



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

Determinación de la vida útil de *Strangomera bentincki* frente a dos condiciones de almacenamiento con el propósito de potenciarla como un plato gourmet en la Región de Los Ríos

Memoria presentada como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero en Alimentos

Natalia Paz Ramos Espinosa

Valdivia – Chile

2013

PROFESOR PATROCINANTE:

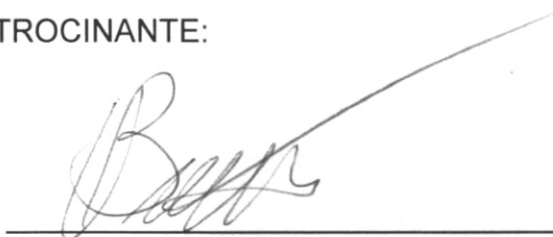
A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Javier Parada Silva

Ingeniero en Alimentos, Doctor en Ciencias de la Ingeniería.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

PROFESOR COPATROCINANTE:

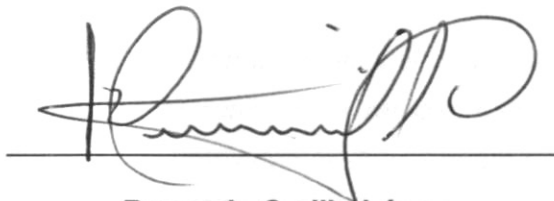
A handwritten signature in black ink, featuring a large initial 'C' and a long, sweeping horizontal stroke, positioned above a horizontal line.

Claudio Barrientos Aguilar

Biólogo Marino.

Dpto. de Desarrollo e Innovación Empresa Pesca en Línea.

PROFESOR INFORMANTE:

A handwritten signature in black ink, with a large initial 'B' and a long horizontal stroke, positioned above a horizontal line.

Bernardo Carillo López

Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de acompañarme en cada momento que vivo.

Dedicó estas líneas a mis padres.

A quienes les debó toda mi trayectoria universitaria, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por los valores y la ética profesional que formaron en mí, por su incondicional apoyo que me llevó a superar cada obstáculo y a confiar en mis capacidades día a día .

Agradezco a mi madre.

Por su amor insuperable, por estar en cada momento de mi crecimiento, por enseñarme que uno nunca debe rendirse y por confiar en mi cada vez que yo no lo hice, sin duda alguna este momento de mi vida es gracias a ella, a mi padre y a mi hermana, y representan la base de todo en vida.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que me entregaron momentos inigualables.

A mis maestros.

Por su gran apoyo, motivación y enseñanza que lograron la culminación de mi carrera y por la elaboración de ésta tesis.

Finalmente agradezco a la Federación Internacional de pescadores artesanales del sur (FIPASUR) por darme la oportunidad de realizar éste estudio, brindarme el apoyo, herramientas y conocimientos, además de entregarme una buena acogida, lo que me permitió conocer la calidad humana de las personas que conforman ésta empresa

Todo este trabajo ha sido posible gracias a todos ellos.

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
	RESUMEN	1
	SUMMARY	2
1	INTRODUCCIÓN	3
2	MATERIAL Y MÉTODO	8
2.1	Lugar de ejecución	8
2.2	Materiales	8
2.3	Obtención de preparación de muestra	8
2.4	Método	8
2.4.1	Medición de temperaturas, longitud promedio y peso de <i>Strangomera bentincki</i> en recepción	9
2.4.2	Análisis composicional de <i>Strangomera bentincki</i>	9
2.4.3	Medición del pH en recepción y durante todo el programa de trabajo	10
2.4.4	Análisis microbiológico a efectuar	11
2.4.5	Evaluación sensorial	12
2.4.6	Evaluación gastronómica	14
2.4.7	Análisis estadístico	14
3	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	15
3.1	Medición de temperaturas, longitud promedio y peso de <i>Strangomera bentincki</i>	15
3.2	Análisis composicional de <i>Strangomera bentincki</i>	16
3.3	Medición de pH	18
3.4	Análisis microbiológicos	20
3.5	Análisis sensorial	24
3.6	Panel gastronómico	33
4	CONCLUSIONES	35
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
6	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Familias y especies establecidas en el litoral valdiviano	4
2	Antecedentes biológicos de la especie <i>Strangomera bentincki</i>	5
3	Análisis estipulados para <i>Strangomera bentincki</i>	10
4	Análisis ejecutados a <i>Strangomera bentincki</i> a temperaturas de 25°C y 5°C	11
5	Análisis ejecutados a <i>Strangomera bentincki</i> posterior a 10 días descongelación en cámara	11
6	Resultados de mediciones de temperaturas realizadas a <i>Strangomera bentincki</i> en recepción	15
7	Información nutricional y detallada de 100g de <i>Strangomera bentincki</i>	17
8	Cantidades de minerales aportados en base a la ingesta diaria Recomendada (IDR) de una dieta de 2000kcal al día versus 100g de <i>Strangomera bentincki</i>	18
9	Recuento de m.o. aerobios mesófilos en 100g de <i>Strangomera bentincki</i> a temperatura de 25° C y 5°C	21
10	Rangos de aceptación para pescados y mariscos crudos congelados	22
11	Resultados obtenidos para bacterias psicrótrofas en base A 100g de <i>Strangomera bentincki</i>	22
12	Planes de muestras y determinaciones microbiológicas para pescados y cefalópodos congelados crudos para bacterias psicrótrofas	23
13	Resultados de análisis efectuados <i>Strangomera bentincki</i> posterior A 10 días de congelación en cámara	24
14	Puntuación final de la evaluación sensorial de <i>Strangomera bentincki</i> a 25°C	25
15	Puntuación final de la evaluación sensorial de <i>Strangomera bentincki</i> a 5°C	27
16	Puntuación final de <i>Strangomera bentincki</i> almacenada a 25°C	29

17	Puntuación final de <i>Strangomera bentincki</i> almacenada a 5°C	30
18	Codificación de las muestras para la evaluación sensorial	31
19	Promedios obtenidos de la evaluación sensorial	32
20	Promedios por atributos obtenidos en la evaluación sensorial	32

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Evolución de pH obtenidos en sardina a temperatura ambiente (25°C) y refrigeración (5°C)	19
2	Puntuación de la evaluación sensorial realizada a <i>Strangomera Bentincki</i> a temperatura de 25 y 5°C	28
3	Curvas obtenidas de la sardina almacenada a 25°C y 5°C	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Desembarque artesanal versus desembarque industrial de la macrozona sur IX-XII por puerto	35
2	Desembarque industrial año 2010 <i>Strangomera bentincki</i> por región	35
3	Producción de harina por región año 2010	36
4	Producción de harina en la Región de los Ríos según la especie <i>Strangomera bentincki</i>	36
5	Duración del pez almacenado a diferentes temperaturas	37
6	<i>Rigor mortis</i> del pescado	37
7	<i>Post rigor mortis</i> del pescado	37
8	Algunas soluciones testigos utilizadas para la selección y capacitación de los analistas	38
9	Selección para la percepción de olores	38
10	Tabla para medición de daltonismo	39
11	Esquema empleado para identificar el índice de calidad	40
12	Apariencia del pescado fresco	41
13	Modelo de escala	42
14	Recepción y medición de la temperatura	43
15	Composición nutricional de la sardina	43
16	Ingesta diaria recomendada de minerales	45
17	Deterioro de muestras	46
18	Ingredientes Sardina en tres tiempos	46
19	Elaboración de plato <i>gourmet</i>	47

RESUMEN

La sardina común (*Strangomera bentincki*) es una de las especies hidrobiológicas más abundantes en el Océano Pacífico. En Chile se destina principalmente a la elaboración de harina de pescado, por consiguiente, hoy en día existe un interés comercial para que esta especie también sea distribuida para el consumo humano directo. En el presente estudio se determinó evaluar la vida útil de la sardina común (*Strangomera bentincki*) frente a dos condiciones de almacenamiento (25 y 5°C), para la determinación de ésta se llevó a cabo una medición de pH, análisis químicos, análisis microbiológicos y análisis sensoriales, los que se consideraron necesarios para determinar los aspectos que afectan en su deterioro.

Los datos obtenidos sugieren que *Strangomera bentincki* a temperatura ambiente (25°C) sólo perdura 24 horas y *Strangomera bentincki* a temperatura de refrigeración (5°C) perduró hasta transcurrir las 72 horas manteniendo un pH de 6,5 constante. De la evaluación sensorial estudiada se concluyó que existe diferencia significativa entre las muestras sometidas a ambas condiciones, lo que fue correlativo con los resultados obtenidos en el recuento de *aerobios mésofilos* viables y bacterias *psicrotróficas*, donde las sardinas refrigeradas se encontraron dentro de los rangos establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos siendo aptos para el consumidor. Además de eso se encontró en *Strangomera bentincki* un nivel alto en minerales (Fósforo, Calcio y Potasio) y un porcentaje de $\omega 3$ muy significativo y beneficioso para la salud.

Un panel gastronómico preparó y cocinó a *Strangomera bentincki* como un plato *gourmet*, obteniendo como resultado una apreciación positiva por parte de los presentes lo que confirma y realza su fin comercial.

SUMMARY

The common sardine (*Strangomera bentincki*) is one of the most abundant aquatic species in the Pacific Ocean. In Chile is intended mainly for fishmeal production, therefore, today there is a commercial interest for this species is also distributed for direct human consumption. In the present study it was determined to evaluate the lifetime of the common sardine (*Strangomera bentincki*) against two storage conditions (25 and 5 ° C), for determining this is carried out a measurement of pH, chemical analyses, microbiological analyses and sensory analyses, which were deemed necessary to determine the issues that affect their deterioration.

The data obtained suggest that *Strangomera bentincki* at room temperature (25 ° C) only lasts 24 hours and *Strangomera bentincki*, at refrigeration temperature (5 ° C) persisted until 72 hours elapse maintaining a constant pH of 6.5. Sensory evaluation study concluded that there is a significant difference between the samples subjected to both conditions, which was correlated with the results of the count aerobes and psychrotrophic bacteria, where chilled sardines were within the ranges established by the Food Health Regulations being consumer friendly. Besides one found in *Strangomera bentincki* high levels in minerals (phosphorus, calcium and potassium) and a significant percentage of ω 3 very significantly and beneficial for health.

A gastronomic panel prepared and cooked to *Strangomera bentincki*. as a gourmet dish, resulting in a positive assessment by the present confirming and enhances its commercial purpose.

1. INTRODUCCIÓN

América Latina posee ecosistemas marinos altamente abundantes siendo el más importante el sistema de corrientes de Humboldt (Chile, Perú y Ecuador), el que contribuye con el 20% de dichos ecosistemas a nivel mundial, destacándose la extracción de pequeños pelágicos, cuyo destino principal es la producción de harina y aceites de pescado (AGUERO y CLAVERI, 2007).

Chile y Perú son los dos países que se encuentran en el ranking mundial de capturas y son los principales exportadores de estos productos en el mundo. La pesca y la acuicultura constituyen una importante fuente de empleo y alimentación, especialmente para los sectores de menor ingreso, agrupándose en pesca industrial y pesca artesanal, adquiriendo esta última, mayor valor durante el paso de los años (AGUERO y CLAVERI, 2007).

Los peces de orden *clupeiformes* que incluyen a la sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta, entre otros, componen uno de los grupos más importantes en la pesca mundial y local que habita en el Océano Pacífico sur oriental, principalmente frente a Chile y Perú (CACERES, 2009). Las primeras capturas de estos peces surgieron en el norte de nuestro país, pero a medida que las poblaciones empezaron a mostrar declinaciones en su abundancia para la pesquería, esta actividad se fue trasladando poco a poco hacia la zona sur del país donde se pensaba que esta especie no existía (CUBILLOS et al, 2001).

Durante el siglo XX y el presente, no sólo se ha constatado que en la zona sur del golfo de Arauco existen *clupeiformes*, sino que también se ha logrado establecer que hay más de dos especies (*Ethmidium maculatum*, *Sprattus fuegensis* y *Strangomera bentincki*), situadas entre Isla Mocha (38°22'S, 73°43'W) y Carelmapu (41°45'S, 38°22'W) (SILVA Y PEQUEÑO, 2007). Así, se establecieron 2 familias y 4 especies en total como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 1. Familias y especies establecidas en el litoral valdiviano.

Familia	Especie
Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>
Clupeidae	<i>Ethmidium maculatum</i> <i>Sardinops sagax</i> <i>Strangomera bentincki</i>

Fuente: SILVA Y PEQUEÑO (2007).

La pesquería de sardina común se distribuye entre las regiones V y XIV. Ésta se extiende en profundidades que no sobrepasan los 50 m cercanos a la costa. A diferencia de la anchoveta, presenta un desove más acotado, donde el período de máxima actividad reproductiva se centra entre los meses de agosto y octubre. La primera talla de madurez sexual se alcanza a los 11,5 cm de longitud promedio.

La especie sardina común, al igual que la anchoveta, pertenece a la categoría de pequeños pelágicos, cuya principal característica es la alta variabilidad de su abundancia en cortos períodos de tiempo, situación que está influenciada fuertemente por las condiciones ambientales del medio en que habitan y que redundan en una alta variabilidad en los desembarques.

Es necesario destacar algunos antecedentes biológicos de la sardina común, por lo que resulta ilustrativo presentar el CUADRO 2, que muestra las especificaciones de la especie según el Informe Técnico Revista Pesquera (2011).

CUADRO 2. Antecedentes biológicos de la especie *Strangomera bentincki*.

Clase	Actinopterygii (ray-finned fishes)
Orden	Clupeiformes (Herrings)
Familia	Engraulidae (Anchovies)
Género	Strangomera
Hábitat	Pelágico costero (hasta 30 mn)
Alimentación	Planctofago (fitoplancton y zooplancton)
Longitud máxima (cm)	17
Longevidad (años)	5
Edad de reclutamiento (años)	0,5
Edad de primera madurez (años)	1

Fuente: Informe Técnico Revista Pesquera (2011).

Según el Anuario Estadístico (2010), dentro del sector extractivo, el 66,8% de los desembarques del sector fue explotado por los recursos pelágicos, cifra inferior al 70,4% del año anterior. Sin embargo, aunque esta cifra disminuyó, no deja de ser un porcentaje importante para el país, destacando en este sector extractivo: la anchoveta, la sardina común y el jurel, aportando respectivamente, el 36,8%, 27,1% y 8,2% de los desembarques totales acumulados a la fecha, donde la sardina común presenta un alza (449,7 mil t v/s 581,1 mil t) incrementándose en un 29,5% durante este período.

De las exportaciones pesqueras realizadas hasta el mes de mayo de 2010, principalmente destinadas a Japón (32,4%), se acentúa en gran parte la línea del congelado, que mantiene una sólida posición y contribuye en forma significativa al positivo balance del sector exportador, seguido en menor cantidad por los aportes en productos frescos y refrigerados, donde la harina de pescado manifiesta un déficit en su valor (Anuario Estadístico, 2010).

De los desembarques nacionales efectuados al año 2010, destaca el subsector pesquero artesanal que registró un aporte de 1.598.906 t, lo cual constituye un 17%, menos que el año 2009 y donde los peces pelágicos (anchoveta, sardina común y jurel) aportaron 931.788 t correspondientes al 58%. El rendimiento del subsector industrial al año 2010 fue de 1.253.859 t con una baja del 13% al año anterior, donde los recursos de peces pelágicos representaron un 98% del desembarque. Dicha información se detalla en el ANEXO 1 que muestra gráficamente cada subsector de la zona sur. Los desembarques industriales de la especie *Strangomera bentincki* al año 2010 que se procesaron en las cinco regiones mas importantes del país se aprecian en el ANEXO 2. En el ANEXO 3 se aprecian las líneas de producción más significativas (congelado y elaboración de harina de pescado) en base a *Strangomera bentincki*, mientras que el ANEXO 4 especifica la elaboración de harina de pescado en la región de Los Ríos generando un aporte de 120,627 t en materia prima y 26,234 t de producto terminado (ANUARIO ESTADISTICO, 2010).

Según lo anterior, la producción y demanda de harina de pescado ha disminuido, mientras que la producción de congelado ha ido en incremento, lo que hace importante considerar el consumo de *Strangomera bentincki* dentro de uno de los congelados para obtener beneficios de esos recursos y ser participe de este mercado como región. Resulta necesario entonces, evaluar el efecto del pH, realizar un recuento de microorganismo y establecer su composición nutricional, debido a que los pescados grasos son particularmente susceptibles a la degradación lipídica, la cual puede ocasionar severos problemas en la calidad, incluso durante el almacenamiento en frío (MAESTRE, 2012).

Estudios realizados han demostrado que, aunque los métodos instrumentales son más rápidos y precisos para determinar la calidad de un producto alimenticio, en muchos casos, éstos no miden todos los aspectos de un alimento, sino solamente algunas de sus características, por esto, se considera que la forma más directa de medir la calidad de un alimento sea la evaluación sensorial (WATTS et al, 1992).

Después de la muerte del *clupeiforme*, ocurre el fenómeno conocido como *rigor mortis*, donde se produce una rigidez de la musculatura desde la cabeza hasta la cola y la mayoría de la población lo asocia con la frescura del pez. Posteriormente, este fenómeno desaparece, dependiendo de factores como la estación del año, la zona de captura, la alimentación y temperatura del agua (FAO, 1999), datos que se muestran en el ANEXO 5, que estipula los días de duración del pez almacenado a distintas temperaturas. En el ANEXO 6, se observa una imagen del estado de *rigor mortis* de la especie y en el ANEXO 7 la imagen del pescado *post rigor mortis*.

Según estableció LABUZA (1982), la vida útil de un alimento no es sólo función del tiempo que perdura, sino de las condiciones de almacenamiento del producto y los límites de calidad establecidos, tanto por el consumidor, como por las normas que rigen propiamente los alimentos. Existen distintos métodos para la estimación de la vida útil, pero para este trabajo se decidió efectuar pruebas a tiempo real.

Objetivo general:

- Determinar la vida útil de *Strangomera bentincki* frente a dos condiciones de almacenamiento en una empresa procesadora de productos marinos.

Objetivos específicos:

- Evaluar la vida útil de *Strangomera bentincki* a temperatura ambiente (25°C).
- Evaluar la vida útil de *Strangomera bentincki* a temperatura de refrigeración (5°C).
- Comparar el desarrollo microbiano y determinar el pH en ambas condiciones de almacenamiento.
- Comparar los atributos de olor, textura, sabor y color mediante un panel sensorial de la especie fresca y cocida.
- Desarrollar un panel gastronómico de *Strangomera bentincki* con chefs de la agrupación gastronómica de Los Ríos.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Lugar de ejecución

El plan de trabajo se llevó a cabo en las dependencias de la Empresa procesadora de productos marinos Pesca en Línea, empresa de FIPASUR, ubicada en el terminal pesquero de Niebla y en el laboratorio de servicios ICYTAL de la Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia.

2.2. Materiales

- Muestras de *Strangomera bentincki*
- Termómetro digital checktemp 1 Hanna Instruments
- Phmetro ORP
- Cooler
- Balanza digital
- Cuchillos de acero inoxidable
- Pie de metro
- Statgraphic plus

2.3. Obtención y preparación de las muestras

Las muestras de *Strangomera bentincki* fueron obtenidas de la embarcación de CLAUDIO I, recepcionadas en el mismo Terminal Pesquero de Niebla y procesadas en la planta donde, según las necesidades de los análisis, éstas se evisceraron y filetearon.

2.4. Método

Se debe tener en consideración que los alimentos presentan una vida útil, la cual se puede definir como el tiempo transcurrido entre la producción, envasado del producto, y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales, implicando un riesgo para la salud del consumidor (LABUZA, 1997).

Por lo demás, la vida útil de algunos alimentos varía según la temperatura a la que es expuesto, en el caso de pescados frescos refrigerados a temperaturas de 0°- 8°C, su período de duración es de 2 días y pescados congelados 6 meses. Se evidencia, por lo tanto, una diferencia bastante amplia de la vida útil, según la forma de mantenimiento de los pescados.

En base a la información proporcionada por (LABUZA,1999). Existen diversos métodos para la estimación de vida útil tales como; referencia literaria, retorno de la distribución, pruebas de distribución en condiciones extremas, queja de los consumidores, vida en tiempo real y pruebas aceleradas.

De todos los puntos antes nombrados, para este estudio se determinó utilizar pruebas a tiempo real de almacenamiento a temperatura ambiente (25°C) y temperatura de refrigeración (5°C), con el fin que la información recopilada sea de utilidad para los consumidores

2.4.1. Medición de temperaturas, longitud promedio y peso de *strangomera bentincki* en recepción. Luego que las muestras fueron recepcionadas, se midió la temperatura de la sardina, con el fin de chequear si la refrigeración es la correcta dentro del bote pesquero donde se capturó, además se midió la temperatura en el interior del músculo de *Strangomera bentincki*.

La longitud promedio y peso se midieron en forma aleatoria en 50 ejemplares que representaron más del 30% del lote recepcionado (se debieron efectuar las mediciones en un grupo que fuera lo proporcionalmente significativo del lote total de sardinas, para que así los resultados fuesen lo más representativos posibles). La talla se determinó midiendo sobre el eje longitudinal del pez, desde la punta del hocico hasta la bifurcación de la cola. Posteriormente a esta acción, las mismas muestras fueron pesadas.

2.4.2. Análisis composicional de *Strangomera bentincki*. Este análisis se efectuó en el Laboratorio de Servicios del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) de la Universidad Austral de Chile, con el fin de conocer la composición de la sardina común e identificar su contenido graso y la proporción de minerales.

En el CUADRO 3 se presentan los análisis solicitados y su método analítico.

CUADRO 3. Análisis estipulados para *Strangomera bentincki*.

Análisis solicitado	Método analítico
Humedad	Método termogravimétrico A.O.A.C.
Cenizas	AOAC 1995
Proteínas	Semi micro kjeldhal ISO 8968-3;2004
Materia grasa	Hidrólisis ácida AOAC 2007,954.02 (4.5.02)
Sodio	J of AOAC 1993
Magnesio	J of AOAC 1993
Calcio	J of AOAC 1993
Fósforo	J of AOAC 1993
Potasio	J of AOAC 1993
Ac. grasos saturados	J of AOAC 1993
Ac. grasos poliinsaturados	J of AOAC 1993
Ac. grasos Monoinsaturados	J of AOAC 1993
Ac. omega 3	J of AOAC 1993
Ac. omega 6	J of AOAC 1993

Fuente: Elaboración propia en base a la información proporcionada por ICYTAL.

2.4.3. Medición de pH en recepción y durante todo el programa de trabajo. La medición de pH de *Strangomera bentincki* se realizó siguiendo los pasos que señala la Norma Chilena 2738 para alimentos hidrobiológicos basándose en una medición no

destruccion en el músculo de la especie empleando un pH metro ORP equipado con un electrodo previamente calibrado en soluciones buffer a pH 4 y 7.

Esta medición se realizó al transcurrir las 4, 8, 12, 16, 24, 48, 72, 96 y 120 horas, posterior a eso se informa el valor promedio de pH obtenido después de 3 réplicas.

2.4.4. Análisis microbiológicos Los análisis microbiológicos que se realizaron en este plan de trabajo se desarrollaron en el Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile. Dichos análisis fueron determinados de acuerdo a los parámetros que exige el REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS (RSA 2009). Además, se decidió efectuar un análisis de recuento de bacterias *psicrótrofas* con el fin de evaluar la proliferación de microorganismos a bajas temperaturas y éste se interpretó siguiendo la norma técnica propuesta por la SUBSECRETARIA DE PESCA (2011) y lo que exige la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO 1995). En los CUADROS 4 y 5 se aprecian los métodos utilizados para la realización de los recuentos. El CUADRO 4 expone los análisis efectuados a temperaturas de ambiente y refrigeración y el CUADRO 5 expone los análisis realizados a la muestra congelada posterior a 10 días de congelación en cámara.

CUADRO 4. Análisis ejecutados a *Strangomera benticki* a temperaturas de 25°C y 5°C.

Análisis a efectuar	Método analítico	0 horas	24 horas	48 horas
<i>Mesófilos</i>	FDA/BAM on line 2001	x	x	x
<i>Psicrótrofos</i>	ICMSF 2° Edición 2000	x	x	x

Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada.

CUADRO 5. Análisis ejecutados a *Strangomera bentincki* después de pasar 10 días en la cámara de congelación.

Análisis a efectuar	Método analítico
<i>Mésofilos</i>	FDA/BAM on line 2001
<i>Psicrótrofos</i>	ICMSF 2ª Edición 2000
<i>S. aureus</i>	ISO 6888-1:1999
<i>E. coli</i>	FDA/BAM on line 2002

Fuente: Elaboración propia en base a la información recopilada.

2.4.5. Evaluación sensorial. Las muestras de sardina común se sometieron a evaluaciones organolépticas, las que se realizaron por un panel de 8 personas que fueron seleccionadas de acuerdo a pruebas de percepción de gustos básicos, olores, colores y evaluación de textura como lo establece el CODEX ALIMENTARIUS, 1999).

En el ANEXO 8 se muestra la tabla utilizada para la selección del panel que especifica sabores básicos; en tanto, en el ANEXO 9 se adjunta una tabla que estipula muestras representativas de los distintos tipos de olores que establecen los defectos del pescado. Para la percepción de colores fue necesario medir el daltonismo, usando pruebas oftalmológicas habituales que se explicitan en el ANEXO 10 donde se aprecia la prueba de Snellen que mide la agudeza visual a una distancia de 20 pies, considerándose 20/20 la línea que una persona normal debiera distinguir.

La evaluación de la textura del pescado se realizó tocando el producto crudo, teniendo en cuenta dos características importantes: firmeza y elasticidad. Aquí se puede utilizar una serie de muestras donde el candidato debió presionarlas con el dedo índice y ordenarlas de menor a mayor según la firmeza que presentaron (CODEX ALIMENTARIUS, 1999).

Las muestras que fueron preparadas cocidas presentaron un peso entre 50-100 g. Los filetes fueron servidos en lomos y cocidos hasta una temperatura interior a 65°C. Las muestras debieron ser mantenidas ligeramente calientes, al servir, por ejemplo, en contenedores con aislamiento o en un plato caliente. El pescado puede ser tratado con calor mediante vapor en un baño de agua, empacado en envases herméticos (*pouche*) de plástico o de aluminio. El tiempo de cocción fue de 10 minutos en un horno de vapor a 100°C, y las muestras fueron codificadas antes de ser servidas (CODEX ALIMENTARIUS, 1999).

Este estudio se realizó basándose en un análisis sensorial descriptivo que proporcionó información detallada de todas las características del parámetro a evaluar en forma cuantitativa y cualitativa. Ésta se realizó de dos formas: en la muestra cruda y en la muestra cocida.

En la primera se evaluaron los parámetros estipulados en el ANEXO 11, donde se presenta el esquema empleado para identificar el índice de calidad como establece (LARSEN et al 1992), con el fin de determinar la frescura del pescado en base a su apariencia. Para el análisis sensorial del pescado crudo se separaron 4 sardinas por panelista, algunas características de los parámetros medidos se muestran en las imágenes adjuntas en el ANEXO 12.

En el segundo análisis, que corresponde al realizado al pescado cocido, se evaluaron los parámetros propuestos en el ANEXO 13, se utilizó el modelo proporcionado por el Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile, el cual se elaboró en base al (CODEX ALIMENTARIUS, 1999). Para este análisis se realizaron dos réplicas con el fin de tener información de atributos como el olor y el sabor, los cuales pueden ser modificados o incluso perdidos en la cocción, por lo que éste es uno de los mejores análisis para el criterio de calidad que debe tener el consumidor.

Estas pruebas se realizaron a *Strangomera bentincki* siguiendo las dos condiciones de almacenamiento (25°C y 5°C) al transcurrir las 0, 4, 8, 12, 16, 24, 48, 72, 96, y 120 horas. Este sistema se aplicó debido a que *Strangomera bentincki* sufre sus primeros cambios post mortem durante las primeras horas de su recepción, y posteriormente, el cambio es mucho más lento y menos notorio (AYALA et al, 2001).

El día viernes 25 de mayo se ejecutó un panel sensorial en el Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile, donde se analizaron los mismos atributos pero para 3 muestras; la primera concernió a sardina almacenada a 25°C; la segunda, sardina almacenada a 5°C y por último, sardina fresca recién recepcionada en el terminal pesquero de Niebla, que fue la muestra control. Cabe considerar que las dos muestras (25°C y 5°C) fueron llevadas justo al cumplir sus 48 horas de almacenamiento a las temperaturas pertinentes y se aplicó el mismo modelo adjunto en el ANEXO 13, donde se debe aclarar que la prueba se realizó con el propósito de comparar los atributos y ver la aceptación de los panelistas.

2.4.6. Evaluación gastronómica. Esta sesión se llevó a cabo con la Agrupación Gastronómica Chef de los Ríos, que está destinada a potenciar la trazabilidad de los productos de uso diario y algunos que se deben explotar con el fin de dejar un legado de experiencia y bases gastronómicas a la comunidad de Los Ríos. Los integrantes de esta agrupación están altamente calificados.

Junto a ellos se quiere establecer diversos detalles gastronómicos del producto como lo son: T° de cocción, tiempo en que demora el plato en prepararse, etc.

2.4.7. Análisis estadístico. Para la evaluación de los resultados se acordó utilizar *Statgraphics plus 5.1* en la determinación de medias y análisis de varianza en la evaluación sensorial de las muestras de sardina. Además de hacer uso de *Microsoft Office Excel 2007* en la elaboración de algunos gráficos.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Medición de temperaturas, longitud promedio y peso de *Strangomera bentincki*

En este apartado se pueden encontrar los resultados de las mediciones hechas a la sardina común al momento de su recepción (de la lancha cerquera), y en el músculo de la misma, además de la medición que registró su longitud promedio y peso

Las imágenes de la recepción y medición de la temperatura se adjuntan en el ANEXO 14.

A continuación, los resultados obtenidos:

CUADRO 6. Resultados de mediciones de temperatura realizadas a *Strangomera bentincki*

Parámetros de control en recepción de sardina fresca	Temperatura °C
En la superficie de <i>Strangomera bentincki</i>	9,5°C
En el músculo de <i>Strangomera bentincki</i>	8,6°C

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

Como se aprecia en el CUADRO 6, las temperaturas al momento de recepcionar el pescado y en el músculo de la sardina, son inferiores a 10°C que es el rango máximo establecido según el CODEX ALIMENTARIUS (2009), pero podrían ser mucho más bajas si la refrigeración utilizada en los barcos fuera la adecuada, idealmente la más cercana posible a 0°C, y si toda la captura fuera refrigerada a la misma temperatura, esto permitiría obtener un pescado fresco.

Los ejemplares sometidos a este estudio mostraron un rango de longitud promedio de 9,8 cm y un peso de 7,32 g, presentando un peso acorde a su tamaño se evidencia

que la sardina se encuentra por debajo de su madurez sexual promedio de 11,5 cm que es lo que se conoce en base a la literatura.

3.2. Análisis composicional de *Strangomera bentincki*

Un aspecto importante en la caracterización y control de la calidad de la materia prima, es la determinación de la composición química, debido a que varía considerablemente con la especie. Estas variaciones están influenciadas por factores extrínsecos (zona, época de captura) e intrínsecos (sexo, tamaño, edad).

Según (MAESTRE, 2012). el pescado es considerado como un alimento muy completo, debido a que, desde el punto de vista nutricional, posee las proporciones adecuadas de proteínas, vitaminas y minerales, además de una gran proporción de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) de cadena larga. La sardina común (*Strangomera bentincki*) es considerada un pescado graso, debido a que su contenido oscila entre el 8% y el 15%. La mayor parte de esos ácidos grasos poliinsaturados pertenecen a la familia de los omega 3 (en adelante ω -3). El mejor beneficio que se ha atribuido al consumo de este tipo de ácidos grasos es la disminución de los niveles de triglicéridos y colesterol.

Para la interpretación de los resultados se utilizó como referencia un cuadro composicional de la sardina estipulado por (WISSENSCHAFTLICHE, 1991). que se adjunta en el ANEXO 15. Además, la sardina común alcanzó un valor casi similar al sugerido en proteínas, pero mucho más alto en grasa de lo que señala esa información, con un valor total de 17,74 g donde la gran parte de ella está compuesta por ácidos grasos saturados y monoinsaturados. En cuanto a la proporción de omegas (ω 3 y omega 6, en adelante ω 6) ácidos grasos esenciales que el cuerpo no puede sintetizar por sí mismo, la sardina presenta un 3,07% lo que la destaca por sobre los otros pescados, siendo una fuente beneficiosa en ω 3 .

La relación (ω 3/ ω 6) aporta un valor de 11,37 lo que es superior a 1 representando que la proporción de ω 3 es superior al contenido de ω 6.

La materia prima utilizada en este estudio corresponde a 100 g de sardina y se puede ver en el CUADRO 7, observándose en conclusión un elevado contenido de proteínas

y grasa y un bajo contenido de sodio que es mucho menor a los 140 mg que señala el RSA 2009. En relación al contenido de minerales se adjunta en el ANEXO 16 la tabla que indica la FAO como la ingesta diaria recomendada (IDR) para el consumo de minerales que aporta una dieta de 2000 kcal al día, de la cual el contenido de fósforo, calcio y potasio sobrepasa el 15% de la IDR como se aprecia en el CUADRO 8, siendo *Strangomera bentincki* rica en estos minerales lo que frente a otra variedad de pescados realza su valor nutritivo ante el consumidor.

CUADRO 7. Información nutricional y detallada de 100 g de *Strangomera bentincki*.

Energía	228 kcal
Carbohidratos	0 g /100 g
Proteínas	17,03 g /100 g
Grasa	17,74 g /100 g
Humedad	63,57 g /100 g
Cenizas	1,68 g /100 g
Sodio	67 mg /100 g
Magnesio	12 mg/100 g
Calcio	234 mg/100 g
Fósforo	332 mg/100 g
Potasio	309 mg/100 g
Colesterol	47,9 mg/100 g
Ac graso saturados	6,52 g /100 g
Ac graso poliinsaturado	3,43 g /100 g
Ac graso monoinsaturado	5,48 g /100 g

Ac omega 3	3,07 g /100 g
Ac omega 6	0,27 g /100 g

Fuente Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

CUADRO 8. Cantidades de minerales aportadas en base a la Ingesta diaria recomendada (IDR) de una dieta de 2000 kcal al día versus 100 g de *Strangomera bentincki*.

Minerales	mg correspondientes al 15 % de la (IDR)	mg aportados en 100g de <i>Strangomera bentincki</i>
Calcio	120 mg	234 mg
Fósforo	105 mg	332 mg
Magnesio	56,25 mg	12 mg
Potasio	300 mg	309 mg

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida.

3.3. Medición de pH

Al ocurrir la muerte del pez, se inician procesos degradativos del tejido muscular, que se originan por reacciones bioquímicas ocasionadas en el músculo del mismo. Éstas se relacionan con la paralización del Ciclo de Krebs, originándose por glicólisis la formación del ácido láctico, que conduce al descenso del pH dependiendo de la especie (TOWNSEN, 1971).

CONNELL (1978), señaló que el comportamiento del pH en las primeras 24 horas después de la captura es estable, no superando valores de 6,5 y que ésta medición puede servir como indicadora de frescura.

En el CUADRO 9 se ilustra la evolución del pH obtenido en el estudio y se perciben los cambios frente a las dos condiciones de almacenamiento. Se encontraron diferencias significativas entre las distintas etapas de muestreo. Éstas se deben a los cambios provocados en la carne del pescado al someterla a temperatura ambiente de 25°C, una temperatura elevada para la manipulación del pescado y al tiempo transcurrido desde la pesca hasta las mediciones. En *Strangomera bentincki* se observó una baja después de 12h a un pH de 6.0, lo que se atribuye a la formación de ácido láctico, posterior a esto se produjo un aumento del pH a 6,8 las primeras 24 a 48 horas el cual es provocado por bacterias que producen aminas (putrescina y cadaverina) ácidos grasos inferiores, además de aldehídos que son compuestos indicadores de la putrefacción, llegando al límite de su frescura (RSA, 2009). No obstante, en el caso del pescado refrigerado a 5°C se distingue una condición constante del pH de 6,5 hasta las 72 horas manteniendo su frescura lo que se aprecia en la siguiente figura

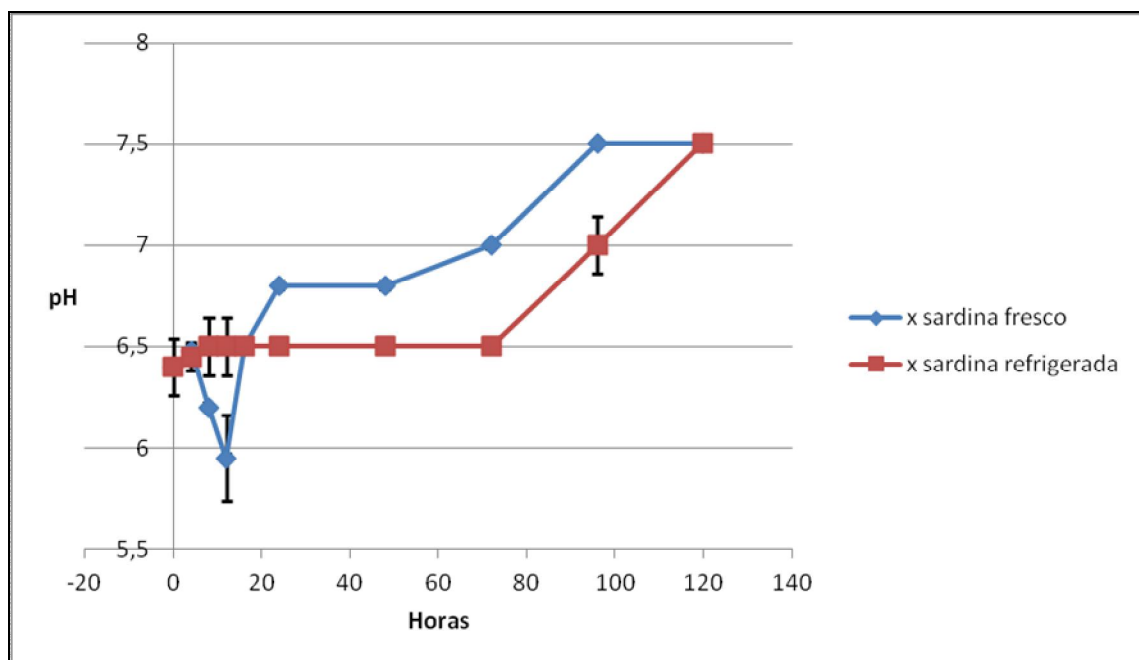


Figura 1. Evolución de pH obtenidos en sardina a temperatura ambiente y refrigeración.

3.4. Análisis microbiológicos

La presencia de microorganismos *aerobios mesófilos* en los alimentos puede estar relacionada directamente con la manipulación, el estado de frescura, o de descomposición del producto. Su presencia permite concluir de manera general una contaminación de materia prima o una producción defectuosa, o bien, condiciones de tiempo y temperatura inadecuada durante el almacenaje.

El Reglamento Sanitario de los Alimentos no exige un recuento de bacterias *psicrótrofas* para pescados y moluscos, pero de igual manera se consideró necesario realizar este recuento, debido a que el pescado a bordo de los barcos no es conservado en hielo. En consecuencia, se puede llegar a una situación en la que las condiciones de crecimiento sean más favorables para este tipo de bacterias y proliferen más rápidamente a bajas temperaturas.

Se usó *Escherichia coli* (en adelante *E. coli*) como un microorganismo indicador de contaminación de la posible presencia de patógenos entéricos en el agua, en los moluscos, en los productos lácteos y en otros alimentos crudos, sí de esta prueba se deduce la posibilidad de contaminación fecal los coliformes y otras *enterobacteriaceae* se someten a posteriores estudios para determinar si entre ellos está presente *E. coli*.

Staphylococcus aureus (en adelante *S. aureus*) se utilizó como microorganismo indicador de la manipulación del personal dentro de la empresa.

Los cambios de la flora microbiana durante el almacenamiento de *Strangomera bentincki* para aerobios *mesófilos* viables se muestran en el CUADRO 9, donde se distinguen los resultados frente a las dos condiciones de almacenamiento.

CUADRO 9. Recuento de microorganismos (m.o) aerobios mesófilos en 100g de *Strangomera bentincki* a temperatura de 25°C y 5°C.

Tiempo (h)	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables T° ambiente	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables T° refrigeración
0	$4,2 \times 10^4 \text{ ufc/g}$	$2,4 \times 10^4 \text{ ufc/g}$
24	$1,3 \times 10^7 \text{ ufc/g}$	$5,0 \times 10^4 \text{ ufc/g}$
48	$5,7 \times 10^7 \text{ ufc/g}$	$5,2 \times 10^4 \text{ ufc/g}$

Fuente: Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

De acuerdo a lo que exige el Reglamento Sanitario de los Alimentos (2009) que se muestra en el CUADRO 10 se hace referencia a los siguientes parámetros; “Categoría” que implica el grado de peligrosidad que representa el alimento para la salud en relación a las condiciones de manipulación, la “clase” que implica un plan de muestreo por atributos, donde para un plan de 3 clases que se utiliza en éste caso existen tres grados de calidad, “aceptable”, “medianamente aceptable” y “rechazable”, este plan se describe entonces en: “n” numero de unidades examinadas, “m” valor mínimo o por el cual debajo de él , el alimento no representa un riesgo para la salud, “M” valor máximo y que por encima de él , el alimento representa un peligro para la salud, “C” número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” para que el alimento sea aceptable.

Los mayores recuentos obtenidos se observan en microorganismos aerobios *mesófilos* viables, al transcurrir las 24 horas sometidos a temperatura ambiente, dando como resultado un recuento de $1,3 \times 10^7 \text{ ufc/g}$, que es muy elevado y se encuentra sobre el límite máximo (M) de 10^6 ufc/g . En tanto, de la muestra conservada a una temperatura de 5°C, se distingue un recuento inferior al límite mínimo (m) de $5,0 \times 10^5 \text{ ufc/g}$ al cabo de las 48 horas.

CUADRO 10. Rangos de aceptación para pescados y mariscos crudos como congelados.

Parámetro	Categoría	Clase	n	C	m	M
Rcto. Aerobios <i>Mesófilos.</i>	1	3	5	3	5×10^5	10^6
<i>E. coli</i>	4	3	5	3	10^2	5×10^2
<i>S. aureus</i>	7	3	5	2	10^2	5×10^2

Fuente: Reglamento Sanitario de los Alimentos (2009).

En el caso del recuento de bacterias *psicrótrofas* los resultados se especifican en el CUADRO 11 para muestras mantenidas a 25°C y 5°C, éste se comparó con los parámetros que exige la Norma Técnica de la SUBSECRETARIA DE PESCA (2011) que se observa en el CUADRO 12 para pescados y cefalópodos crudos y congelados. Después de 48 horas el recuento a temperatura ambiente fue superior al límite menor de $5,0 \times 10^5 \text{ ufc/g}$ mientras que a temperatura de refrigeración entre las 24 y 48 horas se mantiene constante no existe crecimiento de bacterias

CUADRO 11. Resultados obtenidos para bacterias *psicrótrofas* en base a 100g de *Strangomera bentincki*

Tiempo (h)	Recuento bacterias <i>psicrótrofas</i> T° ambiente	Recuento bacterias <i>psicrótrofas</i> T° refrigeración
0	$1,3 \times 10^4 \text{ ufc/g}$	$5,2 \times 10^3 \text{ ufc/g}$
24	$1,5 \times 10^6 \text{ ufc/g}$	$1,5 \times 10^4 \text{ ufc/g}$
48	$8,1 \times 10^6 \text{ ufc/g}$	$1,5 \times 10^4 \text{ ufc/g}$

Fuente: Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

CUADRO 12 Planes de muestreo y determinaciones microbiológicas para pescados congelados y crudos en bacterias *psicrótrofas*

Determinaciones microbiológicas	m	M	n	c
Recuento total (g)	5×10^5	10^6	5	3

Fuente: Subsecretaría de pesca (2011).

La muestra expuesta a temperatura ambiente incrementó su recuento de bacterias *psicrótrofas*, superando el límite máximo permitido antes de transcurrir las 24 horas. Por otra parte, la muestra sometida a temperatura de refrigeración se elevó hasta mantenerse constante durante las 24 y 48 horas, conservándose siempre en un valor menor a los $5,0 \times 10^5$ ufc/g que es el límite mínimo permitido, lo que es bueno pero que puede mejorar si en las lanchas cerqueras se supervisaran algunos factores importantes como: permanencia excesiva de la pesca en cubierta, que los peces que serán eviscerados y no eviscerados deben ser lavados antes de ser almacenados, desinfectar utensilios y el punto ya antes mencionado, la correcta refrigeración de la carga, ya que una buena manipulación es esencial y al no ser verificado esto puede generar condiciones favorables para la proliferación de bacterias *psicrótrofas*.

Los resultados de las muestras analizadas después de permanecer 10 días de almacenamiento en congelación en cámara se aprecian en el CUADRO 13.

CUADRO 13. Resultados de análisis efectuados a *Strangomera bentincki*

Análisis efectuado	Resultado
Rcto. microorganismos. aerobios <i>mésofilos viables</i>	$1,2 \times 10^3 \text{ ufc/g}$
Rcto. bacterias <i>psicrotrófas</i>	$3,3 \times 10^2 \text{ ufc/g}$
<i>Staphylococcus aureus</i>	$< 1,0 \times 10^1 \text{ ufc/g}$
<i>Escherichia coli</i>	$< 1,0 \times 10^1 \text{ ufc/g}$

Fuente: Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

El recuento de aerobios *mesófilos viables* se encuentra bajo el límite mínimo permitido en el RSA (m) de $5,0 \times 10^5 \text{ ufc/g}$, lo mismo se observa para el recuento de *S.aureus* y *E.coli* de 10^2 ufc/g . Con esto se presume que las condiciones de procesamiento de la planta, cumplen con las medidas sanitarias recomendadas, y existe una buena manipulación durante el proceso.

3.5. Análisis sensorial

En este estudio, se determinaron los cambios de olor, color, sabor, textura y apariencia de *Strangomera bentincki*, almacenada a temperatura de 25°C y que posterior a las 48 horas, fue calificada como inaceptable debido al notorio deterioro que ocasiona el transcurso del tiempo, lo que se aprecia a continuación en el presente cuadro

CUADRO 14. Puntuación final de la evaluación sensorial de *Strangomera bentincki* a 25°C.

Característica	0h	4h	8h	12h	16h	24h	48h	72h	96h	120h
Apariencia de la piel	0	0	0	1	1	2	2	2	-----	-----
Manchas de sangre	0	1	1	1	1	1	2	2	-----	-----
Dureza	1	1	3	3	3	3	3	3	-----	-----
Vientre	1	1	1	1	1	1	1	2	-----	-----
Olor	0	1	1	1	2	2	3	3	-----	-----
Claridad de los ojos	0	0	0	0	0	0	1	1	-----	-----
Forma de los ojos	0	1	1	1	1	2	2	2	-----	-----
Color de las branquias	0	0	0	0	0	1	1	1	-----	-----
Olor de las branquias	0	1	1	1	2	2	3	3	-----	-----
Puntuación final	2	6	8	9	11	14	18	19		

Se utilizó el Método de Índice de Calidad (MIC), que se basa en los parámetros sensoriales significativos del pescado crudo, donde las puntuaciones registradas en cada característica se suman generando una puntuación sensorial total, lo que se denomina Índice de Calidad (MIC). El MIC asigna una puntuación de cero al pescado muy fresco; de esta forma, a mayor puntuación mayor es el deterioro, una puntuación

final superior a 15 es equivalente al inicio del deterioro información proporcionada por el documento técnico de Pesca que proporciona la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION (1999).la evaluación utilizada para este análisis se aprecia en el ANEXO 11

Posterior a las 72h la sardina común que fue refrigerada a 5°C se calificó con una puntuación de 15, un valor mucho menor a la sardina expuesta a temperatura ambiente, la cual después de 24 horas desarrolla un deterioro físico importante. Las puntuaciones específicas resultantes para las muestras refrigeradas se distinguen en el CUADRO 15.

CUADRO 15. Puntuación final de la evaluación sensorial de *Strangomera bentincki* a 5°C.

Característica	0h	4h	8h	12h	16h	24h	48h	72h	96h	120h
Apariencia de la piel	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
Manchas de sangre	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2
Dureza	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
Vientre	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2
Olor	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3
Claridad de los ojos	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Forma de los ojos	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2
Color de las branquias	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Olor de las branquias	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3
Puntuación final	1	1	2	4	6	8	9	15	17	19

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

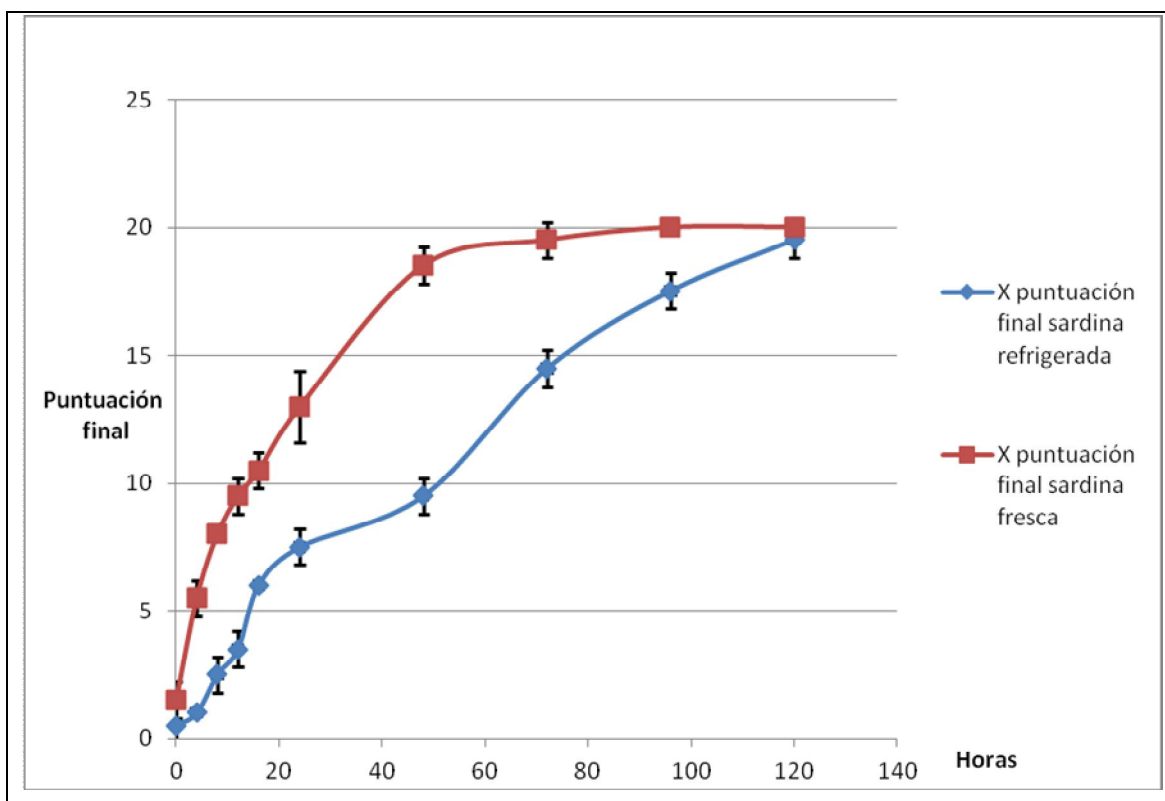


FIGURA 2. Puntuación de la evaluación sensorial realizada a *Strangomera bentincki* a temperatura ambiente y refrigeración en base al método del índice de calidad

Como se aprecia en ambos gráficos la sardina refrigerada obtuvo mejor calidad y mejor puntuación a lo largo del almacenamiento. Ésta perduró 48 horas más que la sometida a temperatura de 25°C. Durante las primeras horas de almacenamiento se apreció un olor neutro y leve a algas marinas; escamas y piel brillante, branquias rojas, ojos transparentes. Estas cualidades fueron consideradas como atributos de frescura en pescado fresco (12h) y en pescado refrigerado (48h). Los músculos presentaron un ligero olor a algas y una leve tendencia al oscurecimiento, estas características definieron organolépticamente el estado inicial del deterioro, siendo, no obstante, aceptables para el consumo. Luego los músculos manifestaron un olor fuerte a amoníaco, pérdida de brillantez en su torso, cuerpo blando y deformación de vísceras, lo que confirmó el deterioro de las muestras, como se aprecia en el ANEXO 17.

En la segunda etapa se determinaron los parámetros mencionados en el ANEXO 13, obteniendo los siguientes resultados para sardina común almacenada a 25°C y sometida a un proceso de cocción a 100°C por 10 a 15 minutos.

CUADRO 16. Puntuación final de *Strangomera bentincki* almacenada a 25°C .

Característica	0h	4h	8h	12h	16h	24h	48h	72h	96h	120h
Apariencia	5	5	5	5	4,5	4,4	3,8	3,1	2,5	1
Textura	5	5	5	5	5	3,5	3,5	3,0	2,5	1,5
Sabor/aroma	5	5	5	5	4,9	3,5	3,5	3,0	2,0	1
Aceptación general	7	7	7	7	6,5	5,5	5	4,5	3,0	1
Puntuación final	5,5	5,5	5,5	5,5	5,2	4,2	4,0	3,4	2,5	1,1

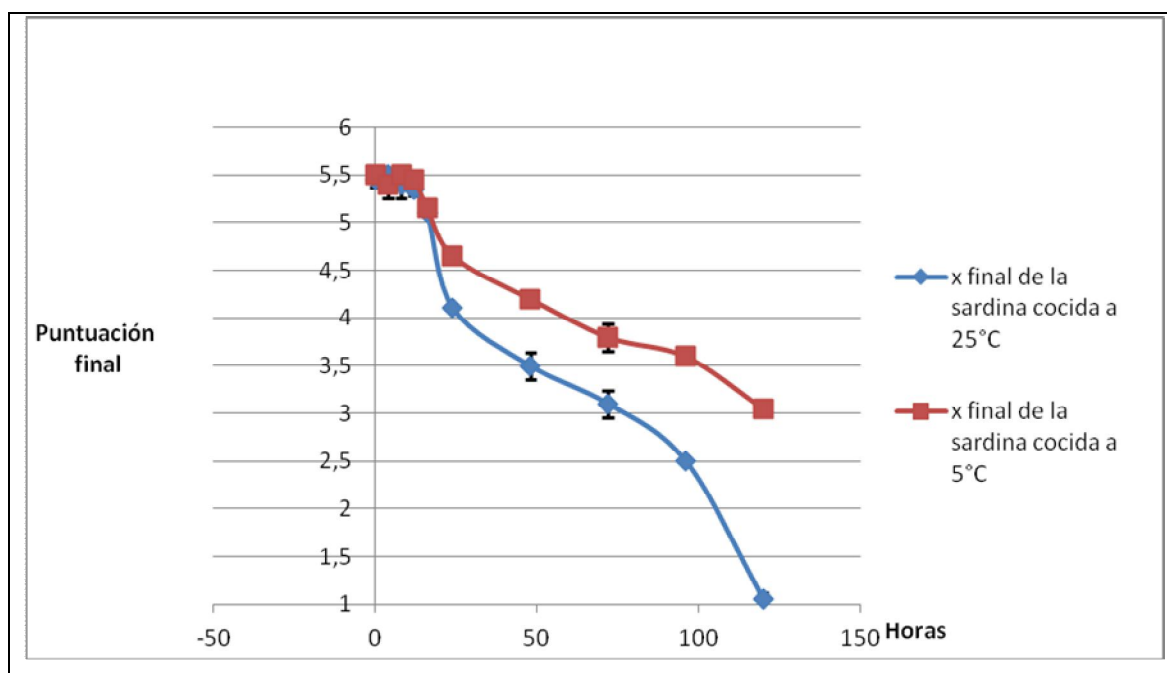
Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

Así mismo, se realizó la evaluación sensorial para sardina común almacenada a 5°C, sometida al mismo proceso de cocción, obteniendo los siguientes resultados:

CUADRO 17. Puntuación final de *Strangomera bentincki* almacenada a 5°C.

Característica	0h	4h	8h	12h	16h	24h	48h	72h	96h	120h
Apariencia	5	5	5	5	4,5	4,4	4,5	4,2	3,7	3,2
Textura	5	5	5	5	5	3,5	4,8	4,4	3,5	2,8
Sabor/ aroma	5	5	5	5	4,9	3,5	4,5	4,1	3,3	2,5
Aceptación general	7	7	7	7	6,5	5,5	5,5	5,0	4,5	4,0
Puntuación final	5,5	5,5	5,5	5,5	5,2	4,2	4,8	4,4	3,8	3,1

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

**FIGURA 3. Curvas obtenidas de la sardina cocida que fue almacenada a 25 y 5°C**

Como se aprecia en la figura la sardina cocida que fue almacenada a 5°C recibió una mejor aceptación del panel sensorial, permaneciendo casi constante al igual que la

sardina almacenada a 25°C durante las primeras 16 horas, después de transcurrir las 24 horas su descenso fue lento y más prolongado, decayendo paulatinamente hasta una puntuación de 3,1 luego de transcurrir las 120 horas, Así se aprecia una clara diferencia entre la sardina a 25°C que alcanzó una puntuación similar a la de 5°C pero al cabo de las 72 horas llegando a su total rechazo al ser calificada con 1,1 al pasar las 120 horas.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial desarrollada en el Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile se aprecian en el siguiente cuadro.

CUADRO 18. Codificación de las muestras para la evaluación sensorial.

Código de la empresa	Código de ICYTAL
Sardinas (fresco, temperatura ambiente)	3944
Sardinas (refrigerada)	3945
Sardina (control)	3946

Fuente: Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

Las muestras se evaluaron previamente a un control de temperatura (5°C), y se debe aclarar que se realizó sólo una sesión donde participaron 8 panelistas y a cada juez se le presentó las muestras en un plato blanco identificados por medio de una figura geométrica.

Los promedios, mínimos y máximos de aceptación general fueron calculados con *Statgraphic plus* y los resultados obtenidos de la utilización de este programa en el estudio se aprecian en el siguiente cuadro:

CUADRO 19. Promedios obtenidos de la evaluación sensorial.

Producto	Media	N	Mínimo	Máximo
3944	4,23	8	2,0	6,5
3945	4,73	8	3,5	6,7
3946	5,48	8	3,0	7,0
Total	4,81	24	2,0	7,0

Fuente: Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

Para comprender los resultados, se presenta la siguiente escala: 1=Muy malo; 2=Malo; 3=Menos que regular; 4=Regular; 5=Más que regular; 6=Bueno; 7=Muy bueno.

De acuerdo a lo antes mencionado, la muestra de mejor calificación es de 3946 con una aceptación de “Más que regular” y “Buena”. Las muestras 3944 y 3945 presentaron una aceptación levemente superior a “Regular”.

A continuación se dan a conocer los promedios por atributo de las muestras evaluadas en base a la media, donde cada letra distinta en la misma fila indica diferencia significativa .

CUADRO 20. Promedios por atributo obtenidos de la evaluación sensorial.

Atributos	3944	3945	3946	Resultados estadísticos
Apariencia	3,25 ^a	3,66 ^b	4,23 ^c	P=0,003
Textura	3,38 ^a	4,01 ^b	4,20 ^c	P=0,014
Sabor/aroma	3,29 ^a	3,56 ^b	4,25 ^c	P=0,014

Fuente: Laboratorio de Servicios de la Universidad Austral de Chile.

Considerando una escala en la cual se presentan las siguientes equivalencias, 5=Muy bueno; 4=Bueno; 3=Regular; 2=Malo; 1=Muy malo, se ha obtenido que las muestras 3944 y 3945, exhiben una apariencia regular con aspecto opaco y manchado, una textura blanda (n=4), seca (n=3) y con defectos de sabor/aroma mencionados por algunos panelistas como metálico (n=3) e insípido.

La muestra 3946, manifiesta una buena apariencia y textura, y no se observan defectos de sabor/aroma significativos.

El resultado estadístico indicó diferencias significativas entre las muestras, en todos los parámetros, con un 95% de confianza, al obtener un P menor a 0,05. Lo que significa que tanto la muestra patrón como la muestra refrigerada y a temperatura ambiente no presentan ninguna similitud lo que avala la hipótesis

3.6. Panel gastronómico

El plato elaborado fue: sardina en tres tiempos elaborado por el Cheff Carlos Labrin los ingredientes se adjuntan en el ANEXO 18.

- 1° tiempo: elaboración de un *gravlax* de sardina, plato escandinavo que preparaban los vikingos con la finalidad de preservar más tiempo la carne, para ello se corta la cabeza, cola y se eviscera, posteriormente se abre el filete y se agrega: sal, pimienta, coñac, eneldo y se deja reposar 24 horas bajo presión.
- 2° tiempo: se preparó sardinas enteras apanadas en harina con sal y que luego se llevó a una sartén con aceite de oliva, mantequilla y *ciboulette* por 6 minutos, se apagó con vino blanco y se retiró del fuego.
- 3° tiempo: se realizó un batido con cerveza, huevo, harina por 1 minuto hasta que la harina se integre y genere una buena consistencia. Las sardinas se remojan en el batido y se extienden en aceite alrededor de 4 minutos.

Este plato se realizó en 30 minutos y es recomendable servirlo junto a un *fondue* de tomate que es una salsa rápida, especial para ser acompañada con un vaso de vino blanco.

Las imágenes de la elaboración del plato y el resultado final se aprecian en el ANEXO 18. Este menú fue probado por los participantes de la empresa obteniendo una buena aceptación, comprobando que la sardina común no sólo puede ser explotada para la

elaboración de harina de pescado, sino también, puede ser degustada como un plato *gourmet*.

4. CONCLUSIONES

- La longitud promedio y peso de *Strangomera bentincki* se encontraba por debajo de su madurez sexual en el mes de mayo. Su composición nutricional es rica en minerales tales como: Calcio, Fósforo y Potasio además de elevada en contenido graso, provocando un incremento en su deterioro frente a condiciones vulnerables a causa de la oxidación lípidica, pero es abundante en omega-3, lo cual proporciona numerosos beneficios para el consumidor.
- La medición de pH dentro del estudio se utilizó como un indicador de frescura del pescado, obteniéndose diferencias significativas entre ambas condiciones de almacenamiento (25 y 5°C).
- Los recuentos microbianos de todos los grupos estudiados se incrementaron durante el almacenamiento a 25 y 5°C, siendo aerobios *mesófilos* viables los grupos predominantes; las bacterias *psicrótrofas* a temperatura de 5°C permanecen constantes en su evolución.
- Los test sensoriales utilizados para la evaluación de la *Strangomera bentincki* cruda y cocida resultan adecuados para valorar su frescura de una manera rápida, mostrando una buena correlación con los parámetros microbiológicos legalmente establecidos.
- A 5°C de almacenamiento la vida útil de la sardina común es de 3 días, este tiempo se puede prolongar mejorando condiciones de captura, manipulación y temperatura, las que a su vez permitirían ofrecer un mejor producto al consumidor.
- Los resultados del panel gastronómico mostraron que *Strangomera bentincki* es un pescado fácil y versátil en la cocina que aplica a variar preparaciones y que se logra en un corto tiempo con lo que es posible así conformar un plato *gourmet* aceptable.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÜERO, M. CLAVERÍ., 2007. Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe. Documento técnico de pesca 461 (2) 63-65.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.) 1993. Oficial Methods of Analysis. Association of official analytical chemists inc. Washinton, D.C. E.U.A.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.) 1995. Oficial Methods of Analysis. Association of official analytical chemists inc. Washinton, D.C. E.U.A.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.) 1993. Oficial Methods of Analysis. Association of official analytical chemists inc. Washinton, D.C. E.U.A. 954. 02.
- AVDALOV, N., 2003. Manual de control de calidad y manipulación de productos pesqueros para pescadores de procesadores artesanales. CFC/FAO. Infopesca. FSCFT. 23.53.
- AYALA, M.E., SALAS, A., CARVAJAL, M., PLÁCIDO, M., 2001. Patrón de deterioro de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) almacenada a temperatura de refrigeración. Ciencia y tecnología alimentaria 3 (3) 161-168.
- CÁCERES, A., 2009. Análisis de factibilidad técnico-económico de recaudar la flota pesquera artesanal de la bahía de Corral para la extracción y comercialización de la sardina común (*Strangomera bentincki*), para ser destinada al consumo humano directo. 15-44 p.
- CODEX ALIMENTARIUS., 1999. Directrices del codex para la evaluación sensorial del pescado. CAC/GL. 31-1999. 25.
- CONNELL, J., 1978. Control de calidad del pescado. Zaragoza, España, ed. Acribia, 236 p.
- CUBILLOS, L. A., ARCOS, D., CANALES, M., BUCAREY, D., 2001. Seasonal growth of small pelagic fish of Talcahuano (37°S-73° W), Chile: a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling? Aquatic. Living resources. 14.115-124 p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, 1978. Productos hidrobiológicos – Método de ensayo. Parte X: Determinación del pH. Norma Chilena oficial 2738.

CHILE, MINISTERIO DE SALUD., 2009. Reglamento sanitario de los alimentos. Editorial Publibey. Santiago. 50-68.

CHILE, SERVICIO NACIONAL DE PESCA., 2010. Anuario estadístico. Diciembre: 9.

CHILE, SUBSECRETARÍA DE PESCA., 2011. Informe técnico del recurso pesquero 115: 23.

FDA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. 2001. Bacteriological analytical manual. Published and distributed by AOAC. Wilson Blvd, Suite 400. Arlington.

FDA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. 2002. Bacteriological analytical manual. Published and distributed by AOAC. Wilson Blvd, Suite 400. Arlington.

FAO. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. Fisheries technical paper. 348. Huss, H. Edited. Technological laboratory. Ministry of agriculture and fisheries. Denmark 68-162 p.

FAO. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1999. El pescado fresco: su calidad cambios de su calidad. Documento técnico de pesca 348.

ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. Microorganismos de los alimentos. 2da edicion.

JELLINEK, G, 1985. Sensory evaluation of food – theory and practice. Ellis Horwood, Ltd., Chichester. 178p

LABUZA, T. P., 1982. Shelf life dating of foods. USA. Foods & Nutrition Press. INC. Disponible en:
<http://books.google.co.cr/books?id=ovoNjpn6aLUC&printsec=frontcover>
(consultado el: 29 de mayo del 2012)

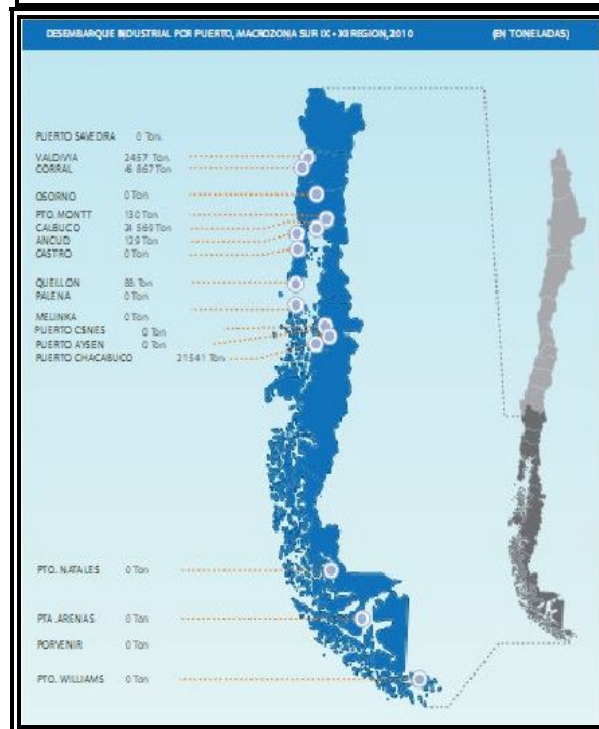
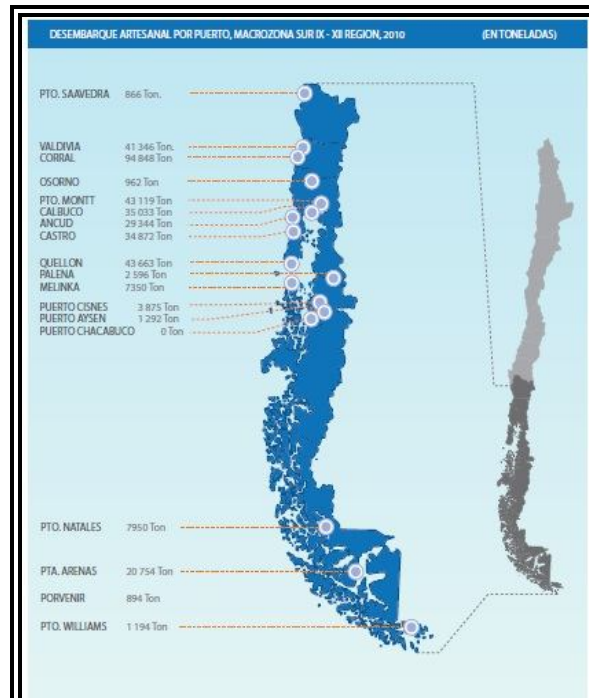
LABUZA, T. P., 1994. Determination of the shelf life of foods. 75-83p

LARSEN, E. P., HELDBO, J., JESPERSEN, C. M. AND NIELSEN, J., 1992. Development of a standard for quality assessment on fish for human consumption. In: H. H. Huss, M. Jacobsen and J. Liston (eds.) Quality Assurance in the Fish Industry. Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, August 1991. Elsevier, Ámsterdam, 351-358.

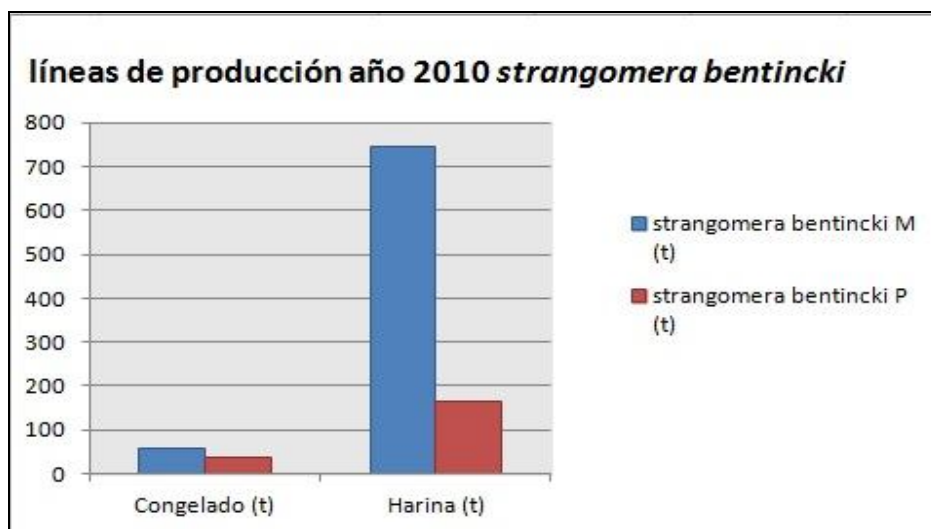
- MAESTRE, R., 2012. Mecanismos implicados en la acción antioxidante de polifenoles naturales en productos de pesca y acuicultura. Universidad de Santiago de Compostela. 211 p.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACION.1999. Microbiology of food and animal feeding stuffs horizontal method for the enumeration of coagulase positive staphylococci. 6888.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACION. 2004. Determination of nitrogen content. Part 3.
- SILVA, S., PEQUEÑO, G., 2007. Los peces clupeiformes del litoral valdiviano (Chile): clave de reconocimientos y comentarios (Pisces: Osteichthyes). Revista de Biología Marina y Oceanografía 42 (3) 357-363.
- TORI ADVISORY NOTE., 1989. Tory research station and ministry of agricultura and fisheries MAFF. 91.
- TOWNSEND, R., 1971. Biochemistry of food. Academic press. New York. 14-19
- WATTS, B. M., YLIMAKI, G., JEFFERY, L. E., ELIAS, L.G., 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa. ONT. CIIO. 160 p.
- WISSENSCHAFTLICHE. 1991. El pequeño Souci Fachmann Kraut. Tabla de composición de alimentos . 466p

6. ANEXOS

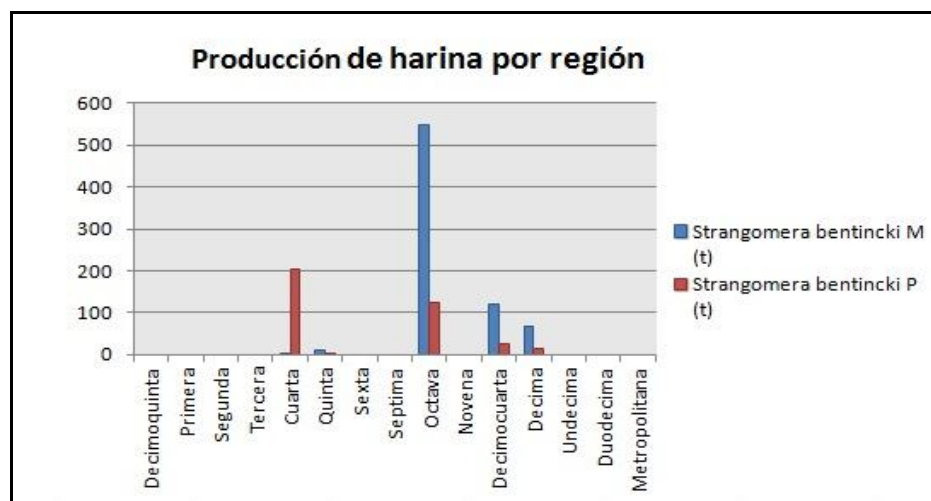
ANEXO 1. Desembarque artesanal versus desembarque industrial de la macro zona sur IX-XII por puerto.



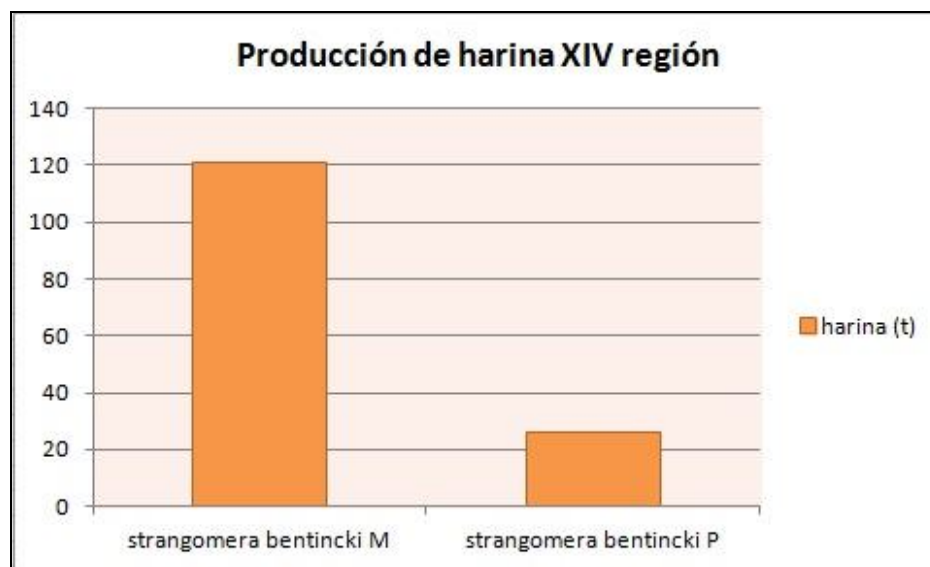
ANEXO 2. Desembarque industrial año 2010 *Strangomera bentincki* por región.



ANEXO 3. Producción de harina por región al año 2010.



ANEXO 4. Producción de harina en la Región de los Ríos según la especie *Strangomera bentincki*.



ANEXO 5. Duración del pez almacenado a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Días de duración
0	15
5	4
15	1

Fuente: Avdalov (2003).

ANEXO 6. Rigor mortis del pescado.



ANEXO 7. Post rigor mortis del pescado.



ANEXO 8. Algunas soluciones testigos utilizadas para la selección y capacitación de analistas.

Gustos básicos	Compuestos utilizados normalmente (en agua)	Pruebas de selección DFO (1986-96)	Meilgaard et al. (ligero a muy fuerte) (1991)	Jellinek (1985)	ASTM (1981)	Vaisey Genser y Moskowitz (1977)
Amargo	Cafeína	0,06%	0,05 a 0,2%	0,02 y 0,03%	0,035, 0,07 y 0,14%	0,150%
Ácido	Ácido cítrico	0,06%	0,05 a 0,20%	0,02, 0,03 y 0,04%	0,035, 0,07 y 0,14%	0,01%
Salado	Cloruro de sodio	0,02%	0,2 a 0,7%	0,08 y 0,15%	0,1, 0,2% y 0,4%	0,1%
Dulce	Sacarosa	2,0%		0,40 y 0,60%	1,0, 2,0 y 4,0%	1,0%

Fuente: Codex Alimentario (1999).

ANEXO 9. Selección para la percepción de olores.

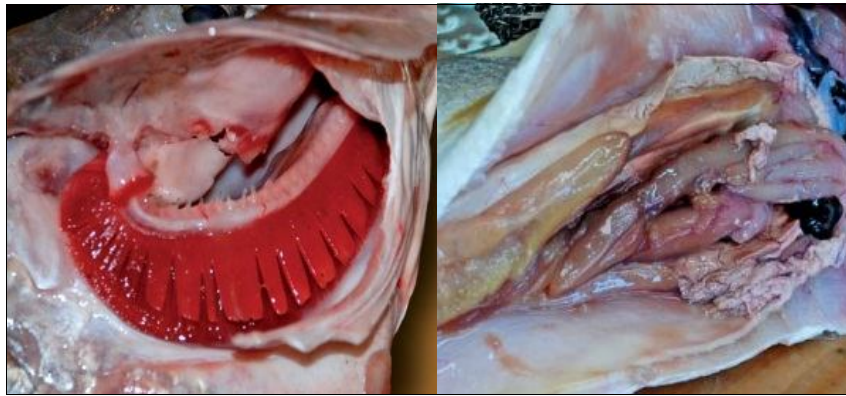
Muestras utilizadas
Salmón en conserva (pescado)
Sardinas en conserva (pescado/humo)
Levadura (crecimiento de levaduras)
Café (producto común - para ilustrar el método)
Naranja y piña (olores de fruta)
Pepino y espárragos (olores de hortalizas)
Vinagre, canela, pimienta y clavo (olores pungentes que pueden diferenciarse)
Vainilla (olor dulce)
Mostaza preparada (componente fuerte de vinagre, ilustra la capacidad para percibirlo en mezclas)
Acetona, alcohol de frotar (contaminantes, disolventes)
Productos de petróleo (aceites combustibles)
Aceite vegetal viejo (aceite rancio)

ANEXO 10. Tabla para medición del daltonismo.

E	1	20/200
F P	2	20/100
T O Z	3	20/70
L P E D	4	20/50
P E C F D	5	20/40
E D F C Z P	6	20/30
F E L O P Z D	7	20/25
D E F P O T E C	8	20/20
L E F O D P C T	9	
F D P L T C E O	10	
F E Z O L C F T D	11	

ANEXO 11. Esquema empleado para identificar el índice de calidad.

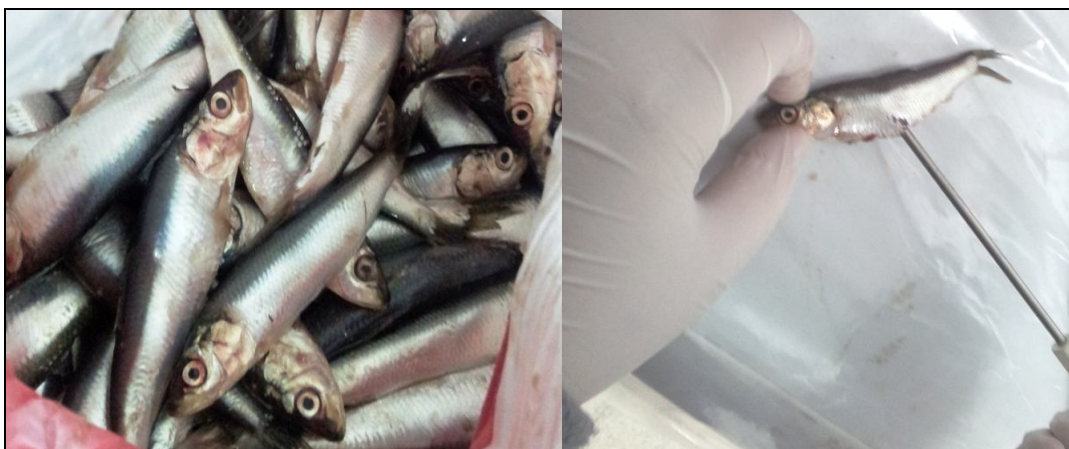
Parámetro de la calidad	Característica	Puntuación
Apariencia general	1-Piel	0 Brillante, resplandeciente 1 Brillante 2 Opaca
	2-Manchas de sangre (enrojecimiento)	0 Ninguna 1 Pequeños, 10-30% 2 Grandes ,30-50% 3 Muy grandes, 50-100%
	3-Dureza	0 duro, <i>rigor mortis</i> 1 Elástico 2 Firme 3 Suave
	4-Ventre	0 Firme 1 Suave 2 Estallido de vientre
	5-Olor	0 Fresco, algas marinas/metálico 1 Neutral 2 A humedad/mohoso/ácido 3 Carne pasada/rancia
Ojos	6-Claridad	0 Claros 1 Opacos
	7-Forma	0 Normal 1 Planos 2 Hundidos
Branquias	8-Color	0 Rojo característico 1 Pálidas, descoloridas
	9-Olor	0 Fresco, algas marinas/metálico 1 Neutral 2 Dulce/ligeramente rancio 3 Hedor agrio/pasado, rancio
Suma de puntuación		Mínimo 0 y máximo 20

ANEXO 12 Apariencia del pescado fresco.

ANEXO 13. Modelo de escala.

Atributo	Escala	1	2	3
1-Apariencia	5-Muy bueno 4-Bueno 3-Regular (defectos leves) 2-Malo (defectos evidentes) 1-Muy malo (defectos graves)			
Defectos apariencia. Indicar				
2-Textura	5-Muy bueno 4-Bueno 3-Regular (defectos leves) 2-Malo (defectos evidentes) 1-Muy malo (defectos graves)			
Defectos de textura. Indicar				
3-Sabor / aroma	5-Muy bueno 4-Bueno 3-Regular (defectos leves) 2-Malo (defectos evidentes) 1-Muy malo (defectos graves)			
Defectos de sabor/aroma. Indicar				
4-Aceptación general	7-Muy bueno 6-Bueno 5-Mas que regular 4-Regular 3-Menos que regular 2-Malo 1-Muy malo			

ANEXO 14. Recepción y medición de la temperatura.



ANEXO 15. Composición nutricional de la sardina

Sardina	
Contenido energético	
De los componentes digeribles	kJ: 527
De 100g de porción comestible	Kcal:124
Componentes principales de 100g de porción comestible	
Agua 73,8g	sales minerales 1,5g
Proteína...19,4g	
Grasa 5,2g	

Composición detallada de 100g de porción comestible			
Sales minerales		lípidos	
Sodio	100mg	ácido palmítico	730mg
Magnesio	25mg	ácido esteárico	280mg
Calcio	85mg	ácido oleico	640mg
Hierro	2400ug	ácido linoleico	100mg
Cobre	170ug	ácido linolenico	50mg
Fósforo	260mg	ácido araquidonico	10mg
Yodo	30ug	ácido eicosapentenoico	660mg
Selenio	85ug	ácido docosahexenoico	930mg
Vitaminas		otros componentes	
Vit A	20ug	purinas	345mg
Vit D	8ug		
Vit B ₁	20ug		
Vit B ₂	250ug		
Nicotinamida	9700ug		
Vit B ₆	960ug		
Vit B ₁₂	140ng		
Aminoácidos			
Arginina	1300mg		
Histidina	460mg		
Isoleucina	1190mg		
Leucina	1870mg		
Lisina	2280mg		
Metionina	640mg		
Fenilalanina	910mg		
Treonina	1120mg		
Triptófano	240mg		
Tirosina	810mg		
Valina	1450mg		

Fuente: Wissenschaftliche (1991).

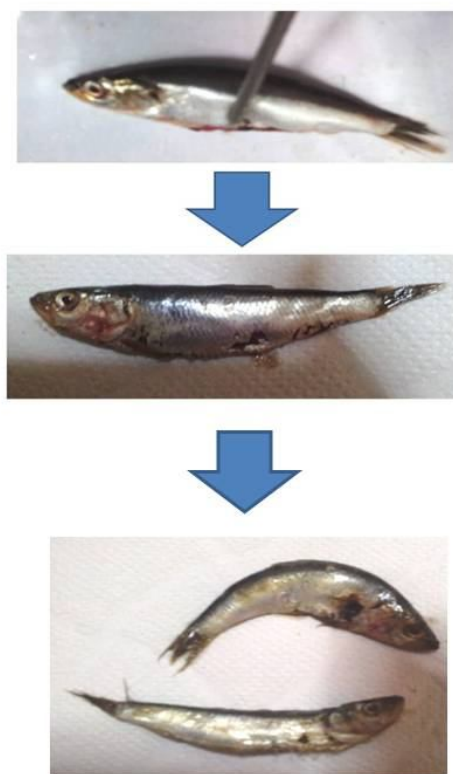
ANEXO 16. Ingesta diaria recomendada de minerales en base a una dieta de 2000kcal al día.

Mineral	Contenido
Potasio	2000 mg
Calcio	800 mg
Fósforo	700 mg
Magnesio	375 mg
Hierro	14 mg
Zinc	10 mg
Fluoruro	3,5 mg
Manganeso	2 mg
Cobre	1 mg
Yodo	150 ug
Selenio	55 ug

Fuente FAO decreto 2180 2004

http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd1669-2009.html

ANEXO 17. Deterioro de muestras.



ANEXO 18. Ingredientes de Sardina en tres tiempos.

	Cantidad
Sardina sin eviscerar	1kg
Luche deshidratado	A gusto
Mantequilla con luche deshidratado	2 cucharadas
Cerveza	1 vaso (40ml)
Vino	1 vaso (40ml)
Coñac	1 vaso (20ml)
Azúcar	1 cucharada
Harina	2
Huevo	1
Tomate	50g
Pimienta	A gusto
Cilantro	A gusto
Perejil	A gusto

ANEXO 19. Elaboración de plato gourmet.



