

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**PROCESAMIENTO DE ESTURIÓN *ACIPENSER* SPP. POR LAS TECNOLOGÍAS  
DE *SOUS-VIDE* Y CONFITADO**

por

**GARCIA PEREIRA, Ana Cecilia**

**MATA FERNÁNDEZ, Sofía**

**MEDICCI SEVES, Yuliana Catalina**

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

Orientado: Tecnología de los Alimentos

Modalidad: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

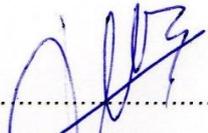
**2020**

# 1. APROBACIÓN

## PÁGINA DE APROBACIÓN

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa:

  
.....  
Dra. Carina Galli

Segundo Miembro (Tutor):

  
Dra. Cristina Friss de Kereki

Tercer Miembro:

  
Dr. Ariel Aldrovandi

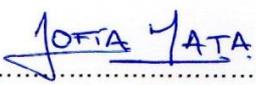
Cuarto Miembro (Co-Tutor):

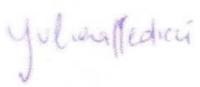
  
Dr. José Pedro Dragonetti

Fecha: 22 de diciembre de 2020

Autoras:

  
Ana Cecilia García

  
.....  
Sofía Mata

  
Yuliana Catalina Medicci

## **AGRADECIMIENTOS**

- A José Pedro Dragonetti por su paciencia, comprensión, dedicación, y por compartir su conocimiento con nosotras.
- A Cristina Friss de Kereki por su colaboración y acompañamiento al realizar esta tesis.
- A todos los integrantes del Instituto de Pesca de la Facultad de Veterinaria UDELAR por acompañarnos e invertir su tiempo en este proyecto.
- A Estuarios del Plata por proporcionarnos la materia prima indispensable para poder realizar este ensayo.
- A nuestras familias por su incondicional apoyo en el transcurso de este trabajo y a lo largo de toda la carrera.

## TABLA DE CONTENIDOS

Página

### Contenido

1. APROBACIÓN.....	2
2. RESUMEN .....	6
3. SUMMARY.....	7
4. INTRODUCCIÓN .....	8
5. 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
5.1. 4.1 Características del esturión .....	10
5.2. 4.2. Tecnologías empleadas.....	12
5.3. 4.2.1. Cocción al vacío ( <i>Sous vide</i> ) .....	12
5.4. 4.2.1.1 Clostridium botulinum .....	14
5.5. 4.2.1.2 Listeria monocytogenes .....	14
5.6. 4.2.2 Confitado .....	15
5.7. 4.3 Evaluación sensorial.....	16
6. HIPÓTESIS.....	17
7. OBJETIVOS .....	17
8. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
9. RESULTADOS .....	20
10. DISCUSIÓN .....	26
11. CONCLUSIÓN .....	28
12. BIBLIOGRAFÍA .....	29

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

	Página
Tabla 1. Pescados – Carnes. Composición química por 100g de alimento.....	9
Tabla 2. Valor nutricional carne de esturión por 100g.....	11
Tabla 3. Planilla para escala de calidad.....	20
Tabla 4. Resultados de escala de calidad <i>sous vide</i> .....	23
Tabla 5. Resultados de escala de calidad confitado.....	25

### FIGURAS

Figura 1. Esturión <i>Acipenser baerii</i> .....	10
Figura 2. Peso de postas de esturión.....	18
Figura 3. Fotografías tomadas en el laboratorio ensayo 1 .....	22
Figura 4. Fotografías tomadas en el laboratorio ensayo 2 .....	24
Figura 5. Promedio de puntuaciones sensoriales por tipo de muestra, comparando entre tecnología de <i>sous vide</i> y confitado.....	26

## 2. RESUMEN

Actualmente en Uruguay el interés comercial de la producción de esturión (*Acipenser spp.*) radica en la venta de sus huevas como caviar. Con la finalidad de aprovechar los ejemplares faenados para la obtención de caviar la empresa Estuario del Plata se ha propuesto incursionar en el mercado con productos de valor agregado a base de carne de esturión. Los objetivos de este trabajo fueron: elaborar un producto cocido en un medio graso a base de carne de esturión (*Acipenser spp.*); comparar dos métodos de cocción en aceite de oliva extra virgen para *Acipenser spp.* uno en modalidad confitado *sous vide* y otro confitado en frascos de vidrio) y realizar análisis microbiológicos de los productos finales a fin de evaluar inocuidad. Partiendo de la materia prima proporcionada por la empresa Estuario del Plata, esturión eviscerado congelado, se utilizaron muestras de 100g de trozos de carne de pescado para ser utilizados en las dos tecnologías. Para la tecnología de *sous vide* se colocaron cuatro (4) muestras en bolsas para vacío con aceite de oliva extra virgen y a cada una se le agregó un tipo diferente de ingrediente: coriandro, tomillo, higos secos y nueces. Se sometieron a baño termostático de agua a 65°C por 15 minutos, se colocó un vaso de bohemia con la misma cantidad de aceite de oliva que contenían los envases a fin de controlar en forma indirecta su temperatura. Para la otra tecnología se procedió de la siguiente manera: se realizó un pasaje del músculo de pescado por salmuera al 10%, previo al tratamiento térmico. Si bien se usaron los mismos ingredientes que para *sous vide* en esta modalidad no se utilizó envasado al vacío, las muestras se colocaron en frascos de vidrio. El tiempo de cocción fue 20 minutos y el control de temperatura se realizó directamente sobre el producto. Las muestras de ambos ensayos fueron sometidas a una evaluación de calidad por un panel de 5 jueces resultando el ensayo de confitado en frascos de vidrio con higos y nueces el mejor calificado. Se realizaron análisis microbiológicos de los productos finales obteniendo resultados dentro de los parámetros de aptitud para consumo.

### 3. SUMMARY

Currently in Uruguay, the commercial interest in the production of sturgeon (*Acipenser* spp.) lies in the production and commercialization of their roe as caviar. In order to make the most out of the specimens being fished for their caviar, Estuario del Plata ( a local fishing company) began to consider releasing a new line of value added sturgeon meat products into the market.

The objectives of this study were as follows: To elaborate a product cooked in a fatty medium based on sturgeon meat (*Acipenser* spp.); compare two cooking methods using extra virgin olive oil, one using sous vide techniques to confit, and a regular confit using glass jars. Microbiological analysis of the final products were to be carried out in order to evaluate this products safety for consumption.

Starting from the raw material provided by the company Estuario del Plata, frozen 100g portions of gutted sturgeon meat were used to be processed using those two cooking methods. For the sous vide method, four (4) samples were placed in plastic vacuum bags with extra virgin olive oil and to each one of the bags, a different flavouring ingredient was added: coriander, thyme, dried figs and walnuts. They were subjected to a thermostated water bath at 65°C for 15 minutes, a bohemian glass was placed with the same amount of olive oil that the bags contained in order to indirectly control its temperature. For the other method, the procedure was as follows: a piece of the fish muscle was soaked in 10% brine, prior to the heat treatment. Although the same ingredients were used in thus method and for sous vide, vacuum packaging was not used in the second one, the samples were placed in glass jars instead. The cooking time was 20 minutes and the temperature control was carried with a thermometer directly on the product. Samples from both trials were subjected to a quality evaluation by a panel of 5 judges, the sample cooked in glass jars with figs and walnuts being the best qualified one of all the options. Microbiological tests were carried out on the final products, obtaining results within the parameters of fitness for consumption.

#### 4. INTRODUCCIÓN

El interés comercial de la producción de esturión a nivel mundial se centra en la obtención del caviar. En el hemisferio sur sólo existen dos empresas dedicadas a la producción de caviar, las dos están en Uruguay quien se posiciona como el octavo productor de caviar a nivel mundial (Seselovsky, 2017).

En Uruguay la producción de caviar y carne de esturiones es de gran importancia, ya que las condiciones medioambientales son beneficiosas para la cría del mismo. Los embalses del Río Negro constituyen un ecosistema ideal para dicha producción (Estuario del Plata, 2019).

Hay diferentes aspectos que hacen que desarrollar alimentos a base de carne de esturión sea relevante. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016) indica que por primera vez el consumo mundial de pescado superó los 20kg *per cápita*. Esto ha traído como consecuencia que casi un tercio de las poblaciones de peces con valor comercial se estén capturando hoy en día a un nivel que afecta de forma negativa este recurso. Debido a esto, la acuicultura ha tomado un papel importante a nivel mundial y Uruguay no es ajeno a esto.

Además, el consumo de pescado en Uruguay fue de 10 a 11kg *per cápita*. Se estima que para el 2030 el consumo en América Latina y el Caribe aumente a un 33% viéndose aumentada también la producción de pescado (FAO/OMS, 2018).

Si bien Uruguay siempre ha contado con condiciones favorables para la producción de pescado, el complejo pesquero uruguayo comenzó y se afianzó recién en la década del setenta. El país tiene una amplia costa en las aguas del Océano Atlántico, Río de la Plata y Río Uruguay donde se ubican sus principales puertos como El Puerto de Montevideo que es el más importante del país, donde opera casi la totalidad de la Flota Industrial y parcialmente la Flota Artesanal, seguido del Puerto de la Paloma que ocupa el segundo lugar en donde los productos pesqueros obtenidos son tanto para exportación como para mercado interno (Mazza, 2007).

Si bien la tendencia del consumo de la carne de pescado ha ido aumentando, no es comparable con el consumo de carne bovina aviar y porcina las cuales tienen valores anuales de 47,9 kg/hab, 18,5 kg/hab y 18,0 kg/hab respectivamente (Instituto Nacional de Carnes, 2019)

En general el consumo de pescado en los hogares uruguayos es muy bajo, este se va incrementando a medida que aumentan los ingresos. Sin embargo, solo en el 20% de los hogares que cuentan con mayores ingresos se llega a cubrir una pequeña porción por semana. La forma en la que más se consume es en filetes (merluza, corvina, cazón, brótola, pejerrey y pescadilla) y luego en enlatados. Por último, se encuentran los pescados frescos enteros, mientras que los mariscos son de muy bajo consumo (Acuña Reyes, 2013).

En cuanto a comercio exterior nos referimos, en Uruguay en 2018 hubo un crecimiento del 13% con respecto al año anterior en las exportaciones de pescado y productos pesqueros, entre las especies exportadas se destacan corvina, merluza y calamar, así como el esturión y el caviar. Los principales mercados que accede Uruguay para la venta de pescado son Brasil, Nigeria y China. Con respecto al caviar los principales son Europa, EE UU y Rusia (EFE, 2019).

Debido a la gran producción de esturiones que Uruguay debe lograr para abastecer la demanda de caviar principalmente de países europeos, el remanente de carne es muy grande y buscarle una alternativa para su aprovechamiento es de suma importancia para la industria local.

Otro aspecto positivo a destacar de la carne de pescado como alimento, en comparación con otras carnes es su composición y características nutricionales. El pescado es rico en proteínas y grasas (especialmente grasas poliinsaturadas), vitaminas, minerales (como hierro, calcio, yodo, potasio, etc.) y carbohidratos (Hu y col, 2017).

Si de proteínas hablamos, en general los diferentes tipos de carnes aportan un valor similar, siendo entre un 15 y 24%. A diferencia del aporte de las grasas que ofrecen una mayor variable dependiendo la especie y el músculo al cual se haga referencia (Tabla 1).

**Tabla 1.** Pescados - Carnes. Composición química por 100g de alimento.

<b>Alimento</b>	<b>Agua</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>
<b>Pescado</b>			
Corvina	77	19,5	1,9
Merluza	78,2	15,6	3
Pejerrey	78,2	18,7	1,7
Carpa	78,5	15,7	3,3
<b>Pollo</b>			
Pechuga sin piel	68,4	22,3	2,9
Pata con piel	69	16,9	10
Muslo sin piel	72,1	17,9	8,4
<b>Vacuno</b>			
Cuadril	72	22	5
Aguja	69,2	20,8	9,2
Asado de tira	62	15,6	19,9
<b>Cordero</b>			
Paleta	77	18,7	2,7
<b>Cerdo</b>			
Costillar	50	17,7	26,8

Fuente: Acuña Reyes, 2013.

Las del tejido conectivo son las que se encuentran en menor porcentaje entre un 3 y 10% mientras que en los mamíferos corresponden a un 17% (Acuña Reyes, 2013), razón por la cual debido a su composición la carne de pescado contiene menor porcentaje de tejido conectivo, es más tierna, más fácil de digerir y por lo tanto su tiempo de permanencia en el estómago es más corto.

Con respecto a los lípidos, estos varían según la especie. Se los puede clasificar en magros o blancos, semigrasos y grasos o azules. Ningún pescado es capaz de igualar el contenido de lípidos que presentan los suinos, bovinos, ovinos y las aves. La calidad de los lípidos que posee el pescado es diferente a las demás. La grasa de origen animal está formada por ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y los poliinsaturados (AGI). Mientras que el pescado posee el mayor porcentaje de AGI. Si bien el aporte de lípidos por el pescado es menor en comparación

con las demás especies de mamíferos (bovinos, aves, ovinos, suinos) esta es de mejor calidad especialmente en el aporte de ácidos grasos poliinsaturados del grupo  $\omega 3$ . Por otro lado, el tipo de grasas que presentan ayudan a prevenir enfermedades crónicas no transmisibles (Acuña Reyes, 2013). En los últimos años, la ingesta de pescado se ha relacionado con el potencial que esta carne tiene para beneficio de la salud. Puede ayudar a las personas a prevenir diversas enfermedades como hipertensión arterial, enfermedades coronarias, cáncer y enfermedades inflamatorias (Abraha y col, 2018).

Dentro de los micronutrientes, son ricos en vitamina A, vitamina D, vitamina B2, vitamina B6 entre otras. Las vitaminas hidrosolubles (del complejo B) las poseen en cantidad similar a las demás carnes y el contenido de hierro es menor (Hu y col, 2017).

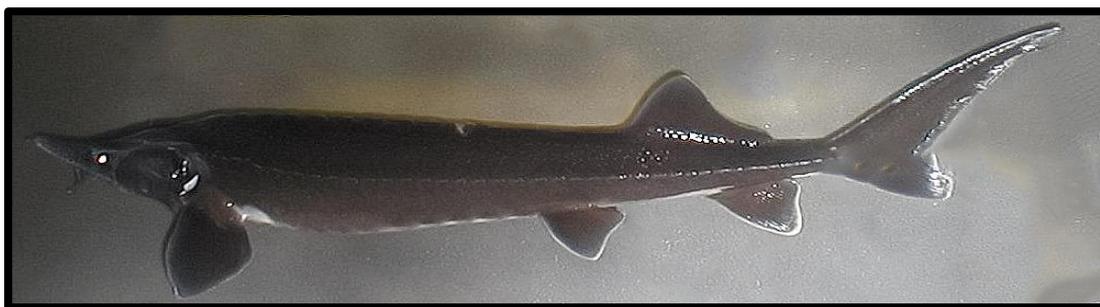
Considerando las características de la carne de esturión y con la finalidad de aprovechar más este recurso se seleccionaron las tecnologías de *sous vide* (cocción al vacío) y la cocción a bajas temperaturas en un cuerpo graso (confitado).

## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 Características del esturión

Los esturiones son peces (*clase Osteíctios, subclase Actinoptergios, superdivisión Condrósteos, orden Acipenseriformes y familia Acipenseridos*) que habitan la tierra desde hace unos 250 millones de años, encontrándose en los grandes ríos del hemisferio norte (Aguayo de Hoyos y col, 2012).

En cuanto a sus características morfológicas se destacan, su cuerpo subcilíndrico conteniendo cinco hileras longitudinales de placas óseas o escudetes, un hocico extendido y duro (Moyle, 1976) y una boca ventral, desdentada, tubular y protráctil que determina su hábito alimenticio: invertebrados bentónicos, peces y detritos (Nión y col, 2002). Ver Figura 1.



**Figura 1.** Esturión *Acipenser baerii*. Foto: José Pedro Dragonetti.

**Tabla 2.** Valor nutricional carne de esturión por 100g.

<b>Tipo</b>	<b>Por 100g de músculo</b>
Energía (Kcal)	135
Proteínas (g)	16,1
Hidratos de carbono (g)	0
Fibra (g)	0
Grasa total (g)	8,62
Saturadas (g)	2,02
Monoinsaturadas (g)	2,2
Poliinsaturadas (g)	3,49
Colesterol (mg)	162
Calcio (mg)	146
Hierro (mg)	6,15
Zinc (mg)	0,67
Sodio (mg)	807
Potasio (mg)	235,5
Vitamina A (µg)	280
Vitamina B3 (µg)	5,45
Vitamina B9 (µg)	20
Vitamina B12 (µg)	11
Vitamina E (µg)	3,1

Fuente: Pescaderías Coruñesas, s.f

Hay 17 especies de *Acipenser*, 3 *Sacphirhynchus* y 2 *Huso*, en total 22 especies de la familia Acipenseridae. Los esturiones se adaptaron a modos de vida diferentes los potamódromos quienes desarrollan su ciclo completo en agua dulce como son *A. fulvescens* o *A. baerii* y los diádromos los cuales se reproducen en agua dulce, pero utilizan el mar para su crecimiento y engorde como *A. naccarii* o *A. sturio*. Pueden llegar a medir 3,5 metros y lograr un peso de 350kg esto varía según la especie (Aguayo de Hoyos y col, 2012).

Los machos alcanzan la madurez sexual a los 9 años y las hembras a los 16 años cuando están en su estado natural (Teixeira de Mello y col, 2011).

Fue introducido en Uruguay en la década de los 90 para su uso en acuicultura, producción de ovas (caviar) y carne. En la actualidad existen 2 granjas que cuentan con el ciclo completo (reproducción, cría, engorde y faena para obtención de caviar y carne). Una se encuentra en la represa de Baygorria (Durazno) y la otra en San Gregorio de Polanco (Tacuarembó) ambas utilizando aguas del Río Negro (DINARA, comunicación personal 2020).

Si bien en este trabajo se buscó desarrollar un producto a base de carne de esturión, debemos hacer referencia al caviar. Lo definimos según el *Codex Alimentarius*,” como un producto que se prepara a partir de las huevas de peces de esturiones pertenecientes a la familia *Acipenseridae* (cuatro géneros: *Acipenser*, *Huso*, *Pseudoscaphirhynchus* y *Scaphirhynchus* y los híbridos de las especies de estos géneros)” (Codex, 2010).

Con la finalidad de aprovechar los ejemplares faenados para la obtención de sus huevas y los machos nacidos, realizamos este ensayo experimental donde se utilizaron las tecnología de cocción al vacío (*sous vide*) y confitado para procesar la carne y así darle un valor agregado al mismo.

## **5.2. Tecnologías empleadas**

### **5.2.1. Cocción al vacío (*Sous vide*)**

Éste método de cocción fue propuesto por Benjamín Thompson, conde de Rumford en 1799 y redescubierto y mejorado en 1960 (Córdova Frunz, 2017).

Los cocineros en algunos de los mejores restaurantes del mundo lo utilizaban para cocinar desde 1970, pero no fue hasta mediados del 2000 que la cocina *sous vide* se hizo ampliamente conocida (Hesser, 2005).

Es un método que se basa en colocar el alimento en un recipiente sellado al vacío para luego ser cocinado a bajas temperaturas (Córdova Frunz, 2017). El vacío se puede definir como un estado en el cual la presión en el interior del envase es inferior a la atmosférica. En la cocina su utilidad está dada para conservar los alimentos cocidos, semi cocidos o crudos y para maximizar los sabores y minimizar el riesgo de que el alimento pueda ser el transmisor de enfermedades al consumidor (Douglas, 2012).

El *sous vide* puede ser clasificado en dos grupos dependiendo del destino y características iniciales y finales del producto: la cocción al vacío-servicio inmediato y cocción al vacío-conservación previa al servicio. En el primero de ellos se tiene en cuenta la combinación de tiempo/temperatura siendo suave y variable entre productos, alcanzando valores finales en el centro térmico del mismo entre 40°C y 65°C. Se busca el punto óptimo de cocción del alimento, que se sitúa en el límite entre lo que es crudo y lo que es cocido. Este método se utiliza para la cocción por ejemplo del pescado. En el segundo grupo se alcanzan valores de temperatura en el centro térmico del producto entre 65°C y 80°C durante un tiempo variable. Es el tipo de cocción utilizada para vegetales o para productos cárnicos con partes gelatinosas o duras que hay que fundir o reblandecer (Peirano, 2012).

El envasado al vacío es una tecnología en cual el alimento es contenido en un envase impermeable a los gases sustrayéndole el aire con el fin de aumentar la vida útil del producto. Esta tecnología se complementa con otros métodos de preservación ya que después, el alimento puede ser refrigerado o congelado (Martin, 2017).

### Ventajas de la cocción al vacío

El incremento en el consumo de alimentos que sean poco procesados, que contengan un mínimo en conservantes y que no varíen su valor nutritivo, organoléptico ni sanitario ha llevado al uso de técnicas como el *sous vide* ya que esta es capaz de preservar el alimento sin el agregado de conservantes (González Alonso, 2007).

En esta tecnología la retención de compuestos volátiles que se da es la responsable de los aromas característicos de este tipo de productos. Además, previene la deshidratación de la superficie del alimento gracias a una barrera de humedad que se genera entre el material de envasado y el producto (Martin, 2017), también se retarda la oxidación de los lípidos, proteínas y pigmentos gracias a la ausencia de oxígeno que previene la decoloración del alimento (Ruíz, 2010) y evita el crecimiento bacteriano (Martin, 2017). A su vez aumenta la vida útil de los alimentos eliminando el riesgo de contaminación cruzada durante el almacenamiento (Church y Parsons, 2000).

García y col, 1995 afirman que la velocidad de crecimiento de la flora psicrotrofa, Gram-negativa es menor en atmósfera modificada que en condiciones de aerobiosis bajo refrigeración. Ejemplos de estos son *Listeria monocytogenes* y *Aeromonas hydrophila*.

### Desventajas de la cocción al vacío

El método *sous vide* solo cuenta como aliada con la temperatura de cocción para mantener al producto final libre de microorganismos. A diferencia de otros métodos que cuentan en sus preparaciones con un control por medio de la creación de ambientes ácidos, exposición del alimento a radiaciones, por medio de salazones y por la adición de especias (Douglas, 2012).

En este procedimiento se utilizan temperaturas bajas, eliminando de esta forma las células vegetativas bacterianas, pero no las esporas ni tampoco las células de los microorganismos termofílicos. Las condiciones que presentan los alimentos *sous vide* como la baja disponibilidad de oxígeno, el alto pH y la ausencia de microorganismos competidores, pueden favorecer el desarrollo de patógenos hasta un nivel peligroso, sin que el producto se vea alterado (González Alonso, 2007).

Otro inconveniente que puede presentar es la posible producción de la toxina botulínica debido a la anaerobiosis producida. Como forma preventiva se debe considerar la temperatura en la cual se preserva el producto luego de ser envasado al vacío. Para las preparaciones *sous vide* ácidas otra barrera a tener en cuenta es el pH que debe ser inferior a 4,5 para evitar la producción de dicha toxina (Martin, 2017).

Las características del envasado al vacío definen los peligros a ser considerados para la salud de los consumidores, dentro de estos podemos mencionar bacterias anaerobias como *Clostridium botulinum* y *Clostridium perfringens* y bacterias anaerobias facultativas como *Listeria monocytogenes* y *Bacillus cereus*.

### **5.2.1.1 *Clostridium botulinum***

Es un microorganismo Gram positivo, anaerobio y productor de esporas termoresistentes, siendo la principal preocupación en este tipo de alimentos. La enfermedad se produce luego de ingerir una neurotoxina y puede ser mortal (González Alonso, 2007). Food and Drug Administration (FDA, 2012) caracteriza a esta neurotoxina por ser inestable al calor y puede destruirse si se calienta a 80°C durante 10 minutos o más. El *Clostridium botulinum* es capaz de desarrollarse en productos al vacío y formar la toxina.

En cuanto a la temperatura, las cepas de *Clostridium* más comúnmente asociada a los productos de la pesca es el tipo E, pueden crecer a temperaturas de refrigeración ( $\geq 3,3^{\circ}\text{C}$ ) y desarrollar la toxina. Es importante por ende el control de la temperatura durante todo el proceso para evitar de esta manera el crecimiento de este patógeno (González Alonso, 2007).

El botulismo (enfermedad producida por el *Clostridium botulinum*) transmitido por alimentos, es un tipo grave de intoxicación alimentaria causada por la ingestión de alimentos que contienen la potente neurotoxina formada durante el crecimiento del microorganismo. La incidencia de la enfermedad es baja, pero la enfermedad es motivo de gran preocupación debido a su alta tasa de mortalidad si no se trata de forma inmediata y adecuada (FDA, 2012).

La FDA (2012) señala que los tipos de alimentos involucrados en el botulismo varían de acuerdo con la conservación de los alimentos y los hábitos alimentarios en diferentes regiones. Agrega que cualquier alimento que sea propicio para el crecimiento y la producción de toxina debe ser calentado antes de su consumo. Algunos alimentos que se han visto implicados en brotes de botulismo incluyen las salchichas, productos cárnicos, verduras enlatadas y los productos del mar.

### **5.2.1.2 *Listeria monocytogenes***

Es una bacteria Gram-positiva, con forma de bacilo, no esporulada y móvil por medio de flagelos. Es una bacteria ubicua, ampliamente distribuida en el ambiente (suelo, ensilajes, otras fuentes ambientales) y en animales, tanto domésticos como salvajes (FDA, 2012). Es considerada patógeno para la salud pública causante de listeriosis y puede ser transmitida por el consumo de alimentos contaminados. Se asocia frecuentemente con productos crudos, tanto de origen vegetal como animal (carne y pescado), y alimentos cocidos listos para consumir, sea por un tratamiento térmico insuficiente o debido a una re-contaminación posterior al tratamiento listericida (FAO/OMS, 2004).

Se la puede clasificar como una bacteria mesófila debido a su supervivencia en un amplio rango de temperatura (entre  $-1,5^{\circ}\text{C}$  y  $45^{\circ}\text{C}$ ), con una temperatura óptima entre  $30^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$  (ICMSF, 1998). Una característica a destacar de la *Listeria monocytogenes* es su capacidad para crecer a bajas temperaturas, incluso por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ , lo que determina que sea un patógeno a considerar en ambientes como los refrigeradores domésticos (García de Fernando y col, 1995). En Uruguay, Tur y Vidal (2020) demuestran la presencia de *L. monocytogenes* y *L. innocua* en refrigeradores domésticos de Montevideo.

Esta bacteria no es inhibida por el envasado al vacío ni por el envasado en atmósfera modificada (García de Fernando y col, 1995). Para la tecnología *sous vide* desarrollada en el presente trabajo, donde se utiliza un envasado al vacío y se aplican bajas temperaturas, las células de *Listeria monocytogenes* quedan dañadas pero no se destruyen en su totalidad y durante el almacenamiento en refrigeración del producto terminado tienen la capacidad de recuperarse y multiplicarse hasta alcanzar niveles perjudiciales para la salud de los consumidores (Blanco, 1994).

Si bien no es una bacteria esporulada, tiene otras formas de resistencia como son los *biofilms*, lo que le permite sobrevivir en condiciones adversas (FDA, 2012). Éstos se definen como “*comunidades complejas de microorganismos que crecen embebidos en una matriz orgánica polimérica autoproducida y adherida a una superficie viva o inerte, y que pueden presentar una única especie microbiana o un abanico de especies diferentes*” (Kraigsley y col, 2002).

Esta forma de resistencia la protege a su vez de la acción de los detergentes y desinfectantes comúnmente utilizados en la industria de alimentos, dificultando así su eliminación de las superficies de contacto (Costerton y col, 1999), razón por lo cual se ha aislado en plantas donde se procesan alimentos, incluso persistiendo durante muchos años (Golovlev, 2002; Ferreira y col, 2014).

### 5.2.2 Confitado

Según la Real Academia Española (RAE) confitar es cocinar algo en aceite a fuego lento.

Por definición es un método en el cual se sumerge la pieza (que generalmente es de carne) en un medio graso. Durante la cocción la grasa utilizada no supera los 80°C (Carrera, 2014). Aunque la pieza es sumergida en un medio graso no se podría hablar de una fritura como tal debido a la temperatura alcanzada. En este caso se estaría más cerca de guisar o de estofar debido a que la cocción es de larga duración y hace que la carne sea fácil de desmenuzarse, produciendo otro tipo de gelificación en la carne (Peterson, 2010 *in* Carrera, 2014).

El término *confit* es utilizado, para describir la cocción de forma lenta y suave hasta adquirir una consistencia jugosa y succulenta. Viene del verbo francés *confire* y del latín *conficere* que significa hacer, producir y confeccionar. Antiguamente se utilizaba para darle sabor y conservar un alimento, esto se lograba al sumergir o impregnar dicho alimento en una sustancia determinada. El *confit* francés tradicional se hacía sumergiendo en grasa y calentando a baja temperatura por varias horas los trozos de carne que habían sido previamente salados y especiados. Luego eran sellados y guardados en un sitio fresco logrando su preservación en buenas condiciones por varios meses (McGee, 2016).

En la actualidad la palabra *confit* se utiliza para hacer referencia al sabor adquirido pero el concepto de *confit* como forma de preservar los alimentos se ha perdido. La versión más conocida es el *confit* de muslo de ganso y pato que se hace en el sudoeste de Francia. Hoy en día las versiones del *confit* están enlatadas o refrigeradas para preservar su seguridad y deben ser ingeridas a los pocos días, este es el moti-

vo por el cual se salan poco, buscando buen sabor y color y no su preservación (McGee, 2016).

En las cocciones en medio graso es importante utilizar aceites de calidad que resistan altas temperaturas y que no hayan sufrido demasiados calentamientos, siendo el de oliva el de elección (Caracuel García, 2008). En particular el aceite de oliva extra virgen es más estable y menos absorbente para los alimentos además de que se caracteriza por proporcionar un muy buen sabor al producto final (Abaonza Hernández, 2011).

Por último, se puede diferenciar al confitado de otras técnicas que también utilizan un medio graso para la cocción del alimento. Entre ellas se destacan el salteado que es la cocción total o parcial de un alimento en poca cantidad de grasa a fuego vivo, el rehogado con poca grasa y a fuego lento, y la fritura que es la cocción total de un alimento por inmersión en cuerpo graso caliente, dando lugar a la formación de una costra (Caracuel García, 2008).

### **5.3 Evaluación sensorial**

En un sector que cada vez es más competitivo como es el de producción de alimentos, no solo es importante asegurar que los productos pasen los controles de inocuidad requeridos si no que también es vital que los productos obtengan la aprobación del consumidor (Çankırılıgil y Berik, 2018). Una herramienta que permite asegurar la calidad de alimentos elaborados es la denominada evaluación sensorial, definida como *“disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”* (IFT, 1981). Una vez realizada la medición de las características del alimento se procura responder dos de las preguntas que plantean Chambers y Wolf (1996) *“¿Es el producto diferente de otro?”* *“¿Cuán aceptable es el producto o si es preferido por sobre otros?”*

De los sentidos involucrados al momento de evaluar un alimento, es la vista la que percibe las propiedades sensoriales externas de los productos como lo es el color y la textura, el olfato el que permite percibir olor y aroma, el tacto es el sentido que permite percibir la textura del alimento ya sea por la piel o la lengua.

En este sentido, para cumplir con el objetivo de elaborar alimentos que no resulten rechazados por los consumidores nacionales, se incorporó un método de evaluación empleando una escala de calidad de los productos obtenidos mediante las tecnologías aplicadas.

## 6. HIPÓTESIS

Es posible obtener productos con esturión aptos para consumo por medio de las tecnologías *sous vide* y confitado

## 7. OBJETIVOS

### • OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un producto cocido en un medio graso a base de esturión (*Acipenser spp.*)

### • OBJETIVOS PARTICULARES

- Comparar dos métodos de cocción en aceite de oliva extra virgen para *Acipenser spp.* (*sous vide* y confitado en frascos de vidrio)
- Realizar análisis microbiológicos de los productos finales a fin de evaluar inocuidad

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima *Acipenser spp.* fue proporcionada por la empresa Estuario del Plata. Se la recibió eviscerada y congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ , se la mantuvo en cámara frigorífica a  $-25^{\circ}\text{C}$  hasta su procesamiento en el Área de Tecnología de los Productos de la Pesca del Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria.

Una vez en la planta piloto se procedió de la siguiente forma:

Se realizaron cortes perpendiculares a la columna vertebral con sierra para obtener postas de 2cm de espesor aproximadamente (Figura 2), las que luego se colocaron en cámara de refrigeración ( $0-3^{\circ}\text{C}$ ) para su descongelación. Una vez descongeladas se les retiró la piel y la columna vertebral para posteriormente conformar muestras de 100g de músculo de pescado. Este procedimiento fue común para las dos tecnologías realizadas en el presente trabajo.



**Figura 2.** Peso de postas de esturión.

### 1- COCCIÓN AL VACÍO (*SOUS VIDE*)

Las muestras se envasaron en bolsas impermeables a los gases aptas para vacío a las cuales se les agregó aceite de oliva extra virgen variedad picual y arbequina hasta cubrir la totalidad de las piezas de pescado. Basándonos en la experiencia previa de otros productos desarrollados en el Instituto de Investigaciones Pesqueras (J.P. Dragonetti comunicación personal, 2019) se adicionaron ingredientes según se detalla a continuación:

Muestra 1. Tomillo seco (*Thymus vulgaris*)

Muestra 2. Coriandro seco (*Coriandrum sativum*)

Muestra 3. Higos secos (*Ficus carica*) cortados en cuartos y nueces (*Junglans regia*) en mitades

Muestra 4. Sin agregados (pescado + aceite de oliva)

Finalmente se procedió a la extracción del aire mediante máquina de vacío y termosellado del envase.

Se introdujeron en baño de agua termostático, controlando la temperatura de la misma mediante el uso de un termómetro digital. Debido a no contar con el dispositivo para introducir una termocupla en las bolsas de vacío se colocó un vaso de bohemia con la misma cantidad de aceite de oliva que contenían los envases a fin de controlar en forma indirecta su temperatura. Una vez alcanzada la temperatura de 65°C en el aceite se mantuvo durante 15 minutos.

Luego de finalizado el tratamiento térmico, se sumergieron las bolsas en un recipiente metálico que contenía agua potable y hielo para bajar rápidamente la temperatura. Cumplidas estas etapas se almacenaron a temperatura de refrigeración (0 - 3°C) hasta el momento de realizar el método de escala de calidad de los mismos.

Se incubaron muestras control en estufa a 37°C y a 55°C por 7 días para observar posibles alteraciones visuales como ser turbidez del medio llenante, producción de gas, cambios de coloración y olor como indicadores indirectos de crecimiento bacte-

riano. A modo de ratificación de la hermeticidad de los envases, los mismos se incubaron sobre papel filtro para evidenciar posibles fugas.

También se realizaron los siguientes análisis microbiológicos como forma de comprobar la inocuidad del producto:

- Determinación de Sulfitos reductores. Medio utilizado: Agar Sulfito de Hierro.
- Determinación de Aerobios Mesófilos Totales. Medio utilizado: Plate Count Agar.
- Determinación de Coliformes Totales. Medio utilizado: Violet Red Bile Agar (VRBA).
- Determinación de Bacterias Ácido Lácticas (BAL). Medio utilizado: Man Rogosa Sharpe Agar (MRS).
- Recuento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Medios utilizados: *Petri-films*<sup>TM</sup>.
- Presencia de *Listeria monocytogenes*. Medio utilizado: CHROMagar<sup>TM</sup> Listeria.

Los análisis microbiológicos fueron realizados en el laboratorio del Instituto de Investigaciones Pesqueras de la Facultad de Veterinaria (UdelaR).

## 2 – CONFITADO

Se utilizaron recipientes de vidrio de primer uso y las porciones de 100g de músculo de pescado fueron sumergidas en salmuera al 10% durante 15 minutos, luego se las dejó escurrir por 5 minutos y por último se las colocó en recipientes de vidrio y se agregó el aceite de oliva y los ingredientes anteriormente mencionados.

Se sometieron las cuatro muestras a tratamiento térmico en un baño de agua termostático. Se controló la temperatura en el producto mediante el uso de termómetro digital. Una vez que se alcanzó los 65°C en el centro térmico se mantuvo durante 20 minutos.

Luego de finalizado el tratamiento térmico, los pasos fueron los mismos que en la tecnología anterior: enfriamiento rápido, almacenamiento en refrigeración (0 - 3°C), control de alteraciones del producto y hermeticidad del envase mediante incubación de muestras, y finalmente el método de escala de calidad de los productos. Se realizaron los mismos análisis microbiológicos que para los productos *sous vide*.

### Escala de calidad

Se utilizó un método de evaluación empleando una escala de calidad con 5 jueces (Penfield y Campbell, 1990) calificados, entrenados en la evaluación de productos de la pesca, modificado de Mason y Nottingham (2002) que sugieren de 8 a 12 jueces y Elmaci y col, 2008 que realizaron el panel de evaluación con 6 jueces. Meilgaard y col (1978) se refiere a jueces calificados como “panel de expertos” y los define como panelistas capacitados para detectar y describir lo que percibieron a través de sus sentidos para categorizar el producto.

Se utilizaron los siguientes atributos: sabor, olor, textura y apariencia general. Además se trabajó con una escala de 5 puntos en base a la categorización realizada por Cankirilgil y Berik, 2018: de 1 a 5 donde 1 corresponde a calidad completamente perjudicada. No apto, 2 calidad bastante perjudicada presenta defectos serios, 3 calidad en el límite de lo aceptable. Es comercialmente viable, 4 buena calidad. Cum-

ple razonablemente con lo que se espera del producto, 5 excelente calidad. Producto excepcional, cercano al ideal. (Tabla 3).

**Tabla 3.** Planilla para escala de calidad.

Muestra N°	Puntajes				
Atributos	1	2	3	4	5
Sabor					
Olor					
Textura					
Apariencia general					
Nombre					

Adaptado de Cankirilgil y Berik, 2018.

Con los puntajes obtenidos se calcularon los promedios y desvíos estándar, para luego determinar las muestras preferidas. Se estableció que valores promedio mayores a 3 se consideraron resultados aceptables.

Para el análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo el test exacto de Fisher a fin de evaluar asociación entre de variables (variables categóricas). Para evaluar la fuerza de asociación en aquellos casos que se constató significancia estadística, se utilizó el estadístico  $V$  de Cramer (*Cramers's V*), donde la escala definida fue: entre 0 y 0,3 baja; entre 0,3 y 0,6 media y entre 0,6 y 1 alta. Por un lado, se evaluó (para cada tecnología) el efecto de la composición de cada muestra sobre la puntuación de cada parámetro sensorial. Por otra parte, para cada tipo de muestra se compararon ambas tecnologías a fin de detectar diferencias significativas en base a las puntuaciones obtenidas en los parámetros sensoriales evaluados.

## 9. RESULTADOS

Las muestras estudiadas en ambas tecnologías no presentaron alteraciones visibles ni fugas en los envases. Así mismo tampoco se identificó crecimiento bacteriano fuera de los límites permitidos.

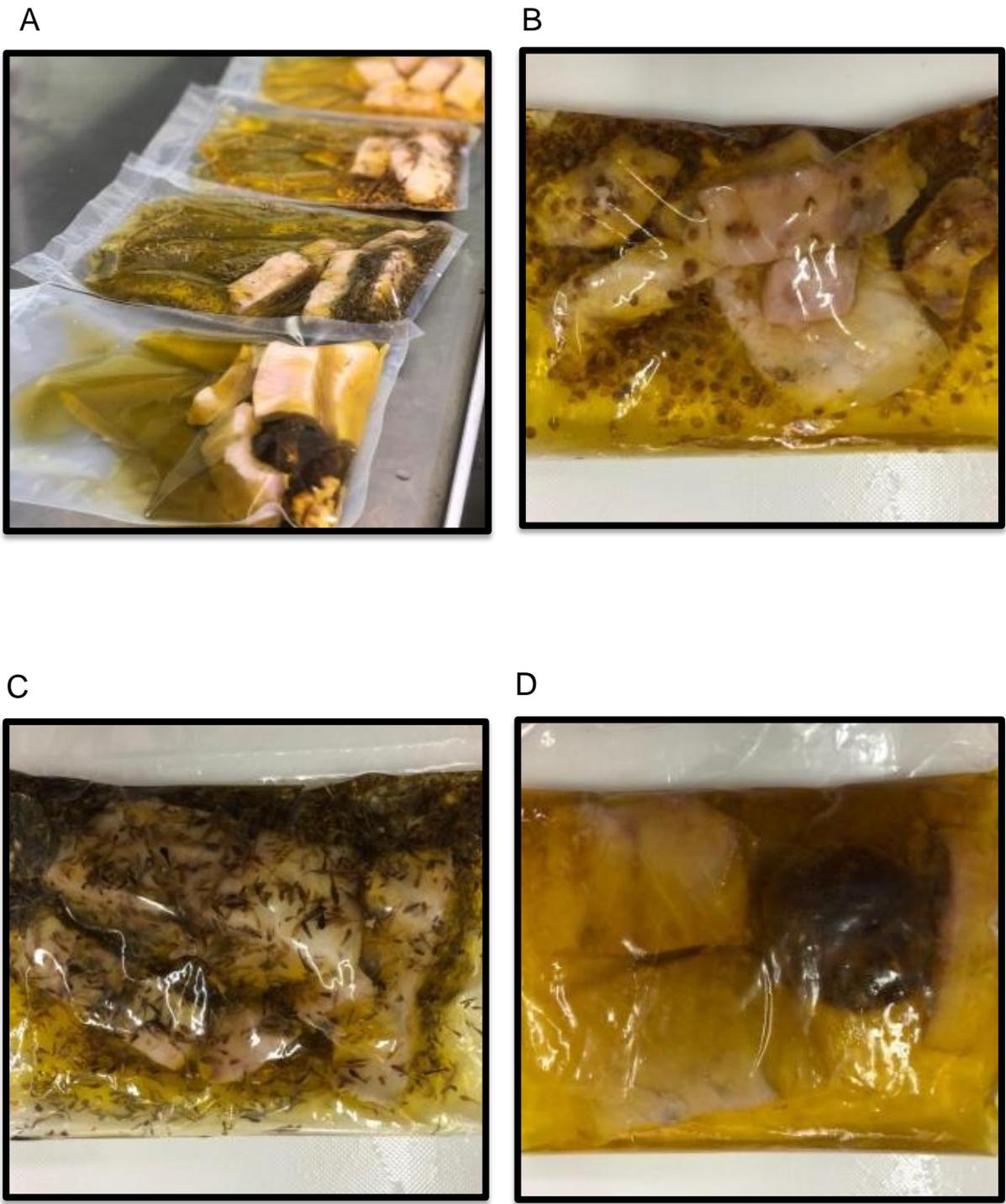
Al someter las muestras a análisis microbiológicos se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestras 1,3 y 4 de ambas tecnologías así como la muestra 2 de confitado: negativo para sulfitos reductores, coliformes totales, aerobios mesófilos totales, bacterias ácido lácticas, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Muestra 2 de *sous vide*: coliformes totales  $1,9 \times 10^4$  ufc/g y aerobios mesófilos totales  $2,0 \times 10^4$  ufc/g. Negativo para sulfitos reductores, bacterias ácido lácticas, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

### **1. *Sous vide***

Los resultados por el método utilizando una escala de calidad indicaron que, aplicando una temperatura en el aceite de 65°C por 15 minutos, no todas las muestras llegaron al punto de cocción ideal. Tal como se muestra en la Tabla 5, el parámetro textura no alcanzó el valor deseado (mayor a 3) para ninguna de las muestras evaluadas. En referencia a los otros parámetros, el panel evaluador coincidió en que los productos presentaron un sabor y aroma agradables señalando falta de sal por parte de un juez.



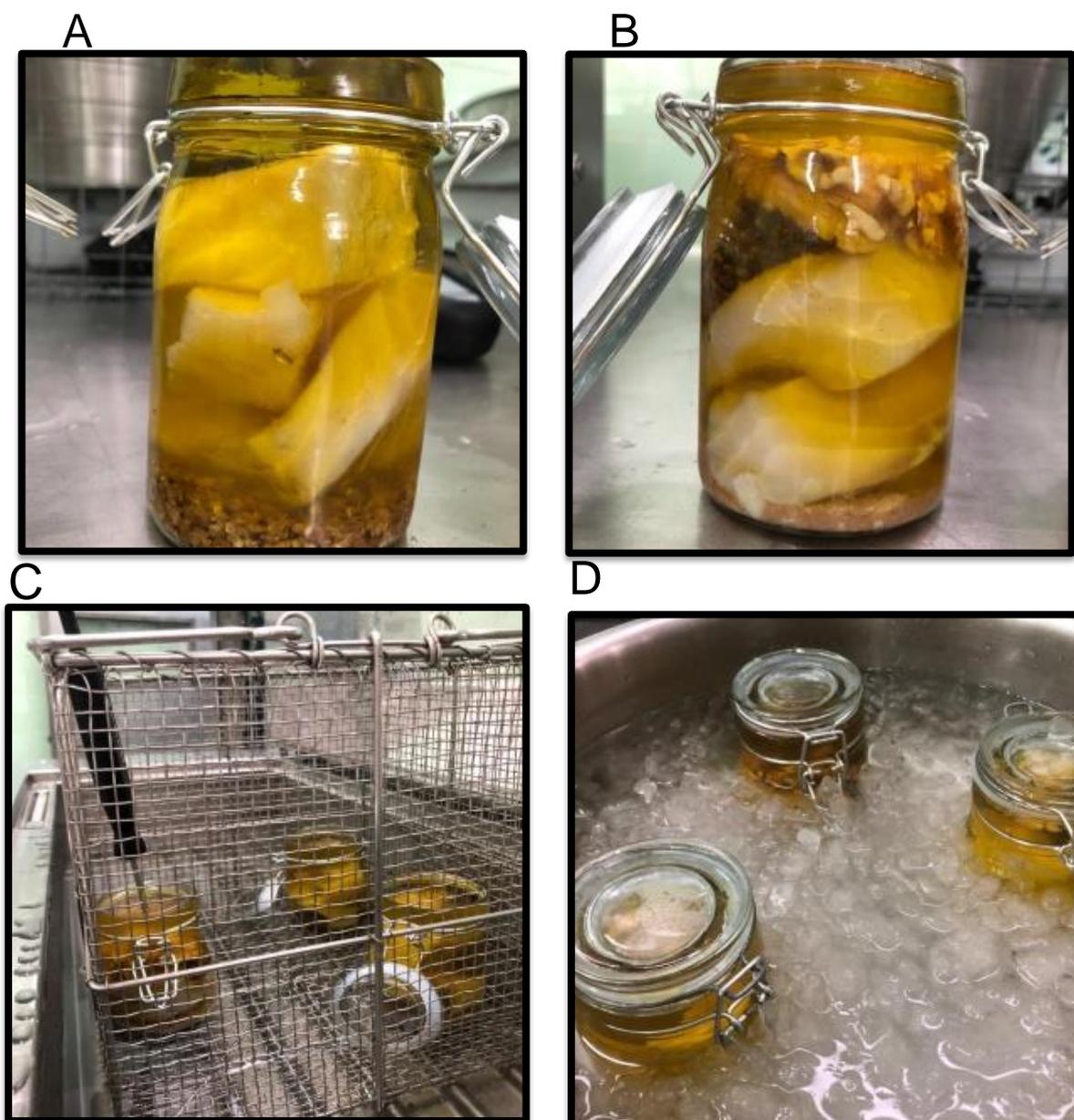
**Figura 3.** Fotografías tomadas en el laboratorio ensayo 1. A) 4 muestras *sous vide* B) muestra coriandro. C) muestra tomillo. D) muestra higos y nueces.

**Tabla 4.** Resultados de escala de calidad *sous vide*

<b>Atributos</b>	Muestra Aceite de oliva	Muestra Tomillo	Muestra Coriandro	Muestra Higos y Nueces
Apariencia general	2,6±0,55	3,4±0,55	3,6±0,55	3,6±0,89
Olor	3,4±0,89	3,4±0,55	3,8±0,84	3,4±0,89
Sabor	3,2±0,84	2,8±0,45	3,6±0,55	3,2±0,84
Textura	2,4±1,52	2,4±0,89	2±1	2,6±0,89

## 2. Confitado

Se trabajó a una temperatura de 65°C en el centro térmico del producto por 20 minutos alcanzándose el punto de cocción adecuado en todas las muestras. El panel de expertos encontró a los productos similares en textura, aroma y sabor a los del *sous vide* que habían alcanzado el nivel adecuado de cocción. En este caso no se señaló la falta de sal. En ambas tecnologías los productos más destacados en cuanto a olor y sabor fueron aquellos aderezados con coriandro y a los que se le había añadido higo y nueces (Figura 5). Se señaló a su vez que no se encontraron sabores desagradables ni olores que no correspondieran con el producto (Tabla 6).



**Figura 4.** Fotografías tomadas en el laboratorio ensayo 2. A) muestra coriandro. B) muestra higos y nueces. C) cocción en baño de agua termostatzado. D) enfriamiento en agua y hielo.

**Tabla 5.** Resultados de escala de calidad confitado.

<b>Atributos</b>	Muestra Acei- te de oliva	Muestra Tomillo	Muestra Coriandro	Muestra Higos y Nueces
Apariencia general	4,4±0,55	3,6±1,4	4,4±0,89	4,4±0,89
Olor	3,8±0,84	3,6±0,55	4±0,71	3,8±0,84
Sabor	3,6±0,55	3,6±0,55	3,6±0,55	3,8±0,84
Textura	3,8±1,30	3,6±0,55	3,8±0,45	4,2±0,45

Por un lado, para cada uno de las tecnologías realizadas (*sous vide* y confitado) se evaluó el efecto de la composición de cada muestra sobre los parámetros sensoriales “apariencia general”; “olor”; “sabor”; “textura”, no detectando asociación significativa entre las variables ( $p > 0,05$  en ninguno de los casos).

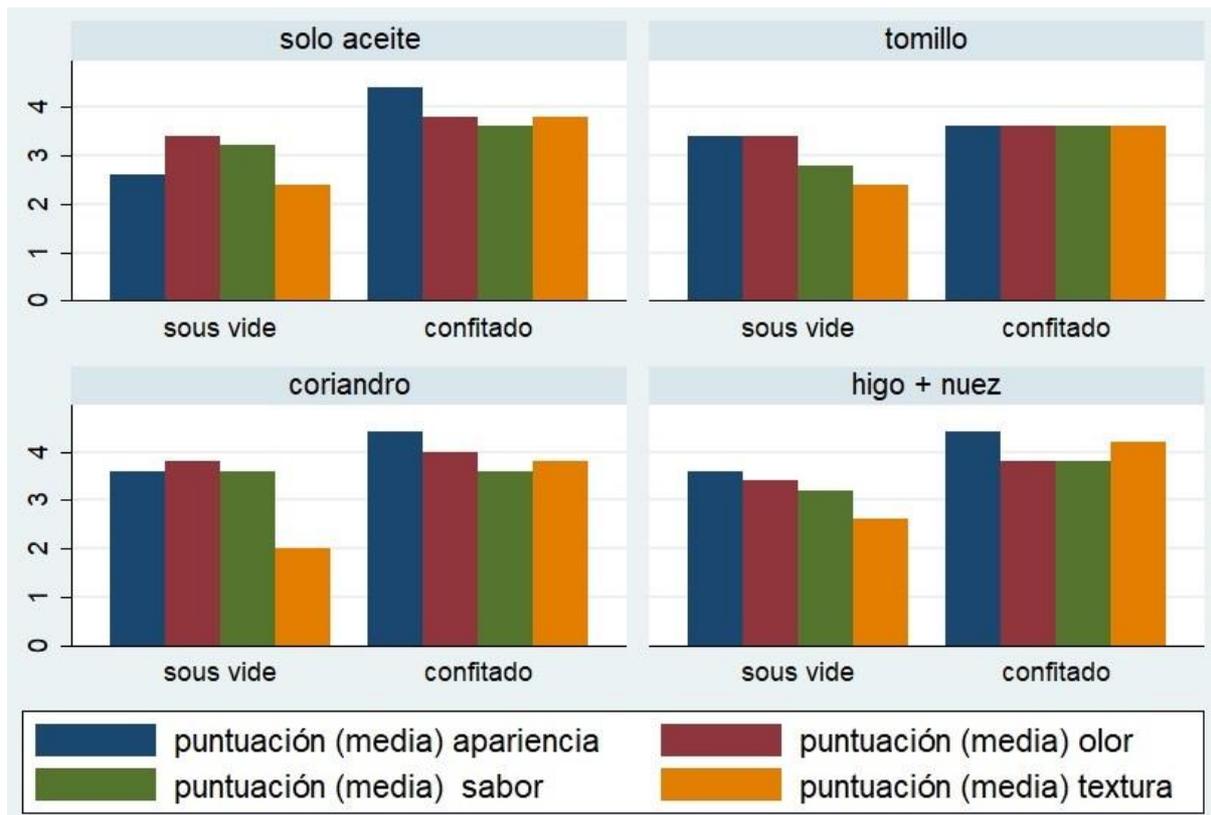
Por otra parte, se compararon ambas tecnologías a fin de detectar, mediante el test exacto de Fisher, diferencias significativas en cuanto a los parámetros sensoriales evaluados, para cada tipo de muestra:

Dos parámetros exhibieron diferencias significativas entre tecnologías:

a)- Apariencia general en la muestra “solo aceite”, en donde el producto obtenido a partir de la tecnología del confitado (4,4±0,55) resultó significativamente mejor que el *sous vide* (2,6±0,55) ( $p=0,016$ ), con una fuerza de asociación alta (valor Cramér's V = 1; “dependencia absoluta”).

b)- Textura en la muestra “coriandro”, en donde el producto obtenido a partir de la tecnología del confitado (3,8±0,45) resultó significativamente mejor que el *sous vide* (2±1) ( $p=0,048$ ), con una fuerza de asociación alta (valor Cramér's V = 0,86).

Para el resto de las muestras y parámetros evaluados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas tecnologías ( $p > 0,05$ ).



**Figura 5.** Promedio de puntuaciones sensoriales por tipo de muestra, comparando entre tecnología de *sous vide* y confitado.

Evaluando este gráfico, si bien la apariencia general en la muestra “sólo aceite” y la textura en la muestra “coriandro” fueron los únicos parámetros sensoriales que obtuvieron diferencias significativas entre tecnologías (confitado mejor que *sous vide*), se puede observar que en todas las muestras el producto obtenido mediante confitado presentó mejores puntuaciones promedio en todos los parámetros sensoriales evaluados, excepto en la muestra con coriandro para el parámetro “sabor” que ambas tecnologías obtuvieron la misma puntuación promedio.

## 10. DISCUSIÓN

Según Koppmann, (2012) para la tecnología *sous vide* es importante la selección de la materia prima, y recomienda utilizar siempre una de excelente calidad y fresca. De no ser así, el sabor y el aroma pueden concentrarse excesivamente dando lugar a un fuerte olor a pescado. Siguiendo estos lineamientos, la materia prima seleccionada para este estudio tuvo la ventaja de provenir de acuicultura. Los esturiones fueron transportados, manipulados y faenados minimizando el stress de los mismos incluso realizándoles insensibilizaciones previas al sacrificio. Estas son prácticas que retrasan el inicio del deterioro y aumentan la vida útil del producto. Los ejemplares recibidos tenían pocas horas de faenados y por lo tanto podemos afirmar que la materia prima de la cual se partió era fresca y de buena calidad.

Tras ser analizados los resultados obtenidos en la evaluación sensorial por parte de los 5 jueces calificados del ensayo 1 y 2 se destacan las siguientes apreciaciones:

El confitado obtuvo valores superiores en todos los parámetros evaluados comparados con el *sous vide*. Esto podría atribuirse a que durante la elaboración del *sous vide*, el control de la temperatura debió efectuarse de forma indirecta (se colocó un vaso de bohemia con la misma cantidad de aceite de oliva que contenían los envases a fin de controlar en forma indirecta su temperatura ya que no se contaba con termocuplas adecuadas para dichos envases). Esto pudo determinar una cocción incompleta para algunas muestras, donde el producto no alcanzó en el centro térmico los 65°C durante 15 minutos deseados. Una correcta cocción genera la formación de compuestos químicos que influyen en las características sensoriales del alimento, aroma, sabor, color y textura. Según Noguera y col. (2018), el calor que se genera en la cocción es el responsable de volatilizar compuestos del aroma, olor y sabor de los alimentos debido a degradación de proteínas y lípidos, lo que explicaría los resultados obtenidos en el primer ensayo.

Específicamente el parámetro textura fue en el que se observaron diferencias más marcadas entre ensayos. Ninguno de los productos obtenidos mediante *sous vide* lograron superar el valor deseado en textura (mayor a 3), comparado con el confitado donde sí se logró el objetivo. Este es un punto a destacar, teniendo en consideración la presentación de la materia prima utilizada (pescado congelado). Morales y Montero (2013) mencionan que en el proceso de congelación y descongelación del pescado se puede ver afectada la textura y la capacidad de retención de agua de las proteínas del músculo, repercutiendo en forma negativa sobre la calidad final del producto obtenido. Sin embargo, esto no sucedió al analizar los promedios obtenidos de textura en las muestras de confitado.

Según Martin (2017) la tecnología de *sous vide* presenta como ventaja la retención de compuestos volátiles la cual es la responsable de los aromas característicos de este tipo de productos. Sin embargo, en este trabajo la totalidad de los jueces coincidieron en que cuando se aplicó la tecnología de confitado el olor fue más agradable, obteniendo mayor puntuación.

En referencia al sabor, parámetro que evalúa la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto, de acuerdo a las calificaciones realizadas por los jueces, en el ensayo 2 este atributo fue mejor puntuado en la totalidad de las muestras a excepción de la de coriandro la cual no presento variaciones entre un ensayo y el otro. La explicación para esta diferencia encontrada podría apoyarse en la aplicación de la salmuera realizada para la tecnología del confitado, ya que la sal es considerada como un resaltador natural del sabor en alimentos (Carrera, 2014).

Al comparar los resultados entre muestras (con y sin agregados), aquellas muestras de ambos ensayos a las que se les agregaron especias fueron mejor puntuadas en la mayoría de los casos en comparación con las que presentaban solamente aceite de oliva extra virgen. Según Carrera (2014) las especias, sobre todo las hierbas aromáticas, aportan sabor al producto ya que contienen aceites esenciales en forma de capsulas que al romperse liberan el sabor y aroma que estas son capaces de aportar.

La inocuidad de este tipo de alimento es relevante efectuar algunas apreciaciones respecto a estos productos y procesos. Según FDA (2020) el *C. botulinum* tipo E (tipo más frecuentemente asociado con productos de la pesca) es una bacteria patógena asociada con alimentos envasados al vacío y tiene la capacidad de crecer y producir la toxina botulínica a una temperatura de 3,3°C o superior. En el presente estudio, la forma de preservación del producto final obtenido en ambos ensayos fue en refrigeración a una temperatura de 3°C. Considerando que tanto el *sous vide* como el confitado son alimentos listos para consumo, la problemática en un escenario comercial apunta a que si bien el fabricante puede asegurar esta temperatura controlando el peligro, cuando el producto ingresa al mercado no siempre se mantiene la cadena de frío, tanto durante la exhibición y venta al consumidor final, como también a nivel de hogares. Encuestas realizadas en EEUU observaron que la temperatura promedio en refrigeradores de minoristas oscila entre 7 y 10°C, incluso superando los 10°C en hogares (FDA, 2020), registros que también se constataron en Uruguay a nivel de refrigeradores domésticos (Tur y Vidal, 2020). En consecuencia, este manejo inadecuado del producto aumenta la probabilidad de formación de la neurotoxina y en consecuencia el riesgo intoxicación en consumidores.

Otro peligro biológico asociado a alimentos refrigerados listos para consumo es la *Listeria monocytogenes*, que incluso es capaz de crecer en ambientes microaerófilos como pueden ser los productos envasados al vacío.

La FDA (2011) recomienda como tratamiento térmico listericida 63°C por mínimo de 17 minutos. En el *sous vide* la temperatura fue de 65°C durante 15 min, considerándose adecuada, en el confitado se logró a una temperatura de 65°C por 20 min, también corresponde a lo recomendado por la FDA.

## 11. CONCLUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos podemos concluir que es posible lograr un producto inocuo a base de músculo de esturión por las tecnologías de *sous vide* y confitado. Puede ser aprovechado de varias maneras ya que su versatilidad permite utilizar este pescado en varias preparaciones. Se puede emplear en lo que se conoce como "Finger Food". En el caso de que estos productos ingresaran en el mercado será necesario un adecuado control en la cadena de frío durante la distribución, almacenamiento y comercialización para asegurar la inocuidad de los mismos.

Comparando las características sensoriales de los alimentos obtenidos a partir de ambas tecnologías, el confitado resultó tener una mayor puntuación para los evaluadores. La adición de sal y el mayor tiempo de cocción, sumado a la posibilidad de controlar la temperatura directamente sobre el producto, posiblemente fueron factores que influyeron en forma positiva para el logro de los objetivos.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Abaonza Hernandez, B. (2011). Métodos de cocción a base de cuerpos grasos. Disponible en: <http://bernabeabaonzahernandez2.blogspot.com/2011/10/metodos-de-coccion-base-de-cuerpos.html> Fecha de consulta 14 de Mayo de 2020.
2. Abraha, B. y col (2018) Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. Disponible en: <http://medcraveonline.com/MOJFPT/MOJFPT-06-00191.pdf>. Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2020.
3. Acuña Reyes, MJ (2013). Peces de cultivo, composición, comparación con carnes de consumo habitual. Ventajas del consumo de pescados. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/9226> Fecha de consulta: 5 de setiembre de 2019.
4. Aguayo de Hoyos, P, Riquelme Cantal, JA, Carrasco Rus, J (2012) El consumo de esturión *Acipenser Sturio/Naccarii* en Andalucía durante la prehistoria y protohistoria. Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada 22:309-332. Granada, 2012.
5. Blanco, M. (1994). Recuperación de *Listeria monocytogenes* dañada subletalmente por efecto de la congelación. Memoria Doctor en Veterinaria. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Departamento de Patología Animal I. 118 p. Fecha de consulta: 14 de Mayo de 2020.
6. Cankirilgil, E. C., Berik, N (2018). Sensorial Evaluation of Fish Croquettes Produced from Different Seafood. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(3): 96-101.
7. Caracuel Garcia, A. (2008). Técnicas de cocción saludables aplicables a la alimentación mediterránea.- Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental. Andalucía, 2008. Vol 21. 171 p. Fecha de consulta 14 de Mayo de 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3327141>
8. Carrera, R. (2014). Estudio del método de cocción al vacío a baja temperatura aplicación a platos tradicionales ecuatorianos a base de cerdo. Escuela de gastronomía de la Universidad del Ecuador. Quito, 2014. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/272/1/T-UIDE-0251.pdf> Fecha de consulta: 20 de Mayo 2020.
9. Chambers IV, E.; Wolf, M. B. (1996) *Sensory testing methods*, 2nd. edition. American Society for Testing and Materials. Philladelphia.
10. Church, I. J., & Parsons, A. L. (2000). The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 35(2), 155–162. doi:10.1046/j.1365-2621.2000.00361.x»
11. Codex Alimentarius Commission. (2010). Codex Stan 291--2010 Norma para el caviar de esturión.

12. Disponible en: «[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B291-2010%252FCXS\\_291s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B291-2010%252FCXS_291s.pdf)». Fecha de consulta 27 de Octubre de 2020.
13. Costerton J.W., Stewart P.S., Greenberg E.P. (1999). Bacterial Biofilms: a common cause of persistent infections. *Science*, 284: 1318 -1322.
14. Cordova Frunz J.L (2017). La química y la cocina. 4 edición. Ciudad de México, 2017. Disponible en: <https://books.google.com.uy/books?id=Y4xjDwAAQBAJ&pg=PA149&lpg=PA149&dq=benjamin+thompson+sous+vide+edu&source=bl&ots=CTA6XliXnH&sig=ACfU3U1fdwcNVVDKdsXJBtykHxORkorclQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjT0eelorb oAhUAGrKGHQoC-DKkQ6AEwCHoECAkQAQ#v=onepage&q=benjamin%20thompson%20sous%20vide%20edu&f=false>. Fecha de consulta: 25 de Marzo de 2020.
15. Department of Health and Human, Services Food and Drug Administration. Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition. U.S, 2012. Disponible en: <https://wayback.archiveit.org/7993/20170405001300/https://www.fda.gov/downloads/Food/FoodbornellnessContaminants/UCM297627.pdf> Fecha de consulta: 29 de Abril de 2020.
16. Douglas, E (2012) Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1:15-30.
17. EFE (2019). Desde Bruselas seis empresas pesqueras uruguayas ofrecen nuestros productos en la mayor feria comercial. Disponible en: <https://ecos.la/UY/3/economia/2019/05/08/33161/uruguay-apunta-a-aumentar-exportaciones-en-la-mayor-feria-del-pescado/> Fecha de consulta: 9 de Mayo de 2019.
18. Elmaci, Y; Altug, T; Pazir, F. (2008). Quality Changes inunsulfured sun dried apricots during storage. *Int. J. Food. Prop.* 11. 146-157. Fecha de consulta 9 de Setiembre de 2020.
19. Estuario del Plata. Disponible en: [http://www.estuariodelplata.com/index\\_es.html](http://www.estuariodelplata.com/index_es.html) Fecha de consulta: 5 de Setiembre de 2019.
20. FAO Organización Mundial De Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura/Organización Mundial De La Salud (FAO/OMS). 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos del desarrollo sostenible. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9540ES/i9540es.pdf> Fecha de consulta: 25 de Agosto de 2020.

21. FAO. Organización Mundial De Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. 2016. El consumo mundial de pescado per cápita supera por primera vez los 20 kg anuales. Roma, FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/423048/icode/> Fecha de consulta: 7 de julio de 2018.
22. FAO Organización Mundial De Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura/Organización Mundial De La Salud (FAO/OMS). 2004. Evaluación de riesgos de *Listeria monocytogenes* en los alimentos listos para el consumo. Informe técnico. Serie Evaluación de riesgos microbiológicos, N° 5. Roma, Italia. Fecha de consulta: 14 de Mayo de 2020.
23. Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., Stasiewicz, MJ (2014) *Listeria monocytogenes* persistence in food-associated environments: epidemiology, strain characteristics, and implications for public health. *J Food Prot* 77(1):150-170.
24. Food and Drug Administration (2020). Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance Fourth Edition. Department of Health and Human Services
25. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. US, 2020. Disponible en: [www.fda.gov/media/80637/download](http://www.fda.gov/media/80637/download). Fecha de consulta 5 de Setiembre 2020.
26. Food and Drug Administration (FDA) (2011). Orientación de controles y peligros de los productos pesqueros y piscícolas. 4th ed. Departamento de Salud y Servicios Humanos de EEUU, Centro para la Seguridad de los Alimentos y Nutrición Aplicada, Washington, D.C.473p. Fecha de consulta: 5 de Setiembre de 2020.
27. García de Fernando, G. D. G., Mano, S. B., López, D., Ordonez, J. A. (1995). Eficacia de las atmósferas modificadas frente a los microorganismos patógenos psicrotrofos en alimentos proteicos. *Microbiología (Madrid)*, 11(1), 7-22. Disponible en: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38107740/1995-Gonzalo\\_Doroteu\\_Garcia\\_Fernando\\_et\\_al\\_1995.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEficacia\\_de\\_las\\_atmosferas\\_modificadas\\_f.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200121%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20200121T185938Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=2d9610563f8369c574b0ff824cd7a5c454a2b1ca5c9a63e44d44516374b48fee](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38107740/1995-Gonzalo_Doroteu_Garcia_Fernando_et_al_1995.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEficacia_de_las_atmosferas_modificadas_f.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200121%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200121T185938Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=2d9610563f8369c574b0ff824cd7a5c454a2b1ca5c9a63e44d44516374b48fee) Fecha de consulta: 3 de abril de 2020.
28. Golovlev E.L. (2002). The Mechanism of Formation of *Pseudomonas aeruginosa* Biofilm, a Type of Structured Population. *Microbiology*, 71 (3):249-254.

29. González Alonso I. (2007). Nuevas tecnologías culinarias: El proceso sous-vide o cocinado al vacío. Disponible en: <https://www.madrimasd.org/blogs/alimentacion/2007/11/12/78580> Fecha de consulta: 1 de Octubre de 2019.
30. Hesser, A., (2005). Under Pressure. New York Times Magazine, 14 de Agosto de 2005. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2005/08/14/magazine/under-pressure.html> Fecha de consulta: 3 de octubre de 2019.
31. Hu, L. y col. (2017). Proteomic study of the effect of different cooking methods on protein oxidation in fish fillets. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/ra/c7ra03408c#!divAbstract>. Fecha de consulta: 27 de Octubre de 2020.
32. ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (1998) Microorganismos de los alimentos 5 Características de los patógenos microbianos, Zaragoza, Acribia. Fecha de consulta: 25 de agosto de 2020.
33. INAC, Instituto Nacional de Carnes, Consumo de Carnes en Uruguay, Informe, 2019.
34. Institute of Food Technologists, "Sensory Evaluation Guide for Testing Food and Beverage Products," Journal of Food Science, 1981, pp. 50-59.
35. Koppmann, M. (2012). Manuel de gastronomía molecular. Argentina, 2012. Fecha de consulta: 20 de Mayo 2020.
36. Kraigsley A., Ronney P.D., Finkel S.E. (2002). Dynamics of self propagating fronts of motile bacteria. Disponible en: <http://carambola.usc.edu/research/biophysics/BacterialFronts.html> Fecha de consulta: 27 de agosto de 2020.
37. Martin, F (2019) El envasado al vacío, una técnica muy segura pero no totalmente exenta de peligros (VI). Fecha de publicación: 10-11-2019. Disponible en: <https://www.restauracioncolectiva.com/n/en-ensado-al-vacio> Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020.
38. Mason, R. L., Nottingham, S. M. (2002). Sensory evaluation manual. Narasuan University, Thailand. 102 p.
39. Mazza Pérez C.A (2007) Consumo de los Productos Pesqueros en el Departamento de Montevideo. Disponible en: [http://mercadosinternos.infopesca.org/papers/UruguayMONOGRAFIA%20agosto%202007%20final\\_565.pdf](http://mercadosinternos.infopesca.org/papers/UruguayMONOGRAFIA%20agosto%202007%20final_565.pdf). Fecha consulta 23 de octubre 2020.
40. McGee H (2016). La cocina y los alimentos. Impreso en España, Egedsa Sabadell Barcelona, 2016. 960 p.
41. Meilgaard, M., Civille, G, G. V. and Carr, B. T. 2006. Sensory Evaluation Techniques. Fourth Second edition. CRS, B Raton. C; B. Thomas Carr. (1987). Sensory evaluation techniques.

42. Morales, A; Montero, I. Técnicas de cocción al vapor: seco, húmedo, baja y alta presión, aplicadas a los pescados grasos, semi – grasos y magros. Facultad de ciencias de la hospitalidad. Escuela de gastronomía. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador, 2013. Fecha de consulta: 3 de Setiembre de 2020.
43. Moyle, P.B., (1976). Inland fishes of California. Berkeley, University California Press, 413 p.
44. Nión, H., C. Ríos and P. Meneses, 2002. Peces del Uruguay: Lista sistemática y nombres comunes. Montevideo, DINARA, Infopesca.
45. Noguera, F; Gigante, S; Menoni, C; Aude, I; Montero, D; Peña, N (2018) Principios de la Preparación de Alimentos. Escuela de Nutrición de la Universidad de la República. Montevideo, 2018. Disponible en: <https://www.cse.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/2018/12/Principios-de-la-preparacio%CC%81n-de-alimentos-Noguera-2018.pdf>. Fecha de consulta: 19 de Mayo de 2020.
46. Peirano Hernández, P.C (2012). Estudio de vida comercial y efecto letal de la técnica de cocción Sous Vide sobre la microbiota habitual y Listeria monocytogenes inoculada en carne de cerdo. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Escuela de Ciencias Veterinarias. Santiago de Chile, 2012. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131719/Estudio-de-vida-comercial-y-efecto-letal-de-la-t%C3%A9cnica-de-cocci%C3%B3n-sous-vide-sobre-la-%20microbiota-habitual-y-Listeria-monocytogenes-inoculada-en-carne-de-cerdo.pdf?sequence=1> Fecha de consulta: 8 de Mayo de 2020.
47. Penfield, M; Campbell, A. (1990). Experimental Food Science (Third Edition). Food Science and Technology. Pages 51. Academic Press, 541 pp. CHAPTER 4 Evaluating Food by Sensory Methods.
48. Pescaderías Coruñesas (s.f.) Pescaderías Coruñesas casa fundada en 1911. Madrid. Disponible en: ["https://www.pescaderiascorunesas.es/pescados/esturion"](https://www.pescaderiascorunesas.es/pescados/esturion). Fecha de consulta: 30 de Abril de 2020.
49. Real Academia Española. (2005). Diccionario de la lengua española. Madrid, España. Disponible en: <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?key=ba%F1o%20de%20Mar%EDa>. Fecha de consulta: 26 de Marzo de 2020.
50. Rocca, R (2010). Tratamiento Sous-Vide. Cocción al vacío de pechugas de pollo. Universidad Fasta Facultad de Ciencias Médicas. Argentina, 2010. Fecha de consulta: 8 de Mayo de 2010.
51. Ruiz, J. (2010). Cocina al vacío y a temperaturas controlada. Revista de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular Barcelona, 166, 11-14.»
52. Seselovsky, A (2017) La riqueza que esconde el río. El País, 1º de octubre de 2017. Disponible en: <https://www.elpais.com.uy/que-pasa/caviar-riqueza-esconde-rio.html> Fecha de consulta: 5 de setiembre de 2019.

53. Teixeira de Mello, F; Gonzalez-Bergonzoni, I; Loureiro, M (2011). Peces de agua dulce de Uruguay. Montevideo, 2011. 188 p. Disponible en: [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/10\\_-\\_peces\\_de\\_uruguay\\_2011.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/10_-_peces_de_uruguay_2011.pdf) Fecha de consulta: 2 de Mayo de 2020.
54. Tur, B; Vidal. A (2020) Primera exploración de *Listeria Monocytogenes* en refrigeradores domésticos de la ciudad de Montevideo. Disponible en: <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2742/vidal.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Fecha de consulta: 27 de Agosto 2020.
55. Wei, M; Linyan, Z; Song, H; Yi, J; Wu, B; Li, Y; Zhang, L; Che, F; Wang, Z; Gao, M; Li, S. (2014). Electron beam irradiation of sun-dried apricots for quality maintenance. *Radiations Physics and Chemistry*. China, 2014. Disponible en: <https://documents.in/document/electron-beam-irradiation-of-sun-dried-apricots-for-quality-maintenance.html>. Fecha de consulta: 9 de Setiembre de 2020.