

**Mar del plata
Laboratorio de análisis.**

**Trabajo final de la carrera Técnico superior en Acuicultura y
Procesamiento Pesquero.**

**Evaluación de la calidad y el índice de frescura del pescado
fresco y congelado mediante análisis fisicoquímicos.**

Autor: Cuzzio Andrade Gabriel Leonardo.

Tutor: Bioq. Moschione Eleonora.

Lugar de trabajo: Laboratorio de análisis UTN Mar del Plata.

Año: 2010

Introducción:

En la actualidad debido a las grandes demandas de productos pesqueros, esta industria fue creciendo para cumplir los requisitos de sus consumidores, ofreciéndoles cantidad, calidad y constancia en la producción.

El pescado como alimento importante en el consumo humano fue tomando ímpetu durante el transcurso del tiempo. Fue entonces importante que se comience a desarrollar la industrialización del mismo para sustentar el consumo masivo que se esta llevando a cabo, de esta forma se aplicaron ciertas actividades que permita la conservación y/o transformación para preservar sus características originales como alimento, o bien como materia prima de uso industrial.

Es necesario llevar a cabo un buen control para lograr una óptima manutención en calidad nutricional, conocer su composición y su contenido en nutrientes. Además poder determinar características físico-químicas, alteraciones, principios técnicos de manipulación, conservación y transformación del pescado; asociados al sector de productos derivados del pescado para poder obtener un producto seguro de optima calidad.

En este trabajo se aborda una revisión de los indicadores de calidad y frescura más elementales, evaluando diferentes especies de pescado fresco y congelado, optimizando las técnicas empleadas para la optimización de los resultados.

Beneficio del consumo de pescado:

Analizando el pescado fresco se encontró que tiene un valor nutritivo excelente, proporcionando proteínas de gran calidad y una amplia variedad de vitaminas y minerales, como las vitaminas A y D, fósforo, magnesio, selenio, y yodo en el caso del pescado de mar. Sus proteínas (como las de la carne de vaca) son de fácil digestión y complementan favorablemente las proteínas cotidianas aportadas por los cereales y las legumbres que se suelen consumir en muchos países en desarrollo.

Los expertos coinciden en que, aun en pequeñas cantidades, el pescado puede mejorar considerablemente la calidad de las proteínas que se consumen a diario, al aportar los aminoácidos esenciales que suelen ser pocos en la alimentación predominantemente vegetariana.

La investigación más reciente revela que el pescado es más que una simple opción de consumo de proteínas animales. Las grasas de algunos pescados proporcionan mejor que ningún otro alimento el tipo de grasa vital para el desarrollo normal del cerebro en los niños por nacer y en los recién nacidos.

Dado que los ácidos grasos de algunos pescados como el atún, la caballa y las sardinas especies comunes en los países en desarrollo son una opción particularmente acertada para la alimentación de las mujeres embarazadas o lactantes (FAO 1998).

Objetivo:

- Evaluación de la calidad nutricional y grado de deterioro en especies de pescados más comercializadas en la región.

Objetivos particulares:

- Comparación de especies y clasificación de acuerdo a su calidad nutricional.
- Conocer la variación en contenido nutricional de una misma especie de acuerdo a parámetros intrínsecos y extrínsecos.
- Revisión de los procedimientos empleados y la puesta a punto de las técnicas con las diferentes especies de pescado.

Generalidades:

Composición porcentual y valor nutricional.

La composición porcentual y el valor energético del pescado y productos derivados están dados por los parámetros enumerados a continuación, en orden de importancia en relación al peso:

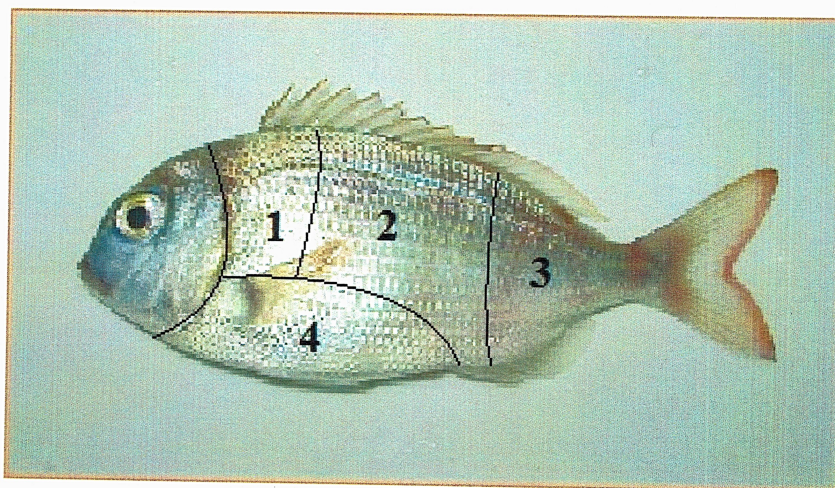
- Porcentaje de humedad de la muestra (agua)
- Porcentaje de proteínas totales.
- Porcentaje de grasas totales.
- Porcentaje de cenizas (contenido inorgánico de la muestra, sales de sodio, potasio, sulfatos, cloruros, etc.)
- Porcentaje de hidratos de carbono.

Con estos datos también se puede calcular el nivel nutricional que presenta el pescado, para poder clasificarlo en distintos mercados y darle un adecuado proceso.

El contenido de carbohidratos en el músculo de pescado es muy bajo, generalmente inferior al 0,5 por ciento. Esto es típico del músculo estriado, en el cual los carbohidratos se encuentran en forma de glucógeno y como parte de los constituyentes químicos de los nucleótidos (FAO 1998). Estos últimos son la fuente de ribosa liberada como una consecuencia de los cambios autolíticos post mortem. Por este motivo se descarta un análisis directo del mismo y el resultado se obtiene por diferencia entre el 100% y el contenido de agua (humedad), proteínas, lípidos y cenizas.

Analizando distintas especies de pescados enteros de procedencia marina, se determinó la predominancia de los diferentes compuestos en la región del cuerpo del individuo (Figura N° 1)

- % Humedad: Es mayor en la zona caudal y menor en la ventral.
- % Proteínas: Es mayor en la zona dorsal y menor en la ventral.
- % Grasa: Es mayor en la zona ventral y menor en la caudal.
- % Ceniza: Es menor en la zona ventral y homogénea en el resto.



1: zona dorsal anterior 2: zona dorsal posterior
3: zona caudal 4: zona ventral

Figura N° 1

Por lo tanto al analizar la composición de un pescado entero se debe procesar de tal forma que resulte un desmenuzado homogéneo si se quiere analizar el pescado en su totalidad.

Estos datos nos permiten clasificar al pescado para su fin, ya sea en consumo humano o animal, empleándose en conservas, salado seco, salado madurado (anchoado), fresco, congelado, harina y aceites, etc.

Entre las muestras de la misma especie se observan variaciones en la calidad nutricional dependiendo de los siguientes factores:

- Tamaño, edad o estadio sexual.
- Zona de pesca.
- Forma de captura.
- Alimentación.
- Cambios estacionales de las características dentro de cada especie.
- Nado migratorio

Aún así si se logra mantener fijas las condiciones de tamaño, lugar de pesca y sexo, encontramos variantes a lo largo del año asociadas con el desove animal.

El pez tiene períodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (como desove o migración) o bien por factores externos como la escasez de alimento. Usualmente el desove, independientemente de que ocurra luego de largas migraciones o no, requiere mayores niveles de energía. Los peces que tienen energía almacenada en la forma de lípidos recurrirán a ella. Las especies que llevan a cabo largas migraciones antes de alcanzar las zonas específicas de desove, degradarán -además de los lípidos- las proteínas almacenadas para obtener energía, agotando las reservas tanto de lípidos como de proteínas, originando una reducción de la condición biológica del pez. En adición, muchas especies generalmente no ingieren mucho alimento durante la migración para el desove y por lo tanto no tienen la capacidad de obtener energía a través de los alimentos.

Durante los períodos de intensa alimentación, el contenido de proteínas del músculo aumenta hasta una extensión que depende de la cantidad de proteína agotada; por ejemplo con relación a la migración por el desove. Posteriormente, el contenido de lípidos muestra un marcado y rápido aumento. Después del desove el pez recobra su comportamiento de alimentación y generalmente migra hasta encontrar fuentes adecuadas de alimento. Las especies que se alimentan de plancton, como el arenque, experimentan una variación estacional natural dado que la producción de plancton depende de la estación.

La fracción lipídica es el componente que muestra la mayor variación. A menudo, dentro de ciertas especies la variación presenta una curva estacional característica con un mínimo cuando se acerca la época de desove.

Deterioro del pescado:

La determinación de bases volátiles por la técnica de antonacopoulos (TVN) es uno de los métodos más ampliamente usados en la evaluación de la calidad de los productos pesqueros al ser simple de analizar y refleja los últimos estadios del deterioro avanzado.

Es un término general que incluye la medición de nitrógeno no proteico como la trimetilamina (producida por deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas durante el almacenamiento en congelación), amoníaco (producido por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) trazas de monometilamina y propilamina, que se formaran en etapas avanzadas del deterioro de los pescados.

Materiales y métodos:

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se emplearon diferentes especies de pescados más comercializados en la zona como jurel, anchoa de banco, pescadilla, palometa, merluza y lenguado. Siendo estas ultimas tres, filetes frescos y el resto pescado entero congelado.

Para el caso del jurel, anchoa de banco y palometa se obtuvieron muestras de diferentes lotes, al tratarse de pescado entero congelado no se pudo obtener la fecha de captura, y se tomó en cuenta la fecha de análisis.

Luego de descongelar cada muestra se las procesó enteras para su análisis y se las homogenizó para evitar variaciones de los parámetros en resultados posteriores.

Los filetes de lenguado, merluza y palometa al ser frescos, se procesaron inmediatamente en el laboratorio para los análisis nutricionales y se tomó un tiempo determinado para el examen del índice de frescura.

Las técnicas de análisis utilizadas en el presente trabajo se ajustan a los métodos de validez internacional para estos tipos de ensayos, realizadas en el Laboratorio de Análisis de la Universidad Tecnológica Nacional sede Mar del Plata. (Ver apéndice I)

Resultados y Discusión:

Pescado entero congelado

Se analizaron las composiciones proximales de diferentes muestras de pescado entero congelado, dando los siguientes resultados en la tabla N° 1.

Tabla N° 1 Análisis de composición proximal del pescado entero congelado.

Fecha de análisis	Muestra	Codigo	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	Hidratos de carbono (%)	Valor energético (Kcal/100g)
04/06/2009	Jurel congelado	J1	69,33	12,97	12,36	1,66	3,68	177,84
04/06/2009	Anchoa de Banco cong	A1	77,49	15,62	0,90	2,04	3,95	86,38
04/06/2009	Anchoa de Banco cong	A2	77,78	14,72	0,89	2,05	4,56	85,11
11/06/2009	Pescadilla congelada	P1	79,56	15,14	1,16	2,45	1,69	77,78
14/08/2009	Jurel congelado	J3	67,71	15,13	12,98	1,76	2,42	187,02
14/08/2009	Jurel congelado	J4	72,47	15,28	7,19	1,83	3,24	138,75
20/10/2009	Jurel congelado	J5	73,53	15,19	7,36	1,93	2,00	135,00
21/10/2009	Jurel congelado	J6	70,40	17,17	10,26	1,92	0,25	162,04
13/03/2010	Pescadilla congelada	P2	79,40	21,00	0,40	1,30	0,00	87,60
18/03/2010	Jurel congelado	J7	76,40	20,00	0,90	2,10	0,60	90,50
18/03/2010	Jurel congelado	J8	72,50	19,30	3,90	2,00	2,30	121,50
12/07/2010	Jurel congelado	J9	70,85	17,58	5,97	4,55	1,05	128,25
12/07/2010	Jurel congelado	J10	66,73	17,15	6,16	3,25	6,71	150,88
12/07/2010	Jurel congelado	J11	68,71	17,07	6,53	2,69	5,00	147,05

Se puede observar con claridad que si analizamos cuantitativamente la composición de las muestras analizadas, obtenemos valores más altos de humedad, seguidos por proteínas, grasas, cenizas y finalmente carbohidratos (Grafico N° 1)

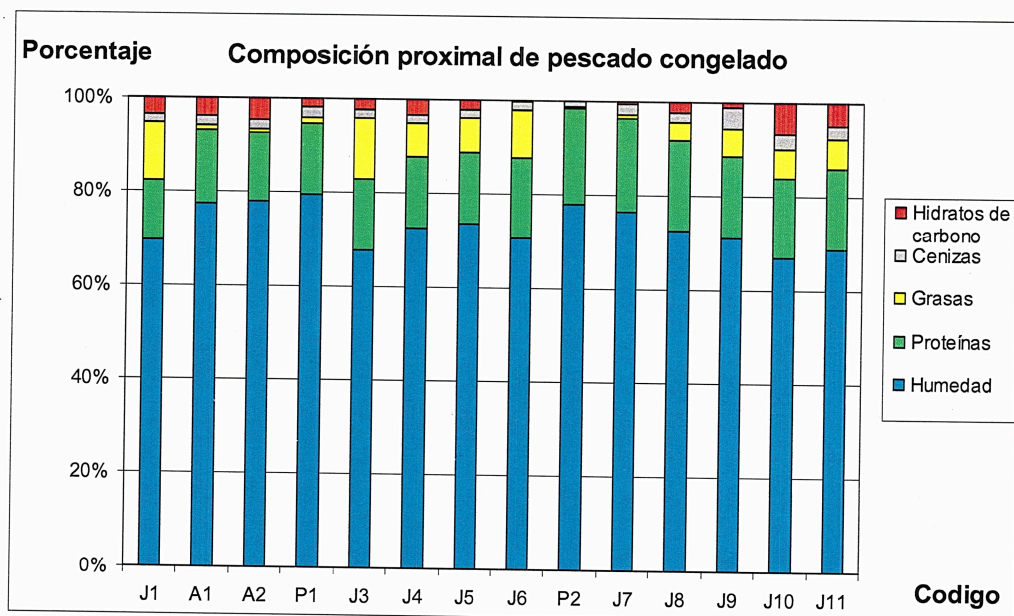


Grafico N° 1: Resultados de la composición proximal del pescado congelado

Es importante destacar que al trabajar con distintas especies de pescados los valores nutricionales son variables si se comparan entre si, dejando en claro una diferencia en la clasificación de pescado magro y graso. En la tabla número 2 se calculó el promedio de cada valor que arrojaron los análisis de las 14 muestras y se clasificó por especie.

Tabla N° 2 Promedio de los valores nutricionales en las especies de pescado analizadas

Muestra	Humedad (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Cenizas(%)	Hidratos de carbono (%)	Valor energético Kcal/100g
Jurel congelado	70,86	16,68	7,36	2,37	2,73	143,88
Anchoa de Banco cong	77,63	15,17	0,89	2,05	4,26	128,61
Pescadilla congelada	79,48	18,07	0,78	1,88	0,84	123,30

El jurel presenta mucha mas cantidad de materia grasa depositada en todo su organismo, por esta razón su valor energético es mucho mayor con respecto al resto de las especies analizadas, pudiéndose de esta manera clasificar al jurel como pescado graso y a la anchoa de banco y la pescadilla, pescado magros, en este estudio. Los resultados se pueden ver más claros apreciando el Grafico N° 2 y el Grafico N° 3.

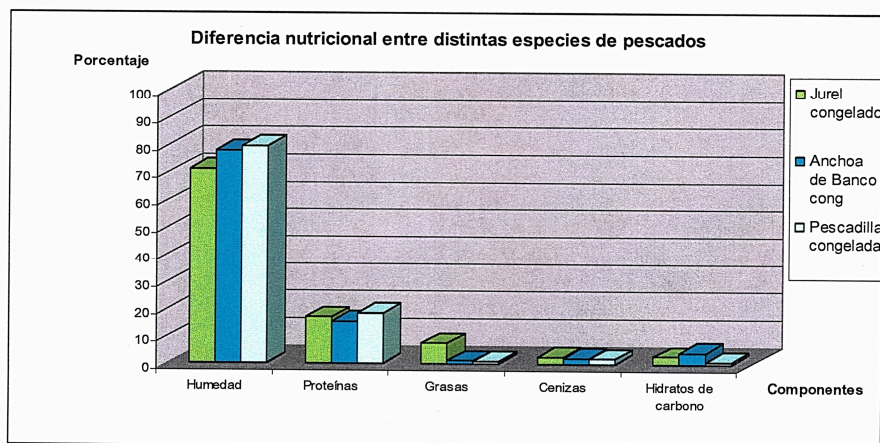


Grafico N° 2: Valores nutricionales

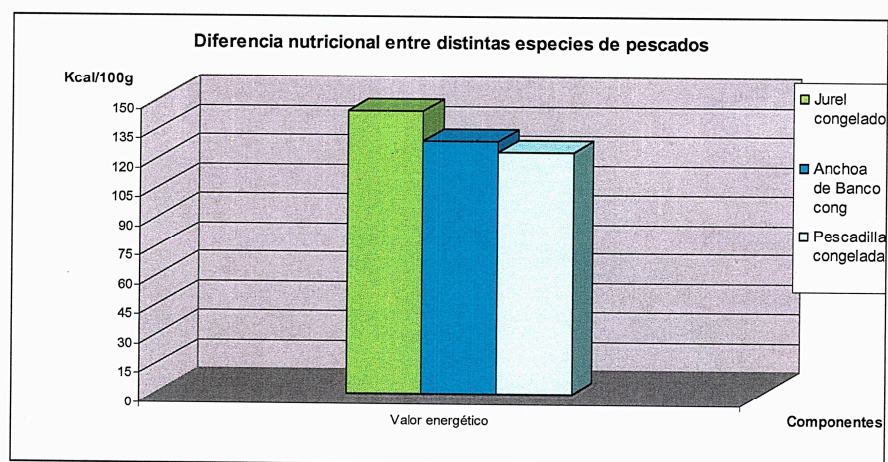


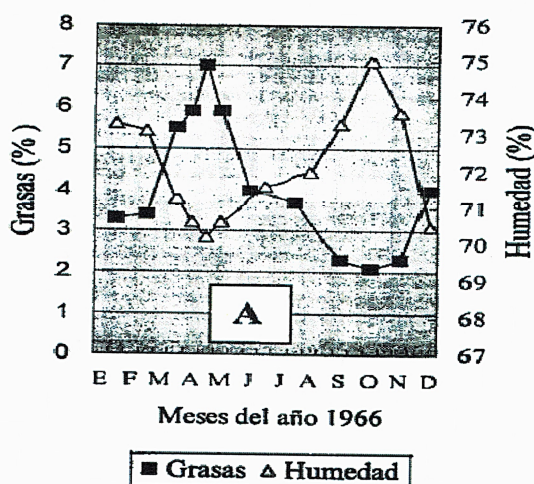
Grafico N° 3: Valores energéticos

Variación entre los distintos componentes del pescado congelado

Grasa y agua en el pescado:

El contenido de lípidos en filetes de pescado magro es bajo y estable, mientras que el contenido de lípidos en filetes de especies grasas varía considerablemente. Sin embargo, la variación en el porcentaje de grasas se refleja en el porcentaje de agua, dado que la grasa y el agua normalmente constituyen el 80 por ciento del filete. Esta proporcionalidad se puede emplear para "estimar" el contenido de grasa, a partir de la determinación del contenido de agua en el filete. De hecho, este principio ha sido utilizado con mucho éxito en un instrumento analizador de grasas denominado Medidor Torry de Grasas en Pescado, el cual en realidad mide el contenido de agua (FAO, 1998).

Estudios realizados en la Sardina (*Sardinella Brasilensis*) durante todo un año considerando su ciclo de desove, dejaron en clara evidencia la relación inversamente proporcional existente entre la grasa y el agua presente en el músculo del pescado. Esta relación lineal entre los contenidos de lípidos y de agua, fue encontrada en primer lugar en las especies del Mar del Norte, como el arenque; aunque después se conoció como general para el resto de las especies. Las correlaciones son en general estadísticamente significativas; aunque el ajuste resulta mejor para especies grasas que para especies magras. En las especies grasas los rangos de variación son más amplios que en las especies magras. (Contreras-Guzmán, 2002). (Grafico N° 4)



Variación estacional del porcentaje de grasas y humedad de sardina (*Sardinella brasiliensis*) durante todo el año 1966

Grafico N° 4 Relación entre el porcentaje de grasas y humedad en sardina (Contreras-Guzmán, 2002)

Se observa en todas las muestras analizadas anteriormente una relación inversamente proporcional entre la cantidad de lípidos con respecto a la cantidad presente de agua en el pescado (Grafico N° 5)

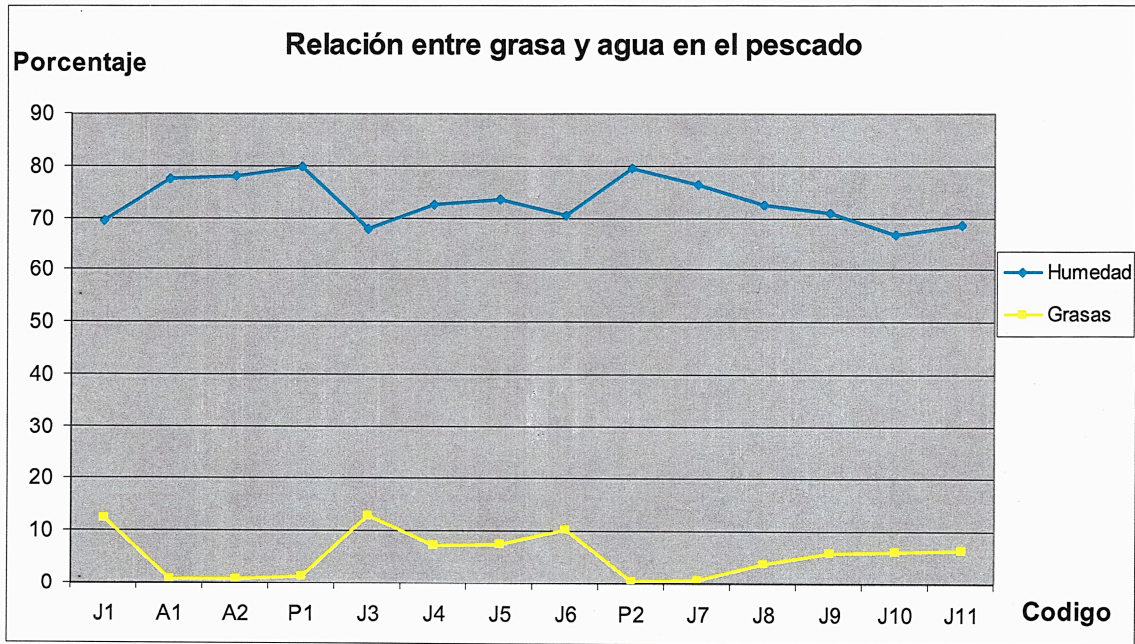
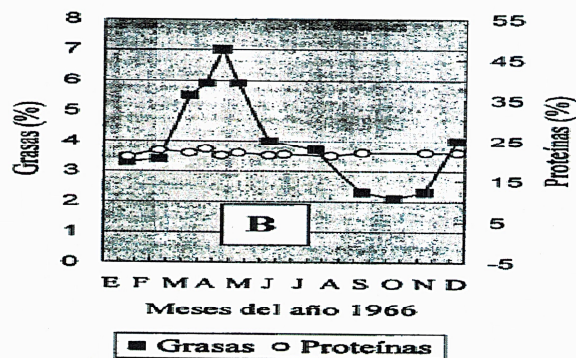


Grafico N° 5: relación entre el contenido de materia grasa y humedad en el pescado.

Proteínas y grasa en el pescado

Otra variación de importancia es la relación entre proteínas y grasas presentes en el músculo de pescado capturado durante distintos periodos de un año. Si bien el análisis proteico puede arrojar resultados similares cuantitativamente entre diferentes ejemplares, en muchos casos eso no aporta un dato mayor en lo que respecta a calidad proteica. Esta situación generalmente se da en la mayoría de las especies que presentan un bajo consumo alimenticio en el desarrollo gonadal agotando su reserva lipídica resultando en un consumo de proteínas somáticas disminuyendo así su calidad desde el punto de vista alimenticio. Luego de terminar la época de desove, el pez vuelve a alimentarse intensivamente; existiendo una etapa intermedia en la cual el contenido de lípidos alcanza un nivel máximo, para después disminuir durante la época de desove. Se puede apreciar claramente esta relación en estudios realizados con especies grasas comercializables (Grafico N° 6)



Variación estacional del porcentaje de grasas y proteínas de sardina (*Sardinella brasiliensis*) durante el año 1966

Grafico N° 6 Relación entre el porcentaje de grasas y humedad en sardina (Contreras-Guzmán, Chile 2002)

Se puede apreciar que en la captura post desove cuando existe el pico máximo de lípidos favorece la presencia de abundantes ácidos grasos poli insaturados (AGPI), especialmente los más importantes como el Eicosopentaenoico C_{20:5} y el Docosoheaxaenoico C_{22:6}, altamente buscado por la industria farmacéutica para prevenir problemas típicos de colesterol.

El Grafico N° 7 nos muestra la relación entre la maduración de las gónadas y su relación con los lípidos.

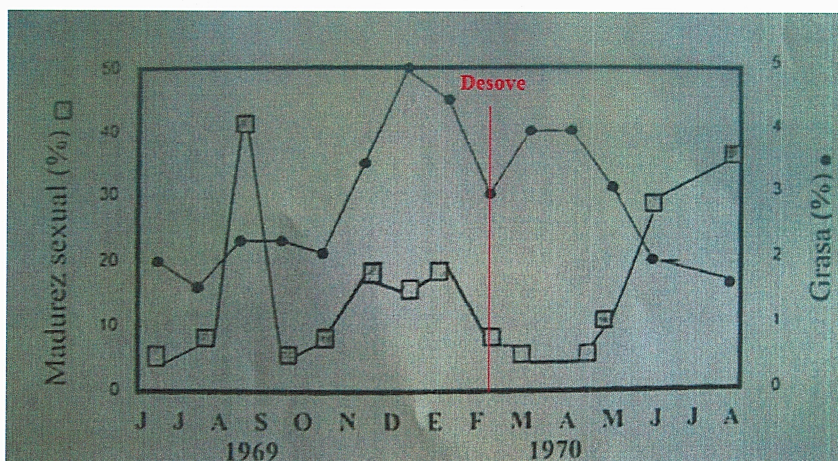


Grafico N° 7. Relación entre grado de madurez sexual y grasa muscular de anchoveta (*Engraulis ringens*) (Crupkin, 2010)

En las muestras de jurel analizadas en este trabajo, se observa que existe una diferencia moderada entre los distintos ejemplares en cuanto cantidad proteica, pero sí existe una variación más importante en cantidad de grasas. La relación existente entre estos parámetros tendría que ver con el desarrollo gonadal. (Grafico N° 8)

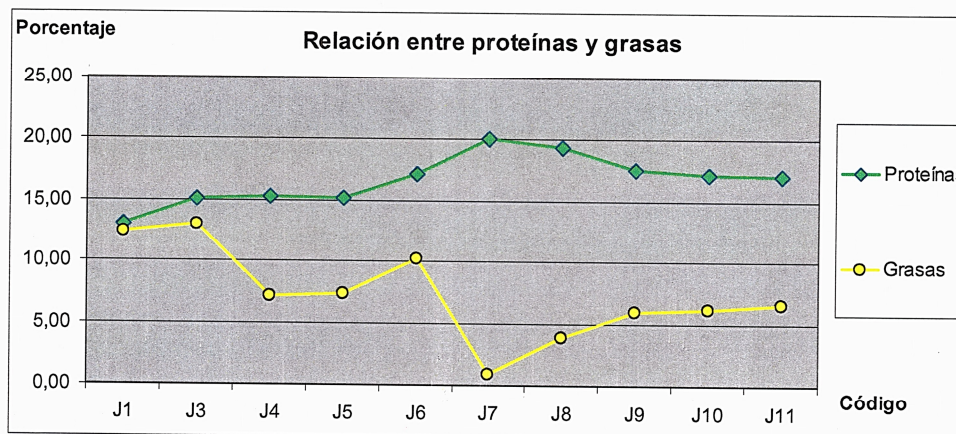


Grafico N° 8. Relación entre proteínas y grasas en Jurel congelado

Filete de pescado fresco

Se realizaron tres análisis de filetes de pescados frescos, un pescado magro como la merluza, uno graso como la palometa y un pescado plano como el lenguado, se observan los resultados en la Tabla N° 3:

Tabla N° 3. Análisis proximal del pescado fresco (filete)

Fecha	Muestra	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Grasas (%)	Hidratos de carbono (%)	Valor energético (Kcal/100g)
05/08/2010	Merluza	78,93	1,01	15,43	1,02	3,61	85,34
05/08/2010	Lenguado	81,82	0,89	16,35	0,06	0,88	69,46
05/08/2010	Palometa	80,03	0,66	15,21	1,43	2,67	84,39

De las tres especies analizadas se observó que el contenido de humedad y de proteínas fue muy similar para todas, mientras que el mayor valor de cenizas fue para merluza. Con respecto al contenido de grasas, el mayor valor registrado fue para palometa y el menor para el lenguado, mientras que entre los tres pescados, el menor contenido de hidratos de carbono correspondió al lenguado.

En el Grafico N° 8 se comparan las determinaciones de la composición proximal en las distintas especies de pescado fresco

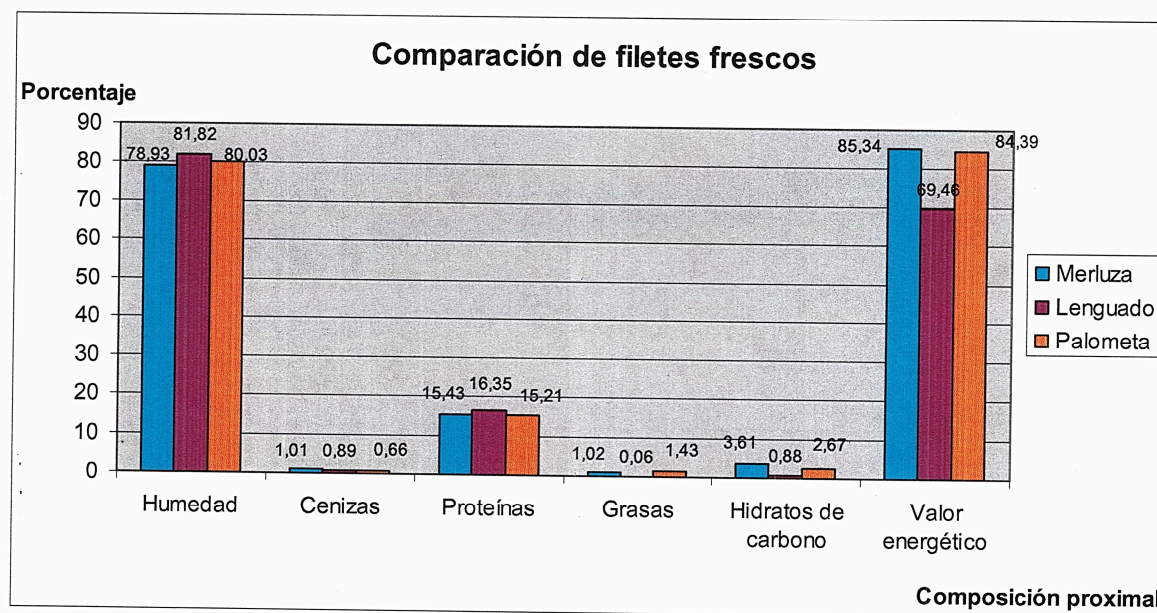


Grafico N° 8. Comparación proximal de las distintas especies de pescado fresco

Nivel de deterioro del pescado

A 10 muestras de distintas especies de pescado se les realizó la técnica de TVN. Cuyos resultados se observan en la tabla N° 4.

Tabla N° 4. Valores de TVN en pescado fresco

Fecha	Muestra	Código	TVN
11/12/2009	Pescadilla	P1	21,80
15/12/2009	Tilapia	T1	26,07
21/12/2009	Tilapia	T2	24,40
21/12/2009	Pescadilla	P2	20,20
22/12/2009	Tilapia	T3	19,30
23/12/2009	Pescadilla	P3	23,46
22/03/2010	Merluza	M1	20,90
05/08/2010	Merluza	M2	36,79
05/08/2010	Lenguado	L1	21,67
05/08/2010	Palometa	P0	47,09

Las muestras de m y p correspondientes al 578 fueron procesadas y analizadas después de un periodo de 24 horas desde su ingreso al laboratorio en ese tiempo las mismas sufrieron cambios de temperatura desde un valor inicial de 4°C, subiendo a 10°C y volviendo a enfriarse de nuevo hasta los 4°C. Esta manipulación, asociada con los valores de TVN altos obtenidos en merluza y palometa (Tabla 4) ejemplifica una situación de mal manejo que podría darse cuando no se toman las medidas adecuadas de almacenamiento y acondicionamiento del pescado.

Como se puede observar en el grafico N° 9, los resultados de filetes frescos arrojaron valores <30 mg/100 TVN, a excepción de la merluza y la palometa que superaron este valor según se comentó anteriormente.

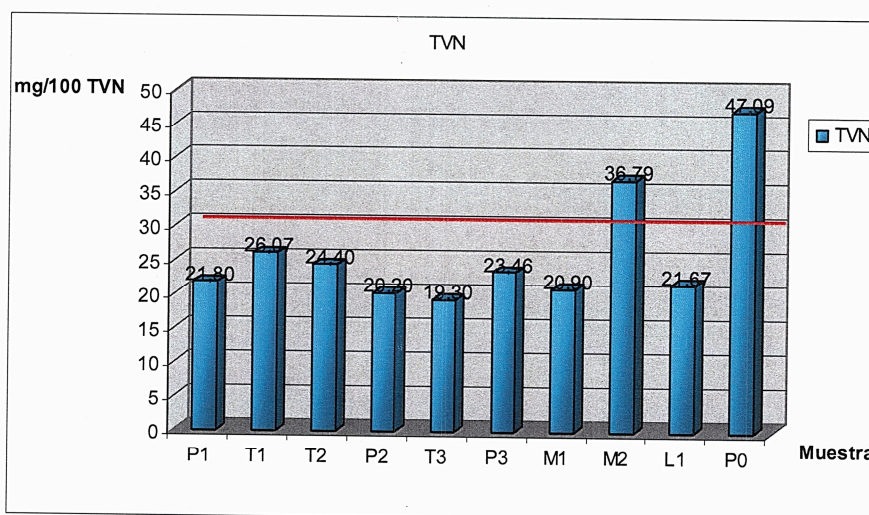


Gráfico N° 9. Resultados de los análisis de TVN en pescados frescos

Para las especies de pescados teleósteos estudiadas, el Código Alimentario Argentino permite un valor de TVN de hasta 30mg/100g, por lo tanto la merluza y la palometa que superaron este límite no son aptas para consumo humano.

Conclusión:

Para realizar los análisis a las muestras de pescados se pudo adaptar cada técnica y ensayo de acuerdo a los requerimientos propuestos en los objetivos, optimizando cada una de las mismas de acuerdo al equipamiento que se posee en el laboratorio.

De esta forma al analizar el pescado entero o el filete se pudo definir que está compuesto mayormente por agua, seguido de proteínas, grasas y cenizas. La variación de la calidad nutricional en cada especie nos permite hacer una clasificación de pescado basándose en la poca o abundante cantidad de materia grasa presente en el organismo, denominados magros y grasos.

El valor energético de cada especie varía considerablemente siendo muy superior en especies grasas que en especies de carnes blancas, de todas formas en una misma especie su valor energético puede variar significativamente de acuerdo a parámetros exclusivos de cada ejemplar como el lugar de captura, estadio sexual, tamaño, etc.

La época de captura del pescado influye de forma directa en su calidad nutricional, dependiendo de la etapa de reproducción en la que se encuentra, De esta forma mientras más desarrollo gonadal presente el pescado mas pobre va a ser en valor nutricional.

El análisis de bases volátiles por medio de la técnica de Antonacopoulos, es uno de los métodos más ágiles y prácticos en cuanto a la necesidad de medir el índice de frescura de un pescado. Los análisis realizados muestran que un mal manejo de la materia prima puede elevar los niveles de bases volátiles superando los niveles establecidos por el C.A.A. no apto para consumo humano.

APENDICE I

Metodologías de los análisis realizados:

Humedad:

El porcentaje de humedad es bastante constante en los peces magros, aumentando al terminar el desove, a la vez que desciende la tasa de proteína. El contenido de agua en un tejido fresco es máximo y se va perdiendo a medida que las proteínas se van desnaturalizando, especialmente cuando se someten a procesos inadecuados de congelación.

Principio del método:

El contenido de humedad se determina por diferencia de peso del pescado antes y después de evaporarse el agua contenida mediante convección natural de aire caliente (105°C).

Al calentar la muestra también se produce una pérdida de sustancias volátiles, debiendo tener en cuenta que suele producirse oxidación de las grasas, dado el largo tiempo de calentamiento.

Instrumental:

- Balanza analítica
- Estufa de secado a 103° C
- Cápsulas de porcelana
- Pinza para crisoles

Materiales y reactivos:

No aplica

Procedimiento:

Pesar en una cápsula tarada 5 g de muestra bien esparcida al mg. Registrar el peso. Colocar en la estufa a 105° C hasta peso constante, alrededor de 4 hs. Enfriar en un desecador y registrar el peso.

Cálculo de resultados:

$$\text{Humedad \%} = \frac{(M1 + M - M2) \times 100}{M1}$$

Donde:

M = peso de la cápsula vacía

M₁ = peso de la muestra

M₂ = peso de la cápsula más la muestra secada

Resultados:

El resultado que se obtuvo se calcula en porcentaje, correspondiente a la cantidad de agua que presentaba la muestra, variando estos mismos con la especie de pescado a evaluar.

Referencia:

Norma IRAM 15010 Parte I

Proteínas:

Las proteínas están formadas por cadenas de aminoácidos en cuya composición se puede valorar fácilmente el nitrógeno.

En el caso del pescado están presentes también nitritos, amonio (Bases volátiles Nitrogenadas) cuyo Nitrógeno también es valorable, en conjunto con los primeros mencionados, de allí la denominación de nitrógeno total. La técnica que se utiliza es por el método de Kjeldahl que consta de tres etapas:

Digestión, destilación y titulación.

Principio del método:

El método consiste en la extracción total del nitrógeno proteico y no proteico, y la valoración de la totalidad por consecuencia, se le aplica un factor de conversión para sacar la parte proporcional de proteínas que presenta la muestra, en el caso a considerar el factor del pescado es de 6,25.

Instrumental:

- Balanza analítica
- Digestor DK6
- Destilador UDK 127
- Bureta
- Tubos de digestión
- Erlenmeyers

Reactivos:

- Sulfato de Potasio
- Sulfato de cobre

- Ácido sulfúrico conc.
- Agua oxigenada 30 %
- Hidróxido de Sodio 40 %
- Ácido Bórico 4%
- Indicador de Tashiro
- Acido clorhidrico 0,1 N

Procedimiento:

Digestión:

Pesar al mg en un papel celofán 1,5 gr. aproximadamente de muestra y transferir cuantitativamente a un tubo de digestión, posteriormente agregar 7gr de K_2SO_4 , 0,25 gr. de $CuSO_4$. Bajo campana adicionar 12 ml de H_2SO_4 , y 4 ml de H_2O_2 al 30%, agitar levemente para que las sales se desprendan del fondo del tubo y colocar el tubo en el equipo digestor, haciendo una rampa de temperatura inicial de 150°C por 10 minutos, 250° C por 10 minutos, 350° C por 10 minutos y finalmente 370° C por 150 minutos.

Destilación:

Una vez digerido dejar enfriar, corroborando la solidificación del contenido del tubo y suministrarle entre 50 y 75 ml de agua para formar una película por encima de la superficie.

Suministrar 60 ml de NaOH al 40% para neutralizar.

Destilar la solución digerida y recoger y recoger 150 ml de destilado en un erlenmeyer con 30 ml de H_3BO_3 e indicador de Tashiro.

Titulación:

Titular la muestra con HCl 0,2 N hasta que la solución vire de verde a rosa.

Cálculo de resultados:

$$\text{Proteínas \%} = \frac{VxNx1,4007x6,25}{M}$$

Donde:

V = Volumen gastado de ácido clorhídrico titulante.

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

M = Masa de la muestra utilizada.

Resultado:

El resultado se expresa como porcentaje de proteína contenida en la muestra.

Referencia:

Norma IRAM 15020 Parte I

Grasas:

En este ensayo se evalúan las grasas brutas o totales, serie de sustancias que son extractables por solventes orgánicos, según su ubicación en el pescado puede dividirse en lípidos intramusculares y tejido adiposo,

Los lípidos intramusculares aparecen como una muy fina dispersión en forma de gotas en el líquido sarcoplasmático, en cambio el tejido adiposo se presenta en capas bien diferenciadas intercaladas en la musculatura o en la parte externa de los músculos y órganos.

Principio del método:

La materia grasa es soluble en éter etílico y se extrae en un equipo según Twisselman en el cual el solvente, condensado en el refrigerante, gotea sobre un cartucho de papel que contiene la muestra y disuelve la materia grasa. La masa de la materia grasa extraída disuelta en el éter etílico se mide, separando el éter etílico por evaporación y pesando el residuo.

Instrumental:

- Equipo de extracción tipo Soxhlet o Twisselman.
- Estufa de aire que permite trabajar a $102^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Erlenmeyers.

- Desecador.
- Vasos de borosilicato para la extracción de la materia grasa.
- Dedales y algodones

Reactivos:

- Éter etílico.

Procedimiento:

Se pesa en un cartucho de papel de filtro 5 gramos al miligramo de muestra de pescado homogeneizado, colocándose en un dedal de celulosa con algodón para después insertarlo en el equipo extractor. Se pesan los vasos y se coloca el éter en los mismos.

Una vez en el equipo se somete el cartucho a una inmersión y enjuague de 2 horas consecutivamente y 10 minutos de recolección del éter evaporado.

Se termina de evaporar el resto del éter en la estufa de aire y se coloca en el desecador para luego pesarlo y por diferencia calcular el porcentaje de grasa.

Calculo de resultados:

$$\text{Grasa \%: } \frac{(M1 - M0) \times 100}{M}$$

Donde:

M1= Peso del vaso con grasa.

M0= Peso del vaso vacío.

M = Peso de muestra.

Resultado:

El resultado se expresa como porcentaje de grasa contenida en la muestra.

Referencia:

Norma IRAM 15040 Parte I

Cenizas:

Método desarrollado por la calcinación de la muestra de pescado en mufla, dejando como sobrante material inorgánico.

Principio del método:

La porción de muestra se calcina en mufla regulada entre 500°C y 550 °C para evitar pérdidas ya que, el carbonato de calcio se disocia a 550°C y los cloruros se volatilizan por encima de 600°C.

Instrumental:

- Balanza analítica
- Cápsulas o crisoles de porcelana
- Mufla con regulador de temperatura
- Desecador
- Pinza para crisoles

Procedimiento:

Pesar al mg en un crisol o cápsula tarada, 5 g de muestra de pescado (se puede tomar la muestra desecada proveniente de humedad). Transferir luego a una mufla regulada a 250°C aproximadamente y dejar por 15 minutos como mínimo para luego hacer una rampa de 350°C, 450°C, hasta 550°C siguiendo el mismo procedimiento de espera. Esto evitará la proyección de la muestra por subida brusca de temperatura.

Una vez que haya llegado a 550°C dejar hasta que las cenizas presenten un color blanco-grisáceo, tiempo estimado en 4 horas. Sacar y enfriar en el desecador corroborando la completa carbonización de la muestra, en caso de encontrarse incompleta humedecer con agua, secar a 105 °C y volver a calcinar en la mufla hasta peso constante.

Calculo de resultados:

$$\text{Cenizas \%} = \frac{(M2 - M) \times 100}{M1}$$

Donde:

M = peso de la cápsula vacía

M₁ = peso de la muestra

M₂ = peso de la cápsula más la muestra calcinada

Resultados:

Este resultado se expresa en porcentaje del total de la muestra.

Referencia:

Norma IRAM 15011 Parte I

TVN (Nitrógeno básico volátil):

El TVN está compuesto de dimetilamina, trimetilamina y amoníaco. Así como también trazas de monometilamina y propilamina, que se forman en etapas del deterioro de los pescados.

Estos compuestos se originan del oxido de trimetilamina (OTMA) y de aminoácidos libres por mecanismos diferentes, por lo tanto este índice representa el efecto convergente de varias transformaciones.

Cabe destacar que cuando se habla de pescado fresco almacenado en hielo, el TVN es generado con mayor velocidad por bacterias anaerobias, mientras que en pescados congelados no existe un aumento de TVN, de modo que la cantidad encontrada del mismo puede servir como indicador de frescura inicial.

Este análisis tiene la particularidad de presentar aumentos consistentes de TVN cuando los ejemplares están próximos al rechazo por lo tanto no sirven para predecir la vida útil. Para la mayoría de las especies comerciales se considera un límite de aceptación microbiana y sensorial coincidente cuando el TVN alcanza los 30mg/100g.

Principio del método:

Este método descrito por Antonacopoulos (1973) usado actualmente consiste en una destilación directa de la carne triturada, adicionada de agua y MgO para generar in-situ un tampón próximo a pH 9,8. Las bases volátiles son destiladas por arrastre con vapor de agua y recogidas en solución de ácido bórico.

La técnica lleva pasos esenciales a tener en cuenta como la preparación de materiales y de la muestra, así también como el de la destilación y finalmente la valoración.

Instrumental:

- Aparato de Antonacopoulos de destilación por arrastre con vapor de agua
- Manta calefactora adecuado para el balón del aparato
- Trozos de material poroso o de capilares
- Erlenmeyer de 250 cm³ de cuello ancho
- Cuchillo para extraer muestras de filetes o instrumento necesario para el fraccionamiento de la muestra
- Vaso de precipitados pequeño
- Balanza que permita pesar a 1 mg
- Varilla de vidrio
- Piseta
- Bureta de 25 cm³ graduada para titulación.

Reactivos:

- Agua destilada libre de amoníaco.
- Óxido de magnesio
- Antiespumante de siliconas
- Solución de ácido bórico de 3 g/100 cm³ preparado con un ácido bórico pro análisis. Se puede usar también una solución de ácido bórico de 0.75 g/100 cm³
- Solución valorada de ácido sulfúrico o de ácido clorhídrico 0.1 N
- Indicador de Tashiro, que se prepara disolviendo 125 mg de rojo de metilo y 82.5 mg de azul de metileno en alcohol etílico 95°. Se pasa la solución a un matraz aforado de 100 cm³ y se lleva a volumen con alcohol etílico de 95°

Procedimiento:

Preparación de materiales:

Se lava el aparato de Antonacopoulos con cepillo y abundante agua corriente y se enjuaga tres veces con agua destilada.

Se arma el aparato engrasando bien las juntas, preferentemente con grasa de silicona.

Se enjuagan el erlenmeyer, la varilla de vidrio con agua destilada.

Se enjuaga la bureta, tres veces, con agua destilada y luego tres veces con la solución valorada de ácido sulfúrico o de ácido clorhídrico 0.1 N. Se llena con la solución valorada de ácido fuerte.

Preparación de la muestra:

Si se trata de filetes, se raspa el músculo del tercio medio por la parte interior hasta llegar a la piel con un cuchillo grande tratando de obtener trozos menores de 1 mm. Deben obtenerse aproximadamente 50 g de muestra, la que se mezcla lo mejor posible.

Si se trata de pescados enteros, se corta un filete de su tercio medio y se raspa como se indica anteriormente.

Preparación de la destilación:

El ensayo se efectúa por duplicado pesando aproximadamente 10 g de muestra, al 1 mg, en un vaso de precipitados pequeño.

Se vierten en el balón del aparato de Antonacopoulos 10 cm³ de agua destilada y trozos de material poroso o de capilares. Luego se introduce la muestra en la ampolla del aparato de Antonacopoulos, con la ayuda de una varilla, arrastrándola hasta el fondo mientras se agrega en la misma ampolla de 1 a 2 g de óxido de magnesio y de 1 a 2 gotas de antiespumante de silicona.

Se lava el vaso de precipitados que contiene la muestra y la varilla con agua destilada vertiendo las aguas de lavado en la ampolla, se lavan las paredes de la ampolla con agua con la ayuda de una piseta.

Se conecta el tubo de conexión a un refrigerante y el vástago a un erlenmeyer con 10 cm³ de solución de ácido bórico de 3g/100 cm³ y 30 cm³ de agua; optativamente pueden colocarse 40 cm³ de solución de ácido bórico de 0.75 g/100 cm³ y no agregar los 30 cm³ de agua, 5 a 6 gotas de indicador Tashiro. Debe tenerse precaución que el vástago este sumergido a no menos de 10 mm de la solución.

Destilación:

Se calienta el balón con la llave del embudo del aparato abierta, para evitar la condensación de agua en la ampolla del aparato, con el consiguiente retraso en el arrastre de las bases.

Se lleva a ebullición dejando la llave abierta hasta que sale un chorro continuo de vapor por la misma.

Se cierra la llave del embudo y se comienza a medir el tiempo.

Se destila durante 17 minutos con el vástago del refrigerante sumergido, y 3 minutos más, con el vástago sin sumergir, se debe tener en cuenta regular el calentamiento de forma que se recoja un

volumen de destilado de 130 cm³ a 150 cm³. Luego se desconecta y retira el manto calefactor y se abre la llave del embudo del balón.

Se desarma el aparato, aún caliente, con el fin de que no se pegue el esmerilado.

Se lavan interiormente el tubo de conexión y el refrigerante, y el extremo exterior del vástago del refrigerante con agua destilada, recogiendo las aguas de lavado en el erlenmeyer.

Valoración:

Se valora con la solución de ácido sulfúrico o ácido clorhídrico 0,1 N agitando el erlenmeyer continuamente.

Próximo al punto final, se lavan las paredes del erlenmeyer y el pico de la bureta, con chorros de agua de la piseta, agregando solución valorada de a media gota hasta alcanzar el punto final.

Se considera que se ha llegado al punto final, cuando el color de la solución vira de verde a rosa salmón, si se llega a un color rojo violeta, se ha pasado del punto final.

Calculo de resultados:

$$\text{TVN mg/100} = \frac{V \times N \times 0,01401 \times 1000}{M} \times 100$$

Donde:

V = Volumen de ácido titulante gastado.

N = Normalidad del ácido titulante.

M = Masa de muestra.

Resultados: El resultado se expresa como mg/100 de TVN, si el resultado supera los 30 mg el pescado no está apto para el consumo.

Referencia:

Norma IRAM 15025 Parte I

Referencias:

- 1) El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad nutricional, documentos de la FAO.
<http://www.fao.org/focus/s/fisheries/nutr.htm>
- 2) Contreras-Guzmán, E. S. Bioquímica de pescados e invertebrados, Chile 2002.
- 3) SIKORSKI, Z.E. 1994. Tecnología de los productos del mar: recursos, composición y conservación Acriba, Zaragoza.
- 4) El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad H.H. Huss Laboratorio Tecnológico Ministerio de Pesca Dinamarca <http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/v7180s00.htm#Contents>
- 5) Campillo Álvarez, J. E., Los pescados y la salud
http://mono_obeso.typepad.com/photos/los_pescados_y_la_salud/index.html
- 6) Curso de Tecnología en los productos pesqueros, A.D.U.M. agosto 2010.
- 7) Ing. Emilio Manca. Tecnología de procesos de los productos pesqueros, 2009.
- 8) Norma IRAM 15020 Parte I, Productos de la industria pesquera. Método de determinación del nitrógeno total, por la técnica de kjeldahl.
- 9) Norma IRAM 15040 Parte I, Productos de la industria pesquera. Método de determinación de la materia grasa, por la técnica de extracción en un aparato tipo Soxhlet o Twisselman.
- 10) Norma IRAM 15010 Parte I, Productos de la industria pesquera. Método de determinación de la humedad por la técnica de la estufa de aire.
- 11) Norma IRAM 15011 Parte I, Productos de la industria pesquera. Método de determinación de las cenizas totales.
- 12) Norma IRAM 15025 Parte I, Productos de la industria pesquera. Método de determinación de las bases volátiles por la técnica de Antonacopoulos.