Se han encontrado diferencias entre las dos poblaciones de anchoíta en relación a la tala de primera madurez, que se estimó entre 93 y 116 mm (1 año de edad) para el efectivo bonaerense, y entre 119 y 132 mm de longitud para el patagónico. En cambio, no existirían diferencias entre ambos grupos en términos de fecundidad relativa (574 contra 605 ovocitos/gramo de hembra sin ovarios), ni en la frecuencia de reproducción, que es de 7,9 y 6,5 días respectivamente.

Otras diferencias entre ambos efectivos son la longitud al primer año de edad, relaciones talla – peso, número de radios de las aletas dorsales y números de vértebras, crecimiento y mortalidad en estadios larvarios y en adultos (Sánchez y Bezzi, 2004).

Un recurso compartido:

La anchoíta es una especie que se distribuye desde 22 °S en Cabo de São Tomé, hasta los 47 °S, región de Deseado, en la Patagonia Argentina. Se encuentra sobre la plataforma hasta los 200 metros donde forma grandes cardúmenes. Es el recurso pelágico más importante de Argentina.

En términos de estudios, los realizados en Argentina enfatizan aspectos biológicos, destacándose estudios tróficos, ya que es una especie clave en el ecosistema: es planctófaga y alimento de un gran número de especies.

En Brasil, se destacan estudios abordando su biología, muchos con especial énfasis en ictioplancton. Los más recientes tratan de estimaciones de biomasa, consideraciones sobre aprobar su pesquería y su papel en el ecosistema.

El stock compartido de anchoíta compone la unidad de manejo bonaerense (al norte de 41 °S), siendo transfronteriza. Realiza movimientos desde el Río de la Plata hasta Río Grande do Sul, utilizando las aguas brasileras entre 29 °S y 34 °S para desove y cría durante el invierno. Resultados de perspectivas pesqueras e hidroacústica detectan mayores concentraciones de anchoíta en la costa de Río Grande do Sul durante el invierno, cuando la especie utiliza este ambiente asociada a la entrada de aguas frías originarias de la región austral (Corriente de las Malvinas).

Al ser una especie potencial para la explotación, es capturada por flotas cerqueras de Argentina, donde es utilizada para la industria de conservas. En Uruguay la explotación es ocasional y el interés apuntó a la elaboración de harina con destino a la alimentación de granjas de Salmones en Chile. Los principales artes de pesca para la captura de este recurso son las Redes de Cerco y Redes de Copo (por más información ver Anexo 1).

En la siguiente tabla se muestra las capturas de *E. anchoita* en el período comprendido entre 1994 – 2004, por país, en toneladas. No aparecen las capturas realizadas por la flota brasilera, así como las capturas británicas cerca de las Malvinas.

Cuadro I. Captura de *E. anchoita* en Uruguay y Argentina en el período de 1994 – 2004, por país en toneladas

Año	Uruguay	Argentina
1994	25	19.438
1995	41	24.457
1996	22	21.001
1997	12	25.198
1998	67	13.350
1999	3193	10659
2000	6	12.158
2001	318	12.815
2002	11	21.324
2003	142	28.428
2004	2101	37.266

Fuente: Vaz dos Santos y col., 2006

Sobre las estimaciones de abundancia en Brasil, los valores varían entre 467.870 toneladas y 750.000 toneladas. En Argentina, las variaciones de stock sugieren medidas de manejo precautorias, a pesar de constar como una pesquería con posibilidades de expansión. Es stock bonaerense (Compartido) está más estudiado que el patagónico, presentando una captura máxima de 120.000 toneladas por año y estimaciones de biomasa de 1.000.000 y 5.000.000 de toneladas.

Apenas con las informaciones disponibles, que no toman en cuenta el recurso como compartido, la expansión de pesquería de *E. anchoita* en los tres países esta sucediendo. Como recurso potencial, y tomando en cuenta las flotas de Brasil, Uruguay y de Argentina, se plantea que esta situación fatalmente llevará a la sobrepesca. La anchoíta podría ser utilizada como modelo para establecer cooperación en la pesquería entre los tres países, una vez que sus aspectos biológicos generales sean conocidos y su biomasa sea constantemente monitoreada a través de barcos con prospección hidroacústica (Vaz dos Santos y col., 2006).

Composición química del músculo de *Engraulis anchoita*

La composición química es variable con los períodos estacionales, obteniéndose los valores máximos de materia grasa entre enero y agosto (hasta 18 %) y los mínimos entre agosto y diciembre.

La composición promedio de anchoíta del mes de setiembre es la siguiente:

Humedad % - 72,2 %
 Proteína % (N x 6,25) - 16,9 %
 Materia grasa % - 6,9
 Cenizas % - 3,5 %
 (Mattos Avallone y col., 1976).

El contenido lipídico de la anchoíta mantiene variaciones a lo largo del año lo cual está íntimamente relacionado con el ciclo reproductivo y también con la calidad y cantidad de alimento ingerido.

A su vez el contenido proteico experimenta variaciones leves durante el año con un ligero incremento a fines de primavera. Esta constancia relativa de las proteínas sugiere que la cantidad de grasas acumulada en los órganos y tejidos durante el período de alimentación intensa cubre los requerimientos energéticos del organismo durante la etapa reproductiva (Aizpún De Moreno y col., 1979).

Antecedentes de la explotación de *Engraulis anchoíta* en Uruguay

El 22 de enero de 2004 declarase promovido el proyecto presentado por IBRAMAR S.A. Visto la solicitud de la empresa referente al procesamiento de anchoíta para la elaboración de harina y aceite de pescado, con la finalidad de obtener la declaratoria promocional para la actividad que se propuso realizar según su proyecto de inversión y concesión de diversos beneficios promocionales. Resultando que el proyecto presentado tuvo como objetivo la puesta en marcha de una planta procesadora de anchoíta para la elaboración de harina y aceite de pescado en el puerto de La Paloma, Rocha.

El permiso de pesca que otorgó el gobierno uruguayo refirió hasta 200 mil toneladas anuales de anchoíta. Sin embargo, la planta fue desmontada de su emplazamiento original en San Antonio, Chile, con una capacidad de procesamiento de 2.500 toneladas por día, es decir, más de 600 mil toneladas anuales de pescado entero.

La flota usada para operar fueron tres buques cerqueros denominados María Victoria, Macarena y Pablo. Con una media en cuanto a capacidad de bodega de 650 metros cúbicos. El arte de pesca empleado era la red de cerco y la apertura de malla varía de 60 a 300 mm.

En una primera instancia se planteó el proceso de tres productos principalmente, ellos eran la salazón, con el descabezamiento de la anchoíta y la eliminación de las vísceras, sumado a un proceso de maduración en sal, el boquerón (filetes curados en vinagre y envasados al vacío) de rápida salida en los mercados de España e Italia, y congelado de la anchoíta entera, con un tamaño mínimo de 15 cm.

La mayor parte de la producción tuvo como destino la elaboración de harina de pescado para la alimentación de salmones de cultivo en el sur chileno. Solo una muy pequeña parte del pescado capturado, unas tres mil toneladas anuales, se destinó a consumo humano directo (salado y conserva) (CEDEPESCA, 2004).

El proyecto presentado por IBRAMAR S.A. se planteó luego de hacerse varios estudios de percepción social de la comunidad de La Paloma y Rocha por distintos métodos despertando dudas e inquietudes en la población. Los aspectos a considerar fueron: Receptividad a la Instalación de un Puerto de Aguas Profundas en La Paloma y Receptividad del Proyecto. Lo interesante de esto es que el estudio realizado en diciembre de 2002 reafirma lo concluido por la empresa CIFRA en 1997, en sentido que este proyecto es considerado como ampliamente beneficioso para todos y que su implementación no determinará prejuicios para nadie siempre que su Dirección actúe con seriedad, asegure su sostenibilidad en el tiempo, cuide

todos sus aspectos ambientales, el recurso pesquero y la actividad turística y se constituya ambientalmente en un “buen vecino” (IBRAMAR, 2003).

Por diversas causas que no revisten significancia dados los objetivos del presente informe DINAMA ordena detener las operaciones de la planta el 25 de Octubre de 2005.

Hasta el presente no hay otro antecedente de explotación de *Engraulis anchoita* a nivel industrial en Uruguay.

Tecnologías y procesamientos de *Engraulis anchoita*

Proceso de elaboración de harina de pescado

Como se nombró anteriormente, gran cantidad de la producción fue utilizada para la realización de harina de pescado.

Respecto al proceso de industrialización, la empresa IBRAMAR SA determinó, según los objetivos planteados y el producto final buscado, el siguiente esquema productivo:

- Materia prima
- Descarga del Pescado
- Silos pulmón y Tolva
- Cocción
- Pre – Desaguado o Pre – Prensado
- Extrusión
- Centrifugación
- Evaporación
- Secado
- Molienda
- Agregado de antioxidante
- Envasado y Almacenamiento

Materia prima

La calidad de la harina de pescado resultante es dependiente de la materia prima y del proceso productivo.

En tal sentido, la frescura y/o grado de deterioro resultan los principales factores para la diferenciación del producto.

Descarga del Pescado

La anchoita es trasladada desde las embarcaciones pesqueras a la planta por medio de un sistema de extracción y bombeo denominado presión – vacío, con una capacidad de 150 ton/h de anchoita, cuya relación media de agua/pescado transportado es de 1:1.

El equipo de extracción y transporte hidráulico se encuentra instalado en el pontón.

La mezcla agua/pescado llega a la planta a través de una tubería PEAD y es recibida en equipos desaguadores (vibradores) que separan la pesca del agua utilizada.

El agua que se emplea en esta operación se recircula hasta completar la descarga de una bodega del barco completa. El agua conocida como “agua de bombeo” o “agua de sangre” terminada la descarga es devuelta a la bodega del barco para que

éste la pueda verter mar adentro, aplicando a estos efectos el procedimiento contemplado en el Convenio Marpol 73/78, anexo IV, regla 8.

Silos, Pulmón y Tolva

Su objetivo es regularizar las descargas variables de pescado con el procesamiento horario constante de las capturas con una capacidad comprendida entre 50 y 90 ton/h.

Los silos pulmón, con una capacidad unitaria de 100 ton c/u (7,5 m largo, 6 m de ancho y 3 m altura, 2,20 m de altura de carga de pescado), cuentan con su parte inferior inclinada para permitir el desplazamiento fácil de la pesca hacia la boca de descarga accionadas por tornillo mecánico y volante de operación.

La anchoíta extraída de los silos de almacenamiento es transportada a la tolva alimentadora de los cocedores, de 8 toneladas de capacidad, mediante la combinación de transportadores helicoidales y/o de rastras o paletas dotadas de acondicionamiento de arranque – parada automático operados por las variaciones de nivel en aquella. La misma, permite regular adecuadamente el flujo horario de la planta, alimentando los cocedores que estén operativos con una carga constante por medio de tornillos transportadores a razón de un tornillo por cocedor.

Los silos son lavados y sanitizados cada vez que se vacían, como forma de asegurar la frescura y calidad biológica de la materia prima.

Cocción

La operación unitaria de cocción tiene como objetivo: a) coagular las proteínas, b) esterilizar, con el fin de detener la actividad enzimática y microbiana, c) liberar las grasas de las células lipídicas y el agua. Para ello somete al pescado a una cocción a una temperatura de 90 °C

La planta dispone de tres cocedores del tipo de valor indirecto. El proceso en los cocedores requiere de alrededor de 25 minutos durante los que se logra la separación de la mayor parte de los componentes líquidos del pescado (agua y aceite) de las proteínas del sólido.

Tanto estos equipos como los tornillos transportadores y los equipos posteriores que tienen emisión de vapores están conectados a una red de captación de vahos que también dispone de un sistema de succión a los silos de materia prima y a los transportadores de ésta a la tolva y a los cocedores.

Mediante la red de captación de vahos, éstos son lavados a contracorriente con agua de mar (lo que permite la separación de condensables), son precalentados, mediante intercambiador indirecto de vapor, de modo de evitar posteriores condensaciones de humedad previo a su llegada a la Sala de Calderas donde son incinerados en las calderas de potencia de la planta. Para ello, se emplean como parte del aire secundario total requerido para la combustión del fuel – oil con lo que se produce la destrucción total de los posibles compuestos responsables de olores molestos a pescado deteriorado.

Pre – Desaguado o Pre – Prensado

El objetivo del pre-desaguado o pre-prensado a baja velocidad es efectuar la separación mecánica de los líquidos de la cocción mediante drenaje previo al prensado con la finalidad de aumentar su capacidad. Toda la masa que sale del cocedor no puede ser tomada por la prensa sin disminuir en forma considerable su rendimiento y con ello también toda la planta de procesamiento.

El preestruje está compuesto por dos sistemas de transportadores y preestrujadores de la materia prima que los conduce hacia las prensas.

Extrusión

Mediante la operación de estrujado se recuperan los líquidos de la cocción, y mediante prensado se separa mecánicamente el agua y los lípidos de los sólidos, de tal forma que la torta de prensa contenga la menor cantidad posible de agua.

Se obtienen así la torta y el licor de prensa, el cual se junta con el líquido del estrujado y son tratados en la planta de aceite, para la separación de una fase acuosa, residuos sólidos y aceite crudo.

Centrifugación

Es la operación que mediante la acción de la fuerza centrífuga separa los diversos componentes que tiene el licor de prensa, separando en las etapas anteriores del prensado y extracción, como son el aceite, sólidos solubles e insolubles en agua, en razón a su diferencia de densidades. La separación del sólido de los líquidos (desborrado) requiere un aumento previo de la temperatura a unos 95 °C. Separados los sólidos, el licor desborrado se somete a un nuevo aumento de temperatura para poder separar el aceite crudo, el agua de cola y los sólidos finos remanentes. El aceite obtenido se envía a remanente.

Evaporación

La evaporación consiste en la eliminación del vapor del agua de cola separada en la operación anterior para concentrar sus sólidos solubles de un 8 % a un 45 %.

A esos efectos, la fase acuosa, separada en la operación anterior se concentra por evaporación, en un evaporador de film descendente de triple efecto y se adiciona junto con los sólidos residuales a la torta de prensa.

Este equipo dispone de un condensador indirecto que utiliza como fluido refrigerante agua de mar cuya temperatura, bajo ninguna circunstancia debe superar los 30 °C por cuanto ello determina una mala operación del equipo.

Su capacidad de evaporación, comprendida entre los 25 m³ y los 44 m³ de agua evaporada por hora respectivamente para las marchas de 50 ton/h y 90 ton/h de la planta. La evaporación se logra aprovechando la energía calórica contenida en los vahos extraídos de los Presecadores, complementada con aporte de vapor desde la sala de Calderas.

El concentrado a ser obtenido en esa etapa, se almacena en tanque de depósito pulmón intermedio para retornarlo a la línea de proceso de harina de pescado en los dos puntos, a saber, la salida de los tornillos de las prensas y a la entrada del sector HLT que se menciona más adelante.

Secado

La mezcla formada por la torta de prensa, el sólido desborrado y el concentrado de agua de cola, todos mezclados con una humedad promedio de 50 %, se pasa por un molino húmedo de martillos, que separa y disgrega la torta de prensa para mejorar las condiciones de secado.

El secado se realiza en dos etapas por medio del empleo de presecadores y de un secado final mediante empleo del aire caliente.

En el secado final se obtienen humedades no superiores al 10 % y una temperatura de 85 °C.

Este secador está equipado con ciclones secos separadores de material particulado (PM) provistos, previo a la descarga del aire a la atmósfera de un sistema de captación de material particulado (PM) consiste en una lluvia fina de agua. Por último el producto seco a 85 °C se enfría, previo a ser molido.

Molienda

Consiste en la reducción del tamaño de los sólidos secos hasta que se satisfagan las condiciones y especificaciones comerciales.

La molienda final es de capital importancia, porque permite completar el enfriamiento del producto seco y, al mismo tiempo, asegurar una buena apariencia granular que incidirá favorablemente en la aceptación del producto en el mercado.

A efectos de prevenir la separación de PM a la atmósfera, el equipamiento de molienda seleccionado a estos efectos, es de tipo asistido por aire, es decir, emplea una manga filtrante que envía la contaminación atmosférica y evita la pérdida del producto final de granulometría fina.

Agregado de antioxidante

Los aceites presentes en las harinas de pescado se estabilizan mediante la acción de antioxidante, inmediatamente después de la fabricación, mediante un sistema automático de dosificación y control de antioxidante, compuesto de bombas de engranaje y pesómetro en línea y tolva de 6 m³ de capacidad para mezclado y homogeneización de la dosificación de antioxidante realizada.

Envasado y Almacenamiento

La harina de pescado tratada con antioxidante es transportada por medio de un tornillo hacia la balanza ensacadora, que posee un pantalón de ensaque sobre el cual se vierte la harina y que es recibida en sacos de polipropileno (color blanco) de 50 kg de capacidad. El sistema de ensacado está complementado por una cocedora tipo pedestal y una cinta transportadora de sacos llenos.

Finalmente la harina es almacenada en depósito pulmón para su despacho final. (IBRAMAR, 2003).

Procesos de elaboración de las anchoítas para consumo humano directo. Salado con maduración

En una segunda etapa la empresa IBRAMAR SA comienza a elaborar, paralelamente a la elaboración de harina de pescado, productos salados y madurados en base a *Engraulis anchoita*.

- Recepción
- Descamado y lavado
- Presalado
- Enjuague
- Salado entre fino
- Descabezado y Eviscerado
- Calibrado
- Salado y envasado
- Prensado y madurado
- Tapado, pesado y rotulado

Recepción

Desde la captura, su traslado al establecimiento, y en la recepción en el mismo, todas las actividades se ejecutan de conformidad con las condiciones más estrictas de manipulación de alimentos para el consumo por el hombre.

La anchoita se transporta en cajones plásticos de aproximadamente 40 Kg. que contienen 26 y 34 piezas por Kg. (en forma óptima).

El pescado fresco se manipula en todo momento con mucho cuidado de manera de mantener su calidad e impedir la multiplicación de microorganismos. En ninguna ocasión se expone a la luz directa del sol, ni al efecto de la desecación de los vientos ni a ningún otro efecto perjudicial.

El volumen de pescado a elaborar se calcula de manera que permite la manipulación expeditiva de partidas consecutivas dentro de la jornada habitual de trabajo, y la empresa cuenta con un cuadro de tiempos permitidos, el cual tiene asignado a cada operación una porción del tiempo total que permite que cada pescado permanezca en las distintas secciones un tiempo determinado de modo tal de asegurar la calidad del producto final.

En el sector de recepción del Establecimiento se procede a efectuar las muestras necesarias para determinar a la brevedad posible, la calidad de la materia prima introducida para su transformación. Todas las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas que se realizan se reiteran nuevamente antes de la expedición del producto final.

Descamado y lavado

Una vez ingresada la anchoita al Establecimiento se vuelca en la máquina descamadora (en realidad es más lavadora – descamadora, la anchoita llega casi descamada por el roce con las redes y por el movimiento del barco. En el proceso de lavado la poca escama que queda se desprende) que mecánicamente rota con una lluvia de agua en su interior. Mediante el roce con el cilindro y el agua por aspersión se produce la descamación en un 96 %, logrando de ésta forma la limpieza total de pescado.

Las máquinas descamadoras tienen sus superficies impermeables, son resistentes a la corrosión, fáciles de desmontar, limpiar y desinfectar, y capaces de tratar el pescado con un retraso mínimo.

Presalado

Seguidamente sale el pescado de la descamadora y cae en una saladora y mezcladora.

Esta máquina se compone de dos tolvas, una que recibe la anchoita ya limpia y otra que deposita la sal entrefina. Mediante ellas se produce una lluvia continua sobre el pescado que va corriendo en una cinta transportadora dotada de paletas que producen una eficiente mezcla de anchoita y sal.

Luego se coloca el pescado durante doce (12) a cuarenta y ocho (48) horas en contenedores plásticos ("Bins"), manteniéndose en temperaturas ambientales adecuadas (por debajo de los 15 °C) para favorecer la calidad y sanidad del producto final. La base de ese contenedor tiene una salmuera de una concentración de 25 °Bé (°Baumé), se coloca sobre ésta la anchoita y finalmente una capa de sal entrefina de entre 10 y 15 cm. Ello produce una primera deshidratación y saturación, con lo cual se mejora la textura y facilita el posterior descabezado; se asegura también su conservación y la regulación del flujo de materia prima dentro del Establecimiento.

Las salmueras utilizadas en los productos de la pesca, estarán preparadas con agua potable y sal de primer uso. La recuperación y renovación de las salmueras se harán respondiendo a las exigencias de este.

Las salmueras no deben presentar una absorción mayor de 1,2 gramos de yodo por litro.

Las salmueras no deberán contener sustancias colorantes ni conservantes. Cualquier aditivo agregado a la salmuera, debe estar expresamente autorizado por la autoridad competente.

Cuando se recurra al uso de nitrato de sodio con o sin el agregado de nitrito de sodio como conservador y/o fijador de color en los productos de la pesca ahumados o salados, no deberán exceder las 300 partes por millón para los nitratos y 150 partes por millón para los nitritos, en el producto terminado.

Las salmueras empleadas para la salazón de productos de la pesca no deberán ser adicionadas de nitratos y/o nitritos.

Enjuague

Posteriormente se realiza un enjuague con agua potable en forma manual o mediante máquinas de lavado por aspersión para facilitar el escurrimiento de la salmuera, restos de escamas, grasas e higienizar la materia prima por arrastre.

Salado entre fino

Luego se le incorpora a las anchoítas sal entrefina mientras se las coloca en cajones plásticos a efectos de proceder al proceso de descabezado y eviscerado.

Descabezado y Eviscerado

Transcurridas las anteriores operaciones se realiza el clasificado, descabezado y eviscerado parcial. El descabezado se realiza en forma manual mediante una tracción paralela y contraria de cuerpo y cabeza, seguida de una posterior rotación parcial de esta última, y luego su separación que arrastra las vísceras.

La operadora retira la anchoita entera del cajón plástico, efectúa la operación descrita en una mesa de acero inoxidable y va depositando la anchoita sin cabeza ni vísceras en una cunita plástica.

Las operaciones de descabezado y eviscerado se realizan en un local independiente al de salado y madurado.

Los residuos (vísceras, cabezas etc.) son apartados inmediatamente en cajones ubicados a nivel del piso que se descargan en forma sincronizada en el contenedor estanco y con tapa de residuos. Igualmente los residuos pueden ser volcados a canales ubicados por debajo del nivel del piso con agua circulante que permite el retiro automático de estos.

El movimiento del pescado se realiza siempre sobre superficies lisas, no porosas, de fácil limpieza y desinfección; sin cruces entre los flujos de material en proceso y residuos.

Todos los trabajos son continuos y organizados de tal manera que el pescado se mueve rápido y uniformemente, sin demoras o pérdidas de velocidad.

Todos los elementos que están en contacto con los distintos procesos de la materia prima son lavados e higienizados en forma permanente, previo a su uso y con posterioridad al mismo, y en el caso de los envases, se incorporan nuevos, fabricados de tal forma que no contaminan de ninguna forma los productos.

La materia prima y sus productos son tratados con sumo cuidado evitando golpes, excesos de peso, dobleces etc. y el almacenamiento o exposiciones indebidas, a temperaturas inapropiadas (superiores a los 10 °C) o contaminación de cualquier tipo.

Calibrado

Se calibra básicamente de tres medidas o tipos: A (28/33 piezas por Kg.), B (34/38 piezas por Kg.) y C (39/42 piezas por Kg.) o bien grandes, medianas y chicas.

Salado y envasado

Finalmente se lava el pescado en una salmuera de baja dosificación (5 a 8 °Bé).

Cumplido el proceso indicado se introduce la anchoita “en forma de corona” en tambores plásticos de maduración de 260 litros de capacidad, de cierre hermético, los que cuentan con una capa de sal gruesa al fondo, intercalando luego la anchoita con capas de sal entrefina de primer uso en una proporción que al final del proceso, permite contar con un producto de hasta con un 30 % de cloruro de sodio en el interior del mismo.

Los tambores están fabricados de forma tal que no contaminan el producto.

La colocación del pescado se realiza en dos formas de trabajo: la de puño corona (se colocan 4 ó 5 anchoítas en la mano con la cola hacia un lado) o en parrilla, tanto una como la otra no difiere en la calidad del producto, si no que son simples maneras de empacar. La cola del pescado puede orientarse hacia la periferia o hacia el centro.

Al completar el barril (barrica), se coloca 1,5 cm de sal entrefina, para finalmente colocar una tapa del mismo material que los tambores.

Prensado y madurado

Sobre la tapa se colocan unos bloques de aproximadamente unos 30/40 kg. c/u para contribuir a extraer el aire que pueda quedar en el recipiente, acelerar la salida de agua y eliminación de grasas y líquidos, formándose una salmuera a nivel superior que se renueva periódicamente al iniciar la maduración. Al principio se les coloca unos cinco bloques que se van reduciendo conforme el pescado baja en el barril hasta el momento del despacho que tendrá tres bloques.

Esta etapa se cumple en tiempos variables de cinco (5) a doce (12) meses según requerimiento; o en plazos menores de acuerdo a la tecnología empleada. Lo correcto en las anchoítas es de un total de cinco (5) meses.

Las anchoítas saladas o conservadas en salmuera, deben permanecer en ésta, el tiempo necesario y suficiente para que alcancen la maduración adecuada para ser liberadas al consumo.

Tapado, pesado y rotulado

Una vez cumplido el tiempo necesario para la maduración indicada se extrae la capa superficial de sal que se renueva, se tapa, se coloca el seguro, se lava el tambor y se pesa. Finalmente se rotula de acuerdo a las normas vigentes.

La zafra anual se desarrolla habitualmente del 15 de septiembre al 15 de noviembre de cada año. Pudiendo adelantarse o atrasarse en ocasiones a agosto y diciembre respectivamente (IBRAMAR, 2003).

Procesos de fileteados de anchoita

Fileteado y envasado

Transcurrida la maduración se retiran las anchoítas sin cabeza evisceradas de los barriles o barricas y se pasan por una máquina sobadora de acero inoxidable, en la cual se procede en forma simultánea y continua a su lavado y eliminación de la piel mediante tres pasajes definidos: a) primero recibe un lavado a presión con agua fría; b) luego pasa por una lluvia a presión con una temperatura entre 65 °C y 68 °C; y c) por último recibe un nuevo lavado final con salmuera saturada (25 °Bé.) fría, eliminándose aquí la piel por contraste de temperatura.

Seguidamente se acondicionan en una centrífuga de acero inoxidable, donde se eliminan los líquidos contenidos en la anchoa, de modo que el producto final se encuentre libre de exudado.

Las anchoas o anchoítas destinadas a filetes deberán haber completado su período de maduración.

Se llevan a continuación hasta las mesas de trabajo de acero inoxidable donde los operarios recortan con tijera la cola, la parte ventral y se empareja donde originalmente estaba la cabeza. Posteriormente se procede a abrirlas a mano en dos mitades a lo largo (filetes), eliminando la espina central o espinazo y también la dorsal, y a medida que se van haciendo los filetes los van colocando en el envase correspondiente hasta llenar el mismo. Una vez terminado, se controla el peso neto declarado.

Se procede en una mesa de acero inoxidable, previa a la cerradora, a colocarle el aceite requerido regándose en forma continua para permitir que el aceite fluya por todos los espacios que hayan quedado, eliminando así el aire que rodea a los filetes. No obstante ello, la cerradora actúa al vacío por lo cual elimina todo el aire que pudiera contener el envase.

Se cierran los envases luego con la máquina al efecto, y una vez cerrados herméticamente, se lavan estos con detergentes aprobados y agua fría para eliminar el aceite adherido.

Finalmente se secan, se etiquetan (si no fueran litografiadas) y se colocan en cajas de cartón corrugado (IBRAMAR, 2003).

Tipos de salazón de los productos de la pesca utilizados en Uruguay

El salado es uno de los métodos más antiguos para la conservación del pescado. Existen dos tipos de salado:

Salazón Seca

Se utiliza en las especies magras de pescado, y consiste en poner en contacto íntimo la carne a deshidratar con el elemento deshidratante, en proporciones que varían según las regiones, climas y tipo final de producto que se desea obtener. Este producto se obtiene por medio de tres métodos; Salado en pila, Salado en "Pickle" o licor y Salado en salmuera (Morillo de Montiel 1987). Posteriormente es secado el producto al aire y al sol, o en secadores artificiales.

La salazón seca requiere especies magras como el abadejo (*Geniapterus blacodes*), cazón (*Mustellus schmitti*), chancho (*Pinguipes fasciatus*) y brótola (*Urophysis brasiliensis*), etc. (Bertullo, 1970).

Salazón Húmeda

La salazón húmeda se aplica a las especies grasas tales como anchoita (*Engraulis anchoita*), caballa (*Scomber japonicus*), bonito (*Sarda sarda*), lacha (*Brevoortia aurea*) que se enrancian fácilmente. Este método también se utiliza con la anchoita, para elaborar un tipo de salado húmedo denominado “anchoado” y se trata de una maduración controlada de la carne de la especie, por acción enzimática y bacteriana (bacterias de la propia sal y del pescado).

Se utiliza para la anchoita, la que se coloca en capas alternas con sal en piletas o barriles, colocando luego una tapa y pesos. Se irá formando un licor salino en donde sobrenada la materia grasa, la que se retira de tiempo en tiempo. La maduración de la anchoita toma entre 9 a 12 meses, encontrándose a esta altura que el pescado perdió la casi totalidad de la materia grasa y que la carne, principalmente a lo largo de la columna vertebral toma un color rojo (Bertullo, 1970).

Análisis químicos:

Básicamente se estudian los siguientes parámetros:

- Bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT – Microdifusión en cámara de Conway)
- Trimetilamina (TMA – Microdifusión en cámara de Conway)
- Cloruros (Método colorimétrico de Mohr)
- Proteínas (Método de Kjeldahl)
- Grasas (Método Soxhlet)
- Cenizas (Horno de Mufla)
- Humedad (Balanza de Humedad)
- PH (pHmetro digital)
- Otros parámetros

Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT):

Se observan las sustancias que aumentan en los procesos de alteración.

Sustancias nitrogenadas: conjunto de bases volátiles nitrogenadas totales (NBVT).

TMA: Trimetilamina (más aumentada en el pescado fresco)

OTMA: Oxido de Trimetilamina.

DMA: dimetilamina (más aumentada en el pescado congelado)

NH₃: amoníaco.

Todas son originadas por enzimas bacterianas que actúan desaminando aminoácidos. Nos da el grado de alteración, no el grado de frescura. Más bases nitrogenadas más grado de alteración (Elergonomista, 2002).

Fundamento

La determinación se realiza mediante el método de Microdifusión de Conway.

Se basa en el desprendimiento de las bases volátiles nitrogenadas en medio alcalino y su absorción en ácido bórico para su posterior valorización mediante titulación ante un indicador de color.

La cámara de Conway está formada por vidrio hermético, que posee dos cámaras, una central y otra externa.

Materiales

Acido Sulfúrico, Solución al 1 % de Acido Bórico, Solución Saturada de Carbonato de Potasio, Formol Neutralizado, Solución al 5% de Acido Tricloroacético, Licuadora, Placas o cajas de Conway para Microdifusión, reactivo de Tashiro, sellador (Vaselina).

Procedimiento

Tomar 25 gramos del músculo de pescado a investigar y colóquelo en el vaso de una licuadora. Agregar 75 ml de la solución al 5 % de Acido Tricloroacético, en agua destilada aireada. Licue la mezcla hasta obtener un producto homogéneo. Filtre a través de papel de filtro y coloque 2 ml del filtrado en la cámara exterior de la caja de Microdifusión de Conway. En la cámara central de la caja se debe colocar 2 ml de la solución de ácido bórico al 1%. Untar el borde exterior de la cámara con una fina y pareja capa del sellador. Colocar la tapa de vidrio con la parte esmerilada hacia abajo, dejando una ventana por la cual agregará 0,5 ml de formol neutralizado.

Mezclar el formol con el líquido, con un suave movimiento de rotación, manteniendo la caja apoyada sobre la mesa. Agregar rápidamente 2 ml de solución saturada de carbonato de potasio. Cerrar la caja herméticamente. Se proseguirá colocando las cajas en estufa a temperatura de 35 a 36 °C durante 2 horas o manteniéndola 24 horas a temperatura de laboratorio.

Por último retirar la tapa de la caja y agregar 3 o 4 gota del reactivo de Tashiro sobre el ácido bórico. El punto de neutralización será dado por el color violáceo.

Cálculo

Suponiendo que la musculatura del pescado tiene un 20% de materia seca y 80% de agua se tendrá que 25 g de músculo contienen 5 g de materia seca más 20 g de agua. Por lo tanto se tienen 20 g de agua por el músculo de y 75 g de agua por el ácido tricloroacético, un total de 95 g de agua.

Las aminos totales determinadas como nitrógeno volátil en miligramos de nitrógeno por 100 g de carne de pescado, se calculan por la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{ml de SO}_4\text{H}_2) \times 14 \times 95 \times 100}{100 \times 2 \times 25} = 26,6 \times (\text{ml de SO}_4\text{H}_2 \text{ N}/100)$$

En donde 14 es el peso molecular del nitrógeno, 95 los mililitros de agua en que están disueltas las aminos, 100 son los gramos de carne a referirse. En el divisor, 100 es la normalidad de ácido sulfúrico, 2 los mililitros de la solución de carne de pescado a investigar y 25 gramos de carne de pescado que pesó originalmente. 26,6 es el factor que se deberá utilizar que multiplicado por los mililitros o sus fracciones de SO₄H₂ gastados, le darán el valor en miligramos del nitrógeno de BNVT por 10 gramos de pescado (Bertullo, 1970).

En un estudio realizado por el LATU (Laboratorio Tecnológico del Uruguay) nos muestra como varían las BNVT en anchoita fresca como materia prima y luego en el proceso de maduración por salado:

Cuadro II. Variación de las BNVT en la maduración

Días	0	110	160	240	450
BNVT (mg/100g)	11	46	110	115	97

Fuente: Mattos Avallone y col., 1976.

Trimetilamina (TMA):

La Trimetilamina (expresado como nitrógeno de Trimetilamina, N-TMA) es un compuesto básico volátil que no se encuentra en el pescado vivo.

Materiales

Acido Sulfúrico, Solución al 1 % de Acido Bórico, Formol Neutralizado, Solución al 5% de Acido Tricloroacético, Licuadora, Placas o cajas de Conway para Microdifusión, reactivo de Tashiro, sellador (Vaselina).

Procedimiento

Tomar 25 gramos del músculo de pescado a investigar y colóquelo en el vaso de una licuadora. Agregar 75 ml de la solución al 5% de Acido Tricloroacético, en agua destilada aireada. Licue la mezcla hasta obtener un producto homogéneo. Filtre a través de papel de filtro y coloque 2 ml del filtrado en la cámara exterior de la caja de Microdifusión de Conway. En la cámara central de la caja se debe colocar 2 ml de la solución de ácido bórico al 1 %. Untar el borde exterior de la cámara con una fina y pareja capa del sellador. Colocar la tapa de vidrio con la parte esmerilada hacia abajo, dejando una ventana por la cual agregará 0,5 ml de formol neutralizado.

Mezclar el formol con el líquido, con un suave movimiento de rotación, manteniendo la caja apoyada sobre la mesa. Cerrar la caja herméticamente. Se proseguirá colocando las cajas en estufa a temperatura de 35 a 36 °C durante 2 horas o manteniéndola 24 horas a temperatura de laboratorio.

Por último retirar la tapa de la caja y agregar 3 o 4 gota del reactivo de Tashiro sobre el ácido bórico. El punto de neutralización será dado por el color verde esmeralda

Cálculo

Para calcular la Trimetilamina, solo es necesario cambiar en la fórmula de BNVT el valor del peso molecular del nitrógeno por el de la Trimetilamina, que es de 59,1. La fórmula será entonces:

$$\frac{(\text{ml de SO}_4\text{H}_2) \times 59,1 \times 95 \times 100}{100 \times 2 \times 25} = 112,29 \times (\text{ml de SO}_4\text{H}_2 \text{ N}/100)$$

112,29 es el factor que utilizará para encontrar los mg de Trimetilamina por 100 g de músculo de pescado. (Bertullo 1970).

Interpretación de resultados

Cuadro III. Interpretación de resultados de Trimetilamina (TMA)

	Pescado Fresco	Pescado Dudoso	Pescado Alterado
TMA (mg/100g)	0 – 41	42 – 84	Más de 84

Fuente: Bertullo, 1970

Cuadro IV. Interpretación de resultados de Nitrógeno de Trimetilamina (NTMA)

	Pescado Fresco	Pescado Dudoso	Pescado Alterado
NTMA (mg/100g)	0 – 10	11 – 20	Más de 20

Fuente: Bertullo, 1970

En el mismo estudio nombrado anteriormente se muestra la variación de la TMA en el proceso de maduración obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro V. Variación de las TMA en la maduración

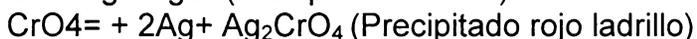
Días	0	110	160	240	450
TMA (mg/100g)	0.55	8,6	11,4	12,5	11,9

Determinación de Cloruros (Método colorimétrico de Mohr):

Determinar la concentración de cloruros en las muestras por titulación.

Fundamento

El método se utiliza para determinar iones cloruro y bromuro de metales alcalinos, magnesio y amonio. La valoración se hace con solución patrón de Nitrato de Plata (AgNO_3). El indicador es el ión Cromato (CrO_4^{2-}), que comunica a la solución en el punto inicial una coloración amarilla y forma en el punto final un precipitado rojo ladrillo de Cromato de plata, Ag_2CrO_4 . Las reacciones que ocurren en la determinación de iones cloruro son:



La solución debe tener un pH neutro o cercano a la neutralidad. Un pH de 8.3 es adecuado para la determinación.

La solución patrón de AgNO_3 se puede preparar por el método directo dado que el nitrato de plata es un reactivo tipo primario; con el objeto de compensar los errores en la precipitación del punto final se prefiere el método indirecto y la solución se valora con NaCl químicamente puro. Cuando la solución tipo se prepara por el método indirecto no es necesario el ensayo en blanco, porque el exceso empleado en la valoración de la sustancia problema se compensa con el empleado en la valoración del AgNO_3 (Fisicanet, 2007).

Materiales

2 vasos de precipitados de 250 ml, 2 matraces volumétricos de 100 ml, 1 pipeta de 5 ml, equipo de titulación, pipeta volumétrica de 10 ml, Cloruro de Sodio (NaCl), Nitrato de Plata (AgNO_3), Cromato de Plata (Ag_2CrO_4)

Procedimiento

Tomar 25 gramos del músculo de pescado a investigar y disolverlos en un vaso de precipitados con 75 ml de agua destilada. Transvasar a un matraz volumétrico de 100 ml y aforar.

Titular la solución con AgNO_3 utilizando 0.5 ml de Ag_2CrO_4 como indicador (Fisicanet, 2007).

Determinación de Proteínas (Método de Kjeldahl):

Este método determina la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína.

El método es aplicable a alimentos en general.

Fundamento

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en: a) Acido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo, o b) Acido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

Materiales y Reactivos

Balanza analítica, sensibilidad 0.1 mg, Equipo Kjeldahl, Manto calefactor, pHmetro, Material usual de laboratorio, Acido sulfúrico concentrado, Sulfato de potasio o sulfato de sodio, Sulfato cúprico, Solución de hidróxido de sodio al 15 %. Disolver 150 g de NaOH y completar a 1 litro, Solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Tomar 2.7 ml de H_2SO_4 concentrado y completar a 1 litro, luego estandarizar con Na_2CO_3 anhidro,

Solución de hidróxido de sodio al 30%. Disolver 300 g de NaOH y completar a 1 litro. Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol. Disolver 1 g de rojo de metilo en 100 ml de etanol (95 %). Solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Tomar 4 g de NaOH y enrasar a 1 litro con agua recientemente hervida y enfriada. Valorar con ácido succínico. Acido bórico al 3%. Disolver 30 g de ácido bórico y completar a 1 litro. Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1% y azul de metileno al 0.1% en relación de 2:1, en alcohol etílico. Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Tomar 8.3 ml de HCl concentrado y enrasar a 1 litro. Valorar con Na₂CO₃ anhidro.

Procedimiento

Realizar la muestra en duplicado. Efectuar un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos. Pesar al 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra homogeneizada (m) en un matraz de digestión

Kjeldahl. Agregar 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 ml de hidróxido de sodio al 15%. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada debe ser limpiado con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico.

Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15% adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada (aprox. 3 análisis). Calentar en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 15 a 20 minutos más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente. Enfriar y agregar 200 ml de agua. Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 ml de NaOH al 30% por el embudo, y cerrar la llave. Destilar no menos de 150 ml en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en: a) 50 ml de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 ml de agua destilada. Asegurar un exceso de H₂SO₄ para que se pueda realizar la retrotitulación. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo o b) 50 ml de ácido bórico al 3%. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6. Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 ml de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 ml de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30% para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L (-) - Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73%. Debe recuperarse un 99.7%.

Cálculo

$$\%N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

$$\%Proteína = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times Factor}{m \times 1000}$$

Donde:

V: 50 ml H₂SO₄ 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N.

m: masa de la muestra, en gramos.

Factor: 6.25 es el que se utiliza para pescado.

Interpretación de resultados

Repetibilidad del método: La diferencia entre los resultados de dos determinaciones efectuadas una después de otra, por el mismo analista, no debe exceder 0.06% de Nitrógeno o 0.38% de proteína. En la planilla de resultados se indicará método utilizado, identificación de la muestra, peso de muestra, gastos de titulación, factor utilizado y resultados obtenidos de la muestras en duplicado con 2 decimales (Instituto de Salud Pública de Chile 2002).

Según el estudio realizado por el LATU en 1976 la anchoíta fresca presentó un nivel de 16,9 % de proteínas en su composición química.

(Mattos Avallone y col., 1976).

Grasas (Método Soxhlet):

El método de Soxhlet determina la concentración de la materia grasa cruda o extracto etéreo libre. El método es aplicable en muestras de alimentos en general y en alimentos que no han sido sometidos a tratamiento térmico (carnes, cereales, sopas, granos de semillas, etc.)

Fundamento

Una cantidad previamente homogeneizada y seca, medida o pesada del alimento se somete a una extracción con éter de petróleo o éter etílico, libre de peróxidos o mezcla de ambos. Posteriormente, se realiza la extracción total de la materia grasa libre por Soxhlet.

Materiales y Reactivos

Sistema extractor Soxhlet, Balanza analítica, Papel filtro o dedal de celulosa, Baño termostático, Estufa de aire 103 + 2 °C, Tamiz de malla de 1 mm, Manto calefactor o rotavapor, Material usual de laboratorio. Éter etílico P.E. 40 – 60 °C, Éter de petróleo P.E. 40 – 60 °C.

Procedimiento

Preparación de la muestra: En muestras con mucha humedad homogeneizar y secar a 103 + 2 °C en estufa de aire considerando el tipo de muestra. Moler y pasar por tamiz de malla de 1 mm. Pesar en duplicado 2 a 5 gramos de muestra preparada en el dedal de extracción o papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado. Registrar "m". Secar el matraz de extracción por 30 minutos a 103 + 2 °C. Pesar el matraz de extracción Registrar "m1". Poner el matraz de extracción en el sistema Soxhlet el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente al matraz. Extraer la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3 – 6 gotas/seg. Una vez terminada la extracción eliminar el solvente por evaporación en rotavapor o baño María bajo campana. Hasta que no se detecte olor a éter. Secar el matraz con la grasa en estufa a 103 + 2 °C por 10 minutos, enfriar en desecados y pesar. Registrar "m2".

Cálculo

$$\% \text{ Grasa Cruda: } \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Donde: "m" peso de la muestra, "m1" tara del matraz solo, "m2" peso matraz con grasa.

$$\% \text{ Grasa Cruda en Base seca} = \% \text{ Grasa Cruda} \times \frac{100}{\text{Factor}}$$

Donde: "m" peso de la muestra, "m1" tara del matraz solo, "m2" peso matraz con grasa.

Interpretación de los resultados

Los resultados se informan en % de materia grasa en base seca o humedad. Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con 2 decimales.

Repetibilidad

La diferencia de los 2 resultados no debe ser superior al 2 % del promedio (Instituto de Salud Pública de Chile, 2002).

Según el estudio realizado por el LATU en 1976 la anchoíta fresca presentó un porcentaje de materia grasa del 6,9 %. Este estudio presenta también la variación de la materia grasa en base a la materia seca con el procedimiento de maduración por salado:

Cuadro VI. Cambios en la materia grasa de la Anchoíta durante la maduración

Días de Maduración	0	20	50	110	160
Materia Grasa en R. seco					
%	21,9	12,1	11,2	8,6	6,5
Días de Maduración	240	270	325	375	450
Materia Grasa en R. seco					
%	8,7	11,3	10,9	8,2	9,2

Fuente: Mattos Avallone y col 1976

Determinación de Cenizas (Horno de Mufla):

El Horno de Mufla básicamente es un recipiente de metal o de material refractario que se usa para calentar uniformemente las sustancias en él introducidas (Gran Diccionario Salvat, 1994).

Materiales

2 crisoles o cápsulas de porcelana, 1 desecador, 1 pinza larga, 1 par de guantes de asbesto, 1 mufla, 1 balanza analítica, 1 espátula, Muestra del alimento, 1 mechero de Bunsen, Cerillos, 1 tela de alambre, 1 soporte con anillo.

Procedimiento

Poner a peso constante un crisol o cápsula de porcelana por cada muestra que se va a analizar, lo cual significa dejarlo durante 15 minutos en la mufla a una temperatura de 550 °C a 600 °C. Dejar enfriar el crisol en un desecador durante 15 a 20 minutos. Procure no cerrar el desecador totalmente, ya que el calor de los crisoles puede provocar que la tapa se proyecte y se rompa. Pesar el crisol en balanza analítica e identifíquelo con el número que tiene marcado en la parte inferior, anotando el peso. Pesar en el crisol 1 – 2 gramos de la muestra de la muestra seca. Registrar el peso exacto. Preincinerar la muestra exponiéndola a la flama del mechero de Bunsen. Incinerar la muestra en la mufla precalentada entre 550 °C y 600°C durante 2 horas. Pesar el crisol con cenizas (ya no deben estar negras, si lo están se deberá incinerar otra media hora) en la misma balanza que utilizó inicialmente. Anotar el peso.

Cálculo

Peso del crisol con muestra

Peso del crisol vacío
Peso de la muestra

Peso del crisol con cenizas
Peso del crisol vacío
Peso de las cenizas

% de Cenizas en base seca = $\frac{\text{Peso de cenizas} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$

% de Cenizas en base húmeda = $\frac{\% \text{ de cenizas base seca} \times \% \text{ materia seca}}{100}$

% de materia orgánica = 100 - % Cenizas base seca (AOAC 1980).

Los resultados observados en el estudio anteriormente nombrado muestran lo siguiente:

Cuadro VII. Cambios en el porcentaje de materia seca de la Anchoíta durante la maduración

Días de Maduración	0	20	50	110	160
Materia Seca %	27,8	56,1	51,8	55,0	53,4
Días de Maduración	240	270	325	375	450
Materia Seca %	52,0	51,2	54,0	56,0	54,5

Fuente: Mattos Avallone y col., 1976

Determinación de Humedad (Balanza de Humedad):

Materiales

Balanza de Humedad, Placa de Aluminio, Muestra de alimento a analizar.

Procedimiento

Triturar 10 gramos de la muestra a la cual se quiere estudiar la humedad. Colocar la placa de aluminio en la balanza de humedad para tarar la misma. Colocar la muestra en la placa de aluminio. Activar la balanza para que comience el proceso de secado. Una vez finalizado el proceso la balanza automáticamente marca el porcentaje de humedad de la muestra.

El estudio realizado por el LATU muestra como varía la humedad en base al proceso de maduración:

Cuadro VIII. Cambios en el porcentaje de humedad de la Anchoíta durante la maduración

Días de Maduración	0	20	50	110	160
Materia Seca %	72,2	43,9	48,2	45,0	46,6
Días de Maduración	240	270	325	375	450
Materia Seca %	48,0	48,8	46,0	44,0	45,5

Fuente: Mattos Avallone y col., 1976

Determinación de pH (pHmetro digital):

Materiales

pHmetro digital, baso de bohemia, varilla de vidrio, agua destilada, muestra de alimento a analizar.

Procedimiento

Triturar 10 gramos de la muestra a la cual se quiere estudiar el pH. Colocar la muestra en un baso de bohemia. Verter 90 ml de agua destilada en el baso de bohemia en que se encuentra la muestra. Agitar con varilla de vidrio. Regular el pHmetro, asegurarse que este correctamente calibrado. Colocar la punta del pHmetro dentro del baso de bohemia. Tomar como referencia el valor de pH que marque el pHmetro por un tiempo mayor a 10 segundos.

Otros Parámetros Estudiados

- Salinidad (°Bé)
- Actividad del Agua (AW)
- Histamina

Salinidad (°Bé):

Materiales

Hidrómetro de Baumé, Salinómetro, Escala Americana, Densímetro, Nitrato de Plata, Reactivo de Diclorofluorescencia, Matracas Erlenmeyer de 100 ml, Bureta graduada de 20 ml, Probeta de 1 litro y Termómetro.

Procedimiento

Llenar la probeta con la salmuera problema. Determinar la concentración de sal con el aerómetro Baumé y con el Salinómetro, así como también determinar la densidad. Determinar la relación entre una y otra escala y calcular;

Si la salmuera saturada tiene 26,4 g de sal por cada 100 g de agua y esto corresponde a 26,1 °Bé y 100% de la escala americana, ¿Cuántos gramos de sal tiene la salmuera problema según cada escala?

¿Cuántos gramos de sal por 100 gramos de agua significan 1 °Bé y 1° del Salinómetro y cuantos gramos de sal según la escala americana corresponden a 1 °Bé?

Transferir 1 ml de la salmuera problema a un Erlenmeyer de 100 ml y diluirlo con 15 – 20 ml de agua destilada. Titular con Nitrato de Plata, en presencia de 3 – 5 gotas de reactivo de Diclorofluorescencia como indicador. Agite continuamente para mantener el precipitado disperso hasta que aparezca un color salmón – rosado claro. Cuando titula a 1 ml de salmuera, cada ml de la solución de Nitrato de Plata, es igual a 1 g de NaCl por 100 ml.

Anotar entonces los mililitros gastados como gramos de sal por 100 mililitros de salmuera. (Bertullo, 1970).

Actividad del Agua (AW):

Es la relación entre la presión de vapor del agua del alimento y la del agua pura a la misma temperatura. O lo que es lo mismo, es la medida del agua disponible que existe en un alimento y depende del tipo y cantidad de interacciones del agua con otros componentes del alimento. La AW influye en el crecimiento, la resistencia y la supervivencia de microorganismos y la tasa de reacción de la mayoría de los procesos de degradación de la calidad. (Bertullo, 1970).

Determinación de Histamina:



La determinación de Histamina se realizó en el Laboratorio Industrial Montevideo a través de la técnica de cromatografía en capa fina.

Descripción de la técnica: La cromatografía se define como la separación de una mezcla de dos o más compuestos por distribución entre dos fases, una de las cuales es estacionaria y la otra una fase móvil.

Varios tipos de cromatografía son posibles, dependiendo de la naturaleza de las dos fases involucradas: sólido-líquido (capa fina, papel o columna), líquido-líquido y gases-líquido (fase vapor) (Gomez Gomez, R 2002).

La cromatografía de capa fina es un procedimiento que se utiliza para separar moléculas relativamente pequeñas. La separación de mezclas de moléculas mediante la cromatografía de capa fina se basa en el principio del reparto entre dos fases. Al igual que otras cromatografías, consiste de una fase estacionaria y una fase móvil y el principio es el mismo: la sustancia de interés se adherirá a la fase estacionaria o se moverá con la fase móvil, viajando una distancia que es inversamente proporcional a la afinidad por la fase estacionaria. La fase estacionaria puede ser variada. Puede ser de papel, de celulosa o de un gel de silicato (vidrio molido bien fino) unido a una superficie sólida (una placa de vidrio, aluminio, plástico o papel). Esta superficie sólida puede ser rígida o flexible. El tipo de fase estacionaria que se utilice en un experimento dependerá del tipo de moléculas que se quieran separar. Incluso vienen algunas placas con indicadores fluorescentes. La fase estacionaria consiste de un solvente que puede ser agua, un solvente orgánico o una mezcla de ambos.

El procedimiento es sencillo: Se colocan las muestras a un centímetro del borde en uno de los extremos de la placa, se deja secar, se coloca la placa en un envase (tanque de desarrollo) que ya contiene una pequeña cantidad del solvente, se tapa y se deja correr por un rato. El solvente subirá por capilaridad e irá arrastrando las moléculas, las cuales se moverán según la afinidad que muestren por la fase estacionaria. Si la mezcla demuestras que se está analizando presenta color, se verán los distintos colores migrando a distintas velocidades. Si son incoloras hay que someter la placa a algún tratamiento con una sustancia desarrolladora (developer) para poder determinar la presencia de sustancias sobre el silicato. El tipo de desarrollador dependerá del tipo de moléculas que se analizan (Scribd, 2011).

Otros estudios:

- En 2008 Yeannes y Casales estudiaron las alteraciones químicas y sensoriales en filetes de Anchoíta durante el proceso de marinado por siete días.

En tal estudio se puede apreciar que los filetes salados de Anchoítas presentaron un pH de 6,5.

Este mismo estudio analiza los niveles de BNVT en donde en el filete de Anchoíta fresco presentó niveles de 116,40 mg / 100 g decreciendo a 59, 57 mg / 100 g en siete días de su proceso de salado (Yeannes y Casales, 2008).

- En el año 2000 Besteiro, Rodríguez y Pascual realizaron un estudio enzimático en el músculo de la Anchoíta durante el proceso de maduración por salado. Si bien el estudio fue centrado principalmente para observar los cambios enzimáticos del tejido muscular de la especie ya nombrada, también analizaron la variación del pH en el tiempo, observándose valores de pH de 6

en el día 0 del estudio y valores de 5,4 en el día 150, mostrándose siempre un constante decrecimiento en los valores de pH con respecto al tiempo (Basteiro y col., 2000).

- Filsinger en 1987 estudió el efecto de la presión de la sal en el proceso de maduración por salado en la especie *Engraulis anchoita*. Entre todos los parámetros que analiza el estudio podemos encontrar la valoración del parámetro AW. Tal valor en el día 0 del estudio se pudo observar que era de casi 1,00 disminuyendo constantemente en el proceso de salado con un valor cercano a 0,80 en el día 5. (Filsinger, 1987).

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar parámetros físico – químicos durante el proceso de salado con maduración de pequeños pelágicos que puedan influir directa o indirectamente en caracteres físico – organolépticos del producto final destinado a consumo humano directo.

Objetivos Particulares

- Determinar la composición de proteínas, grasa, agua y cenizas, para diseñar las tecnologías más adecuadas a aplicar a cada especie pelágica.
- Determinar en los distintos ensayos los siguientes parámetros físico-químicos: Cloruros, Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT), Trimetilamina (TMA), pH, Temperatura, Humedad, Salinidad
- Evaluar aspectos organolépticos vinculados a materia prima y producto final.
- Establecer relaciones entre parámetros físico – químicos y organolépticos y sus modificaciones en función del tiempo.
- Evaluar características físico – organolépticas de los productos.
- Divulgar y poner a disposición de técnicos, estudiantes, docentes e industrias vinculadas a la actividad pesquera los resultados de la investigación.

HIPÓTESIS

Al realizar el proceso de salado con maduración en especies pelágicas pequeñas, se van a modificar aspectos físico – organolépticos, imprimiendo a la especie, características propias de esta tecnología en particular. A su vez se obtendrá un producto final de alta aceptación para el consumidor con propiedades nutritivas muy buenas que serán analizadas en la investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Especies pelágicas pequeñas:

- Anchoíta (*Engraulis anchoita*)
- Caballa (*Scomber japonicus*)
- Jurel (*Trachiurus trachurus*)

Especies pelágicas de tamaño medio:

- Pez Bonito (*Sarda sarda*)
- Pez Limón (*Seriola dumerili*)

Reactivos y soluciones:

- Ácido bórico
- Ácido sulfúrico N/100
- Ácido tricloroacético
- Carbonato de Potasio
- Cromato de Potasio 10%
- Formol neutralizado
- Nitrato de Plata 0,1N
- Reactivo de Tashiro
- Cloruro de Sodio

Equipos:

- Balanzas de precisión
- Estufa
- Licuadora
- Balanza de humedad
- Papel pH
- pHmetro digital
- Salinómetro
- Termómetro de Mercurio
- Mechero Bunsen

Material de laboratorio:

- Agitador de vidrio
- Probetas
- Cámaras de Conway con tapa de vidrio esmerilada
- Embudos
- Erlenmeyer
- Frascos estériles
- Microburetas
- Pipetas
- Vaso de Bohemia
- Agua destilada
- Vaselina sólida

Métodos

El trabajo experimental se desarrolló entre los meses de noviembre del año 2007 y abril del año 2009 en el Instituto de Investigaciones Pesqueras (Prof. Dr. Víctor H. Bertullo) de la Facultad de Veterinaria, Universidad de la República (UdelaR), Montevideo, Uruguay, localizado en la calle Tomás Basáñez N° 1160. En dicho Instituto se cuenta con instalaciones adecuadas y materiales necesarios para realizar este tipo de ensayos.

Los análisis de Humedad (Balanza de Humedad, ver en página 31), de PH (pHmetro digital, ver en página 32), de Bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT –

Microdifusión en cámara de Conway, ver en página 24), de Trimetilamina (TMA – Microdifusión en cámara de Conway, ver en página 25), de Cloruros (Método colorimétrico de Mohr, ver en página 27) y de Salinidad (°Bé, ver en página 32) se realizaron en el Instituto de Investigaciones Pesqueras (Prof. Dr. Víctor H. Bertullo) de la Facultad de Veterinaria, UdelaR. La determinación de Proteínas (Método de Kjeldahl, ver en página 27), de Grasas (Método Soxhlet, ver en página 29) y de Cenizas (Horno de Mufla, ver en página 30) se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria, UdelaR. Las determinaciones de Actividad del Agua (AW, ver en página 32) y de Histamina (ver en página 33) se realizaron en el Laboratorio Industrial Montevideo.

A partir de noviembre de 2007 se analizaron en forma semanal los parámetros físico – químicos BNVT y TMA (método de microdifusión de Conway modificado por el profesor Dr. Víctor Hugo Bertullo). PH (pHmetro digital), temperatura del producto y del ambiente (termómetro de mercurio), salinidad (Salinómetro) y la determinación de Cloruros cada 15 días (método colorimétrico de Mohr).

Ensayo 1: Como materia prima inicial se obtuvieron 3 lotes de pescado fresco entero, uno de anchoita (A01), otro de jurel (A02) y otro de caballa (A03) en estos se realizó la determinación de Proteínas (Método de Kjeldahl), Grasas (Método Soxhlet) y Cenizas (Horno de Mufla) y en los tiempos nombrados se analizó BNVT y TMA (método de microdifusión de Conway modificado por el Profesor Dr. Víctor Hugo Bertullo), pH (pHmetro digital), temperatura del producto y del ambiente (termómetro de mercurio).

Ensayo 2: A comienzo de 2008 se realizó el estudio de otro lote de peces pelágicos, uno de anchoitas, otro de pez limón y dos lotes de bonitos, en estos se realizó BNVT y TMA (método de microdifusión de Conway modificado por el profesor Dr. Víctor Hugo Bertullo), pH (pHmetro digital) y determinación de Cloruros (método colorimétrico de Mohr).

Ensayo 3: Los análisis de anchoita fresca recién capturada debieron realizarse *a posteriori* de los análisis de la anchoita en proceso de maduración ya que durante un período prolongado no hubo captura de la misma. Las muestras de anchoita en maduración que permitieron realizar este estudio fueron donadas por la empresa IBRAMAR SA. En total se obtuvo una donación de 14 latas con 5 kg. de anchoitas en proceso de maduración con salado húmedo. Se participó activamente (la tutora o los técnicos del proyecto y tesistas) en la producción en planta para ver el proceso seguido con las partidas de las cuales se obtuvieron muestras que trasladamos al Instituto de Investigaciones Pesqueras para las valoraciones.

Esta materia prima fue analizada sistemáticamente en forma semanal en sus BNVT y TMA y periódicamente hasta abril de 2009 por el equipo de técnicos. En este mes se realizaron las determinaciones de Proteínas (Método de Kjeldahl), Grasas (Método Soxhlet) y Cenizas (Horno de Mufla) y se continuó con el análisis de BNVT y TMA (método de microdifusión de Conway modificado por el profesor Dr. Víctor Hugo Bertullo). Además se realizó de forma quincenal, pH (pHmetro digital), temperatura del producto y del ambiente (termómetro de mercurio), salinidad (Salinómetro) y la determinación de Cloruros (Método colorimétrico de Mohr).

También en esta materia prima se le determinó en el Laboratorio Industrial Montevideo los niveles de Histamina y de AW en los meses de Mayo, Junio, Julio, Setiembre y Noviembre de 2008.

RESULTADOS

Ensayo 1: Los 3 lotes de pescado fresco entero (anchoíta (A01), jurel (A02) y caballa (A03)) presentaron los resultados que se muestran en el cuadro IX:

**Cuadro IX. Parámetros físico – químicos de muestras de pescado fresco.
Anchoíta (A01), Jurel (A02) y Caballa (A03)**

	pH	Humedad (%)	BNVT (mg%)	TMA (mg%)
A01	5,67	74,1	13,3	15,72
A02	6,44	72,4	3,69	25,25
A03	5,79	75,3	7,82	24,13
	Materia Seca (MS) %	Cenizas Cen (% base MS)	Proteína Bruta PB (% base MS)	Extracto Etéreo EE (% base MS)
A01	24,71	12,38	13,05	66,99
A02	28,69	11,69	29,58	55,01
A03	25,48	10,87	12,97	65,68

En el lote A01 se midió el Nitrógeno de Trimetilamina registrándose un total de 3,72 mg%.

Ensayo 2: Los lotes de anchoíta, pez limón y pez bonito presentaron los resultados que se muestran a continuación:

El lote de anchoítas presentó un nivel de BNVT de 15,96 mg%, de TMA de 49,4 mg% y una humedad de 55,5%. En este lote al igual que en los lotes de Pez Limón y Pez Bonito se midió el nivel de cloruros. En el caso de las Anchoítas se tuvo un nivel de 11,03 mg/l.

En la muestra de pez limón se constataron niveles de BNVT de 12,768 mg%, de TMA de 59,51 mg%, de humedad de 53% y de cloruros de 8,84 mg/l.

En el primer lote de pez bonito se observó un valor de BNVT de 17,95 mg% y de TMA de 71,3 mg%, con una humedad de 50,9 % a diferencia del segundo lote que nos dio un valor de BNVT de 21,68 mg%, de TMA de 51,65 mg% y de humedad de 50,3 %.

Para los cloruros pudimos observar valores de 13,59 mg/l para el primer lote y de 12,75 mg/l en el segundo lote.

Ensayo 3: En este ensayo en total se estudiaron 14 latas que contenían 5 kg de anchoíta en pleno proceso de salado con maduración. En el cuadro X se muestran valores promediales de diferentes parámetros físico – químicos estudiados en tal materia prima:

Cuadro X. Parámetros físico – químicos de anchoítas en proceso de maduración por salado

	pH	Humedad (%)	Cloruros (mg/l)	BNVT (mg%)	TMA (mg%)	NTMA
Lata 1*	5,62	54,58	41,025	29,15	27,84	7,04
Lata 2*	5,9	40,73	21,05	19,95	29,78	13,42
Lata 3	6	42	29,23	51,47	35,37	8,8
Lata 4	6	42,32	16,33	29,7	36,67	11,9
Lata 5	6	36,3	19,507	66,05	34,85	8,64
Lata 6	6	38,6	22,65	92,07	38	14,16
Lata 7	6	38,11	21,18	111	55,5	13,66
Lata 8	6	44	15,34	40,6	75,43	17,6
Lata 9	6	56,7	20,89	61,2	46,4	11
Lata 10	6	57,85	21,145	56,17	39,7	7,89
Lata 11*	6	55,92	24,63	68,01	44,2	10,91
Lata 12	6	57,4	24,69	73,7	29	6,7
Lata 13	6	59,3	21,48	62,4	30,8	7,28
Lata Nueva*	6,7	48,57	20,776	26,38	52,1	10,12

Esta materia prima fue estudiada hasta abril de 2009 donde se finalizó el ensayo. Las latas que en el cuadro se muestran señaladas con un asterisco (*) significa que fueron conservadas a temperatura ambiente, en tanto que las latas que no se encuentran señaladas fueron conservadas en cámara de refrigeración a una temperatura de 0 °C.

En algunas de las muestras se realizaron ensayos externos de Histamina. La Histamina fue analizada en las Latas 1 (Noviembre 2008), 2 (Mayo 2008), 3 (Junio 2008), 4 (Julio 2008) y 5 (Setiembre 2008). Para todas las latas el resultado de Histamina fue de menos de 80 mg/kg.

A su vez en la Lata 3 (Junio 2008), 4 (Julio 2008) y 5 (Setiembre 2008) se realizó el estudio de actividad del agua (AW) obteniéndose valores de 0,8 para la Lata 3, de 0,78 para la Lata 4 y de 0,77 para la Lata 5.

También a la Lata 3 se le realizó la determinación de Proteínas (Método de Kjeldahl) con un valor de 34,56 % base MS, Grasa (Método Soxhlet) con un valor de 8,57 % base MS y Cenizas (Horno de Mufla) con un valor de 52,98 % base MS. El total de Materia Seca fue de 48,46 %.

DISCUSIÓN

Ensayo 1

Los parámetros físico – químicos obtenidos en el estudio inicial de los lotes de pescado fresco de anchoíta, caballa y jurel en líneas generales fueron los esperados.

En lo que se refiere a la TMA, según la clasificación del Dr. Bertullo los tres lotes entran en la categoría de "Pescado Fresco" y midiendo el NTMA en el lote A01 podemos observar que también entra en la categoría de "Pescado Fresco". Si comparamos los niveles observados en el estudio del LATU en 1976, los niveles obtenidos son elevados. Posiblemente esto ocurra en base a la causa de que cuando se obtuvo la materia prima habían pasado 48 horas de su captura.

En el análisis de las BNVT podemos observar que los niveles del lote A01 son similares a los presentados en el estudio del LATU en 1976, en tanto que los niveles de los lotes A02 y A03 se encuentran por debajo.

El porcentaje de humedad presentado en las tres muestras fueron los esperados acorde a las especies pelágicas y son resultados similares a los presentados en el estudio del LATU en 1976 y a los presentados en la Revista de Investigaciones Pesqueras en 1979. Acorde a esto ocurre de la misma manera con los resultados obtenidos en el porcentaje de Materia Seca de los tres lotes, siendo los resultados esperados.

En el lote A01 el porcentaje de cenizas en base a la Materia Seca es de 12,38 % que llevado al total de la masa equivale a un total de 3,06 % coincidiendo con los resultados presentados por el estudio del LATU y con la composición química natural de la Anchoíta. Resultados muy similares se obtuvieron para los lotes A02 y A03 entrando en los parámetros normales de las especies pelágicas.

El porcentaje de extracto etéreo en base a la materia seca para el lote A01 es de 66,99 %, en el total de la masa equivale a un 16,55 % de grasa. Observando la composición química de la anchoíta podemos ver que se encuentra netamente elevada la materia grasa. Esto posiblemente pueda ocurrir en base a lo citado por la Revista de Investigaciones Pesqueras en 1979 donde se explica que los niveles de grasa pueden variar a lo largo del año, encontrándose aumentados en la etapa reproductiva para cubrir los requerimientos energéticos, factor que puede aumentar en base a la alimentación del recurso. De todas formas los resultados presentados en tal investigación no coincide con los obtenidos.

El nivel de proteína para los tres lotes dio por debajo de lo esperado en relación a la composición química de la anchoíta y además frente al estudio del LATU en 1976. El artículo presentado por la revista de Investigaciones Pesqueras en 1979 presenta valores proteicos más similares y relata que pueden existir pequeñas variaciones del porcentaje proteico en distintas épocas del año.

Ensayo 2

El nivel de BNVT de los lotes de anchoíta, pez bonito y pez limón es un poco por encima del que se observó en lote A01, posiblemente pudo haber ocurrido que las muestras estuvieran alteradas debido a la época en que fueron analizadas. La TMA dio relativamente alta entrando los cuatro lotes en la clasificación de "Pescado Dudoso" según el Dr. Bertullo.

En lo que se refiere a la humedad de los cuatro lotes es menor que lo observado en los lotes A01, A02 y A03, esto es algo bastante lógico para el pez bonito y pez limón ya que presentan una composición química diferente.

Ensayo 3

En el estudio de las latas de anchoítas en proceso de salado con maduración podemos observar que el pH de las latas varía entre 5,62 a 6,7 mostrándose siempre cierto grado de acidez en la materia prima lo cual es favorable para la conservación del material y acorde a lo esperado. Estos resultados son similares a los presentados por Yeannes y Casales en diciembre de 2008 donde se constato un pH de 6,5. Algunas diferencias tiene el estudio de Besteiro, Rodríguez y Pascual donde muestran valores de pH de entre 5,4 y 6. Comparándolo con este otro estudio podemos observar que nuestra investigación tiene también resultados similares. Al observar las otras investigaciones podemos decir que los valores obtenidos se encuentran dentro de lo esperado.

En lo que se refiere al grado de humedad podemos observar que oscila en un rango mínimo de 36,3 % y un máximo de 59,3 %. El factor común a observar es que siempre la humedad es menor en todas estas muestras que se encuentran en proceso de salado comparándolas con la humedad de los lotes de pescado fresco, coincidiendo con el estudio presentado por el LATU en 1976 donde muestra también que la humedad del producto baja frente al proceso de salado con maduración, haciendo mención al fundamento del salado con maduración, donde se busca deshidratar el producto.

En el análisis de los cloruros pudimos ver una oscilación en la concentración de cloruros en el músculo de la Anchoíta de un mínimo de 15,34 mg/l presentado en la Lata 8 y un máximo de cloruros de 41,025 mg/l presentado en la Lata 1. Posiblemente estos distintos grados de cloruros se deban a que las Latas de Anchoíta tengan distinta fecha de procesado haciendo que unas estén más concentradas y otras menos.

Estos niveles de cloruro se encuentran siempre por encima de los niveles de cloruros que presentaron los lotes frescos de Anchoíta, Pez Limón y Pez Bonito, lo cual indica una clara acción del proceso de salazón.

Cumpliendo con el fundamento de la salazón que plantea el Dr. Bertullo pudimos observar que frente a este proceso las Anchoítas adquirieron un color rojizo sobretodo a la altura de la columna vertebral con un fácil desprendimiento del músculo.

En el estudio de las BNVT no se obtuvieron valores que fueran relativamente similares entre nuestras muestras estudiadas, lo cual no era lo esperado. Posiblemente esto haya ocurrido en base a que no conocíamos con certeza la fecha de elaboración de cada una de las latas a estudiar lo que pudo incidir en tal variación de los resultados. Tampoco hay que descartar el posible error a la hora de realizar la técnica.

Los valores de BNVT variaron de 19,95 mg% como lo mostró la Lata 2 hasta 111 mg% que presentó la Lata 7. De todas formas comparándolo con lo presentado por Yeannes y Casales en diciembre de 2008 los resultados son ciertamente similares y están dentro de los parámetros obtenidos por este otro estudio.

Comparándose con el estudio del LATU en 1976, desde el día 0 hasta el día 240 del proceso de salado con maduración de la Anchoíta presentaron valores de 11 mg% hasta 115 mg% respectivamente, viéndose aumentado el nivel de BNVT en el

tiempo. Esto coincide con los valores que obtuvimos y con la posible variación de fecha de elaboración de los productos que estudiamos.

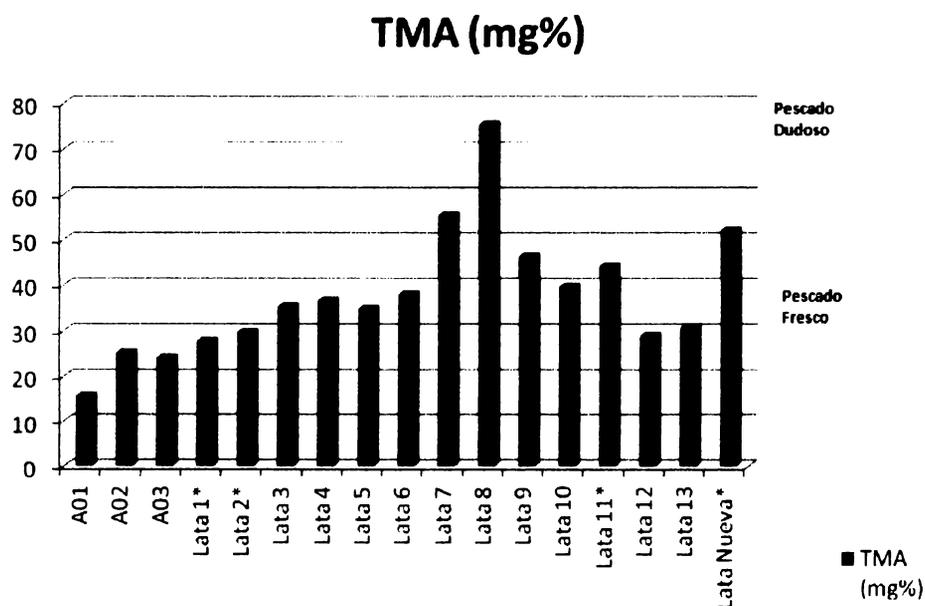
En lo que se refiere a la TMA también se obtuvieron resultados variados pero dentro de la clasificación del Dr. Bertullo 9 Latas (Latas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12 y 13) entran dentro de la categoría de "Pescado Fresco", en tanto que las 5 Latas restantes (Latas 7, 8, 9, 11 y Lata Nueva) entran en la categoría de "Pescado Dudoso". Esto es algo esperable ya que estamos frente a un producto apto para el consumo humano desde el punto de vista de la TMA.

En relación al estudio del LATU de 1976 los niveles de TMA varían desde el día cero del proceso de salado en 0,55 mg% hasta 11,9 mg% presentados en el día 450 del proceso. Estos son valores que se encuentran por debajo de lo obtenido en nuestra materia prima estudiada, posiblemente a la causa de que nuestra materia prima tenga más de 450 días de elaborado o debido a cometer errores en la realización de la técnica.

El NTMA también presentó resultados variados con un mínimo de 7,04 y un máximo de 17,6.

De acuerdo a la clasificación del Dr. Bertullo 8 Latas (Latas 1, 3, 5, 10, 11, 12, 13 y Lata Nueva) entran en la categoría de "Pescado Fresco" y las restantes 6 (Latas 2, 4, 6, 7, 8 y 9) son clasificadas como "Pescado Dudoso". Encontrándose otro parámetro que indica que el producto está apto para el consumo.

Figura 2. Niveles de TMA y Clasificación del Pescado según Dr. Bertullo



Los valores obtenidos en la Lata 3 en el estudio de Proteína son relativamente mayores a los presentados en el estudio del LATU en 1976, en tanto que los valores de Grasa y Materia Seca son muy similares. Estos resultados están dentro de lo que se esperaba.

En las muestras en que se realizaron ensayos externos de Histamina, el resultado obtenido fue el deseado (menos de 80 mg/kg) demostrándose que es un producto

apto para el consumo humano desde el punto de vista del riesgo que puede significar la Histamina.

En tanto que los niveles de AW que pudimos observar (0,77 – 0,78 – 0,80) nos deja claramente reflejado que tienen una alta AW por lo cual demostramos que es un alimento altamente perecedero que necesita de buenos medios de conservación. Estos valores son muy similares a los presentados por Filsinger en 1987 donde muestra que en el día 5 del salado por maduración los valores de AW son cercanos a 0,80.

CONCLUSIONES

Se determinaron parámetros físico – químicos durante el proceso de salado con maduración de pequeños pelágicos (principalmente la anchoíta) observándose que pueden influir directamente en las características físico – organolépticas del producto final. Estos parámetros principalmente son la Trimetilamina (TMA), Nitrógeno de Trimetilamina (NTMA), Histamina y Actividad del Agua (AW).

La materia prima estudiada en general presentó buenas características físico – organolépticas.

Se determinó la composición de proteínas, grasa, agua y cenizas en 3 especies pelágicas distintas observándose productos con características físico – organolépticas adecuadas para el consumo humano. Además se determinó la composición de proteínas, grasa, agua y cenizas en Anchoíta en pleno proceso de salado con maduración presentando muy buenas características físico – organolépticas.

Se determinaron correctamente los ensayos de parámetros físico – químicos en los tiempos establecidos observándose variaciones de los mismos en relación al tiempo.

Se establecieron relaciones entre parámetros físico – químicos y organolépticos y se pudo comprobar que tienen una relación altamente estrecha con el factor tiempo.

Se realizó una correcta difusión de la investigación siendo presentada en noviembre de 2009 en las VI Jornadas Técnicas Veterinarias en Montevideo – Uruguay y a su material queda a disposición de la Biblioteca de Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aizpún De Moreno, JE, Moreno, VJ, Malaspina, AM. (1979). Variaciones en la composición bioquímica proximal de la anchoíta durante tres temporadas de Pesca. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 1(1):45–53.

2. AOAC. Association of Official Analytical Chemists (1980). Official methods of analysis. Disponible en:
<http://docencia.izt.uam.mx/lyanez/analisis/practicas/humedad%20y%20cenizas.DOC>.
Fecha de consulta: 15/04/2010.

3. Basteiro, I, Rodríguez, JC, Pascual, C (2000). Chymotrypsin and general proteolytic activities in muscles of *Engraulis encrasicolus* and *Engraulis anchoita* during the ripening process. *European Food Research and Technology* 2010:414–418.
4. Bertullo, VH (1970). *Tecnología de los productos de la pesca – Ejercicios prácticos*. Montevideo. Bolsa del Libro. 117p.
5. Biblioteca Digital (1995). Los artes y métodos de pesca. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/081/htm/sec_8.htm. Fecha de consulta: 22/04/2009.
6. CEDEPESCA. Centro de Desarrollo y Pesca Sustentable (2004). Alerta roja. Planta de harina de pescado en Uruguay pone en peligro la pesquería de anchoita y ecosistemas. Disponible en: <http://www.ecoportal.net/content/view/full/33174>. Fecha de consulta: 10/04/2010.
7. Cousseau, MB, Perrotta, RG (2000). *Peces marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca*. Mar del Plata. INIDEP. 167p.
8. Elergonomista (2002). Pescados y Mariscos. Tipos de degradación del pescado. Disponible en www.elergonomista.com/alimentos/27jun_t02.htm. Fecha de consulta: 15/04/2010.
9. Filsinger, BI (1987). Effect of pressure on the salting and ripening process of anchovies (*Engraulis anchoita*). *Journal of Food Science*. 4(52):919–927.
10. Fisicanet (2007). Determinación de cloruros en una muestra acuosa mediante métodos de precipitación Mohr y Volhard. Disponible en www.fisicanet.com.ar/quimica/analitica/lb01_mohr_volhard.php. Fecha de consulta: 05/09/2011.
11. Gomez Gomez, R (2002). *Química orgánica I. Cromatografía en capa fina*. Disponible en <http://depa.pquim.unam.mx/~fercor/dqo/manuales/1311/p7.pdf>. Fecha de consulta: 23/10/2010.
12. Gran Diccionario Salvat (1992). Barcelona. Salvat 3v.
13. IBRAMAR (2003). *Informe Ambiental*. Consultora Técnica Internacional Montevideo. 43p.
14. IMARPE. Instituto del Mar de Perú. (2008). Anchoveta. Disponible en www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_detalle=00000000000000000302. Fecha de consulta: 10/10/2011.
15. Instituto de Salud Pública de Chile (2002). Determinación de proteínas. Método de Kjeldahl. Disponible en www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/Proteina.pdf. Fecha de consulta: 15/04/2010.

16. Instituto de Salud Pública de Chile (2002). Procedimiento para determinar materia grasa. Método de Soxhlet. Disponible en www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/GrasSoxhlet.pdf. Fecha de consulta: 15/04/2010.
17. Mattos Avallone, S, Rodríguez Servetti, JA, Torrejón Straube, E. (1976). Estudio sobre la utilización de la anchoita (*Engraulis anchoita*) en la fabricación de anchoas. Disponible en: http://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=Estudio%2Bsobre%2Bla%2Butilizaci%25C3%25B3n%2Bde%2Bla%2Banchoita%2B%2528Engraulis%2Banchoita%2529%2Ben%2Bla%2Bfabricaci%25C3%25B3n%2Bde%2Banchoas&source=web&cd=1&ved=0CBoQFjAA&url=http%3A%2F%2Flatu39.latu.org.uy%2Flatu%2Fgeneral%2Fdocumentos%2Fdocumento_ver.php%3Fh_nom_tabla%3Dbib_objetos_materiales%26h_nom_campo_blob%3Dobjeto%26h_nom_campo_nom_documento%3Dtipo_objeto%26h_rowid_registro%3DAAM0UAAEAAAA%252BAAX&ei=67ixTvr2B4Klgwe5vs2nAQ&usg=AFQjCNFTDwgTqjLkenpcoU28lwwUFXarJw&sig2=qgThhXleAYce8RcX7yHSug. Fecha de consulta: 20/09/2011.
18. Morillo de Montiel, N (1987). Elaboración de pescado salado. Revista Técnica Fonaiap Divulga 24:24.
19. Patentados (2007). Red de copo, Disponible en: <http://patentados.com/invento/dispositivo-red-copo.html>. Fecha de consulta: 22/04/2009.
20. Pesca Marina (2011). Las sondas de pesca. Disponible en: www.pescamarina.com/sondaspesca.htm. Fecha de consulta: 10/10/2011.
21. Sánchez, RP; Bezzi, SI (2004). El mar argentino y sus recursos pesqueros. Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación. Mar del Plata. General de la Obra. 359p.
22. Scribd (2011). Cromatografía en capa fina. Disponible en <http://www.scribd.com/doc/14172689/5-Cromatografia-en-Capa-Fina>. Fecha de consulta: 06/09/2011.
23. Tintorero (2009). Artes de pesca. Vamos a pescar. Disponible en: <http://tintorero-wwwartespesca.blogspot.com/2009/10/vamos-pescar-anchoas.html>. Fecha de consulta: 22/04/2009.
24. Vaz dos Santos, AM, Del Bianco Rossi-Wongtschowski, CL, Lima de Figueredo, J (2006). II Seminário de Gestão Socioambiental para O Desenvolvimento Sustentável da Aqüicultura e da Pesca no Brasil. II SEGAP p.54–59.
25. Yeannes, MI, Casales, MR (2008). Alterações químicas e sensoriais em filés de anchoita (*Engraulis anchoita*) durante o processo de marinado. Revista Ciência y Tecnología de los Alimentos. Campinas 28(4):798–803.

ANEXOS

Artes de pesca empleados

Redes de Cerco

Las redes de cerco se utilizan para la captura de peces cuyos hábitos son nadar formando densos cardúmenes o bancos de peces, ya sea en la superficie o a media agua, es decir, especies pelágicas, como las anchoítas, las sardinas, los atunes, el bonito, la caballa y el jurel. En un principio estas especies fueron capturadas mediante artes de enmalle, sardinales y trasmallos; sin embargo, las artes verdaderamente eficaces para esta clase de pesca son las redes de cerco, por las que se han ido sustituyendo.

Un arte de cerco se reduce a un gran paño de red de forma rectangular, cuyas dimensiones varían entre 250 y 1000 metros de longitud y alrededor de 40 de profundidad. En la parte superior de la red se dispone de un número adecuado de flotadores que la mantienen en posición vertical, cuando se utiliza. En la parte inferior lleva una serie de plomos que ayudan al mantenimiento vertical, contando además con un conjunto de anillos por los que pasa un cabo resistente llamado "jareta", que se encarga de cerrar la red y por esto se le conoce con el nombre de "red de cerco de jareta".

Cuando la embarcación llega a un lugar en donde se localizó, por diversos métodos, al cardumen, se inicia el calado de la red, tirando al agua uno de sus extremos cuyos cabos quedan a bordo del bote auxiliar, que describe un círculo rodeando a la mayoría de los organismos.

Una vez terminada esta operación, los pescadores tiran de cada uno de los extremos de la jareta, consiguiéndose de este modo cerrar la parte inferior de la red y así formar un copo en donde queda atrapado el cardumen; después, se va cobrando el arte por uno o varios extremos, ayudándose por medio de güinches, hasta que los animales capturados quedan en un espacio mínimo; los peces se suben a bordo con un gancho o mediante la aspiración con poderosas bombas. Antiguamente, y en algunos países donde la pesca ha evolucionado poco, el izado del arte de cerco era una operación penosa y requería de la colaboración de un gran número de pescadores; en la actualidad, la utilización de las técnicas denominadas "halado – mecánico" permite simplificar el procedimiento y reducir en mucho la mano de obra y el tiempo de operación.

La pesca de cerco hace indispensable que la especie objetivo se asocie en grandes bancos, pues si éstos se hallan dispersos, la pesca de cerco no es posible. Para conseguir localizar la mayor concentración de peces se recurre a varios sistemas, como la utilización de ecosondas especiales de proyección horizontal capaces de detectar la presencia de bancos en un radio de algunas millas alrededor del barco. A pesar del desarrollo que han tenido estos métodos de localización de las especies pelágicas, ésta se sigue realizando a simple vista, observando el brillo o burbujeo que producen los peces cerca de la superficie, operación conocida como "ardora". En la época actual, en la localización de los bancos se utilizan también avionetas y otros medios, como colocar en el barco aparatos ultrasónicos (Ecosonda), los cuales emiten sonidos especiales que son captados por los delfines, que generalmente

nadan en el cardumen, por lo que al saltar fuera del agua alertan al capitán del barco cerquero.

También son importantes los métodos atractivos para concentrar a las poblaciones de peces, tomando en cuenta los estímulos que provoca el uso de la luz, que reúne, por una respuesta positiva hacia ella, a los diminutos componentes del plancton, principal alimento de estos peces pelágicos y que por lo tanto los va a concentrar, facilitando su captura. Otro estimulante que se ha considerado idóneo para lograr estas concentraciones es la "raba", hueva del bacalao o de las merluzas.

El interés por las pesquerías de cerco ha ido aumentando, trayendo como consecuencia una serie de cambios importantes. Sin duda, las mayores capturas mundiales, en el momento actual, se llevan a cabo mediante este tipo de redes de cerco y una de las más importantes es la destinada a la del arenque, que se efectúa tanto en el Atlántico norte como en el Pacífico septentrional.

Otra gran pesquería de cerco la forma la captura de la anchoveta en el litoral peruano, que ha llegado en algunos años a la fabulosa cifra de 12 millones de toneladas, capturadas por barcos cerqueros llamados "bolicheras" (La serie histórica de capturas de anchoveta desde 1950 al 2005, muestra un crecimiento importante de las capturas después de El Niño 1982-83, con un máximo en 1994, disminuyendo por efecto del Niño 1997-98, seguido por una rápida recuperación en 1999 y el 2000 (IMARPE, 2008)) y que se destinan a producir la famosa harina de pescado peruana, que es la base de la alimentación para la cría de aves y de cerdos en muchos países del mundo, y más recientemente en la acuicultura.

En la zona colindante con el cabo Blanco, en el noroeste africano, existen importantísimas pesquerías de "alacha", cuya explotación para transformación en subproducto se lleva a cabo especialmente por medio de artes de cerco.

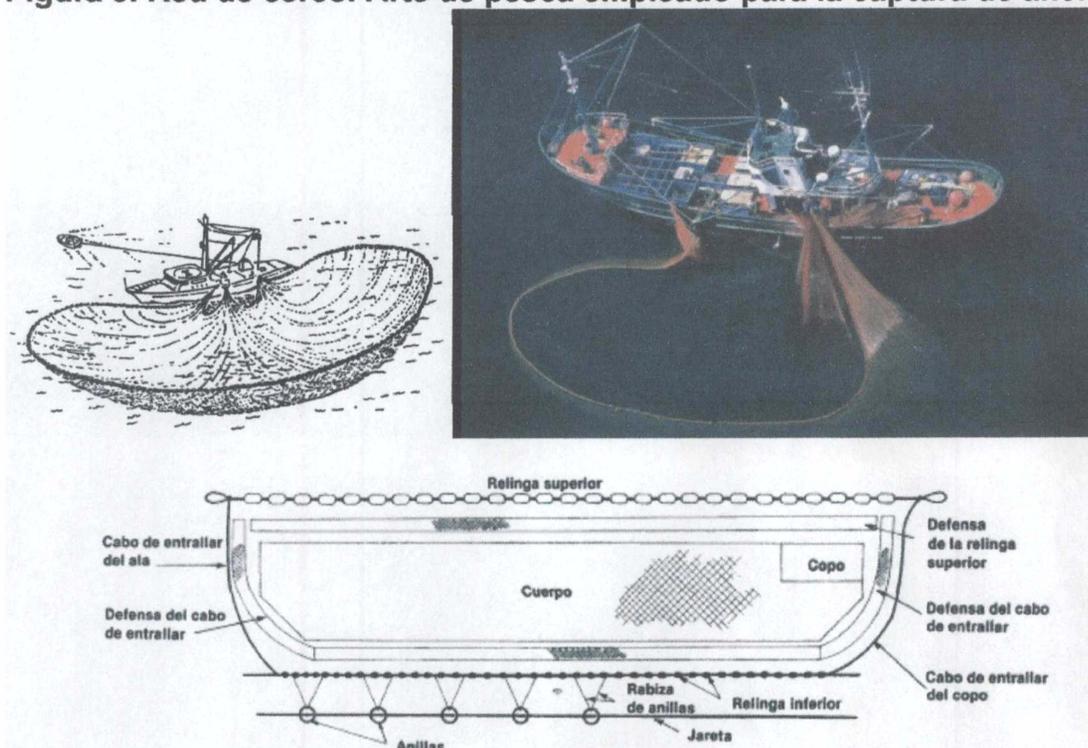
Otra pesquería importante que utiliza este tipo de arte de pesca cerquero es la de la sardina, tanto la europea, sardina propiamente dicha, como las especies más abundantes y de mayor tamaño que frecuentan las costas de América y California, o las de África del Sur y Japón. Se pueden citar las importantes pesquerías de Menhaden en la costa sudoriental de los Estados Unidos explotadas para la obtención de harinas y aceites, las cuales han llegado a tan alto grado de desarrollo que incluso disponen de helicópteros para la localización de los cardúmenes.

Sin embargo, la pesquería de cerco que ha tenido una mayor evolución en los últimos años ha sido la del atún, cuyas principales poblaciones se localizan en el océano Pacífico oriental entre las costas de California y las del Perú, o en las del Atlántico frente al norte de África. Los barcos que intervenían en esta pesquería, hasta 1966, utilizaron las cañas y la carnada viva, pero a partir de ese año fueron adaptados para emplear la red de cerco.

Existen otras especies que, por la conducta que presentan, no siempre se capturan con redes de cerco, como las caballas y los jureles, que por su costumbre de permanecer una parte del año en la superficie y otra en el fondo, se pescan alternativamente con artes de cerco y de arrastre. En la parte norte del océano Pacífico, los salmones se capturan en ciertas ocasiones mediante artes de cerco especialmente preparadas.

Las modernas tendencias del arte de cerco tratan de realizar la maniobra del modo más fácil y rápido, evitando, al mismo tiempo, la huida de cierta cantidad de peces a través de la parte inferior de la red antes de que se cierre con la jareta; por ello, algunos diseños recientes de éstas llevan un segundo faldón por debajo del piso principal de la red, asegurando, así, su efectividad. De cualquier modo, las redes de cerco no son cien por ciento efectivas, ya que su diseño prevé que se pueda escapar un número de peces que asegure la conservación de la especie. (Biblioteca digital, 1995).

Figura 3. Red de cerco. Arte de pesca empleado para la captura de anchoíta



Fuente: Tintorero, 2009

Redes de Copo

Existen multitud de variantes en las redes de copo, pero todas ellas están construidas principalmente por tres sectores principales: el "copo" o fondo de la red, donde se ha de acumular la pesca, sin que se pueda seleccionar a los organismos capturados; las "alas" o porciones laterales de la red, por las que se realiza la tracción; y por último, el "casarete", porción de paño en forma de cono truncado que une las alas con el copo dando resistencia a la red.

Según el modelo, cada una de estas partes se subdivide en otras, que se diferencian por su forma y sobre todo por las dimensiones de las mallas con que están construidas.

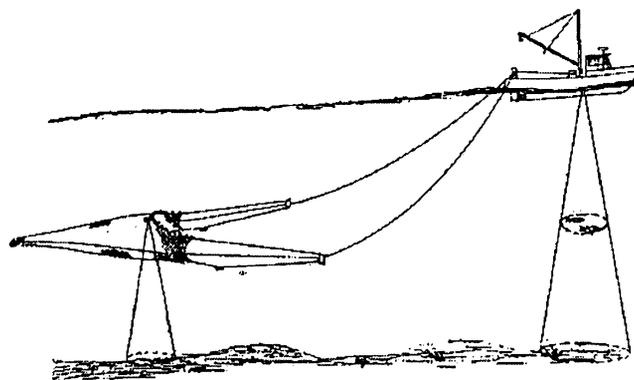
Estas redes se mantienen abiertas gracias a la acción de la relinga superior que lleva corchos o bolas de vidrio, metálicas o de otros materiales, y por el peso de los lastres de plomo y cadenas en su relinga inferior.

Las artes de copo se agrupan, atendiendo a la forma de tracción que se emplea durante la maniobra, en dos tipos diferentes: aquéllas en que el cabo se cobra desde tierra, arte de copo con cabo de tierra; y en las que la maniobra se realiza desde embarcaciones, arte de copo remolcada, pudiendo operar, según se lastre, en la superficie, a media agua o en el fondo, dependiendo de las especies que capture.

El desarrollo de la industria pesquera se incrementó con la incorporación de las redes de cerco y de copo, innovaciones que fueron utilizadas primero en los países nórdicos por estar situados cerca de las zonas en donde los cardúmenes son muy grandes, lo que permite el mejor uso de este tipo de artes. Después se sumaron poco a poco otros países a este escenario del mundo moderno de la pesca. El "cerco" es el arte de pesca mayoritariamente empleado por los pescadores de la cornisa cantábrica tanto para la pesca del macarel como la de la anchoa.

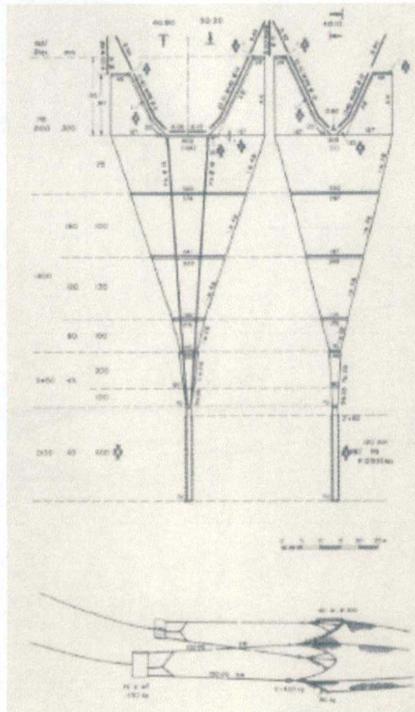
Consiste en estibar el cerco o traíña en la embarcación, de forma que los corchos (flotadores) queden a la parte de popa, la malla en el centro y los plomos a proa. Una vez localizado el banco de peces, la embarcación se mantiene a una distancia de 6 brazas. Mientras se larga la red, la embarcación gira con rapidez alrededor del banco, formando un cerco alrededor del cardumen de peces en la banda de babor. Al tirar de él, la red se cierra formando una bolsa en la que quedan encerrados los peces. El pescado capturado se embarca mediante el empleo del salabardo. Finalizada la operación, el arte es izado a bordo y estibado convenientemente para una nueva largada, y vuelta a empezar. (Biblioteca digital, 1995).

Figura 4. Redes de copos. Arte de pesca utilizado para la captura de anchoíta



Fuente: Biblioteca digital, 1995

Figura 5. Redes de copos. Estructura de la red



Fuente: Patentados, 2007

Ecosonda

El hundimiento del trasatlántico *Titanic* en 1912, despertó por primera vez el interés por detectar objetos bajo el agua. Un meteorólogo británico, L. F. Richardson, sugirió el empleo del eco como un posible medio para detectar icebergs, y el pionero de la radio Reginald A. Fessenden efectuó los primeros experimentos antes de la primera guerra mundial.

La determinación de la profundidad haciendo funcionar el equipo verticalmente desde el barco fue una aplicación crucial en tiempos de paz. Hacia 1930, los ecosondas reemplazaron el viejo método del lanzamiento del escandallo para determinar la distancia del fondo.

Desde 1960, la mayoría de los barcos de altura van provistos de un ecosonda de precisión. En la actualidad se utiliza el análisis por computadora para obtener una imagen instantánea del relieve bajo la quilla.

El ecosonda se ha convertido en un medio indispensable para determinar la posición, tamaño y profundidad de los obstáculos submarinos. Las compañías petrolíferas lo utilizan para vigilar los oleoductos submarinos y el movimiento de las masas de arena que pudieran dañarlos, y los arqueólogos marinos lo emplean en la búsqueda de restos de naufragios.

El principio de funcionamiento del ecosonda, es básicamente el mismo principio del sonar, transmitir fuertes impulsos sonoros para luego captar y clasificar los ecos que servirán para ubicar la situación del objeto que los produce. La diferencia consiste en que, el ecosonda, mantiene la cara radiante (cristal), del transductor, siempre en posición vertical fija, dirigida hacia el fondo del mar; Y el transductor del sonar puede operar horizontal y lateralmente a voluntad. Al igual que el sonar, la ecosonda consta de pantalla y de un "transductor". Normalmente la pantalla se instala en el puente de mando y está compuesto de un registrador, un transmisor y un receptor. El

registrador hace funcionar el transmisor y marca el eco después de que el receptor lo ha amplificado cerca de un millón de veces. El transductor, que está instalado en el fondo de la embarcación, trabaja como un parlante para el transmisor y como un micrófono para el receptor. En la unidad registradora, los ecos son marcados por una pluma o aguja que pasa sobre un papel especial o grabados en cinta magnética para su utilización digital.

El retardo del pulso sonoro enviado y recogido por el transductor es lo que permite calcular la profundidad utilizando la siguiente ecuación:

Profundidad = (Velocidad del sonido x tiempo) / 2

La división por 2, se utiliza para tener en cuenta el viaje de ida y vuelta del impulso en el agua (Pesca Marina, 2011).