

I

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**Estandarización del proceso de botarga a partir de  
huevas de lisa (*Mugil cephalus*) obtenidas en la Región  
del Biobío.**

BENJAMIN GABRIEL MELLA POBLETE

TRABAJO DE HABILITACIÓN PROFESIONAL  
PRESENTADO A LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD  
DE CONCEPCIÓN, PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

CHILLÁN-CHILE  
2023

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE BOTARGA A  
PARTIR DE HUEVAS DE LISA (*MUGIL CEPHALUS*)  
OBTENIDAS EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO.**

Aprobado por:

Juan Antonio Cañumir Veas.  
Ingeniero Agrónomo, Mg.Sc. Ph. D.  
Profesor Asociado.

---

Profesor Guía

Ariel Edgardo Valenzuela Saldías.  
Biólogo Marino, Mg. en ciencias  
Mención en Pesquerías, Dr. en ciencias  
Biológicas.  
Profesor Asistente

---

Profesor Asesor

María Ignacia Vásquez Benavides  
Ingeniero Agroindustrial, Mg. Sc. Ing.  
Agrícola.  
Profesor Asistente

---

Profesor Asesor

Christian Gabriel Folch Cano.  
Profesor de Química y Cs. Naturales. D.  
Profesor Asociado

---

Director de Departamento

María Eugenia Gonzales Rodríguez.  
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.  
Profesor Asociado

---

Decana

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis a mi familia por el infinito apoyo, ya que me han enseñado a enfrentar mis miedos sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Ellos me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño. A Catalina por haberme brindado su ayuda, apoyo y sobre todo por tenerme mucha comprensión y paciencia durante estos años de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los participantes del proyecto FONDEF, por siempre estar a mi lado en los buenos y malos momentos, por su ilusión y confianza en mis posibilidades, han sido el impulso necesario para llegar a ser un gran profesional en mi vida.

A la Universidad de Concepción, por brindarme los conocimientos y valores necesarios para enfrentar una futura vida profesional.

A mis amistades, con quien he compartido grandes y especiales momentos, y han estado siempre conmigo.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	OBJETIVOS .....	4
2.1.	Objetivo General .....	4
2.2	. Objetivos específicos .....	4
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
3.1.	Características de la lisa. ....	5
3.2.	Huevas de lisa.....	7
3.3.	Composición nutricional de la hueva de lisa.....	7
3.4.	Conservación de la botarga.....	9
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	10
4.1.	Recepción materia prima. ....	10
4.2.	Lavado de Gónada.....	11
4.3.	Análisis Físico de la Gónada. ....	11
4.4.	Análisis Químico de la Gónada. ....	12
4.5.	Análisis Microbiológico de la Gónada.....	12
4.5.1.	RAM.....	12

4.5.2. Coliformes fecales.....	12
4.5.3. E.coli .....	12
4.5.4. S. aureus.....	13
4.5.5. Salmonella .....	13
4.6. Clasificación de la gónada .....	13
4.7. Salazón de las gónadas.....	13
4.8. Presentación del producto final. ....	14
4.9. Formato y etiquetado de la Botarga. ....	14
4.10. Análisis Sensorial.....	15
4.11. Determinación de la línea de proceso.....	15
4.12. Análisis Físico de la Botarga.....	16
4.13. Análisis Químico de la Botarga. ....	16
4.14. Análisis Microbiológico de la Botarga.....	16
4.14.1. RAM.....	17
4.14.2. Coliformes fecales.....	17
4.14.3. E.coli .....	17
4.14.4. S. aureus.....	17
4.14.5. Salmonella .....	17
V. Resultados y discusión .....	17

5.1.	Recepción materia prima. ....	17
5.2.	Lavado de Gónada.....	18
5.3.	Análisis Físico de la Gónada.....	19
5.3.1.	Color .....	19
5.3.2.	Largo y ancho .....	21
5.3.3.	Masa .....	22
5.4.	Análisis Químico de la Gónada.....	23
5.4.1.	Análisis Proximal.....	23
5.4.2.	Ac. Graso .....	25
5.4.3.	Perfil de Aminoácidos .....	29
5.4.4.	Metales pesados.....	30
5.5.	Análisis Microbiológico de la Gónada.....	31
5.5.1.	RAM.....	32
5.5.2.	Coliformes fecales.....	32
5.5.3.	E.coli .....	32
5.5.4.	S. aureus.....	32
5.5.5.	Salmonella .....	32
5.6.	Clasificación de la gónada .....	33
5.7.	Salazón de las gónadas.....	35

5.7.1.	Proporción 10g y 5g.....	35
5.7.2.	Proporción 5g y 2,5g.....	38
5.7.3.	Proporción 2,5g y 1,25g.....	39
5.8.	Presentación del producto final.....	40
5.8.1.	Extracción membrana.....	40
5.8.2.	Cera de abeja.....	42
5.9.	Formato y etiquetado de la Botarga.....	42
5.9.1.	Pieza entera al vacío.....	42
5.9.2.	Rayado en frasco de vidrio.....	43
6.	Análisis Sensorial.....	44
6.1.	Determinación de la línea de proceso.....	45
6.2.	Análisis Físico de la Botarga.....	49
6.2.1.	Color.....	49
6.2.2.	Largo y ancho.....	50
6.2.3.	Masa.....	51
6.3.	Análisis Químico de la Botarga.....	52
6.3.1.	Análisis Proximal.....	52
6.3.2.	Ac. Graso.....	54
6.3.3.	Perfil de Aminoácidos.....	57

6.3.4. Metales pesados.....	58
6.4. Análisis Microbiológico de la Botarga.....	59
VI. CONCLUSIÓN.....	60
VII. BIBLIOGRAFIA .....	62
VIII. APÉNDICES.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Desembarque total de lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ) en Chile por región y año, datos en toneladas.....	7
Tabla 2.	Comparación de los nutrientes de las huevas de lisa frescas secosalada, como humedad, proteína, lípidos y cenizas.....	8
Tabla 3.	Tiempo (s) que estuvieron las gónadas bajo el flujo de agua (mL) para eliminar las impurezas de la superficie en 6 gónadas para obtener un promedio.....	18
Tabla 4.	Medición de parámetros L, a, b en colorímetro Chroma Meter, para luego a través de calculadora transformar a R, G, B y obtener el color de la muestra.....	20
Tabla 5.	Determinación del largo (cm) y ancho (cm) de gónadas frescas, los datos de las 10 muestras son obtenidos con un pie de metro.....	21
Tabla 6.	Determinación de la Masa (g) de gónadas frescas, los datos de las 10 muestras son obtenidos con una balanza.....	23
Tabla 7.	Resultados de humedad, proteína total, materia grasa, cenizas, extracto no nitrogenado (g/100g) y calorías (kcal/100g) de gónadas frescas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ).....	24

Tabla 8.	Análisis químico-físico, proteínas totales, lípidos totales (g/100g), escualeno y colesterol (mg/100g) de huevas frescas y botarga de <i>M. cephalus</i> y <i>L. ramada</i> .....	25
Tabla 9.	Resultado de las gónadas frescas de lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ) en análisis de metales pesados, como plomo, cadmio, arsénico y mercurio expresado en mg/kg.....	30
Tabla 10.	Determinación de RAM (UFC/ mL), Coliformes fecales (UFC/ mL), <i>E. coli</i> (UFC/ mL), <i>S. aureus</i> (UFC/ mL) y <i>Salmonella</i> de gónadas frescas.....	31
Tabla 11.	Limites microbiológicos según Reglamento Sanitario de los Alimentos, RAM (UFC/ mL), Coliformes fecales (UFC/ mL), <i>E. coli</i> (UFC/ mL), <i>S. aureus</i> (UFC/ mL) y <i>Salmonella</i> (UFC/ mL).....	33
Tabla 12.	Criterio de clasificación de la gónada fresca, para determinar el destino de la materia prima, para así ingresar al proceso de salado y destinarla al formato.....	34
Tabla 13.	Captura de Lisa ( <i>Mugil Cephalus</i> ) en periodos de desove, ubicadas en caleta Boca Sur, para determinar la mejor época para pescar.....	46
Tabla 14.	Medición de parámetros L, a, b en colorímetro Chroma Meter, se introducen los datos en la calculadora para luego transformar a R, G, B y obtener el color.....	49

Tabla 15.	Promedio del largo (cm) y ancho (cm) de la botarga y gónada, para comparar el antes y después del proceso de salado, estos datos son obtenidos con un pie de metro.....	50
Tabla 16.	Determinación de la Masa (g) de la botarga y gónada, se observa la disminución en el peso por el proceso de salado, estos datos son obtenidos con una balanza.....	51
Tabla 17.	Resultados de humedad, proteína total, materia grasa, cenizas, extracto no nitrogenado (g/100g) y calorías (kcal/100g) de la botarga.....	53
Tabla 18.	Resultado de la botarga y gónadas frescas de lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ) en análisis de metales pesados, como plomo, cadmio, arsénico y mercurio expresado en mg/kg, comparándolo con el RSA.....	59
Tabla 19.	Determinación de RAM (UFC/ mL), Coliformes fecales (UFC/ mL), E. coli (UFC/ mL), S. aureus (UFC/ mL) y Salmonella de la botarga luego del proceso de salado.....	59
Tabla 20.	Perfil de ácidos grasos saturados de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ).....	64
Tabla 21.	Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ).....	65
Tabla 22.	Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ).....	66

Tabla 23.	Aporte Ácidos Grasos: g/100 g de gónadas frescas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ).....	67
Tabla 24.	Resultados perfil de aminoácidos de gónadas frescas de lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ).....	67
Tabla 25.	Determinación de la Masa inicial (g) para cada gónada fresca, para luego ser multiplicada por el factor de sal 2,5 g, y así obtener la cantidad de sal (g) para llevar al proceso de salado.....	68
Tabla 26.	Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra A correspondiente al producto final botarga.....	69
Tabla 27.	Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra B correspondiente al producto final botarga.....	69
Tabla 28.	Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra C correspondiente al producto final botarga.....	70
Tabla 29.	Determinación de la Masa inicial (g) para cada gónada fresca, para luego ser multiplicada por el factor de sal 1,25 g, y así obtener la cantidad de sal (g) para llevar al proceso de salado.....	72

Tabla 30.	Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra A correspondiente al producto final botarga.....	73
Tabla 31.	Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra B correspondiente al producto final botarga.....	73
Tabla 32.	Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra C correspondiente al producto final botarga.....	74
Tabla 33.	Composición de ácidos grasos (%) de las huevas frescas y la botarga de <i>Mugil cephalus</i> y <i>lisa ramada</i> .....	77
Tabla 34.	Composición de aminoácidos (g/100g) de huevo fresca y botarga de <i>Mugil cephalus</i> y <i>Lisa ramada</i> .....	78

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.	Foto comercial de botarga brasileña marca “Bottarga Gold”, valor del producto en Latinoamérica (1 Real=158 pesos chilenos).....	2
Figura 2.	Desembarque de lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ) en Chile, especificando la cantidad en toneladas por Región.....	6
Figura 3.	Imagen satelital de la caleta Boca sur ubicado en el sector de San Pedro de la paz, coordenadas; -36.82450849785302, -73.14843687693552.....	11
Figura 4.	Lavado de gónadas frescas una vez recepcionadas, para la eliminación de impurezas.....	19
Figura 5.	Determinación de gónadas frescas para obtener el L*, a, b de la muestra, con colorímetro Chroma Meter, CR-400.....	20
Figura 6.	Largo (cm) y ancho (cm) de gónadas frescas, obtenido con un pie de metro antes de entrar al proceso de salado.....	22
Figura 7.	Perfil de ácidos grasos saturados de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como palmítico, esteárico, mirístico y pentadecanoico expresados en %Esteres Metilicos.....	26
Figura 8.	Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como oleico, palmitoleico, heptadecaenoico y miristoleico expresados en %Esteres Metilicos y especificando su tipo de omega.....	27

Figura 9.	Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como linoleico, eicosapentaenoico, docosahexaenoico, linolenico, docosapentaenoico y linolenico expresados en %Esteres Metilicos y especificando su tipo de omega.....	28
Figura 10.	Perfil de aminoácidos esenciales de gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como acido glutámico, alanina, prolina, leucina y lisina expresados en g/100g.....	29
Figura 11.	Diferentes características en gónadas de lisa antes de su clasificación, como tamaño, color y daño en la membrana, para luego ser destinada a su formato correspondiente.....	35
Figura 12.	Pérdida de agua (%) de gónadas en los métodos 10g y 5g de sal por g de gónada al cabo de 14 días, luego del proceso el producto final se le denomina botarga.....	36
Figura 13.	Determinación del proceso de salado 10 g de sal/ g de gónada fresca, Dia 1,2,5, 10 y 14, se observa el cambio de tonalidad por la pérdida de agua, a la membrana se la adhiere una capa de sal...	37
Figura 14.	Determinación del proceso de salado 5 g de sal/ g de gónada fresca, Dia 1,2,5, 10 y 14, se observa el cambio de tonalidad por la pérdida de agua, a la membrana se la adhiere una capa de sal.....	37

- Figura 15. Pérdida de agua (%) de gónadas en los métodos 5g y 2,5g de sal por g de gónada al cabo de 6 días, luego del proceso el producto final se le denomina botarga..... 38
- Figura 16. Pérdida de agua (%) de gónadas en los métodos 2,5g y 1,25g de sal por g de gónada al cabo de 6 días, luego del proceso el producto final se le denomina botarga..... 39
- Figura 17. Proceso de retiro de la membrana externa de la botarga, la membrana se humedece con agua para esta ser retirada sin dañar el producto, luego es enviada a la estufa de secado..... 41
- Figura 18. Resultado luego de la extracción y secado en estufa, finalmente el producto denominado botarga es enviado a empaque..... 41
- Figura 19. Resultado de botarga recubierta con cera de abeja, luego de la extracción de la membrana externa la botarga es recubierta con cera de abeja para mejorar el aspecto visual de la botarga..... 42
- Figura 20. Etiqueta del producto botarga envasada en bolsa al vacío de 18 milímetros de grosor..... 43
- Figura 21. Formato rallado caviar de Lisa (*Mugil cephalus*), cuando el destino de la gónada no es pieza entera está en enviado a formato de rallado..... 44

Figura 22. Numero de preferencias para cada una de las muestras, tales como control, menor, mayor y ninguna, estas variables contienen diferentes concentraciones de botarga.....	45
Figura 23. Desembarque artesanal anual de lisa en Chile en los años del 2011 hasta el 2020.....	46
Figura 24. Cantidad de gónadas por pallet en la sala de salado, para determinar la cantidad de gónadas a procesar semanalmente.....	47
Figura 25. Esquema de Sala de Procesamiento para 750kg/semana de huevas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ) frescas, para la obtención de botarga.....	48
Figura 26. Largo (cm) y ancho (cm) de botargas, obtenido con un pie de Metro luego de salir del proceso de salado.....	51
Figura 27. Masa (g) final de la botarga luego del proceso de salado y extracción de membrana, obtenido con una balanza luego de salir del proceso de salado.....	52
Figura 28. Perfil de ácidos grasos saturados de botarga y gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como esteárico (C:18:0), mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0) expresados en %Esteres Metilicos.....	54

Figura 29. Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de botarga y gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como oleicoW7 (C18:1), oleicoW9 (C18:1) y palmitoleicoW7 (C16:1), expresados en %Esteres Metílicos y especificando su tipo de omega.....	55
Figura 30. Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de botarga y gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como docosahexaenoico (C22:6), docosapentaenoico (C22:5), eicosapentaenoico (C20:5) y linoleico (C18:2) expresados en %Esteres Metílicos y especificando su tipo de omega.....	56
Figura 31. Perfil de aminoácidos esenciales de botarga y gónadas de Lisa ( <i>Mugil cephalus</i> ), como lisina, leucina, isoleucina, metionina, valina, treonina, histidina y triptófano expresados en g/100g.....	58
Figura 32. Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra A.....	71
Figura 33. Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra B.....	71
Figura 34. Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra C.....	72
Figura 35. Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra A.....	75
Figura 36. Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra B.....	75
Figura 37. Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra C.....	76

Figura 38. Equipo Multivac C200 para envasar botarga en bolsas de vacío de 0,18 milímetros de grosor.....	76
--	----

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE BOTARGA A PARTIR  
DE HUEVAS DE LISA (*MÚGIL CEPHALUS*) OBTENIDAS EN LA  
REGIÓN DEL BIOBÍO.**

**STANDARDIZATION OF THE BOTARGA PROCESS FROM LISA  
ROES (*MUGIL CEPHALUS*) OBTAINED IN THE BIOBÍO  
REGIÓN.**

**Palabras claves:** Botarga, huevas de lisa.

**RESUMEN**

Este proyecto tiene como objetivo estandarizar el procesamiento de la botarga a partir de huevas de lisa utilizando sal, esto se realizó en el laboratorio de ingeniería de sistemas biológicos en la facultad ingeniería agrícola, con lo cual se quiere dar una solución al problema del desperdicio de las huevas de lisa en las caletas. Para esto fue necesario analizar los tiempos de salado y cantidad de sal a utilizar por gramo de gónadas. Lo que permitió identificar la importancia que representa el tiempo y la cantidad de sal a utilizar para poder obtener un producto parecido al comercial, finalmente los resultados obtenidos demostraron que con un tiempo de 6 días y utilizando 1,25 gramos de sal por cada gramo de gónada podemos obtener un producto aceptable.

# STANDARDIZATION OF THE BOTARGA PROCESS FROM LISA ROES (MÚGIL CEPHALUS) OBTAINED IN THE BIOBÍO REGION.

**Keywords:** Botarga, mullet roe.

## SUMMARY

The objective of this project is to standardize the processing of botarga from mullet roe using salt, this was carried out in the biological systems engineering laboratory at the agricultural engineering faculty, with which we want to provide a solution to the problem of waste of the roe of lisa in the coves. For this, it was necessary to analyze the salting times and amount of salt to be used per gram of gonads. Which allowed us to identify the importance of time and the amount of salt to use in order to obtain a product similar to the commercial one, finally the results obtained showed that with a time of 6 days and using 1.25 grams of salt for each gram of gonad we can obtain an acceptable product.

## I. INTRODUCCION

La Lisa (*Múgil cephalus*) es un recurso abundante a Nivel Mundial. La hueva de Lisa es la segunda más apreciada a nivel internacional, sólo superada por la hueva de esturión o caviar. Es comercializada principalmente fresca o congelada en muchos países incluyendo México. Algunos países la procesan en forma semi-artesanal seco-salada, obteniendo producto procesado se comercializa hasta \$100 dólares por kilogramo (Ramírez de León, 2006).

La Botarga es un alimento elaborado de huevas de lisa, cuyos huevos son salados y secados por métodos tradicionales; existen diferentes formas de llamarlo, por ejemplo, en Italia y Brasil lo denominan Bottarga, en España lo denominan huevas de mújol, en los países latinoamericanos le llaman botarga y los japoneses lo conocen como karasumi.

La botarga formaba parte de la dieta de los pescadores cuando estaban en alta mar, pero con el paso de los años ha ido cobrando especial relevancia llegando a convertirse hoy en día en un producto de lujo en la gastronomía internacional.

En Japón la forma de procesamiento de las huevas de Lisa es someterlas a salazón y luego exponerlas al sol para ser secadas, por otro lado, en Brasil les aplican sal fina para luego ser secadas en un equipo de aire.

En cuanto a las formas de conservación, las huevas de pescado saladas son una de las formas más populares de conservación en muchos países.

El efecto conservador de la sal se debe principalmente a la disminución de la actividad del agua, que tiene efectos supresores sobre el crecimiento de muchos organismos responsables del deterioro (Aubourg, 2002).

Además, durante el procesamiento de seco salado de la hueva, existe una serie de transformaciones de las proteínas y lípidos asociadas con el aroma y sabor del producto.

La forma más habitual de consumirlo es en risottos y spaguetti, pero también se adquiere envasado al vacío y rallado para condimentar algunos platos. Desde una simple rodaja de tomate con aceite de oliva y un poco de Botarga, hasta un plato de pasta con aroma 100% marinero.



**Figura 1.** Foto comercial de botarga brasileña marca “Bottarga Gold”, valor del producto en Latinoamérica (1 Real=158 pesos chilenos).

Martillo, (2005) realizó un estudio donde demostró la factibilidad de llevar a cabo un proyecto, se trata de obtener las huevas de pescado desde los desperdicios de las industrias pesqueras de las provincias del Guayas y Manabí y llevar a cabo un proceso para su futura exportación.

La botarga ya procesa contempla una importancia económica, ya que en muchos lugares costeros de Chile las huevas de lisa son un desecho; podemos observar en la figura 1 el precio comercial de la botarga en Brasil. En Chile, actualmente no existe esta oferta comercial y constituye una oportunidad de diversificación productiva para la pesca extractiva sobre la base de la elaboración de productos de alto valor comercial utilizando como materia prima subproductos de la actividad de pesquería.

Desde el 2016 a la fecha, en Chile se ha desarrollado la botarga a escala laboratorio donde este producto fue asociado primero al proyecto FONDEF ID16I10092 “Producción de caviar de Lisa (*Mugil cephalus*) como un nuevo producto comercial en Chile y evaluación biológica y técnica del cultivo” y su continuación FONDEF ID18I10305 “Cultivo Intensivo de Lisa (*Mugil cephalus*) a escala experimental. Fase 1. Generación y acondicionamiento de un plantel de reproductores en cautiverio” desarrollado entre las Facultades de Cs Naturales y Oceanográficas (Depto. De Oceanografía) y la Facultad de Ingeniería Agrícola (Depto. De Agroindustria) de la Universidad de Concepción.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

- Estandarizar el procesamiento de la botarga a partir de huevas de lisa obtenidas en la Región del Biobío.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar de forma microbiológica, química y física las materias primas obtenidas en la Región del Biobío.
- Determinar las operaciones unitarias y los factores en una línea de proceso propuesta para obtener botarga que cumpla con los altos estándares comerciales internacionales.
- Caracterizar de forma microbiológica, química y física a la botarga como producto terminado.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Características de la lisa.

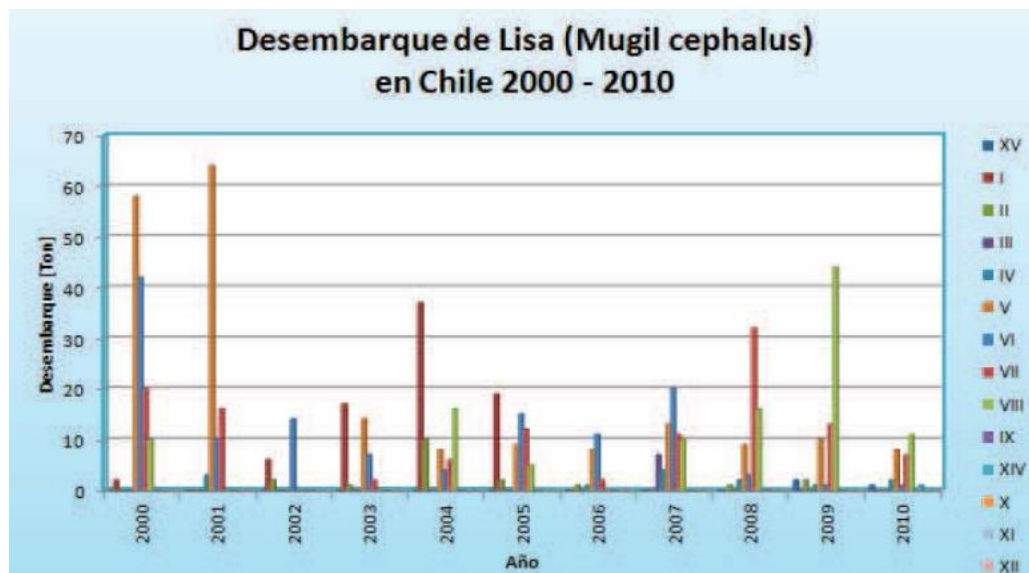
La Lisa (*Mugil cephalus*), es un pez marino de cuerpo alargado con una longitud máxima de 120 cm. y peso de 6 a 8 kg. Es de cuerpo cilíndrico, robusto y cabeza ancha; Su ancho es mayor al ancho de la comisura bucal; La comisura bucal termina debajo del nasal posterior; Posee párpados adiposos bien desarrollados, que cubren la mayor parte de la pupila; El labio superior es delgado, no posee papilas, y los dientes labiales de la mandíbula superior son pequeños, rectos, densos y normalmente en varias líneas. En el proceso de reproducción la hembra tiende a ser más robusta y grande; El tamaño y la edad a la que alcanzan la madurez sexual varia aproximadamente dos o tres años a tallas de 20 a 30 cm. de longitud (Ortiz, 2012).

La lisa (*Mugil cephalus*) es una especie marina costera, eurihalina, que habitualmente llega hasta los 40 m de profundidad, preferentemente sobre fondos de arena. También penetra por las desembocaduras de los ríos y estuarios (Collins, 1985).

Dentro de la expansión del rango de especies a cultivar, el recurso lisa (*Mugil cephalus*) se perfila como candidato viable para la diversificación de la industria acuícola, debido a que posee una tasa de crecimiento del orden de 0,22 milímetros por día lo que en peso equivale aproximadamente a 0,35 gramos por día. Los registros de enfermedades en instalaciones de cultivo son relativamente escasos y presenta cierto nivel de facilidad en el manejo de cultivo (FAO, 2005).

La fecundación de la Lisa es importante porque se dará a conocer el periodo en el cual existiría la materia prima y los periodos que no, así se pueden planificar los periodos de pesca.

En la siguiente Figura 2 se detalla el desembarque de la lisa (*Mugil cephalus*) en Chile.



**Figura 2.** Desembarque de lisa (*Mugil cephalus*) en Chile, especificando la cantidad en toneladas por Región.

**Fuente:** Cortez, 2014

**Tabla 1.** Desembarque total de lisa (*Mugil cephalus*) en Chile por Región y año, datos en toneladas.

Región/Año	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	XVI	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	AI	BF	Total
2018	1	-	-	-	5	6	9	23	-	5	-	2	-	-	-	-	-	51
2019	2	-	1	-	2	28	50	21	-	3	-	3	-	-	-	-	-	110
2020	-	-	-	-	-	12	10	30	-	27	1	2	-	-	-	-	-	82

**Fuente:** SernaPesca.

### 3.2. Huevas de lisa.

A pesar de que las huevas de lisa son de consumo masivo en Europa y Latinoamérica, preparadas de manera sencilla y tradicional, en el mercado chileno no se encuentran como producto procesado. Es posible que esta falta de consumo se deba al desconocimiento de las cualidades de las huevas de Lisa y su valor nutricional (Waldrop, 2019).

Las huevas de Lisa se comercializan como sucedáneo del caviar. Aunque son de menor tamaño que las de esturión (caviar auténtico), también su precio es mucho más asequible que aquellas (Panorama Griego, 2013).

Se extraen las gónadas de las hembras durante la temporada de desove, para luego producir un producto conocido como bottarga (Waldrop, 2019).

### 3.3. Composición nutricional de la hueva de lisa.

Velásquez de la Cruz, (2011) realizó un estudio donde demostró que la hueva cruda es un alimento con contenido de humedad moderado (40 %) rica en proteínas (45 %) y lípidos (12.8 %); La muestra deshidratada a 30

°C, presentó una reducción parcial del contenido de humedad alcanzando una concentración del 32.8 %, pero incrementado su concentración de proteínas a 48.1% y de lípidos a 16.2 %. Para un mejor panorama de cuál es la composición de las huevas de Lisa se presenta en la tabla 2 una comparación entre las huevas frescas y las huevas que han pasado por un proceso de industrialización huevas seco- saladas.

**Tabla 2.** Comparación de los nutrientes de las huevas de lisa frescas seco-saladas, como humedad, proteína, lípidos y cenizas.

Componentes	Huevas de lisa	
	Frescas	Seco-Saladas
Humedad	40%	32.8%
Proteína	45%	48.1%
Lípidos	12.8	16.2%
Cenizas	2.2%	2.9%
Total	100%	100%

**Fuente:** Marquina, 2015

Las huevas aportan mucha energía y aumenta el rendimiento tanto físico como mental. Es considerado como alimento apto para los atletas y para los niños dados su alta concentración de omega-3 y selenio (Panorama Griego, 2013).

### **3.4. Conservación de la botarga.**

En cuanto a las formas de conservación, las huevas de pescado saladas son una de las formas más populares de conservación en muchos países. El efecto conservador de la sal se debe principalmente a la disminución de la actividad del agua, que tiene efectos supresores sobre el crecimiento de muchos organismos responsables del deterioro (Aubourg, 2002).

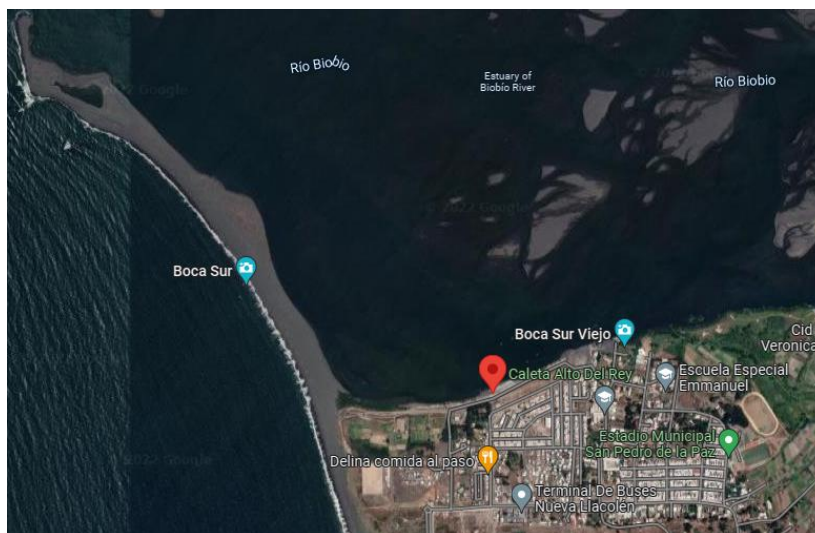
Según el conocimiento culinario internacional, la técnica de vacío es la mejor opción de envasado para las huevas de lisa saladas. El envasado al vacío permite prolongar la vida útil de un producto y protegerlo contra los elementos contaminantes externos. El objetivo principal del envasado al vacío es generar una atmósfera libre de oxígeno y de esta forma de retardar el accionar de las bacterias, hongos que contiene el producto a envasar manteniendo todas sus propiedades organolépticas (color, sabor y aroma). Además, resulta adecuado por el fácil acceso de la materia prima y las operaciones involucradas, siempre que se cumpla las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Mientras que la presentación envasada en frascos implica un tratamiento térmico en donde los parámetros tecnológicos deben ser más controlados (Eras, 2016).

#### **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**

Debido a la dificultad para encontrar la secuencia del procesamiento de la botarga en la bibliografía, esta investigación se basa en una línea propuesta en el proyecto FONDEF ID16I1009, que está hecho a nivel de laboratorio, con la intención de proponer una línea a mayor escala (piloto) con el procesamiento de estos datos.

##### **4.1. Recepción materia prima.**

Se obtuvieron las gónadas de lisa en la caleta Boca Sur, San Pedro de la Paz, la Región del Biobío, como se observa en la figura 3; El transporte de las huevas de lisa se realizó bajo los parámetros de frío descritos en el reglamento sanitario de los alimentos (RSA), a temperaturas de 0° a 5°C; La materia prima se transportó en contenedores con hielo o gel pack para así conseguir un viaje seguro hacia la planta piloto de la Universidad de Concepción en Chillan; Al llegar a la planta piloto la materia prima se almaceno en cámara de frio a - 18°C.



**Figura 3.** Imagen satelital de la caleta Boca sur ubicado en el sector de San Pedro de la paz, coordenadas; -36.82450849785302, -73.14843687693552.

#### **4.2. Lavado de Gónada.**

Se procede al lavado de esta con abundante agua potable por al menos 1 minutos de flujo continuo para eliminar impurezas, luego se utilizó papel absorbente para secar la gónada.

#### **4.3. Análisis Físico de la Gónada.**

Se introdujo la gónada en una balanza digital para obtener su masa; luego con un pie de metro se obtuvo el ancho y largo de la materia prima.

Luego por medio de un colorímetro marca Chroma Meter, modelo CR-400 se obtuvieron los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  de la gónada para ser comparadas con otras.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de postcosecha en la Facultad Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.

#### **4.4. Análisis Químico de la Gónada.**

Las muestras se constituyeron aproximadamente de 350 gramos de gónadas frescas envasadas en bolsas selladas al vacío; Luego se enviaron a los laboratorios de Analab S.A para realizar análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos y metales pesados; Los métodos utilizados en los análisis están basados en AOAC 19th Ed. 2012 y NCh 841 of 78.

#### **4.5. Análisis Microbiológico de la Gónada.**

Las muestras se constituyeron aproximadamente de 350 gramos de gónadas frescas empacadas en bolsas selladas al vacío; Luego se enviaron a los laboratorios de microbiología y micología aplicada de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la Universidad de Concepción, para realizar los siguientes análisis:

##### **4.5.1. RAM**

NCh2659.Of2002 Productos hidrobiológicos - Determinación demicroorganismos aerobios mesófilos - Técnica de recuento en placa a 35°C

##### **4.5.2. Coliformes fecales**

NCh2635/1. Of2001 Productos hidrobiológicos - Determinación de coliformes – Parte 1: Determinación de coliformes y coliformes fecales - Técnica del número más probable (NMP)

##### **4.5.3. E.coli**

NCh3056.Of2007 ISO/TS 16649-3:2005 Microbiología de los alimentos de consumo humano y animal - Método horizontal para la enumeración de

Escherichia coli glucuronidasa positiva - Técnica del número más probable utilizando 5- bromo-4-cloro3-indolil-B-D-glucuronido

#### **4.5.4. S. aureus**

NCh2671.Of2002 Productos hidrobiológicos - Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva - Técnica de recuento en placa en agar Baird-Parker

#### **4.5.5. Salmonella**

NCh2675.Of2002 Productos hidrobiológicos - Detección de Salmonella

### **4.6. Clasificación de la gónada**

Las gónadas fueron clasificadas según gramaje y tonalidad. Con estos parámetros se definió el formato final de cada pieza. Las gónadas dañadas en sus membranas se destinaron a producto en formato rallado.

### **4.7. Salazón de las gónadas**

Se realizó el salado a temperatura ambiente (20° - 25°C); Las gónadas se posicionaron en bandejas de plástico con capas de sal de mar cubriéndolas por completo.

Se utilizaron dos relaciones sal/gónada:

- 5 g sal/g de gónada
- 10 g sal/g de gónada

El efecto de estos tratamientos se evaluó mediante la pérdida de peso, durante tres semanas o hasta que el producto llegue a peso constante como lo planteado por Mario Aranda en el Proyecto FONDEF ID16I10092.

Los resultados de los ensayos definieron el tiempo y tipo de salazón a utilizar.

#### **4.8. Presentación del producto final.**

Se realizaron dos tratamientos para la presentación final del producto:

- Cera de abeja
- Extracción membrana

Se realizó un tratamiento de encerado con cera de abeja, calentada a baño maría a 62°C, luego la botarga se introdujo en la cera hasta estar completamente cubierta de ella; Luego se retiró y colgó en un tendedero para el secado.

Se realizó la extracción de la membrana externa de la botarga humedeciéndola con agua a 25°C para facilitar su eliminación.

#### **4.9. Formato y etiquetado de la Botarga.**

El envasado se realizó mediante vacío. Se realizaron ensayos de vacío para determinar la mejor bolsa, donde se evaluó la durabilidad y características organolépticas del producto final, Además se evaluó la aceptación de dos formatos de presentación de envasado del producto terminado:

- Pieza entera al vacío
- Rallado en frasco de vidrio

#### **4.10. Análisis Sensorial**

Se evaluó sensorialmente el producto terminado, en el laboratorio de evaluación sensorial de la Facultad Ingeniería Agrícola en la Universidad de Concepción; Se aplicó una prueba de satisfacción a 80 evaluadores no entrenados, se utilizó una escala hedónica verbal estructurada de cinco puntos para medir el grado de satisfacción con diferentes niveles de incorporación de huevas de lisa.

Se le presentaron de forma comparativa tres muestras, entre estas una muestra sin el sazónador utilizada como control, una muestra con 0,5 g del considerada una concentración baja y una muestra con 1 g de botarga considerada como una alta concentración.

#### **4.11. Determinación de la línea de proceso.**

Se determinó el volumen de captura para abastecer una planta en base a:

- Datos de captura viva en Sernapesca sobre la disponibilidad del recurso en distintas caletas de Chile.
- Datos de la caleta Boca sur ubicada en San Pedro de la Paz, para ver el volumen factible de captura de lisa que proveerá a la planta de materia prima.

#### **4.12. Análisis Físico de la Botarga.**

Se introdujo la botarga en una balanza digital para obtener su masa; luego con un pie de metro se obtuvo el ancho y largo de la botarga.

Luego por medio de un colorímetro marca Chroma Meter, modelo CR-400 se obtuvieron los parámetros L\*, a\* y b\* de la botarga para ser comparadas con otras.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de postcosecha en la Facultad Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.

#### **4.13. Análisis Químico de la Botarga.**

Las muestras se constituyeron aproximadamente de 350 gramos de botargas envasadas en bolsas selladas al vacío; Luego se enviaron a los laboratorios de Analab S.A para realizar análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos y metales pesados; Los métodos utilizados en los análisis están basados en AOAC 19th Ed. 2012 y NCh 841 of 78.

#### **4.14. Análisis Microbiológico de la Botarga.**

Las muestras se constituyeron aproximadamente de 350 gramos de botargas empacadas en bolsas selladas al vacío; Luego se enviaron a los laboratorios de microbiología y micología aplicada de la Facultad de Ingeniería Agrícola en la Universidad de Concepción, para realizar los siguientes análisis:

#### **4.14.1. RAM**

NCh2659.Of2002 Productos hidrobiológicos - Determinación de microorganismos aerobios mesófilos - Técnica de recuento en placa a 35°C

#### **4.14.2. Coliformes fecales**

NCh2635/1. Of2001 Productos hidrobiológicos - Determinación de coliformes - Parte 1: Determinación de coliformes y coliformes fecales - Técnica del número más probable (NMP)

#### **4.14.3. E.coli**

NCh3056.Of2007 ISO/TS 16649-3:2005 Microbiología de los alimentos de consumo humano y animal - Método horizontal para la enumeración de Escherichia coli B-glucuronidasa positiva - Técnica del número más probable utilizando 5- bromo-4-cloro-3-indolil-B-D-glucuronido.

#### **4.14.4. S. aureus**

NCh2671.Of2002 Productos hidrobiológicos - Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva - Técnica de recuento en placa en agar Baird-Parker.

#### **4.14.5. Salmonella**

NCh2675.Of2002 Productos hidrobiológicos - Detección de Salmonella.

### **V. Resultados y discusión**

#### **5.1. Recepción materia prima.**

Las gónadas fueron transportadas en bandejas, en cada bandeja venían 25 gónadas; Las 4 bandejas se encontraban dentro de un cooler con gelpack; Las

gónadas llegaron en buenas condiciones de temperatura entre 3,7°C, el color anaranjado brillante significaba la frescura.

## 5.2. Lavado de Gónada.

Se observa en la tabla 3 el resultado promedio de 417,5 mL de agua para lavar cada gónada en un tiempo de 57 segundos.

**Tabla 3.** Tiempo (s) que estuvieron las gónadas bajo el flujo de agua (mL) para eliminar las impurezas de la superficie en 6 gónadas para obtener un promedio.

Muestra	Agua (mL)	Tiempo (s)
A	425	58
B	370	50
C	410	56
D	470	65
E	400	53
F	430	60
Promedio	417,5	57
DS	33,43	5,29



**Figura 4.** Lavado de gónadas frescas una vez recepcionadas, para la eliminación de impurezas.

### **5.3. Análisis Físico de la Gónada.**

#### **5.3.1. Color**

Al observar el color de las gónadas en la tabla 4, que fueron medidas con un colorímetro y al compararlas con la figura 5; Podemos observar que la medición con el colorímetro se cargo mas al pardo, esto sucedió por la membrana externa oscureció la medición de la gónada.

**Tabla 4.** Medición de parámetros L, a, b en colorímetro Chroma Meter, para luego a través de calculadora transformar a R, G, B y obtener el color de la muestra.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
L*	58,35	60	61,01
a*	8,01	7,94	6,18
b*	35,04	33,86	38,26
R	167,72	173	173,13
G	134,34	139	142,29
B	78,17	76	78,32
Color			



**Figura 5.** Determinación de gónadas frescas para obtener el L\*, a, b de la muestra, con colorímetro Chroma Meter, CR-400.

### 5.3.2. Largo y ancho

En la Tabla 5 podemos observar el promedio del largo y ancho de las gónadas frescas, antes de entrar al proceso de salado, los valores fueron 17,32 cm y 3,98 cm respectivamente. El ancho no presento gran diferencia entre cada una de las gónadas medidas, en cambio, el largo presento varios centímetros de variación y eso ocurre porque las gónadas no son simétricas como se observa en la Figura 6. El largo y ancho inicial se compararán con el largo y ancho final del producto.

Esto demuestra que las gónadas son más heterogenias en el ancho que en el largo.

**Tabla 5.** Determinación del largo (cm) y ancho (cm) de gónadas frescas, los datos de las 10 muestras son obtenidos con un pie de metro.

Muestra	Largo inicial (cm)	Ancho inicial (cm)
A	19,3	4,8
B	20,5	4,7
C	17,2	3,9
D	16,9	3,9
E	18,5	4,2
F	18,2	4
G	17,3	3,7
H	16,1	3,9
I	14,9	3,2

J	14,3	3,5
Promedio	17,32	3,98
DS	1,91	0,49



**Figura 6.** Largo (cm) y ancho (cm) de gónadas frescas, obtenido con un pie de metro antes de entrar al proceso de salado.

### 5.3.3. Masa

En la Tabla 6 podemos observar el promedio de la masa 166,31g. La masa inicial de cada gónada es importante para posteriormente determinar la cantidad de sal a utilizar en el proceso.

**Tabla 6.** Determinación de la Masa (g) de gónadas frescas, los datos de las 10 muestras son obtenidos con una balanza.

Muestra	Masa gónada (g)
A	133,4
B	147,18
C	158,38
D	182,18
E	153,66
F	145,25
G	175,41
H	178,27
I	199,45
J	189,94
Promedio	166,31
DS	21,73

#### 5.4. Análisis Químico de la Gónada.

##### 5.4.1. Análisis Proximal

En los resultados de las gónadas frescas, se observan valores mayores en humedad y proteína total, los cuales son 63,06% y 22,83% como se puede

observar en la Tabla 7. Corrias et al., (2020) señala que la humedad y proteína total de huevas frescas de *M. cephalus* son 50,7% y 26,4% como se pueden observar en la Tabla 8, encontramos diferencias de 13,64% en humedad y 3,6% de proteína total.

**Tabla 7.** Resultados de humedad, proteína total, materia grasa, cenizas, extracto no nitrogenado (g/100g) y calorías (kcal/100g) de gónadas frescas de Lisa (*Mugil cephalus*)

Muestra	Humedad (g/100g)	Proteína total (g/100g)	Materia grasa (g/100g)	Cenizas (g/100g)	Extracto no nitrogenado (g/100g)	Calorías (kcal/100g)
B001	62,44	23,4	10,2	1,72	2,24	196,36
B002	65,22	21,8	7,8	1,69	3,49	171,36
B003	61,53	23,3	12,15	1,71	1,31	207,79
Promedio	63,06	22,83	10,05	1,71	2,35	191,84
DS	1,92	0,89	2,17	0,015	1,09	18,63

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8.** Análisis químico-físico, proteínas totales, lípidos totales (g/100g), escualeno y colesterol (mg/100g) de huevas frescas y botarga de *M. cephalus* y *L. ramada*.

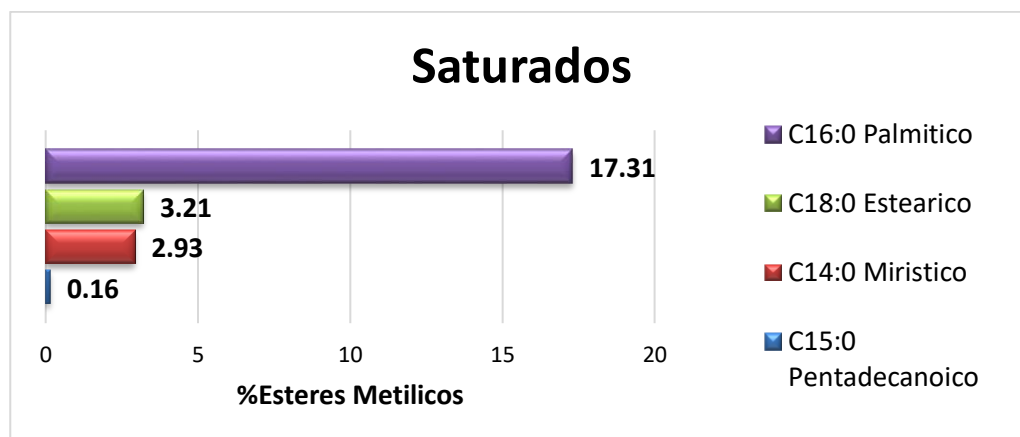
Especies	Muestra	Humedad (g/100g)	Ceniza (g/100g)	Proteína total (g/100g)	Lípidos totales (g/100g)	Escualeno (mg/100g)	Colesterol (mg/100g)
<i>L.</i>	Fresca	47,6	5,9	24,5	2,7	11,3	474,7
<i>ramada</i>	Bottarga	13,6	8,6	24,7	11,3	24,6	621
<i>M.</i>	Fresca	50,7	4,7	26,4	2,5	49,2	648,9
<i>cephalus</i>	Bottarga	24,9	7,2	21,3	7,5	68,2	722

**Fuente:** Corrias, 2020

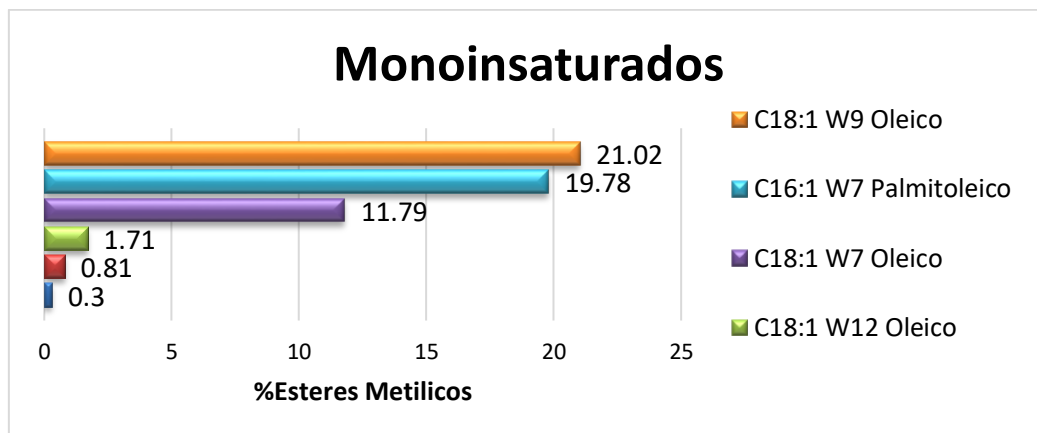
#### 5.4.2. Ac. Graso

En la figura 3, se observan los resultados del análisis de ácidos grasos, en el caso de los ácidos grasos saturados (AGS), el más abundante es el ácido palmítico presentando un 17,31%. El total de AGS es de 23,6%.

Huynh et al., (2007) señala que el ácido palmítico es reconocido como una fuente de energía metabólica durante el crecimiento y formación de hueva en los peces.

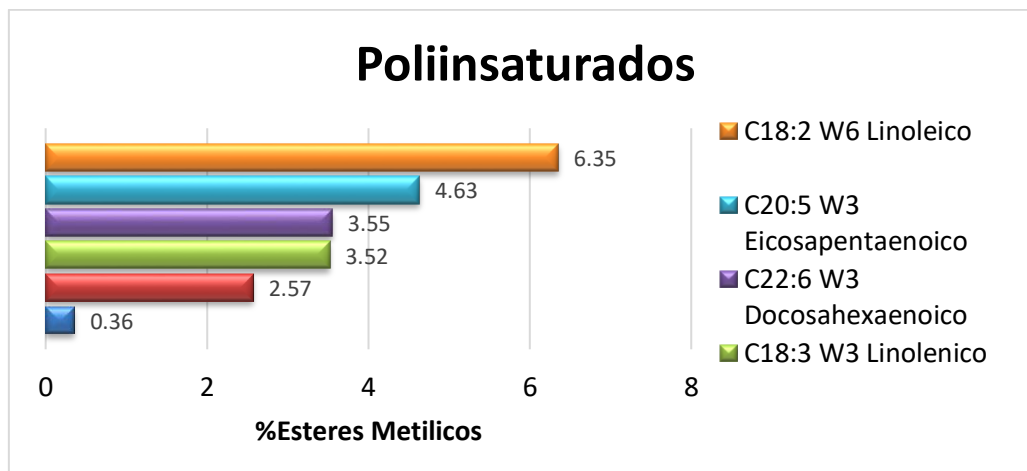


**Figura 7.** Perfil de ácidos grasos saturados de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como palmítico, esteárico, mirístico y pentadecanoico expresados en %Esteres Metilicos.



**Figura 8.** Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como oleico, palmitoleico, heptadecaenoico y miristoleico expresados en %Esteres Metilicos y especificando su tipo de omega.

Los AGMI más predominantes son el oleico (W9) con 21,02%; El palmitoleico (W7) con 19,78 y el oleico (W7) con 11,79% Esteres Metilicos.



**Figura 9.** Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como linoleico, eicosapentaenoico, docosahexaenoico, linolenico, docosapentaenoico y linolenico expresados en %Esteres Metilicos y especificando su tipo de omega.

Por otra parte, están los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) w3 (omega 3) y w6 (omega 6) con un total de 20,99%.

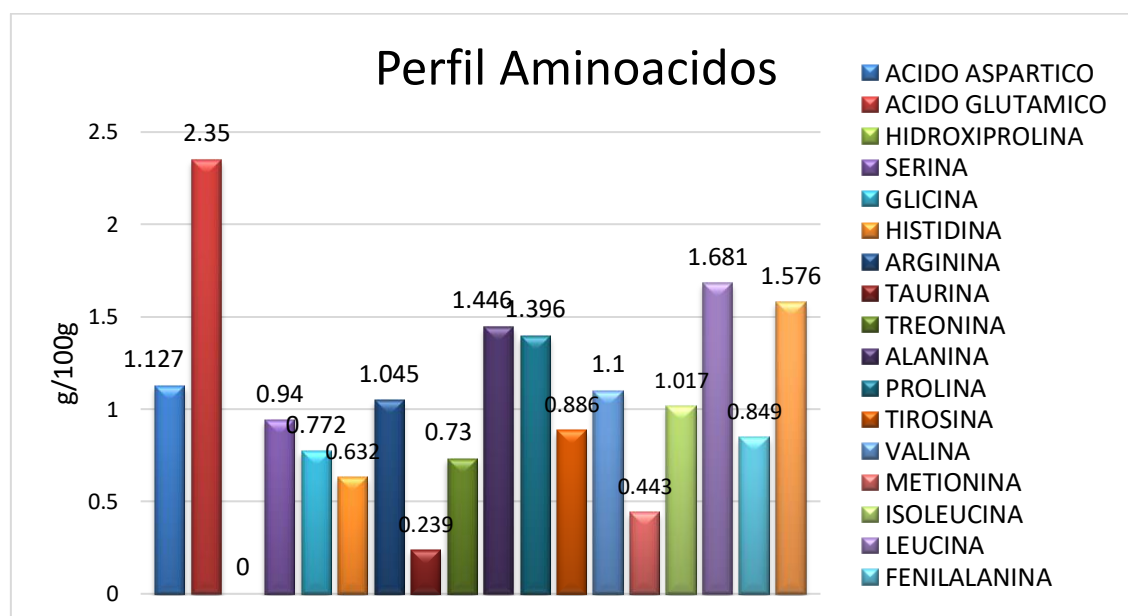
Estudios han evidenciado que el consumo de ácidos grasos de la serie w3 y w6 reducen marcadamente los niveles de triacilglicéridos plasmáticos de colesterol de las lipoproteínas de baja densidad o comúnmente conocido como colesterol malo (izquierdo et al., 2000)

El perfil de ácidos grasos de la gónada será comparado con el producto final (botarga).

### 5.4.3. Perfil de Aminoácidos

En la Figura 10 se observa la presencia de aminoácidos esenciales en las gónadas de Lisa, donde el contenido de glutamina predomina.

El ácido glutámico o glutamato, además de actuar como fuente energética de los enterocitos (Cabrera et al., 2013), es el sustrato para la síntesis de proteínas y se metaboliza para producir glucosa a través de gluconeogénesis hepática (Watford, 2008), o se convierte en otros aminoácidos no esenciales en el intestino (Burrin y Stoll, 2009).



**Figura 10.** Perfil de aminoácidos esenciales de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como ácido glutámico, alanina, prolina, leucina y lisina expresados en g/100g.

#### 5.4.4. Metales pesados

Según RSA, los límites de presencia de metales pesados en los alimentos son los siguientes:

- Plomo: 2 mg/kg
- Cadmio 0,5 mg/kg
- arsénico: 0,1 mg/kg
- Mercurio: 0,5 mg/kg

Como se puede observar en la Tabla 9, los resultados de los análisis de metales pesados están dentro de los límites establecidos por el RSA.

**Tabla 9.** Resultado de las gónadas frescas de lisa (*Mugil cephalus*) en análisis de metales pesados, como plomo, cadmio, arsénico y mercurio expresado en mg/kg.

Muestra	Plomo (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)
Promedio	<1,0	<0,5	<0,05	<0,05

En general no se muestran grandes diferencias en los resultados de los análisis químicos. A pesar de que en la muestra existe una mayor presencia de ácidos grasos trans, no existe evidencia científica que señale un efecto negativo en el consumo de estos ácidos provenientes de fuentes naturales.

### 5.5. Análisis Microbiológico de la Gónada.

Los resultados obtenidos de los análisis realizados a las cuatro muestras fueron especificados en la Tabla 10 y para determinar si estos cumplen con los criterios microbiológicos establecidos se contrastan con lo señalado en el reglamento sanitario de los alimentos (Tabla 11).

**Tabla 10.** Determinación de RAM (UFC/ mL), Coliformes fecales (UFC/ mL), E. coli (UFC/ mL), S. aureus (UFC/ mL) y Salmonella de gónadas frescas.

Muestra	RAM (UFC/ mL)	Coliformes Fecales (UFC/ mL)	E. coli (UFC/mL)	S.aureus (UFC/mL)	Salmonella (presencia/ ausencia)
268	$2.0 \times 10^5$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	ausencia
269	$2.6 \times 10^5$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	ausencia
270	$1.6 \times 10^5$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	ausencia
271	$3.8 \times 10^5$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	ausencia

### **5.5.1. RAM**

Los resultados de este análisis cumplen el criterio establecido por el reglamento sanitario de los alimentos, ya que, las muestras se encuentran por debajo de  $\leq 5 \times 10^5$ .

### **5.5.2. Coliformes fecales**

Los resultados obtenidos cumplen el criterio establecido en la Norma, siendo inferior a  $\leq 2,3 \times 10^2$ .

### **5.5.3. E.coli**

Los resultados obtenidos cumplen el criterio establecido en la Norma, siendo inferior a  $\leq 10^2$ .

### **5.5.4. S. aureus**

Los resultados obtenidos cumplen el criterio establecido en la Norma, siendo inferior a  $\leq 10^2$ .

### **5.5.5. Salmonella**

Se acata el criterio, no fue detectado este microorganismo.

El RSA estipula que para mantener la inocuidad alimentaria y por ende la seguridad de los consumidores, pescados y mariscos frescos no deben sobrepasar los siguientes límites de microorganismos patógenos:

**Tabla 11.** Límites microbiológicos según Reglamento Sanitario de los Alimentos, RAM (UFC/ mL), Coliformes fecales (UFC/ mL), E. coli (UFC/ mL), S. aureus (UFC/ mL) y Salmonella (UFC/ mL).

Parámetros	Aceptable	Medianamente aceptable	Rechazable
RAM	$\leq 5 \times 10^5$	$5 \times 10^5 - 10^6$	$> 10^6$
Coliformes fecales	$\leq 2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2 - 4 \times 10^2$	$> 4 \times 10^2$
E. coli	$\leq 10^2$	$10^2 - 5 \times 10^2$	$> 5 \times 10^2$
S. aureus	$\leq 10^2$	$10^2 - 5 \times 10^2$	$> 5 \times 10^2$
Salmonella	0	0	-

Fuente: (RSA, 2019)

## 5.6. Clasificación de la gónada

Como se muestra en la Figura 11, existen gónadas de distintos colores y tamaños, las cuales dependen de la alimentación de la lisa (*Mugil cephalus*). Las gónadas como producto comercial se identifican por tener una tonalidad

anaranjada y un tamaño adecuado, por lo tanto, genere un criterio de clasificación para la producción de botarga.

**Tabla 12.** Criterio de clasificación de la gónada fresca, para determinar el destino de la materia prima, para así ingresar al proceso de salado y destinarla al formato.

Tonalidad/gramaje	< 140 g	≥ 140 g
Anaranjado	Producto rallado	Producto pieza entera
Marrón	Producto rallado	Producto rallado
Rosa pálido	Descarte	Descarte



**Figura 11.** Diferentes características en gónadas de lisa antes de su clasificación, como tamaño, color y daño en la membrana, para luego ser destinada a su formato correspondiente.

## **5.7. Salazón de las gónadas**

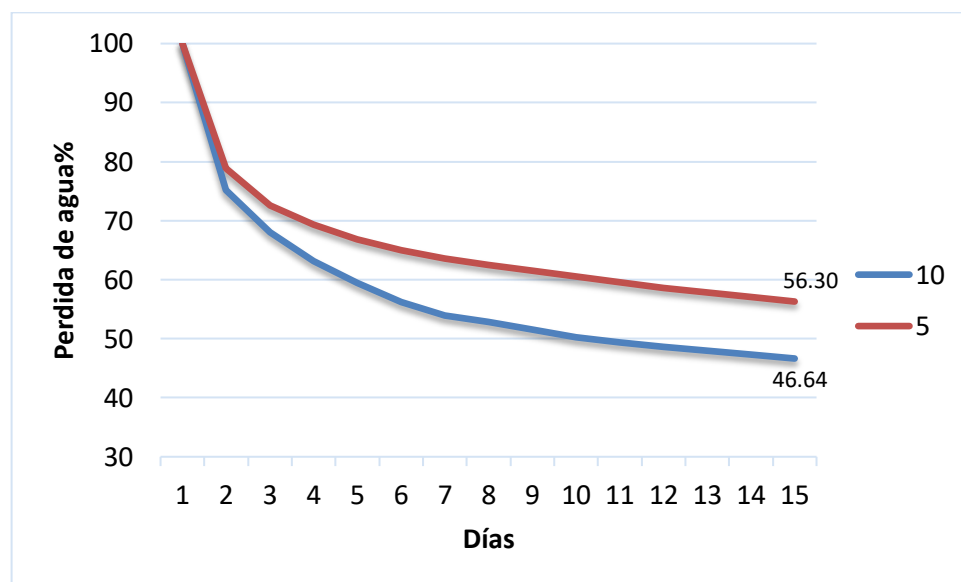
### **5.7.1. Proporción 10g y 5g.**

Los primeros dos métodos son de 10 y 5 gramos de sal por gramo de gónadas, los resultados obtenidos en ambos métodos demostraron que al cabo de 14 días disminuyen su pérdida de agua en 46,64% y 56,30% como se puede observar en la Figura 12. Entre ambos existe una diferencia de 10,34% de

pérdida de agua, lo cual es significativo al igual que en la cantidad de sal a utilizar; Finalizando el proceso de salado se obtiene la botarga.

En ambos métodos la botarga presentaba un rompimiento al momento de realizar un corte transversal, al pasar los días a la materia prima se les adhiere sal en su membrana y así presentaba un color blanco como se observa en la

Figura 13 y 14.



**Figura 12.** Pérdida de agua (%) de gónadas en los métodos 10g y 5g de sal por g de gónada al cabo de 14 días, luego del proceso el producto final se le denomina botarga.



**Figura 13.** Determinación del proceso de salado 10 g de sal/ g de gónada fresca, Día 1,2,5, 10 y 14, se observa el cambio de tonalidad por la pérdida de agua, a la membrana se la adhiere una capa de sal.

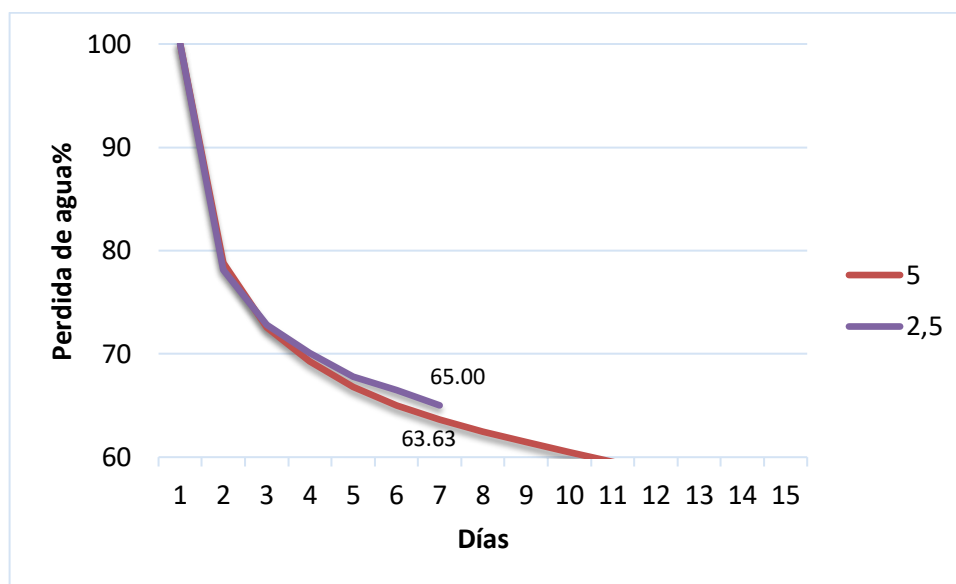


**Figura 14.** Determinación del proceso de salado 5 g de sal/ g de gónada fresca, Día 1,2,5, 10 y 14, se observa el cambio de tonalidad por la pérdida de agua, a la membrana se la adhiere una capa de sal.

Los resultados obtenidos con ambos métodos demostraron que se puede utilizar una concentración de sal menor a lo presentado por el Proyecto FONDEF ID16I10092.

### 5.7.2. Proporción 5g y 2,5g.

Los métodos de 5 y 2,5 gramos de sal por gramo de gónadas demostraban que al cabo del día 6 disminuyen su pérdida de agua en 63,63% y 65,01% como se puede observar en la Figura 15. Entre ambos existe una diferencia de 1,38% de pérdida de agua lo cual no demuestra una gran diferencia.



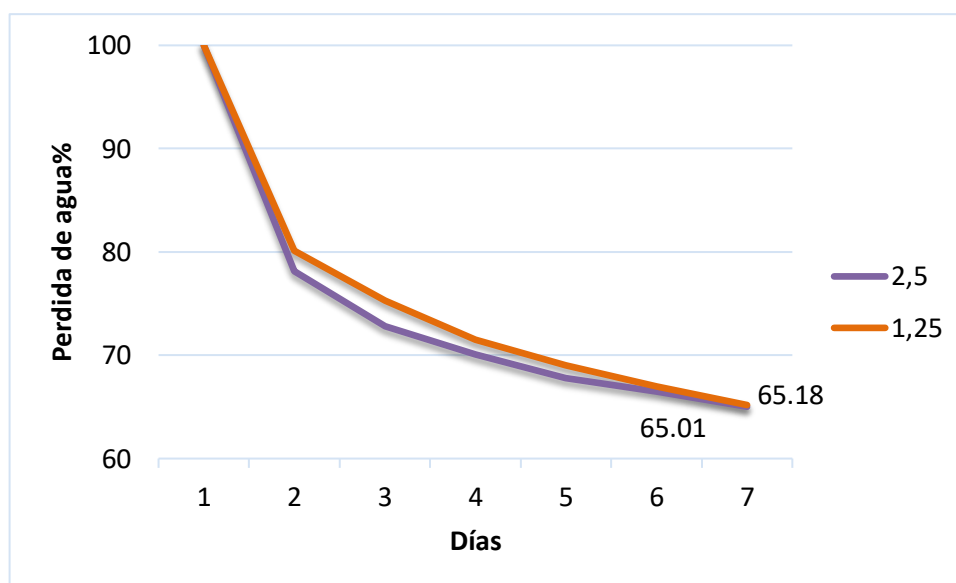
**Figura 15.** Pérdida de agua (%) de gónadas en los métodos 5g y 2,5g de sal por g de gónada al cabo de 6 días, luego del proceso el producto final se le denomina botarga.

El resultado de la botarga de ambos métodos es similar en textura, color, sabor y humedad de una botarga comercial, por lo tanto, si lo observamos en el tema económico la opción 2,5g de sal por gramo de gónada es lo mejor para el proceso de salado, ya que se ocupa menos sal en el producto.

Los resultados de ambos demuestran similitudes en la pérdida de agua en el tiempo, por lo tanto, la próxima comparación será entre 2,5 y 1,25 gramos de sal por gramo de gónada.

### 5.7.3. Proporción 2,5g y 1,25g.

Los métodos de 2,5 y 1,25 gramos de sal por gramo de gónadas demostraban que al cabo del día 6 disminuyen su pérdida de agua en 65,01% y 65,18% como se puede observar en la Figura 12. Entre ambos existe una diferencia de 0,17% de pérdida de agua lo cual no es significativo.



**Figura 16.** Pérdida de agua (%) de gónadas en los métodos 2,5g y 1,25g de sal por g de gónada al cabo de 6 días, luego del proceso el producto final se le denomina botarga.

El resultado de la botarga de ambos métodos es similar en textura, color, sabor y humedad de una botarga comercial, por lo tanto, si lo observamos en el tema económico la opción 1,25g de sal por gramo de gónada es lo mejor para el proceso de salado, ya que se ocupa menos sal.

## **5.8. Presentación del producto final.**

### **5.8.1. Extracción membrana**

Al terminar el proceso de salado se le adhiere a la membrana una capa de sal, como no es atractiva visualmente se le retira como se observa en la Figura 17; Para la extracción de la membrana esta se humedece con un poco de agua tibia (30°C), luego esta es ingresada a una estufa con una temperatura de 30°C durante 4 minutos para secar el producto final, obteniendo como resultado la botarga sin membrana como se observa en la Figura 18.



**Figura 17.** Proceso de retiro de la membrana externa de la botarga, la membrana se humedece con agua para esta ser retirada sin dañar el producto, luego es enviada a la estufa de secado.



**Figura 18.** Resultado luego de la extracción y secado en estufa, finalmente el producto denominado botarga es enviado a empaque.

### 5.8.2. Cera de abeja

Como se puede observar en la figura 19 es el resultado de la botarga encerada, el problema es que la cera de abeja aromatiza el producto y genera un sabor distinto en la botarga.



**Figura 19.** Resultado de botarga recubierta con cera de abeja, luego de la extracción de la membrana externa la botarga es recubierta con cera de abeja para mejorar el aspecto visual de la botarga.

## 5.9. Formato y etiquetado de la Botarga.

### 5.9.1. Pieza entera al vacío

Se realizo un envasado del producto con diferentes bolsas, como resultado la bolsa de 0,18mm de espesor resulto ser la más resistente pensando en el transporte del producto. Se realizaron diferentes diseños del etiquetado, obteniendo como resultado el que observamos en la figura 20.



**Figura 20.** Etiqueta del producto botarga envasada en bolsa al vacío de 18 milímetros de grosor.

### 5.9.2. Rayado en frasco de vidrio

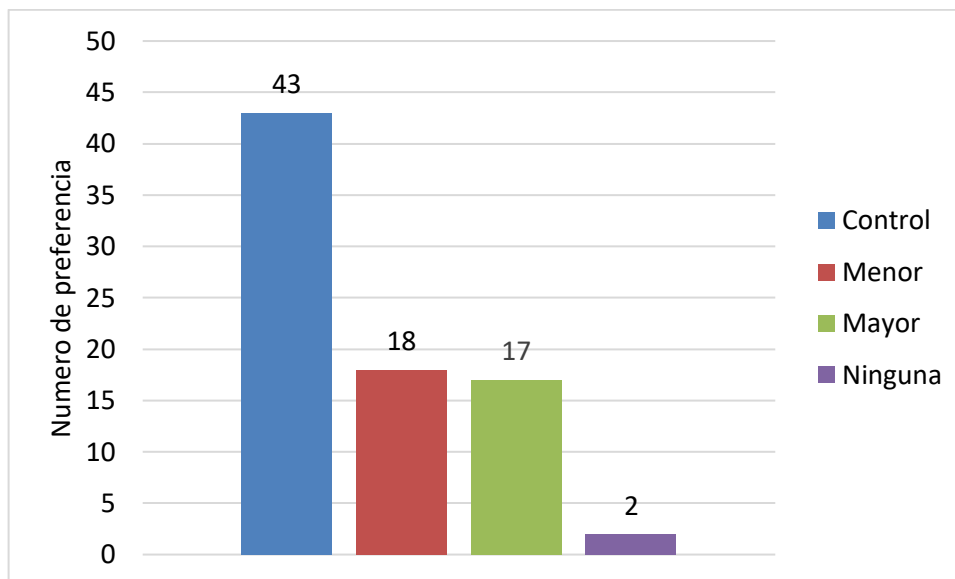
Las botargas que no clasificaron por tonalidad, tamaño o algún daño en su membrana son destinadas a formato de rayado, como resultado observamos en la figura 21 el formato rallado.



**Figura 21.** Formato rallado caviar de Lisa (*Mugil cephalus*), cuando el destino de la gónada no es pieza entera esta en enviado a formato de rallado.

## **6. Análisis Sensorial**

A nivel general, el 53,75% de los evaluadores/as prefirieron la muestra control (sin incorporación del sazónador), el 22,5% prefirieron la muestra con baja concentración del sazónador, el 21,3% personas manifestaron preferencia por la muestra con alta concentración del sazónador y el 2,5% no prefirió ninguna muestra, es decir ninguna muestra les pareció atractiva.



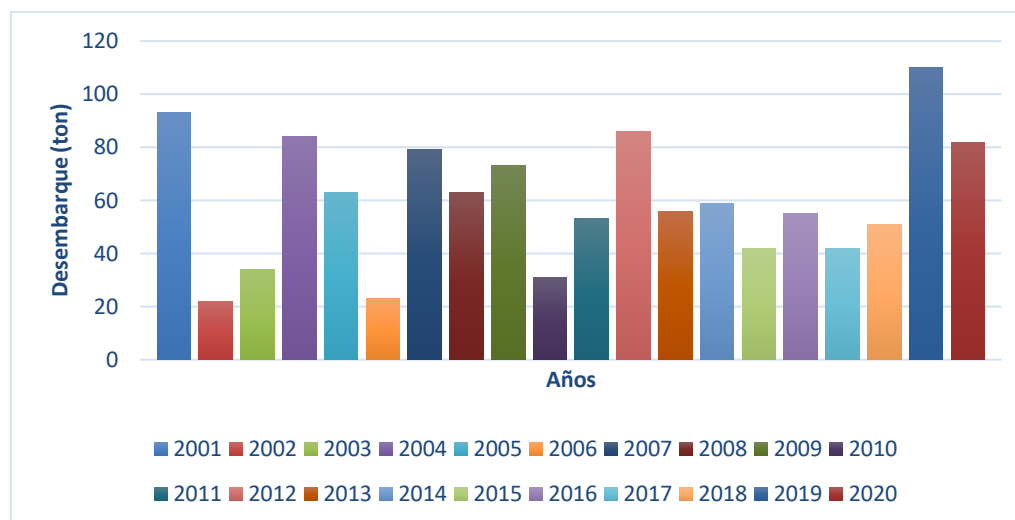
**Figura 22.** Numero de preferencias para cada una de las muestras, tales como control, menor, mayor y ninguna, estas variables contienen diferentes concentraciones de botarga.

El 60% destacó que compraría el producto con el objetivo de resaltar los atributos sensoriales de los alimentos. Cabe considerar que en este porcentaje (60%) se encuentran las personas que optaron por la muestra control y no detectaron la ausencia del sazonador.

### 6.1. Determinación de la línea de proceso.

Para la determinación de la línea de proceso se obtuvieron los siguientes datos:

Respecto a la figura 23, se observa que existió una baja en la pesca artesanal de lisa, pero en el 2019, ese valor se duplicó. Esto se debe a que en Chile la pesca es informal y no existe conocimiento de este pez.



**Figura 21.** Desembarque artesanal anual de lisa en Chile en los años del 2011 hasta el 2020.

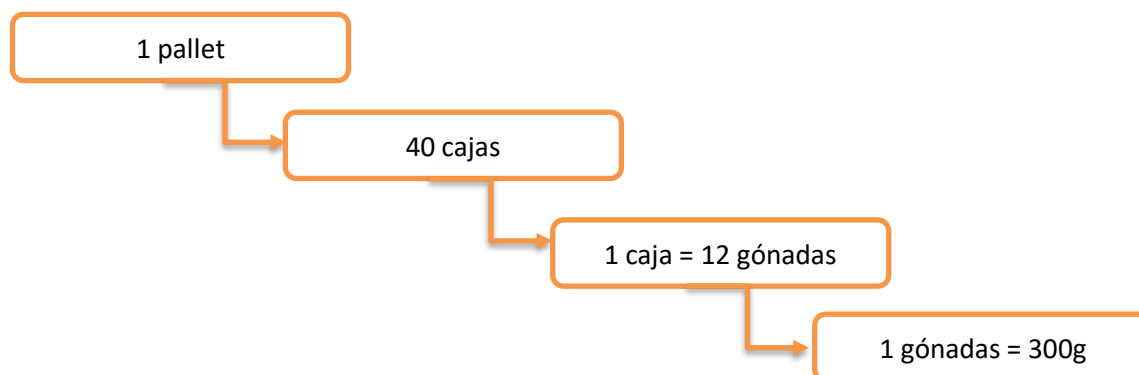
**Fuente:** Elaboración propia, en base a anuario estadístico de pesca y acuicultura SERNAPESCA, 2011-2020.

Respecto de la tabla 13, se observan los periodos de diciembre, enero y febrero que determinan la mayor cantidad de desove de la lisa.

**Tabla 13.** Captura de Lisa (*Mugil Cephalus*) en periodos de desove, ubicadas en caleta Boca Sur, para determinar la mejor época para pescar.

Periodo		Lisa total	Lisa con gónada	Gónada (kg)
1 salida	Diciembre/Enero/Febrero	140	47	14
	Octubre/Noviembre/Marzo	140	23	7

Fuente: Elaboración propia.

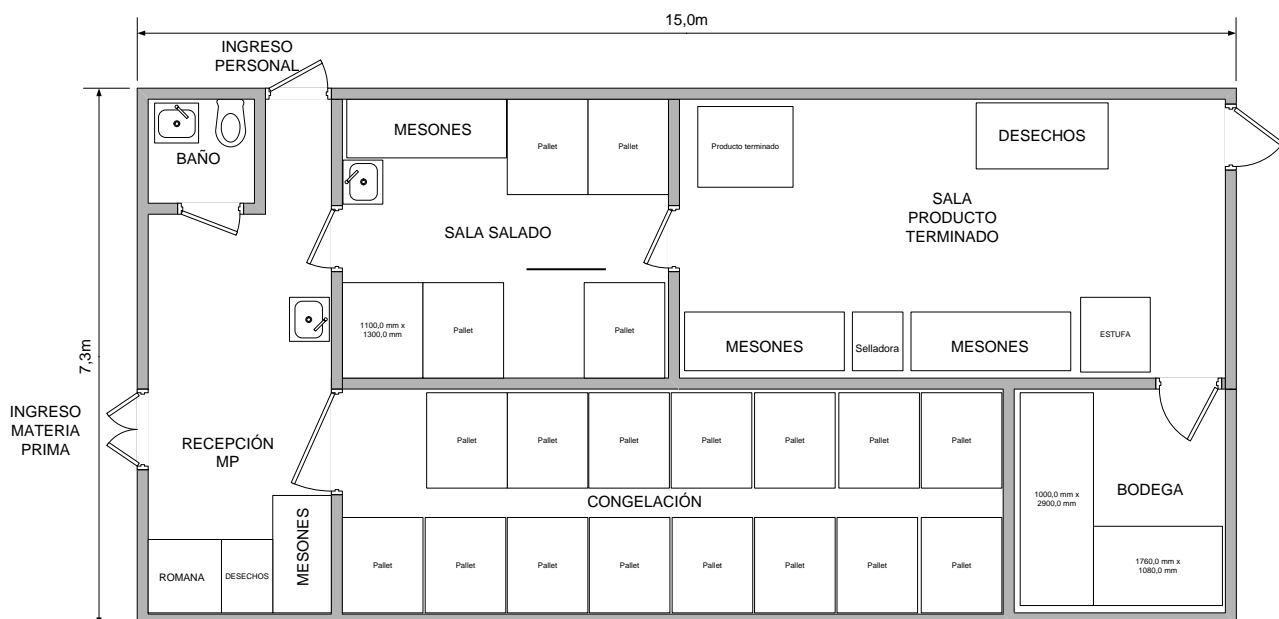


**Figura 24.** Cantidad de gónadas por pallet en la sala de salado, para determinar la cantidad de gónadas a procesar semanalmente.

Como se observa en la figura 24, en 1 pallet se puede procesar 144 kg de gónadas frescas, por lo tanto, en la sala de salado existen 5 pallet los cuales al procesar a su máxima capacidad se puede obtener 720kg de gónadas frescas para procesamiento semanal.

Por lo tanto, se determinó un supuesto de pesca artesanal para la producción de 720kg/semana:

- Pescando 20 días al mes con 11 botes en el mayor periodo de desove podemos obtener 3 Toneladas de gónadas, con lo cual puede funcionar a su máxima capacidad la planta durante 1 mes.



**Figura 25.** Esquema de Sala de Procesamiento para 720kg/semana de huevas de Lisa (*Mugil cephalus*) frescas, para la obtención de botarga.

La infraestructura debe cumplir con todo lo exigido por los organismos estatales como Sernapesca y el servicio de salud correspondiente al lugar en donde está emplazada la sala de proceso. En la Figura 24, se muestra la Sala de Proceso, la cual está diseñada de forma que se evite toda contaminación del producto, con un flujo lógico, y de manera que el sector limpio y el sector sucio estén claramente separados, desde la llegada de la materia prima, hasta la obtención del producto terminado, permitiendo el adecuado tránsito de personal y de la materia prima (huevas).

## 6.2. Análisis Físico de la Botarga.

### 6.2.1. Color



Al final de la tabla 14 podemos observar el color de la botarga y gónada;

Posteriormente al proceso de salado y extracción de la membrana, se puede observar en la tabla 14 el color de la botarga y gónada; Podemos observar que el  $L^*$  esta más cerca del 0 lo cual entrega colores más oscuros (negro).

**Tabla 14.** Medición de parámetros L, a, b en colorímetro Chroma Meter, se introducen los datos en la calculadora para luego transformar a R, G, B y obtener el color.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
$L^*$	33,47	29,96	33,45
$a^*$	5,39	5,71	5,05
$b^*$	15,11	12,38	14,92
R	91,36	80,74	91,05
G	74,43	65,32	74,45
B	54,06	50,00	55,67

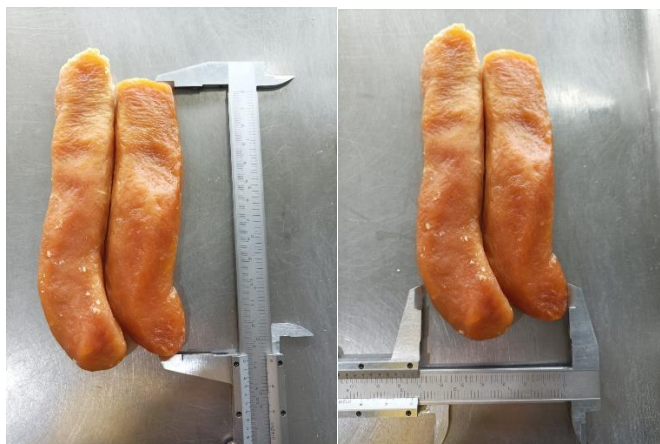
Color			
Botarga			
Color			
Gónada			

### 6.2.2. Largo y ancho

**Tabla 15.** Promedio del largo (cm) y ancho (cm) de la botarga y gónada, para comparar el antes y después del proceso de salado, estos datos son obtenidos con un pie de metro.

	Largo inicial (cm)	Largo final (cm)	Ancho inicial (cm)	Ancho final (cm)
Promedio	17,32	15,89	3,98	3,67
DS	1,91	1,51	0,49	0,53

En la Tabla 15 podemos observar el promedio del largo y ancho de las botargas, luego de salir del proceso de salado, los valores fueron 15,89 cm y 3,67 cm respectivamente. El ancho no presento gran diferencia entre cada una de las botargas medidas, en cambio, el largo presento varios centímetros de variación y eso ocurre porque las botargas no son simétricas como se observa en la Figura 25. Esto demuestra que las botargas son más heterogenias en el ancho que en el largo. Observando el promedio entre la materia prima y el producto final, tenemos 1,43 cm de diferencia en el largo y 0,31 cm en el ancho. Estos datos son importantes para tener en cuenta el empaque del producto.



**Figura 26.** Largo (cm) y ancho (cm) de botargas, obtenido con un pie de metro luego de salir del proceso de salado.

### 6.2.3. Masa

**Tabla 16.** Determinación de la Masa (g) de la botarga y gónada, se observa la disminución en el peso por el proceso de salado, estos datos son obtenidos con una balanza.

	Masa Botarga (g)	Masa Gónada (g)
Promedio	126,1	166,31
DS	19,07	21,73

En la Tabla 16 podemos observar el promedio de las masas, donde se obtuvo una diferencia de 40,21g, por otro lado, la diferencia en la desviación estándar fue 2,66. La dispersión de los datos no es muy grande por lo mismo la desviación estándar no fue mayor.



**Figura 27.** Masa (g) final de la botarga luego del proceso de salado y extracción de membrana, obtenido con una balanza luego de salir del proceso de salado.

### **6.3. Análisis Químico de la Botarga.**

#### **6.3.1. Análisis Proximal**

En los resultados de las botargas, se observan valores mayores en humedad y proteína total, los cuales son 28% y 37,33% como se puede observar en la tabla 17. Corrias et al., (2020) señala que la humedad y proteína total de la botarga son 24,9% y 21,3% como se pueden observar en la Tabla 17, encontramos diferencias de 3,1% en humedad y 16,03% de proteína total.

**Tabla 17.** Resultados de humedad, proteína total, materia grasa, cenizas, extracto no nitrogenado (g/100g) y calorías (kcal/100g) de la botarga.

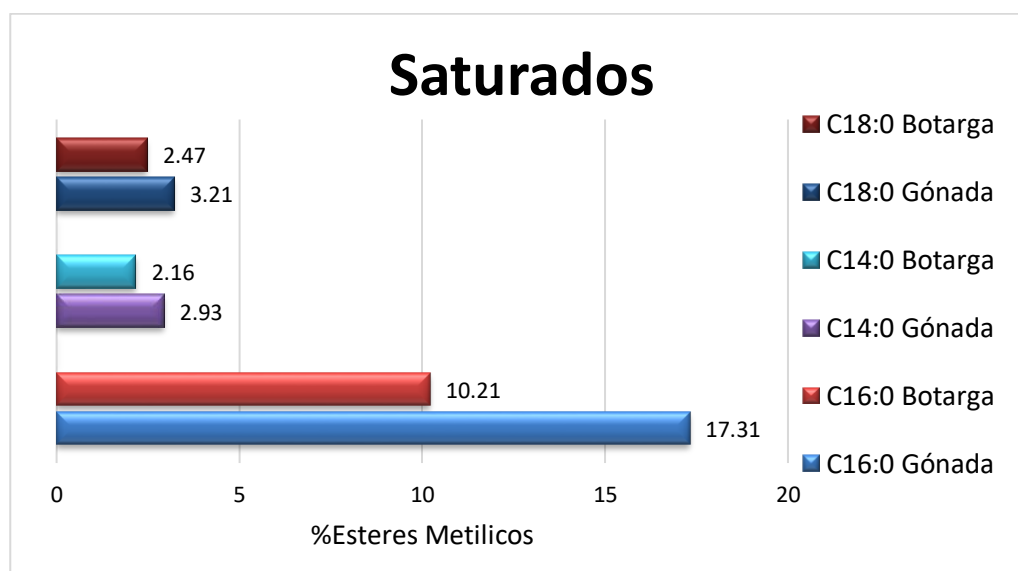
	Humedad (g/100g)	Proteína total (g/100g)	Materia grasa (g/100g)	Cenizas (g/100g)	Extracto no nitrogenado (g/100g)	Calorías (kcal/100g)
Gónada	63,06	22,83	10,05	1,71	2,35	191,84
Botarga	28,0	37,33	12,46	10,68	11,61	307,59
Corrias Botarga	24,9	21,3	-	7,2	-	-

El aumento que se observa en la tabla 17 de proteína total, materia grasa, cenizas, extracto no nitrogenado y calorías, corresponde a la concentración del producto por la pérdida de agua que tuvo en el proceso de salado.

### 6.3.2. Ac. Graso

En la Figura 27 se presentan los valores del perfil de ácidos grasos saturado de la gónada y la botarga, existió una disminución en el mirístico (C14:0) y esteárico (C18:0) en un 0,77% y 0,74%, por otro lado, el palmítico (C16:0) que era el más abundante en la gónada disminuyó 7,10% en la botarga.

Corrias et al., (2020) señala que el ácido mirístico y esteárico tiene una disminución leve como se puede observar en la tabla 33 (anexo), por otro lado, el ácido palmítico presentado por nuestra botarga disminuyó en comparación con la botarga que se puede observar en la tabla 33.

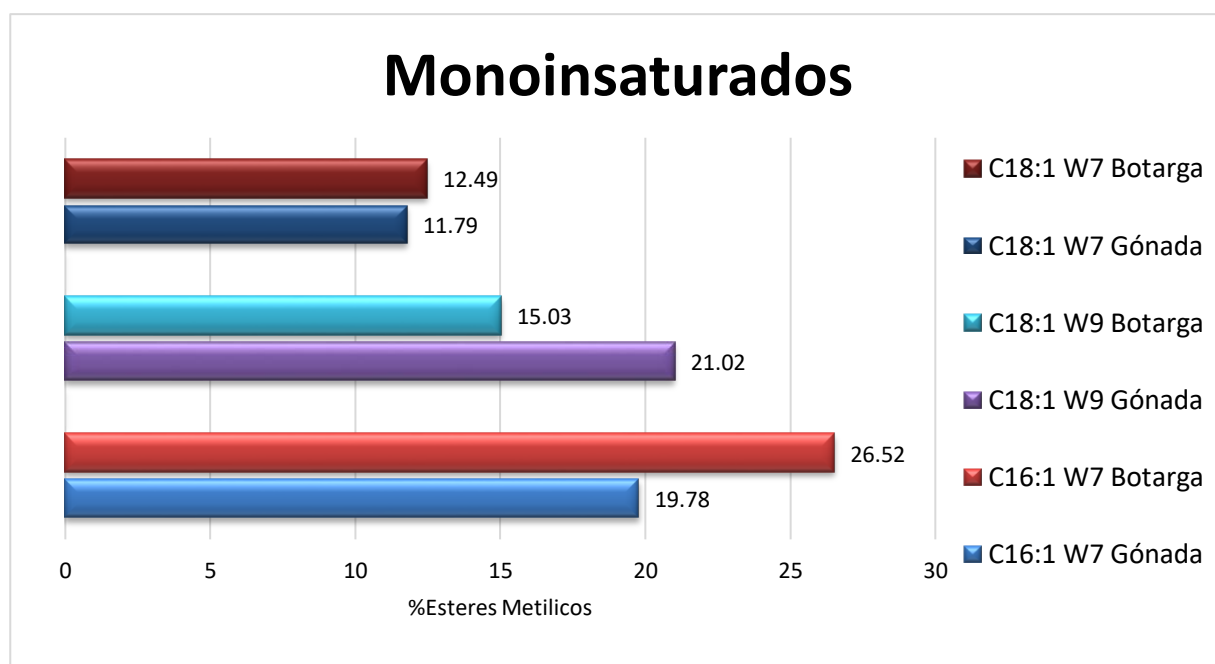


**Figura 28.** Perfil de ácidos grasos saturados de botarga y gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como esteárico (C:180), mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0) expresados en %Esteres Metilicos.

En la Figura 28 se presentan los valores del perfil de ácidos grasos monoinsaturados de la gónada y la botarga, existió una disminución en el oleico (C18:1 w9) en un 5,99%, por otro lado, hubo un aumento leve en el oleico (C18:1 w7) en un 0,7%.

El ácido palmitoleico (C16:1 w7) obtuvo un aumento en la botarga de 6,74%, obteniendo un total de 26,52% como se puede observar en la figura 28.

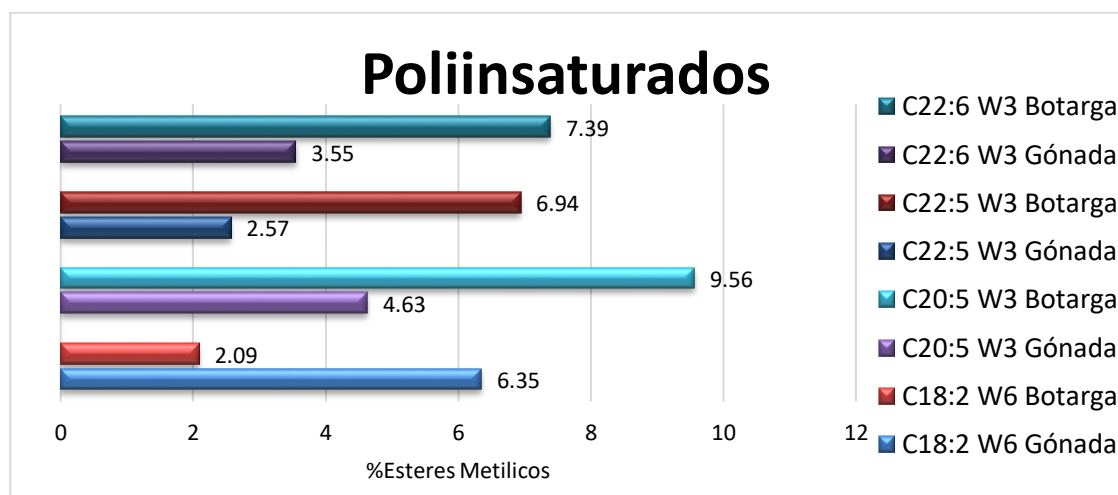
Corrias et al., (2020) señala una similitud en el ácido palmitoleico obteniendo 24,85% en su botarga como se puede observar en la tabla 33.



**Figura 29.** Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de botarga y gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como oleicoW7 (C18:1), oleicoW9 (C18:1) y palmitoleicoW7 (C16:1), expresados en %Esteres Metílicos y especificando su tipo de omega.

En la Figura 29 se presentan los valores del perfil de ácidos grasos poliinsaturados de la gónada y la botarga, existió una disminución en el linoleico (C18:2 w6) en un 4,26%, por otro lado, el eicosapentaenoico (C20:5 w3), docosapentaenoico (C22:5 w3) y docosahexaenoico (C22:6 w3) aumentaron en 4,93%, 4,37% y 3,84% respectivamente en la botarga.

El ácido eicosapentaenoico obtuvo en la botarga 9,56%, este ácido es utilizado para disminuir la pérdida de peso, promover el aumento de peso y aumentar los tiempos de supervivencia en pacientes afectados por cáncer, Corrias et al., (2020) señala índices de eicosapentaenoico mucho menores, alcanzando en la botarga 2,19%.



**Figura 30.** Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de botarga y gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como docosahexaenoico (C22:6), docosapentaenoico (C22:5), eicosapentaenoico (C20:5) y linoleico (C18:2) expresados en %Esteres Metilicos y especificando su tipo de omega.

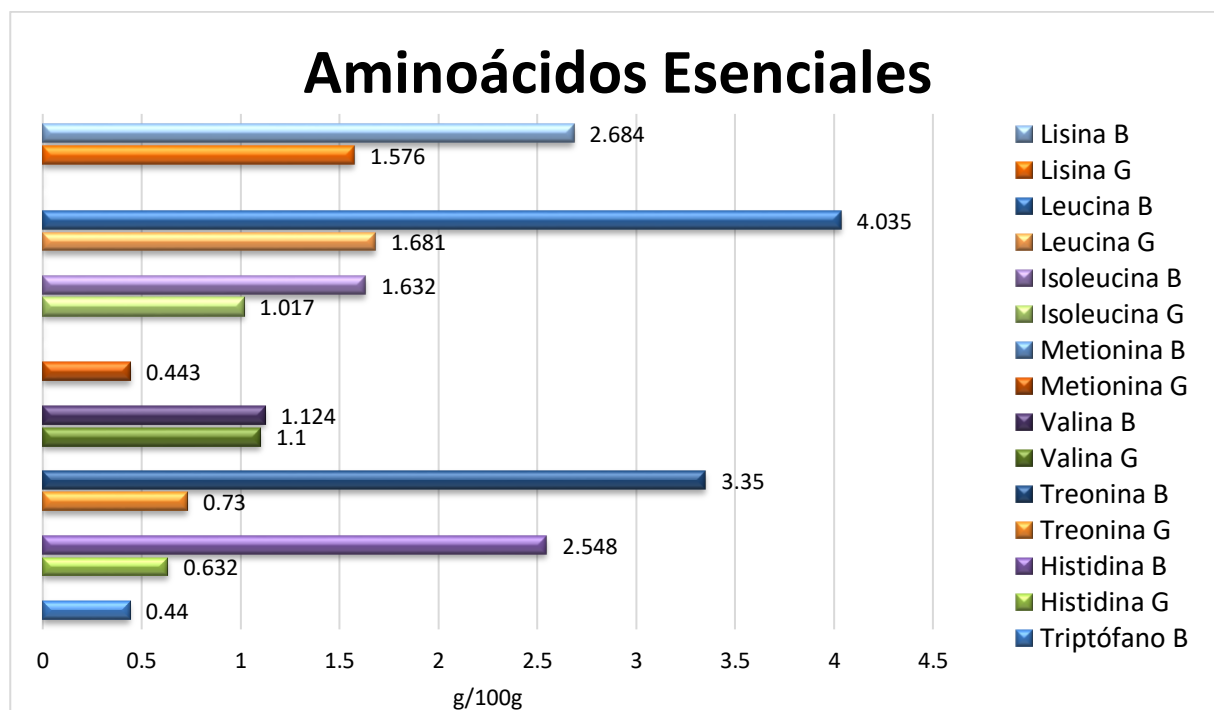
### 6.3.3. Perfil de Aminoácidos

En la Figura 30 se observa la presencia de aminoácidos esenciales en la botarga, la lisina, isoleucina y valina obtuvieron un aumento no tan significativo llegando a los 2,68, 1,63 y 1,12 g/100g.

Los aminoácidos que aumentaron drásticamente sus valores son la leucina, treonina y histidina con 4,03, 3,35 y 2,55 g/100g.

El aminoácido triptófano apareció en el análisis de la botarga con un valor de 0,44 g/100g, este aminoácido es necesario para el crecimiento normal en los bebés y para la producción y mantenimiento de las proteínas, músculos, enzimas y neurotransmisores del cuerpo.

Corrias et al., (2020) señala en la tabla 34 aminoácidos esenciales que se encuentran en nuestra botarga, pero estos valores son bastante más elevados que los nuestros.



**Figura 31.** Perfil de aminoácidos esenciales de botarga y gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*), como lisina, leucina, isoleucina, metionina, valina, treonina, histidina y triptófano expresados en g/100g.

#### 6.3.4. Metales pesados

Como se puede observar en la tabla 18, los resultados de los análisis de metales pesados en la gónada, botarga y el reglamento sanitario de los alimentos (RSA), se obtuvo el arsénico en el producto final un valor de 1,64 mg/kg, superando el límite establecido por el RSA, este valor esta fuera de las manos de nuestro proceso por lo que se tendrían que realizar nuevos análisis para determinar si el resultado es correcto o fue un error de laboratorio.

**Tabla 18.** Resultado de la botarga y gónadas frescas de lisa (*Mugil cephalus*) en análisis de metales pesados, como plomo, cadmio, arsénico y mercurio expresado en mg/kg, comparándolo con el RSA.

	Plomo (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)
Gónada	<1,0	<0,5	<0,05	<0,05
Botarga	<0,10	<0,05	1,64	<0,05
RSA	2	0,5	0,1	0,5

#### 6.4. Análisis Microbiológico de la Botarga.

Los resultados de estos análisis cumplen el criterio establecido por el reglamento sanitario de los alimentos, ya que, las muestras se encuentran por debajo de los límites.

**Tabla 19.** Determinación de RAM (UFC/ mL), Coliformes fecales (UFC/ mL), E. coli (UFC/ mL), S. aureus (UFC/ mL) y Salmonella de la botarga luego del proceso de salado.

	RAM (UFC/ mL)	Coliformes Fecales (UFC/ mL)	E. coli (UFC/ mL)	S. aureus (UFC/ mL)	Salmonella (Presencia/ausencia)
Gónada	$2.5 \times 10^5$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	ausencia
Botarga	$8.0 \times 10^1$	$5.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	$<1.0 \times 10^1$	ausencia
RSA	$<10^6$	$4 \times 10^2$	$5 \times 10^2$	$5 \times 10^2$	ausencia

## VI. CONCLUSIÓN

- En la relación sal/gónada se utilizaron varias proporciones determinando que la mejor opción es 1,25g de sal/g de gónada. bajo esas proporciones la materia prima es sometida a un salado durante 6 días; al cabo del sexto día la gónada se transforma a botarga, esta última disminuyó a 65,18% su masa (perdida de agua), por lo tanto, el método es el más aceptable por los costos de sal. Observando los datos de pesca de la Caleta Boca Sur y Sernapesca podemos deducir que es posible trabajar en la sala de procesamiento 750kg/semana.

A nivel general, el 53,75% de los evaluadores prefirieron la muestra control, el 22,5% prefirieron la muestra con baja concentración del sazónador, el 21,3% personas manifestaron preferencia por la muestra con alta concentración del sazónador.

- Del análisis químico obtenido de la gónada de la Región del Biobío, se obtuvo que; para la humedad promedio 63,06g/100g, para la proteína total 22,83g/100g y en las calorías 191,84kcal/100g; por lo tanto, luego del proceso de salado la humedad obtuvo 28,0, la proteína total 37,33 y en las calorías 307,59kcal/100g, estos valores aumentaron por la disminución de agua en el producto.

Para los ácidos grasos se obtuvo desde un principio 23,60% de AGS, para AGM 55,41% y para AGP 20,99%; por lo tanto, después del

proceso de salado el AGS fue de 16,26%, para AGM 56,10% y para AGP 27,64%.

Los aminoácidos esenciales detectados luego del proceso de salado, tales como: lisina (2,684g/100g), leucina (4,035g/100g), treonina (3,35g/100g), histidina(2,548g/100g); estos últimos cuatro duplicaron o triplicaron sus valores iniciales por la concentración del producto.

Los análisis de metales pesados en la botarga, tales como: Plomo, cadmio y mercurio se encontraban dentro de los límites del reglamento sanitario de los alimentos; por otro lado, el arsénico obtuvo un valor de 1,64mg/kg, superando los límites del RSA.

Los análisis microbiológicos de la gónada y la botarga se encuentran por debajo de los límites del reglamento sanitario de los alimentos.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. Aubourg, S.P., M. Ugliano. 2002. Effect of brine pre-treatment on lipid stability of frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*). Eur. Food Res. Technol. 215(2): 91–95.
2. Burrin, D.G., B. Stoll. 2009. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. Am. J. Clin. Nutr. 90(3): 850S-856S.
3. Cabrera, R.A., J.L. Usry, C. Arrellano, E.T. Nogueira, M. Kutschenko, A.J. Moeser and J. Odle. 2013. Effects of creep feeding and supplemental glutamine or glutamine plus glutamate (Aminogut) on pre- and post-weaning growth performance and intestinal health of piglets [en línea]. J. Anim. Sci. Biotechnol. 4: 29(Art. N°). <<https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/2049-1891-4-29>>. [Consulta: 19 octubre 2022].
4. Collins, M.R. 1985. Striped mullet. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida). Biological Report N°82. US Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. US Army Corps of Engineers. Coastal Ecology Group. Waterways Experiment Station. Gainesville, USA.
5. Corrias, F., A. Atzei, A. Giglioli, V. Pasquini, A. Cau, P. Addis, G. Sarais and A. Angioni. 2020. Influence of the technological process on the biochemical composition of fresh roe and bottarga from *Liza ramada* and *Mugil cephalus* [en línea]. Foods 9(10). <<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/10/1408>>. [Consulta: 19 octubre 2022].

6. Cortez, H.A. 2014. Identificación de áreas potenciales para el cultivo semi-intensivo de lisa (*Mugil cephalus*) en etapa de engorda, en la cuenca del Río La Ligua utilizando el sistema de información geográfica. Proyecto de título, Ingeniero Agricultor. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias del Mar. Valparaíso, Chile.
7. Decreto N°977/96. Reglamento sanitario de los alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. 13 mayo 1997. Santiago, Chile.
8. Gómez, M.G. 2012. La pesca de lisa *Mugil cephalus* en Laguna Madre, Tamaulipas. Instituto Nacional de Pesca. México D.F., México.
9. Huynh, M.D., D.D. Kitts, C. Hu and A.W. Trites. 2007. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.* 146(4): 504-511.
10. Izquierdo, P., G. Torres, Y. Barboza de Martínez, E. Márquez y M. Allara. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. *Arch. Latinoam. Nutr.* 50(2): 187–194.
11. Marquina, C.Y., S.M. Vidaurre. 2015. Propuesta de exportación de huevas de lisa (*Mugil cephalus*) al mercado de Japón 2015. Tesis, Licenciado en Negocios Internacionales. Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ciencias Empresariales, Escuela Académico Profesional de Negocios Internacionales. Pimentel, Perú.

12. Ramírez de León, J.A., M. Vásquez, R.M. Uresti, G. Velásquez de la Cruz y S.J. Téllez. 2006. Aprovechamiento integral de la lisa: Alternativa de desarrollo económico para la Laguna Madre de Tamaulipas. *Cienc. UAT* 1(1): 57-60.
13. Velásquez de la Cruz, G., J.A. Ramírez de León. 2011. Aprovechamiento de recursos pesqueros. Plaza y Valdés Editores. Madrid, España.
14. Watford, M. 2008. Glutamine metabolism and function in relation to proline synthesis and the safety of glutamine and proline supplementation. *J. Nutr.* 138(10): 2003S-2007S.

## VIII. APÉNDICES

**Tabla 20.** Perfil de ácidos grasos saturados de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*)

	Ac. Grasos	% Esteres Metilicos
Saturados	C14:0 Mirístico	2,93
	C15:0 Pentadecanoico	0,16
	C16:0 Palmítico	17,31
	C18:0 Estearico	3,21
	Suma	23,6

**Tabla 21.** Perfil de ácidos grasos monoinsaturados de gónadas de Lisa  
(*Mugil cephalus*)

	Ac. Grasos	% Esteres Metilicos
Monoinsaturados	C14:1 W5 Miristoleico	0,3
	C16:1 W7 Palmitoleico	19,78
	C17:1 W7 Heptadecaenoico	0,81
	C18:1 W12 Oleico	1,71
	C18:1 W9 Oleico	21,02
	C18:1 W7 Oleico	11,79
	Suma	55,41

**Tabla 22.** Perfil de ácidos grasos poliinsaturados de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*)

	Ac. Grasos	% Esteres metílicos
Poliinsaturados	C18:2 W6 Linoleico	6,35
	C18:3 W6 Linolenico	0,36
	C18:3 W3 Linolenico	3,52
	C20:5 W3 Eicosapentaenoico	4,63
	C22:5 W3 Docosapentaenoico	2,57
	C22:6 W3 Docosahexaenoico	3,55
	Suma	20,99

**Tabla 23.** Aporte Ácidos Grasos: g/100 g de gónadas frescas de Lisa (*Mugil cephalus*)

Ac. Grasos	% Esteres metílicos
Saturados	2,41
Monoinsaturados	5,65
Poliinsaturados	2,14
Trans	0,46

**Tabla 24.** Resultados perfil de aminoácidos de gónadas frescas de lisa (*Mugil cephalus*).

Aminoácidos	g/100g
totales	
ácido aspartico	1,127
ácido glutamico	2,35
hidroxiprolina	<0,01
serina	0,94
glicina	0,772
histidina	0,632
arginina	1,045
taurina	0,239

treonina	0,73
alanina	1,446
prolina	1,396
tirosina	0,886
valina	1,1
metionina	0,443
isoleucina	1,017
leucina	1,681
fenilalanina	0,849
lisina	1,576
proteína total	18,23
colesterol	0.318

**Tabla 25.** Determinación de la Masa inicial (g) para cada gónada fresca, para luego ser multiplicada por el factor de sal 2,5 g, y así obtener la cantidad de sal (g) para llevar al proceso de salado.

Muestra	Masa inicial de la gónada (g)	Cantidad de sal (g)
A	189,39	473,48
B	163,18	407,95
C	175,67	439,18

**Tabla 26.** Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra A correspondiente al producto final botarga.

Dia	Masa A (g)	%	Perdida de agua (%)
0	189,3	100	0
1	151,1	79,8	20,2
2	140,7	74,3	5,5
3	135,3	71,5	2,8
4	131,3	69,3	2,1
5	128,8	68,0	1,3
6	125,7	66,4	1,6

**Tabla 27.** Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra B correspondiente al producto final botarga.

Dia	Masa B (g)	%	Perdida de agua (%)
0	163,18	100	0
1	124,7	76,4	23,6
2	116,04	71,1	5,3

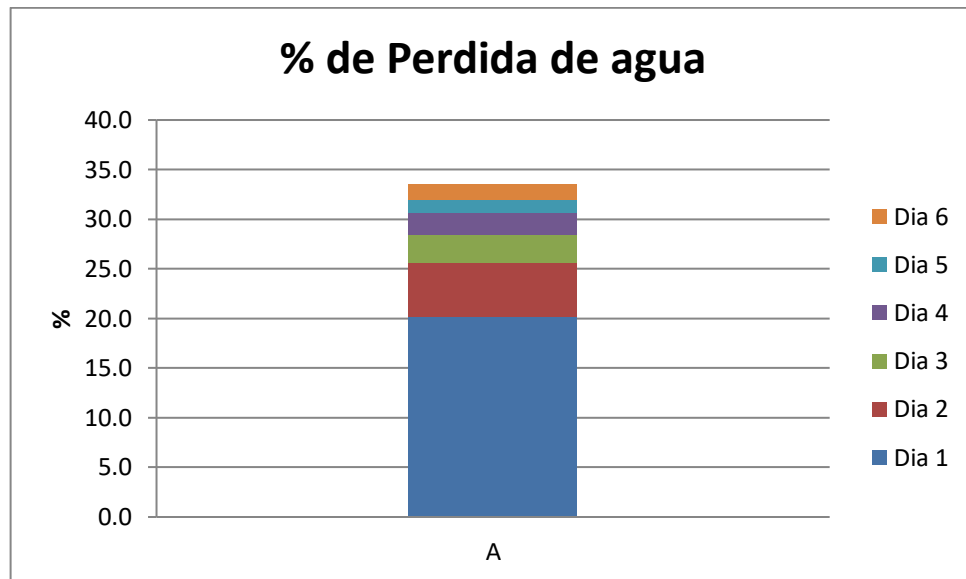
3	112,48	68,9	2,2
4	108,41	66,4	2,5
5	106,36	65,2	1,3
6	103,79	63,6	1,6

---

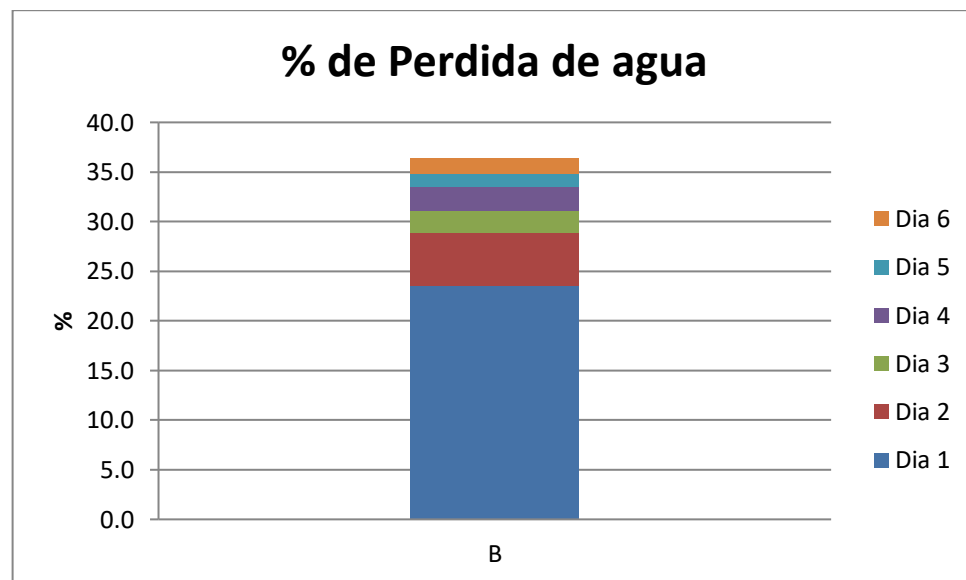
**Tabla 28.** Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra C correspondiente al producto final botarga.

Dia	Masa C		Perdida de agua
	(g)	%	(%)
0	175,67	100	0
1	137,4	78,2	21,8
2	128,12	72,9	5,3
3	122,77	69,9	3,0
4	118,87	67,7	2,2
5	116,53	66,3	1,3
6	114,24	65,0	1,3

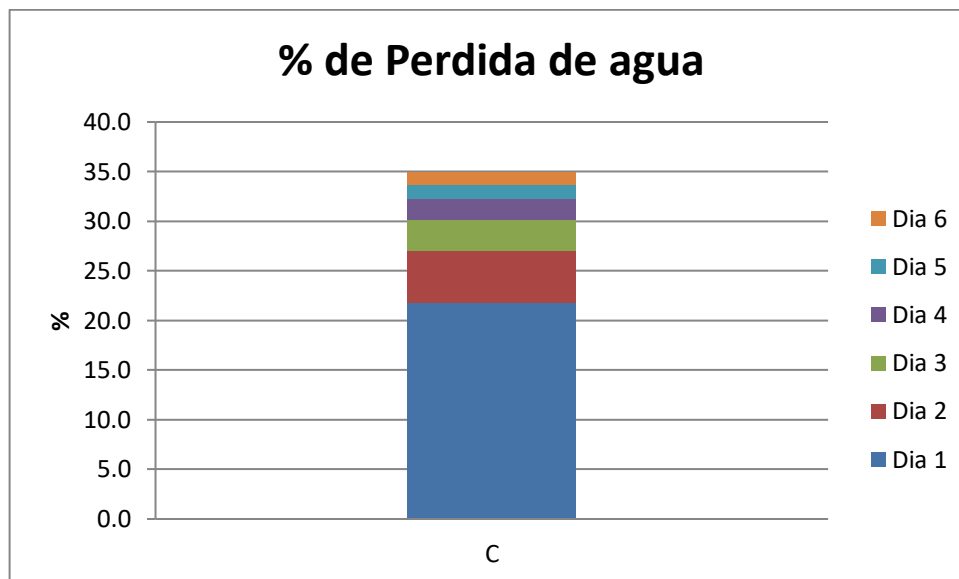
---



**Figura 32.** Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra A.



**Figura 33.** Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra B.



**Figura 34.** Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra C.

**Tabla 29.** Determinación de la Masa inicial (g) para cada gónada fresca, para luego ser multiplicada por el factor de sal 1,25 g, y así obtener la cantidad de sal (g) para llevar al proceso de salado.

Muestra	Masa inicial de la gónada (g)	Cantidad de sal (g)
A	251,38	314,23
B	183,26	229,08
C	178,27	222,84

**Tabla 30.** Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra A correspondiente al producto final botarga.

Dia	Masa		Perdida de agua (%)
	A (g)	%	
0	251,38	100,0	0,0
1	204,44	81,3	18,7
2	190,85	75,9	5,4
3	182,89	72,8	3,2
4	177,2	70,5	2,3
5	173,75	69,1	1,4
6	169,58	67,5	1,7

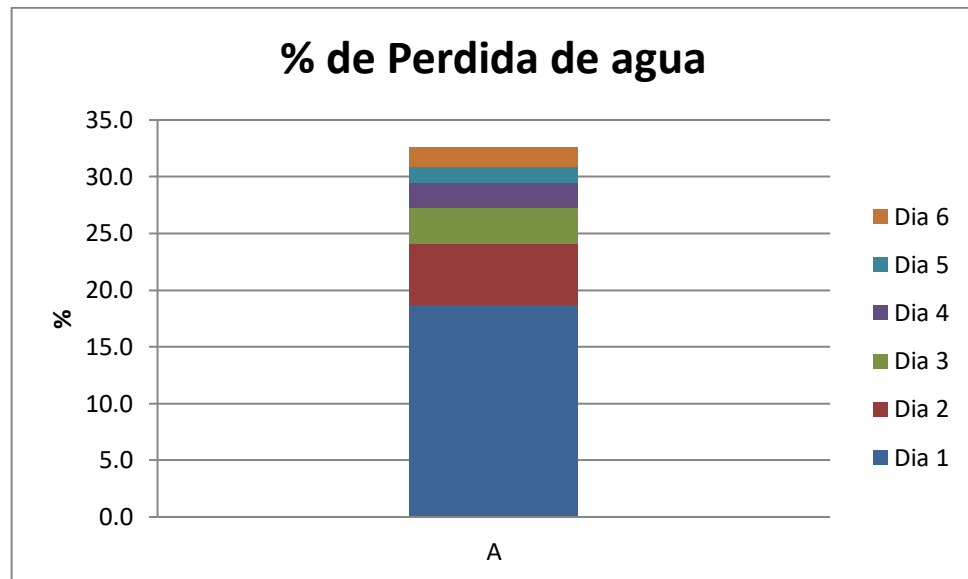
**Tabla 31.** Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra B correspondiente al producto final botarga.

Dia	Masa		Perdida de agua (%)
	B (g)	%	
0	183,26	100,0	0

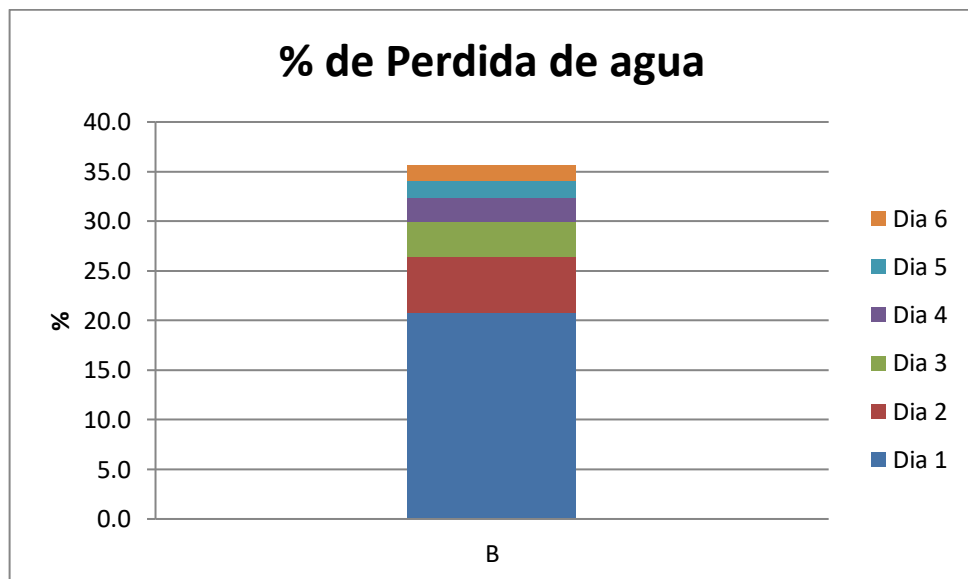
1	145,2	79,2	20,8
2	134,91	73,6	5,6
3	128,22	70,0	3,7
4	123,96	67,6	2,3
5	120,92	66,0	1,7
6	118,02	64,4	1,6

**Tabla 32.** Determinación de la Perdida de agua (%) a partir de la Masa (g) del día 0 hasta el día 6, para la muestra C correspondiente al producto final botarga.

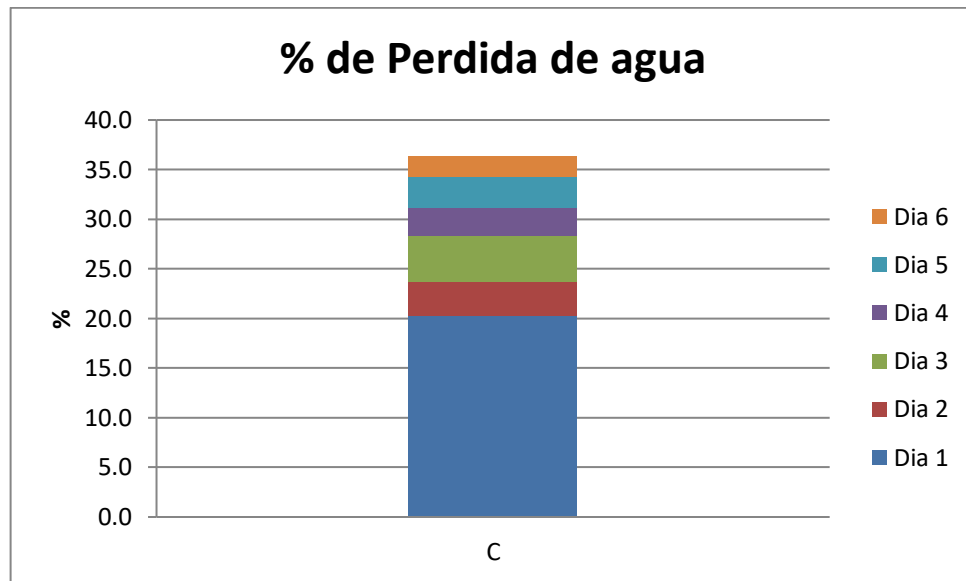
Dia	Masa C		Perdida de agua
	(g)	%	(%)
0	178,27	100,0	0
1	142,21	79,8	20,2
2	136,02	76,3	3,5
3	127,83	71,7	4,6
4	122,75	68,9	2,8
5	117,23	65,8	3,1
6	113,54	63,7	2,1



**Figura 35.** Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra A.



**Figura 36.** Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra B.



**Figura 37.** Perdida de agua de cada día equivalente a la muestra C.



**Figura 38.** Equipo Multivac C200 para envasar botarga en bolsas de vacío de 0,18 milímetros de grosor.

**Tabla 33.** Composición de ácidos grasos (%) de las huevas frescas y la botarga de *Mugil cephalus* y *lisa ramada*.

	Ácido graso	<i>Lisa ramada</i>		<i>Mugil cephalus</i>	
		Gónada	Botarga	Gónada	Botarga
AGS	C14:0	3,55	1,99	2,73	1,6
	C16:0	12,6	12,84	9,6	9,16
	C18:0	1,76	1,7	1,01	1,46
AGM	C16:1 w7	30,45	27,18	30,09	24,85
	C18:1 w7	16,32	12,74	16,06	13,01
	C18:1 w9	5,3	10,33	5,29	11,42
AGP	C18:2 w6	-	-	-	-
	C20:5 w3	3	1,41	3,71	2,19
	C22:5 w3	1,83	2,12	1,9	-
	C22:6 w3	4,37	2	3,5	-

**Fuente:** (Corrias et al., 2020)

**Tabla 34.** Composición de aminoácidos (g/100g) de hueva fresca y botarga de *Mugil cephalus* y *Lisa ramada*.

Aminoácidos	<i>Lisa ramada</i>		<i>Mugil cephalus</i>	
	Gónada	Botarga	Gónada	Botarga
Lisina	6,6	4	6,2	7,1
Fenilalanina	9,1	5,2	7,5	6,3
Isoleucina	5,1	8,3	4,3	6,6
Valina	6,3	11,2	5,6	9,4
Treonina	6,4	11,7	6,3	10,2

**Fuente:** (Corrias et al., 2020)

Protocolo de procesamiento de la botarga de gónadas de Lisa (*Mugil cephalus*)

#### **Recepción materia prima y extracción de gónadas:**

El transporte de Lisas debe realizarse siempre bajo condiciones de frío que aseguren mantener la materia prima en óptimas condiciones, tanto física como microbiológicamente. En este sentido, el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) (DS 977/96, Arts. N° 314, 328) establece que el transporte de los pescados y mariscos, en estado fresco sólo podrá realizarse en medios de transporte especialmente adaptados para tales efectos, esto es con carrocería cerrada y con un adecuado sistema de refrigeración, el cual deberá garantizar la conservación de los productos entre 0 y +4°C. Durante la recepción, deben mantenerse las mismas condiciones de temperatura, incluyendo el centro

térmico del pescado, el cual debe verificarse antes de la aceptación de la materia prima.

Con el fin de asegurar la inocuidad alimentaria, es necesario verificar que el medio de transporte de la materia prima no haya sido compartido con otros elementos que puedan generar una contaminación cruzada en el producto, como sustancias dañinas, descompuestas o extrañas que no se eliminarán o reducirán a un nivel aceptable mediante los procedimientos normales de lavado o preparación.

Características que deben estar “ausentes” en la materia prima:

- **Piel/baba** arenosa, colores apagados con motas de baba pardo-amarillenta.
- **Ojos** cóncavos, opacos, hundidos, descoloridos.
- **Agalla** gris-parda o blanquecina, baba amarillenta opaca, compacta o coagulada.
- **Olor** carne con olor a aminas, amoníaco, lechoso, láctico, sulfuro, fecal, pútrido, rancio.

En el caso de que se encontrase alguna de las características anteriormente mencionadas la materia prima no se considerará apta para proceso.

Otro aspecto importante que se debe considerar durante la recepción es el registro de información trazable que facilite el rastreo o seguimiento de la materia prima para posibilitar la retirada de los productos en caso de una alerta sanitaria por contaminación u otro vector que pueda afectar la seguridad alimentaria.

Es importante tener registro de lo siguiente:

- **Fecha de captura:** Fecha en la que se realizó la pesca de las Lisas
- **Lugar de procedencia:** Caleta de procedencia
- **Peso bruto:** Peso total del lote recepcionado, incluyendo materiales de embalaje
- **Peso Neto:** Peso total del lote recepcionado, excluyendo materiales de embalaje
- **Temperatura de recepción:** Temperatura de transporte y de la materia prima
- **Datos del transportista:** Nombre del conductor y datos del vehículo

Las lisas deben ser almacenadas en cámara de mantención a temperaturas entre 0 °C a +4 °C para posteriormente realizar la extracción de huevas. Este paso debe realizarse con precaución de no romper las gónadas.

### 1.1. Lavado y secado de la gónada.

Se debe realizar un lavado de las gónadas para eliminar restos de sangre u otros agentes contaminantes que pudieran haber estado en contacto con la huevo al momento de extraer. 2 a 3 minutos en agua fría y posteriormente retirar exceso de agua superficial con papel absorbente.

### 1.2. Clasificación y almacenaje

Se debe realizar una clasificación de las gónadas según gramaje y tonalidad. Con estos parámetros se definirá el formato final de cada pieza. Las gónadas dañadas, por ejemplo, se destinarán a producto (botarga) en formato rallado.

Criterio de clasificación de gónadas de lisa

Tonalidad/gramaje	< 180 g	>180 g
Rosa pálido	Producto rallado	Producto rallado
Anaranjado	Producto rallado	Producto pieza entera
Marrón	Producto rallado	Producto rallado

Se estableció que las gónadas deben ser congeladas o refrigeradas dependiendo de la fecha a procesar.

- Refrigerada: Proceso hasta 2 días posteriores a la recepción.

- Congelada: Proceso hasta 10 meses posteriores a la recepción.

### **1.3. Salado**

Las huevas refrigeradas pasan directamente al proceso de salado. En el caso de las huevas congeladas, el descongelado debe ser durante 1 hora antes de procesar. Las gónadas que resulten dañadas durante el proceso de salado se destinarán a producto en formato rallado.

La cantidad de sal a utilizar debe seguir la siguiente proporción 1,34g de sal/g de gónada; Estas deben ser depositadas en recipientes plásticos y quedar completamente cubiertas de sal rotándolas diariamente. El proceso debe realizarse a temperatura ambiente entre 20 a 25°C. Luego de 24 y 72 horas de debe realizar recambio de sal y al 6to día finaliza el proceso.

### **1.4. Extracción de membrana y secado final**

La Botarga ya lista se debe humedecer con agua a 25°C durante 15 segundos y luego retirar cuidadosamente la membrana. Posteriormente se realiza un secado final en estufa de convección durante 10 minutos a 40°C.

### **1.5. Envasado**

Las piezas enteras deben ser almacenadas al vacío con su respectivo etiquetado. Las piezas dañadas durante el proceso deben ser ralladas y almacenadas en frascos de vidrio.

### **1.6. Trazabilidad**

Se implementará un sistema de registro que permita determinar el origen de la materia prima (declaración de garantía o declaración jurada para centros de cosecha y viveros, guía de despacho, Certificado Sanitario de Movimiento, etc.).

Los recursos despachados a establecimientos de proceso serán adecuadamente rotulados e identificados mediante un etiquetado que contenga la información de fechas de proceso, de despacho y procedencia de la materia prima, de manera tal que se asegure su trazabilidad.