

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA  
PRODUCCIÓN**

Diseño del proceso de conservación de pescado Dorado utilizando ozono  
como agente conservante para su comercialización en fresco

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del título de  
**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentado por:  
Javier Enrique Acosta Garcés  
Joselyn Ibeth Parra Córdova

GUAYAQUIL – ECUADOR  
Año 2019

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y encaminarme en esta maravillosa carrera

A mi madre, por toda su dedicación y esfuerzo ofrecido a lo largo de mi vida haciendo de mí una mejor persona.

A mi padre, quien entregó todo de sí para que no me falte nunca nada y me ayude a llegar a mis objetivos siempre.

A mi hermano y demás familiares, por sus consejos y apoyo incondicional durante mi carrera estudiantil.

A mi novia y futura esposa, quien se convirtió en un pilar importante en mi vida y quien me acompañó en las largas noches de desvelo durante mi tesis brindándome su apoyo total.

**Javier Enrique Acosta Garcés**

A Dios, porque me ha sostenido y nunca me ha abandonado.

A mis padres, por su esfuerzo constante para que nunca me falte nada.

A mi novio, por su apoyo incondicional.

A mi amigo, por haber estado cuando más lo necesitaba.

**Joselyn Ibeth Parra Córdova**

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro más sincero agradecimiento al tutor, Ph. D. A. Sócrates Palacios por ser una guía y apoyo fundamental en la estructuración de este proyecto, por estar siempre predispuesto a escucharnos y por el conocimiento compartido en nuestra formación como profesionales.

A la empresa que hizo posible el desarrollo de este proyecto, por recibirnos y compartir con nosotros sus instalaciones y equipos, especialmente a Joao, Andrés y Katty quienes siempre estuvieron dispuestos a brindarnos su ayuda.


También agradecemos a nuestras familias y amigos quienes estuvieron alentándonos y aconsejándonos durante todo momento.

Finalmente, a todos los profesores que nos impartieron sus conocimientos y bases a lo largo de nuestra carrera. Hemos llegado hasta aquí gracias a sus enseñanzas y forma de impartir las clases que nos permitieron adentrarnos más en el aprendizaje de una carrera tan sorprendente e innovadora como la Ingeniería en Alimentos.

Javier y Joselyn

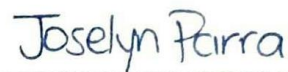
## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Javier Acosta Garcés y Joselyn Parra Córdova otorgamos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.



---

Javier Acosta



---

Joselyn Parra

## EVALUADORES



Haydeé Torres Camba, Msc.



A. Sócrates Palacios Ponce, Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

La industria pesquera de exportación en Ecuador va en aumento, siendo el atún y el Dorado/Mahi - Mahi los productos de mayor comercialización. Sin embargo, las técnicas de conservación actualmente empleadas implican una desventaja en el desarrollo productivo y, por ende, en la competencia frente a empresas internacionales.

En este proyecto se busca diseñar la aplicación de un proceso de conservación mediante el uso de un proceso de ozonificación, para la exportación de pescado Dorado/Mahi – Mahi en fresco. De esta manera, se espera incrementar la productividad de una empresa ecuatoriana frente a compañías internacionales al abrirse paso a nuevos mercados.

La metodología empleada se basó en un diseño factorial de dos factores y tres niveles en conjunto con un diseño unifactorial  $3^k$ , para la selección del mejor tratamiento de conservación que defina las condiciones de proceso en la empresa. Los resultados del diseño experimental se obtuvieron mediante análisis de histamina y pruebas sensoriales, y como validación del tratamiento seleccionado, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos basados en la norma NTE: INEN 183:2013.

Como resultado, se obtuvo que la aplicación del tratamiento con 1.5 ppm de ozono y 10 segundos de inmersión fue el mejor, dado que, aumentó en 3 días la conservación para la comercialización del pescado en fresco en comparación con el proceso actual de la empresa, representando un aumento de 0.19% en el costo actual de producción. Finalmente, se determinó que el tratamiento de 2 ppm de ozono y 10 segundos de inmersión puede utilizarse para la conservación de filetes o flechas del pescado Dorado.

**Palabras claves:** ozono, conservación, Dorado/Mahi –Mahi.

## ABSTRACT

*The Ecuadorian exportations of fresh fish are increasing according to the camar. Tuna and Dorado are the preferred species to be exported as fresh product. However, the conservation techniques applied present some disadvantages in the productive development and competitive market.*

*The purpose of this project is to design a conservation process applying an ozonified solution to export fresh Dorado/mahi – mahi fish. In this way, it is expected to increase the productivity and shelf life of an Ecuadorian company.*

*In order to select the best treatment for the process conditions, it will be use a factorial design of two-factors and, three-levels together with a single factor 3k design.*

*Dependent variables evaluated were histamine content and sensorial changes of the product. As validation of the selected treatment, physicochemical and microbiological analyses were performed based on the NTE:INEN 183:2013 standard.*

*As a result, it was obtained that treatment with 1.5 ppm ozone – 10 seconds of immersion was the best due to it increased fresh fish conservation in 3 more days than actually condition process in the company, represented an 0.19% increase in present cost production. Finally, it was determined that a treatment with 2 ppm ozone – 10 seconds of immersion can be used for the preservation of fillets fish.*

**Keywords:** *ozone, conservation, Golden/Mahi-Mahi.*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación del problema .....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.4 Marco Teórico .....	3
CAPÍTULO 2 .....	11
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1 Prueba preliminar .....	11
2.2 Diseño experimental.....	12
2.2.1 Diseño factorial .....	12
2.2.2 Diseño unifactorial .....	13
2.3 Pruebas sensoriales.....	14
2.3.1 Prueba de Friedman .....	15
2.3.2 Índice de calidad (IC).....	15
2.4 Pruebas fisicoquímicas y microbiológicas .....	15
2.4.1 Pruebas físico – químicas .....	15
2.4.2 Pruebas microbiológicas .....	16
2.5 Lay-out de la planta .....	16
2.6 Estimación de costos .....	17
2.6.1 Balance de materia por batch .....	18
2.6.2 Costos de producción .....	18
2.6.3 Punto de equilibrio .....	18
2.6.4 Análisis Financiero.....	18
CAPÍTULO 3 .....	20
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	20
3.1 Prueba preliminar .....	20
3.1.1 Pruebas Sensoriales.....	20



3.1.2	Análisis físico – químicos .....	23
3.2	Diseño experimental.....	23
3.2.1	Diseño factorial .....	23
3.2.2	Diseño unifactorial .....	24
3.2.3	Condiciones experimentales .....	24
3.3	Prueba sensorial .....	26
3.3.1	Prueba de Friedman .....	30
3.3.2	Índice de calidad (IC) .....	33
3.4	Análisis físico – químicos .....	35
3.5	Análisis microbiológicos .....	35
3.6	Layout de la planta .....	35
3.7	Estimación de costos .....	37
3.7.1	Balance de materia por batch .....	38
3.7.2	Costo del tratamiento.....	39
3.7.3	Costos de producción .....	39
3.7.4	Punto de Equilibrio.....	41
3.7.5	Análisis Financiero.....	42
CAPÍTULO 4	.....	43
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
4.1	Conclusiones.....	43
4.2	Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA	.....	45
APÉNDICES	.....	47
Apéndice A	.....	48
Apéndice B	.....	49
Apéndice C	.....	50
Apéndice D	.....	51
Apéndice E	.....	52
Apéndice F	.....	53
Apéndice G	.....	54
Apéndice H	.....	55
Apéndice I	.....	57
Apéndice J	.....	58

Apéndice K.....	59
Apéndice L.....	60
Apéndice M.....	61
Apéndice N.....	62
Apéndice Ñ.....	63
Apéndice O.....	64
Apéndice P.....	65

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FDA	Food and Drug Administration
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
UFC	Unidades Formadoras de colonias
NMP	Número más probable

## SIMBOLOGÍAS

TM	Tonelada métrica
Kcal	Kilocalorías
Kg	Kilogramos
g	Gramos
mg	Miligramos
ug	microgramos
atm	atmósfera
mV	Milivoltios
L	Litros
ppm	Partes por millón
A	Amperios

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Estructuras de resonancia en moléculas de ozono.....	5
Figura 1.2 Reacciones de descomposición del ozono.....	6
Figura 1.3 Diagrama del procesamiento de pescado dorado entero fresco.....	9
Figura 3.1 Índice de calidad promedio en los días 0, 2, 5 y 8 – Muestra 1 .....	22
Figura 3.2 Índice de calidad promedio en los días 0, 2, 5 y 8 – Muestra 2 .....	23
Figura 3.3 Prueba de Friedman con el parámetro color de carne – Muestra 1 .....	31
Figura 3.4 Prueba de Friedman con el parámetro piel– Muestra 1 .....	31
Figura 3.5 Prueba de Friedman con el parámetro línea de sangre – Muestra 1 .....	32
Figura 3.6 Prueba de Friedman con el parámetro olor – Muestra 1.....	32
Figura 3.7 Índice de calidad de los atributos sensoriales a) Color de carne, b) Piel, c) Línea de sangre, d) Olor, e) Textura .....	34
Figura 3.8 Tabla de Relación de Actividades .....	36
Figura 3.9 Layout de la planta .....	36
Figura 3.10 Diagrama de flujo con nuevos parámetros .....	37
Figura 3.11 Punto de equilibrio.....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición nutricional del Dorado .....	4
Tabla 1.2 Propiedades físicas pura del Ozono .....	5
Tabla 1.3 Solubilidad del Ozono.....	6
Tabla 1.4 Potencial oxidante de varios reactivos .....	7
Tabla 1.5 Descripción general del efecto del tratamiento con ozono en estado acuoso en alimentos de origen pesquero .....	10
Tabla 2.1 Parámetros de prueba preliminar .....	11
Tabla 2.2 Niveles bajos y altos en el diseño factorial .....	12
Tabla 2.3 Matriz de tratamientos experimentales .....	13
Tabla 2.4 Tratamientos seleccionados del diseño factorial.....	13
Tabla 2.5 Características sensoriales del pescado entero fresco refrigerado .....	14
Tabla 2.6 Requisitos fisicoquímicos del pescado entero refrigerado .....	16
Tabla 2.7 Requisitos microbiológicos del pescado entero refrigerado .....	16
Tabla 2.8 Criterios de evaluación .....	17
Tabla 2.9 Escala de proximidad Tabla de Relación de Actividades .....	17
Tabla 3.1 Condiciones experimentales de la prueba preliminar.....	20
Tabla 3.2 Coloración de la carne de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8.....	21
Tabla 3.3 Piel de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 .....	21
Tabla 3.4 Línea de sangre de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8.....	21
Tabla 3.5 Olor de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 .....	22
Tabla 3.6 Textura de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 .....	22
Tabla 3.7 Análisis físico – químicos de las muestras.....	23
Tabla 3.8 Tratamientos experimentales con variables de respuesta .....	24
Tabla 3.9 Matriz resultante para la experimentación .....	24
Tabla 3.10 Condiciones experimentales de los tratamientos .....	25
Tabla 3.11 Concentraciones de ozono a diferentes amperajes .....	25
Tabla 3.12 Coloración de la carne de las muestras en el día 0, 2, 5, 8 y 12.....	27
Tabla 3.13 Piel de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 .....	28
Tabla 3.14 Línea de sangre de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8.....	29
Tabla 3.15 Olor de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 .....	30

Tabla 3.16 Análisis físico - químicos del tratamiento 6 .....	35
Tabla 3.17 Análisis microbiológicos del tratamiento 6 .....	35
Tabla 3.18 Balance de materia del proceso .....	38
Tabla 3.19 Costos de tratamiento seleccionado .....	39
Tabla 3.20 Tabla de costos por caja de 170 libras .....	40
Tabla 3.21 Estimación de punto de equilibrio .....	41

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

La producción pesquera mundial (pesca de captura y acuicultura) va en aumento y se espera que en 2025 se sitúe en 196 millones TM, lo cual representa un incremento del 17% en referencia al 2013-2015(ESPAE, 2016). Este crecimiento es abarcado por países en desarrollo como Ecuador, donde la pesca de exportación (siendo el atún de mayor relevancia) es el principal producto después del petróleo crudo y el banano, seguido del pescado blanco (Dorado mayor referente); y el camarón pomada(WWF, 2019).

Actualmente, las técnicas de conservación aplicadas por países en desarrollo para mantener el pescado fresco se basan en el uso del hielo (siendo el más común) o agua enfriada; así como también, en el uso de mezclas fluidas de hielo y agua (de mar o dulce) o mediante agua de mar refrigerada. Aunque estas conserven el producto en las condiciones requeridas el tiempo de vida útil es relativamente corto, lo cual representa un problema para industrias pesqueras de exportación(Shawyer & Medina, 2005).

Por otra parte, el mercado es cada vez más exigente con respecto a la calidad e inocuidad de los productos, en la sustentabilidad de los recursos extraídos, por ende, en el impacto ambiental que esto puede generar. De manera que las empresas se ven forzadas a buscar respuestas en tecnologías emergentes que puedan significar un reemplazo de los tratamientos de conservación comúnmente aplicados en productos de origen pesquero (ESPAE, 2016). Por consiguiente, el presente trabajo tiene como propósito diseñar la aplicación de una tecnología emergente como el ozono manteniendo las características propias del producto terminado previo a su comercialización en fresco en mercados internacionales.

### 1.2 Justificación del problema

El sector pesquero y la actividad acuícola, considerada como una de las actividades de amplia escala en Ecuador gracias a la alta demanda y oferta exportable existente,



es considerada como un eje angular de la seguridad alimentaria del sector y del país en general, siendo el pescado blanco, principalmente el dorado (40% de pescado blanco exportado), uno de los principales productos de exportación en el área pesquera, tan solo después del atún y el camarón(WWF, 2019).

La pesca del dorado se realiza de forma artesanal, representando aproximadamente el 65% del total de desembarques de peces grandes de naturaleza pelágica y ocupa la primera posición en las exportaciones de pesca blanca, siendo el principal mercado Estados Unidos, un país con altos niveles en seguridad alimentaria y restricciones para los productos que ingresan a su territorio(WWF, 2019). Gracias a esta gran riqueza marina disponible en el país, un sinnúmero de empresas distribuidas entre grandes, medianas y pequeñas, compiten entre ellas siendo las de mayor experiencia las que tienen más relevancia en el mercado de exportación(Betún, 2017).

En este contexto,de fuerte competencia entre empresas y alta demanda, junto a la espera de un producto fresco con altos parámetros de calidad e inocuidad por parte del mercado extranjero, se buscamejorar la técnica de conservación de sus productos terminados previos a su comercialización, de tal forma, que se obtenga un producto fresco con excelentes características organolépticas, altos índices de calidad, tiempos de comercialización prolongados para que sus procesos sean sostenibles y competitivos frente a empresas externas, que se dedican a la misma actividad económica.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un proceso de conservación enpescado *Coryphaenahippurus*(Dorado) utilizando ozono como agente conservante para su comercialización en fresco.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar diferentes concentraciones de ozono en pescado entero *Coryphaenahippurus*para preservar sus características organolépticas y prolongar su tiempo de comercialización.
- Establecer condiciones de procesamiento para la producción de pescado entero *Coryphaenahippurus*con ozono a escala semi-industrial.

- Estimar los costos de producción de pescado entero *Coryphaenahippurus* a escala semi-industrial para su comercialización en U.S.A.

#### **1.4 Marco Teórico**

Las empresas exportadoras de productos de origen pesquero para su comercialización en fresco se han visto en la necesidad de implementar tecnologías emergentes, con el fin de prolongar el tiempo de comercialización manteniendo sus características organolépticas. Debido a un aumento en la demanda, estas se ven obligadas indirectamente a buscar alternativas que satisfagan esta necesidad, existiendo en la actualidad una diversidad de agentes conservantes que ayudan a suplir los requerimientos de las empresas, pero su uso se ve disminuido al ocasionar efectos secundarios como la formación de compuestos tóxicos que, a largo plazo, afectan a la salud del consumidor a largo plazo y que, dejan de ser opciones viables para la producción de alimentos.

##### **1.4.1 Materias Primas**

###### **Pez Dorado (*Coryphaenahippurus*)**

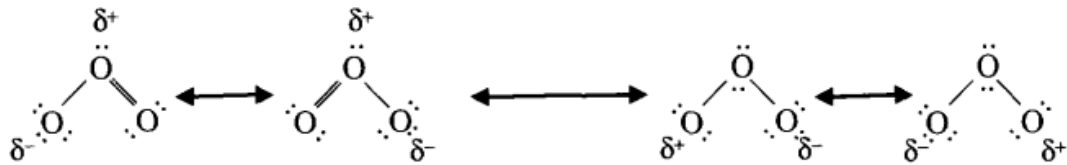
La especie del género *Coryphaenahippurus*, comúnmente conocido en Ecuador como Dorado, o Mahi-Mahi en Estados Unidos, es un pez epipelágico altamente migratorio, el cual se encuentra distribuido alrededor de las aguas tropicales y subtropicales del mundo, con temperaturas típicas entre 25°C y 30°C (Perrichon & Stieglitz, 2019). El pescado es bajo en ácidos grasos saturados además de ser una buena fuente de vitaminas B12 y B6, potasio, fósforo, selenio y niacina. Esto junto con su suave sabor dulce, lo convierte en un producto muy popular en los restaurantes estadounidenses (Doré, 1991). Sin embargo, esta especie genera una problemática para el consumo humano en cuanto a su producción de histamina, el cual es un componente tóxico para los consumidores y de gran preocupación para el mercado estadounidense, ya que, aunque el Mahi-Mahi no consta dentro del grupo de los escómbridos (susceptibles a la producción de histamina por acción bacteriana), sí es una especie con altos niveles de histidina libre (Barba & Ramírez, 2012). Dentro de su composición nutricional se encuentran una variedad de macro y micronutrientes como proteínas, grasas, minerales y vitaminas en diferentes proporciones los cuales son detallados brevemente en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1 Composición nutricional del Dorado** [Elaboración propia, 2019]

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad (En 100 g)</b>	<b>Referencias</b>
Agua (g)	77,55 - 79,3	(USDA, 2018); (Boiteanu, 2014)
Energía (Kcal)	85 - 88	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Proteína (g)	18,5 - 19,5	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Grasa Total (g)	0,7 - 0,9	(USDA, 2018); (Boiteanu, 2014)
Carbohidratos (g)	0	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Fibra (g)	0	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
<b>Minerales</b>		
Calcio (mg)	13-21	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Hierro (mg)	1,13 - 3,06	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Magnesio (mg)	30	(USDA, 2018)
Fósforo (mg)	143	(USDA, 2018)
Potasio (mg)	416	(USDA, 2018)
Sodio (mg)	88	(USDA, 2018)
Zinc (mg)	0,46	(USDA, 2018)
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina C (mg)	0	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Tiamina (mg)	0,02	(USDA, 2018)
Riboflavina (mg)	0,07	(USDA, 2018)
Niacina (mg)	6,1	(USDA, 2018)
Vitamina E (mg)	1,3	(FUNIBER, 2017)
Vitamina B6 (mg)	0,4	(USDA, 2018)
Folato (ug)	0-5	(USDA, 2018); (FUNIBER, 2017)
Vitamina B12 (ug)	0,6	(USDA, 2018)
Vitamina A (ug)	54	(USDA, 2018)
<b>Lípidos</b>		
Ácidosgrasos saturados (g)	0,188	(USDA, 2018)
Ácidosgrasos monoinsaturados (g)	0,121	(USDA, 2018)
Ácidosgrasos poliinsaturados (g)	0,165	(USDA, 2018)
Colesterol (mg)	73	(USDA, 2018)

### Agente conservante: Ozono( $O_3$ )

El ozono ( $O_3$ ) es una forma alotrópica del oxígeno ( $O_2$ ) que consiste en la adición de un radical libre de oxígeno ( $O^-$ ) a una molécula de oxígeno diatómica ( $O_2$ ). Debido a la combinación de los orbitales entre sus átomos, su estructura molecular puede representarse de cuatro formas posibles, como se detalla en la Figura 1.1 (O'Donell et al., 2012).



**Figura 1.1 Estructuras de resonancia en moléculas de ozono** [Kim et al., 2003]

A temperatura ambiente y de refrigeración el ozono se encuentra en estado gaseoso, es parcialmente soluble en agua y consta de las propiedades que se detallan en la Tabla 1.2. (Kim et al., 2003):

**Tabla 1.2 Propiedades físicas pura del Ozono** [Nath et al., 2014]

Parámetros	Valores
Punto de ebullición	$-111.97 \pm 0.3^\circ\text{C}$
Punto de fusión	$-192.57 \pm 0.4^\circ\text{C}$
Temperatura crítica	$-12.1^\circ\text{C}$
Presión crítica	54.6 atm

### Solubilidad

Parámetros como temperatura, pH, fuerza iónica, presencia de sustancias oxidables y la auto-descomposición de este; influyen en la solubilidad del ozono en agua; entre ellos, el más importante es la temperatura del agua ya que está directamente relacionada a la concentración final del ozono. Como se indica en la Tabla 1.3, la solubilidad disminuye a medida que la temperatura aumenta, siendo a  $60^\circ\text{C}$  totalmente insoluble (O'Donell et al., 2012).

Tabla 1.3 Solubilidad del Ozono [Gonçalves, 2009]

T°C	Solubilidad ( $LO_3/LH_2O$ )
0	0.640
15	0.456
27	0.270
40	0.112
60	0

**Productos de descomposición (radicales libres)**

La estabilidad del ozono en un medio acuoso es principalmente afectada por un pH alto debido a los iones hidroxilo presentes en la solución. Esto ocasiona una auto-descomposición del ozono en radicales libres como hidroperoxilo ( $HO_2^\circ$ ), hidroxilo ( $^\circ OH$ ), superóxido ( $^\circ O_2^-$ ) y ozónido ( $^\circ O_3^-$ ) como se muestra en la Figura 1.2. La alta reactividad del ozono es atribuida al poder oxidativo de estos radicales libres (Kim et al., 2003).

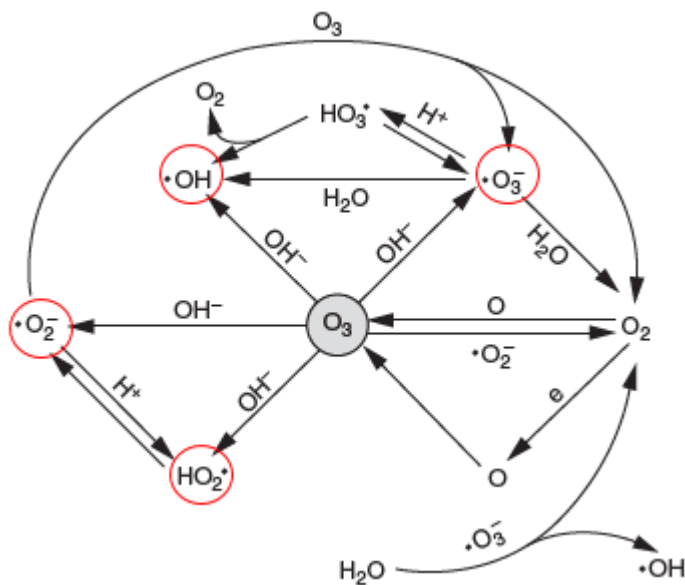


Figura 1.2 Reacciones de descomposición del ozono [O'Donell et al., 2012]

La Tabla 1.4 detalla el alto potencial oxidante del ozono en comparación al cloro y al peróxido de hidrógeno, haciéndolo eficaz para el tratamiento del agua con alto contenido orgánico.

**Tabla 1.4 Potencial oxidante de varios reactivos** [Gonçalves, 2009]

<b>Agente oxidante</b>	<b>Potencial oxidante (mV)</b>	<b>Poder reactivo de oxidación</b>
<b>Flúor</b>	3.06	2.25
<b>Ozono</b>	2.07	1.52
<b>Peróxido de hidrógeno</b>	1.77	1.30
<b>Ácido hipocloroso</b>	1.49	1.10
<b>Cloro</b>	1.36	1.00

### **El ozono en la industria**

En la industria se puede generar ozono mediante radiación ultravioleta (UV) o con descargas eléctricas de alto voltaje (método de descarga en corona) a partir de oxígeno puro, aire atmosférico o aire seco (Dehkordi & Zokaie, 2010; Brodowska et al., 2017). Desde 1997, el ozono ha sido considerado como GRAS (Generally Recognized As Safe) por la FDA para su uso en el procesamiento de alimentos. Esto lo ha convertido en una tecnología no térmica para la conservación de productos en la industria alimentaria, ya que al ser un potencial agente oxidante elimina microorganismos patógenos destruyendo su pared celular, así como también; microorganismos causantes del deterioro de la calidad sin dejar residuo en el producto tratado. Entre otras aplicaciones de la industria alimentaria, también es utilizado en el saneamiento de equipos en planta, en el reúso de aguas residuales, en el tratamiento y reducción de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) de residuos de las plantas alimenticias (Nath et al, 2014).

### **Microorganismos susceptibles al ozono**

El efecto bactericida del ozono en alimentos varía significativamente dependiendo de las condiciones experimentales. Estudios confirman una eficacia antimicrobiana en bacterias Grampositivas (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*,

*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*) y Gramnegativas (*Vibrio spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Yersinia enterocolitica*), esporas, células vegetativas, levaduras (*Candida albicans*, *Zygosaccharomyces bailli*) y mohos (*Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*), entre otras. El ozono en concentraciones relativamente bajas y tiempos de contacto cortos es suficiente para inactivar bacterias, mohos, levaduras, parásitos y virus (Nath et al, 2014).

### **Gel pack**

Los gel packs se establecen como una gran alternativa frente al uso del hielo estándar para el mantenimiento de la temperatura de los productos pesqueros durante su transportación en fresco, ya que ayudan que estos logren mantener sus condiciones idóneas sin ocasionar problemas de derretimiento del gel y transformación en agua, además de ser una forma más rentable para mantener fresco el producto durante el envío (Levins, 2018). La aplicación recomendada del gel pack en productos de origen pesquero, principalmente en filetes de pescado previo al cierre de las cajas para su envío, corresponde a bolsas con tamaños entre 125 – 250 gramos por cada 3 – 7 Kg de filete (Margeirsson & Gospavic, 2010).

### **1.4.2 Proceso**

El procesamiento del pescado dorado entero fresco para su exportación al mercado empieza con la captura, sacrificio, y extracción de las vísceras o eviscerado bajo condiciones higiénicas para el posterior traslado del producto pesquero al sitio de procesamiento manteniendo la cadena de frío con el fin de evitar una contaminación (FAO, 2014). Luego se procede a su recepción en la empresa procesadora, en la cual se realiza un lavado y limpieza preliminar utilizando agua con ozono durante pocos segundos; y, posteriormente es clasificado por tamaño y otros parámetros de calidad dependiendo de las especificaciones estipuladas por la empresa. Se lo almacena hasta la fecha de embarque y se corta el pescado según el destino de envío. Finalmente, el dorado es sometido a un proceso de conservación utilizando un proceso de inmersión del pescado en agua ozonizada por un determinado tiempo, luego se lo empaqueta, sella y transporta a bajas

temperaturas para su consumo en el extranjero. La Figura 1.3 resume las etapas del procesamiento del producto pesquero mediante un diagrama de flujo.



**Figura 1.3 Diagrama del procesamiento de pescado dorado entero fresco**

[Elaboración propia, 2019]

### 1.4.3 Tipos de aplicaciones

En alimentos de origen pesquero, los resultados dependerán del tipo de pescado, del método empleado en la ozonificación, de la concentración del ozono, de la temperatura del agua o del tipo de hielo usado (slurry o flakes) y del tiempo de contacto. La Tabla 1.5 detalla algunas de las aplicaciones del ozono para el procesamiento de productos pesqueros, las cuales se realizaron con el objetivo de extender su vida útil a diferentes temperaturas de almacenamiento.



**Tabla 1.5 Descripción general del efecto del tratamiento con ozono en estado acuoso en alimentos de origen pesquero [Elaboración propia, 2019]**

<b>Producto alimenticio</b>	<b>Condiciones del tratamiento</b>	<b>Cambios observados</b>	<b>Referencias</b>
Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> x <i>Oreochromis aureus</i> ) Peso: 400 ± 25 g	Pretratamiento con agua ozonizada a peces vivos: 6ppm a 20°C durante 1h. Almacenamiento: Bolsa de polietileno a 0 y 5°C durante 30 días.	Prolongó su vida útil 12 días y mejoró su calidad a 0°C durante los 30 días.	German et al. (2005)
Trucha Tamaño: 25cm Peso: 300g	Inmersión del pez en agua ozonizada a 0.1mg/L durante 2h. Almacenamiento a 4°C.	Prolongó su vida útil de 4 a 6 días	Dehkordi & Zokaie (2010)
Salmon adulto ( <i>Oncorhynchus nerka</i> ) Peso: 4 - 6 libras	Pez empacado en bolsas de plástico con hielo de salmuera ozonizado congelado a -10°C. Aplicación de ozono a 2ppm para obtener 0.5 ppm residual en el hielo. Las bolsas se dejaron a 15-18°C durante 6 días.	Prolongó su vida útil 6 días	Blogoslawski & Stewart (2011)
Jurel ( <i>Trachurus trachurus</i> ) y shimaaji ( <i>Caranx mertensi</i> )	Solución de NaCl con 0.6 ppm de ozono durante 30-60min.	Disminución del recuento bacteriano viable de 2 – 3 logs.	Kim, Yousef, & Dave (1999)

#### **1.4.4 Características del producto**

El producto terminado es un tipo de pez blanco en particular de la especie *Coryphaenahippurus* más conocido como Dorado, Mahi - Mahi o Lampuga; comercializado en fresco, transportado por vía aérea en una presentación de 170 libras junto con gel packs como refrigerante para mantener la cadena de frío. El producto se mantiene y es comercializado en estado fresco a una temperatura de 0°C.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo se fundamentó en la evaluación de parámetros de control tales como: concentración de ozono y tiempo de inmersión a nivel proceso para la definición e implementación de un proceso de conservación basado en una solución de ozono disuelto en agua. Se realizaron pruebas preliminares con parámetros establecidos empíricamente por la empresa, para la elaboración de una cartilla de control de calidad de la materia prima en condiciones actuales de procesamiento; posteriormente, se planteó el uso de un diseño de experimentos, con el cual se estableció el número de tratamientos experimentales, evaluando las características organolépticas para la selección del mejor tratamiento, que permitan definir las mejores condiciones de proceso. Las mismas fueron validadas con análisis fisicoquímicos y microbiológicos; y, finalmente, se estimaron los costos de producción considerando equipos y esquemas de trabajo disponibles en la planta actualmente.

### 2.1 Prueba preliminar

La prueba preliminar se llevó a cabo en función de los parámetros de control establecidos empíricamente por la empresa, detallados en la Tabla 2.1. La prueba tuvo una duración de 8 días, donde se realizaron análisis sensoriales y fisicoquímicos en los días 0, 2, 5 y 8. El objetivo de esta prueba es convertirla en una herramienta para la elaboración de cartillas de control de materia prima, que sirva de ayuda para la posterior evaluación de tratamientos de los diseños experimentales a proponer.

**Tabla 2.1 Parámetros de prueba preliminar** [Elaboración propia, 2019]

Parámetros	Valor
Concentración de ozono	0.7 ppm
Tiempo de inmersión	5 segundos
Tamaño de la pieza	7 libras

## 2.2 Diseño experimental

Para el desarrollo del trabajo se plantearon diseños experimentales haciendo uso del software estadístico Statistica versión 7. Inicialmente se planteó un diseño factorial  $3^k$ , con  $K=2$  factores, para definir el total de tratamientos experimentales y seleccionar aquellos que representen menores costos de operación y menor impacto en la calidad del producto final; posteriormente, se planteó un diseño unifactorial  $3^k$  con  $K=1$  factor, para definir las condiciones finales de proceso, que permitan mejorar el tiempo de comercialización del pescado Dorado en fresco, sin perjudicar las características organolépticas esperadas por el cliente.

### 2.2.1 Diseño factorial

El diseño factorial  $3^k$ , se estableció con base en dos parámetros (concentración de ozono y tiempo de inmersión), que influyen significativamente en el método de conservación. La Tabla 2.2 detalla los niveles de cada factor a ser usado y la Tabla 2.3 detalla la matriz de tratamientos experimentales. Fueron seleccionados aquellos tratamientos con un impacto positivo en la calidad final del producto terminado, en los costos operativos y en el número de piezas tratadas por hora.

**Tabla 2.2 Niveles bajos y altos en el diseño factorial** [Elaboración propia, 2019]

Factores	Niveles		
	Bajo (-1)	Central (0)	Alto (1)
Concentración de ozono (ppm)	1.0	1.5	2.0
Tiempo de inmersión (segundos)	10	15	20

**Tabla 2.3 Matriz de tratamientos experimentales** [Elaboración propia, 2019]

Tratamientos	Factores	
	Concentración de Ozono (ppm)	Tiempo (segundos)
1	1.5	20
2	2.0	15
3	1.0	10
4	1.0	15
5	2.0	20
6	1.5	10
7	2.0	10
8	1.0	20
9	1.5	15

### 2.2.2 Diseño unifactorial

El diseño unifactorial  $3^k$ , se planteó en función de los tratamientos seleccionados del diseño factorial. Se evaluaron atributos sensoriales para la selección del tratamiento que más se ajuste a los requerimientos del cliente, y al mejor tratamiento se le realizaron análisis microbiológicos y fisicoquímicos. La Tabla 2.4 detalla los tratamientos experimentales a ser considerados en la evaluación.

**Tabla 2.4 Tratamientos seleccionados del diseño factorial** [Elaboración propia, 2019]

Tratamientos	Factores	
	Concentración de Ozono (ppm)	Tiempo (segundos)
1	constante/variable	constante/variable
2	constante/variable	constante/variable
3	constante/variable	constante/variable

Los atributos de calidad fueron medidos a través de un periodo de tiempo comprendido entre 0, 2, 5, 8 y 12 días (Campos et al., 2004). Todos los tratamientos fueron evaluados por día y por duplicado y, finalmente, mediante el uso del software

se procedió al análisis estadístico de los resultados obtenidos, seleccionando aquel tratamiento que mejor se ajuste a las variables de respuesta.

### 2.3 Pruebas sensoriales

La evaluación de los atributos sensoriales se realizó mediante una prueba descriptiva de atributos con escala hedónica de 5 puntos. En la Tabla 2.5 (NTC 1443, 2009) se detallan los atributos de calidad considerados para esta prueba. La evaluación fue realizada con jueces no entrenados (personal con experiencia que ejerce su trabajo en planta) con un rango de edades comprendido entre 25 a 45 años. Cada juez recibió dos muestras rotuladas por tratamiento por día.

**Tabla 2.5 Características sensoriales del pescado entero fresco refrigerado [NTC 1443, 2019]**

Valor	Atributos sensoriales				
	Olor	Color piel	Textura	Color carne	Línea sangre
5*	Fresco, característico de la especie	Brillante e iridiscente, escamas uniformes firmemente adheridas	Firme	Característico de la especie	Rojo brillante, rojo sangre
4*	Leve a pescado	Levemente brillante, iridiscencia y color disminuidos	Firme, elástica al presionar con el dedo, la huella desaparece	Levemente Decolorado	Color levemente oscurecido
3	Algo rancio, olor leve	Levemente brillante, escamas flojas, fáciles de remover	Deformación al presionar con el dedo	Decolorado	Línea de sangre oscura/ rojo vino, rojo purpúreo
2	Rancidez avanzada	Algo decolorada, sin brillo	Pescado blando	Levemente blanquecino, lechoso	Línea de sangre muerta
1	Algo pútrido, amoniacal	Flácida, opaca	Excepcionalmente blando	Blanquecino lechoso	Línea de sangre desvanecida

\*Únicamente los pescados con valoración 5 y 4 se puede utilizar para la exportación en fresco.

### 2.3.1 Prueba de Friedman

Los resultados obtenidos de la prueba sensorial se analizaron mediante una prueba estadística no paramétrica, dado que la cantidad de datos obtenidos no son suficientes para ajustarse a una distribución normal. La prueba de hipótesis se planteó de la siguiente manera:

**Ho:** No existen cambios significativos en el atributo sensorial en los días 0, 2, 5, 8 y 12.

**Ha:** Existen cambios significativos en el atributo sensorial por lo menos en un día.

### 2.3.2 Índice de calidad (IC)

Mediante el índice de calidad, se pudo conocer la duración de cada tratamiento. La estimación de este parámetro se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$IQ = \frac{SA}{25}; [0.2 - 1] \quad (2.1)$$

Donde:

SA: Suma total de las calificaciones del atributo sensorial; [5 – 25]

SA= 5, indica cambios no aceptables en el atributo.

SA= 25, indica que no existen cambios.

## 2.4 Pruebas fisicoquímicas y microbiológicas

### 2.4.1 Pruebas físico – químicas

Las pruebas fisicoquímicas se realizaron con base en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 183:2013 “Pescado fresco refrigerado o congelado - Requisitos”; misma que indica los requisitos fisicoquímicos a cumplir para asegurar la calidad e inocuidad del producto, los cuales son detallados en la Tabla 2.6.

**Tabla 2.6 Requisitos fisicoquímicos del pescado entero refrigerado [NTE INEN 183, 2013]**

Requisito	Mín.	Máx.
Nitrógeno básico volátil total (Bases volátiles totales), NBV, mg/100 g	-	30
Histamina, mg/100 g	-	5

### 2.4.2 Pruebas microbiológicas

Las pruebas microbiológicas se realizaron con base en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 183:2013 “Pescado fresco refrigerado o congelado – Requisitos”, misma que indica los requisitos microbiológicos a cumplir para asegurar la inocuidad del producto los cuales son detallados en la Tabla 2.7.

**Tabla 2.7 Requisitos microbiológicos del pescado entero refrigerado [NTE INEN 183, 2013]**

Requisito	n	m	M	c
Recuento de microorganismos mesófilos UFC/g	5	$5 \times 10^5$	$10 \times 10^5$	3
<i>E.coli</i> , UFC/g	5	10	500	3
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva, UFC/g	5	100	1000	2
Salmonella/25 g	5	no detectado	-	0
<i>Vibrio cholerae</i> /25 g	5	no detectado	-	0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> /25 g	5	no detectado		0

De donde:

n = número de muestras a examinar.

c = número de muestras permitidas con resultados entre m y M.

m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

### 2.5 Lay-out de la planta

La distribución de las actividades en planta para el procesamiento del producto se realizó empleando la metodología SLP (Systematic Layout Planning). Esta metodología sigue un procedimiento sistemático, que, permite situar áreas de trabajo según la conveniencia del proceso, para lo cual es necesaria la elaboración de una Tabla de Relación de Actividades (T.R.A) donde se disponen valores de tipo

cualitativos afines a cada área de trabajo, útiles para el uso posterior en un software informático generador de esquemas o Layouts de áreas que son puntos de análisis.

La Tabla de Relación de Actividades consistió en la elaboración de cuadros situados de forma diagonal, donde cada una de las actividades se relaciona utilizando un conjunto de criterios detallados en la Tabla 2.8. Las valoraciones asignadas a cada criterio fueron definidas por Muther en la Tabla 2.9(Casp, 2005).

**Tabla 2.8 Criterios de evaluación [Casp, 2005]**

MOTIVO	
1	Proximidad del proceso
2	Higiene
3	Inspección y control
4	Calor
5	Malos olores, ruido
6	Seguridad del producto
7	Utilización material común
8	Accesibilidad

**Tabla 2.9 Escala de proximidad Tabla de Relación de Actividades [Casp, 2005]**

Actividad	Proximidad	Color Asociado
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Poco importante	Azul
U	Sin importancia	Negro
X	No deseable	Café

## 2.6 Estimación de costos

Los costos de producción fueron estimados considerando aspectos relacionados al tratamiento de conservación, materias primas, material de empaque, mano de obra directa e indirecta; y servicios auxiliares como energía y agua. Estos costos son referidos a las condiciones de procesamiento utilizadas en un esquema actual de trabajo de la empresa, durante una jornada de producción.



### 2.6.1 Balance de materia por batch

Para el cálculo del balance de materia por batch referente a la línea de producción en fresco, se cuantificó la cantidad de pescado por embarque. De este modo, se estableció la cantidad de oxígeno requerido para la generación de ozono necesaria en un batch de producción.

### 2.6.2 Costos de producción

La estimación de los costos de producción se realizó por mes, considerando rubros como materia prima, material de empaque, insumos y mano de obra implicados en la jornada laboral. A partir del costo de producción mensual, se calculó el costo de producción equivalente a una pieza (libras) de producto; necesario para la obtención del margen de contribución y el precio de venta (P.V.P.).

### 2.6.3 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se lo obtuvo considerando el costo fijo, el costo variable unitario y el precio de venta (P.V.P.). De esta manera, se estimó el número mínimo de venta de unidades, necesario para cubrir costos operacionales sin obtener utilidad. El punto de equilibrio se lo estimó mediante las ecuaciones 2.2 y 2.3.

$$\text{Ingresos} = \text{Costo total} \quad (2.2)$$

$$P(Q_E) = CF + CV_u(Q_E) \quad (2.3)$$

De donde:

P: Precio de venta (P.V.P.)

$Q_E$ : Cantidad producida en el equilibrio

CF: Costo fijo

$CV_u$ : Costo variable unitario

### 2.6.4 Análisis Financiero

El análisis financiero se lo proyectó a cinco años considerando el total de ventas, los costos fijos y costos variables anuales. Dentro del flujo, se incluye las inversiones realizadas por la empresa, tales como el capital de trabajo y activos fijos necesarios para su funcionamiento, y entre ellos, la adquisición de equipos. La finalidad del análisis financiero es determinar la rentabilidad del proyecto mediante indicadores

como la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) y el Valor Actual Neto (V.A.N.) conociendo el costo de oportunidad fijado por el inversionista. El tiempo que toma en recuperar la inversión inicial se lo estimó con la ecuación 2.4.

$$\textit{Periodo de recuperaci3n} = a + (c - b)/d \quad (2.4)$$

De donde:

a: AÑO anterior inmediato a la recuperaci3n de la inversi3n

b: Inversi3n inicial

c: Flujo presente acumulado hasta el periodo de recuperaci3n

d: Flujo presente del periodo en que se recupera la inversi3n

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo, se detallan los resultados obtenidos a partir de la metodología descrita en el capítulo 2. Inicialmente, se detalló la prueba preliminar, así como la selección de los mejores tratamientos, en base al planteamiento de los diseños experimentales y a las pruebas de evaluación sensorial realizadas. Una vez seleccionado el mejor tratamiento, se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del mismo y finalmente se estimaron los costos de producción.

### 3.1 Prueba preliminar

La Tabla 3.1 detalla las condiciones experimentales con las que se realizó la prueba preliminar, mismas que fueron fijadas empíricamente por parte de los técnicos de la empresa.



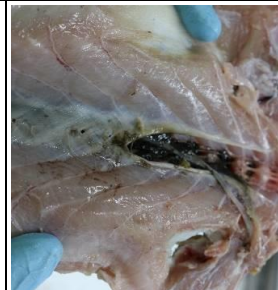

**Tabla 3.1 Condiciones experimentales de la prueba preliminar** [Elaboración propia, 2019]

<b>Cantidad de pescados</b>	<b>Unidades</b>	12
<b>Ozonificador</b>	<b>Amperaje</b>	0.99
	<b>Oxígeno</b>	1.5
<b>Concentración inicial de ozono</b>	<b>(ppm)</b>	1.0
<b>Concentración final de ozono</b>	<b>(ppm)</b>	0.7
<b>Tiempo de inmersión</b>	<b>(s)</b>	5
<b>Temperatura del ambiente</b>	<b>(°C)</b>	14 - 18
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	<b>(°C)</b>	0
<b>Temperatura del agua sin hielo</b>	<b>(°C)</b>	27
<b>Temperatura del agua con hielo</b>	<b>(°C)</b>	0
<b>Temperatura inicial del pescado</b>	<b>(°C)</b>	-0.8
<b>Temperatura final del pescado</b>	<b>(°C)</b>	0.2


#### 3.1.1 Pruebas Sensoriales

Las Tablas 3.2, 3.3 y 3.4 muestran los cambios que se dieron en los atributos sensoriales de la prueba preliminar: color de carne, piel y línea de sangre a través de los días. El día 0, referencia a los atributos sensoriales de la muestra sin tratamiento y los días 2, 5 y 8 referencian a los atributos sensoriales de las muestras con tratamiento.



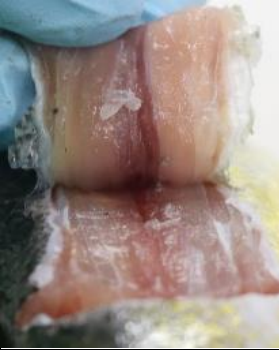

**Tabla 3.2 Coloración de la carne de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

Día 0	Día 2	Día 5	Día 8
			
Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Leve decoloración	Decolorado

**Tabla 3.3 Piel de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

Día 0	Día 2	Día 5	Día 8
			
El tratamiento no afecta la piel del pescado, las muestras presentadas conservan su coloración inicial. Pueden existir cambios en la piel por factores externos como la manipulación incorrecta en el procesamiento y almacenamiento.			

**Tabla 3.4 Línea de sangre de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

Día 0	Día 2	Día 5	Día 8
			
Rojo brillante	Color levemente disminuido	Color levemente disminuido	Línea de sangre oscura, levemente marrón.

Las Tablas 3.5 y 3.6 detallan los cambios que se dieron en la textura y olor de los pescados. El día 0, referencia a los atributos sensoriales de la muestra sin tratamiento y los días 2, 5 y 8 referencian a los atributos sensoriales de las muestras con tratamiento.

**Tabla 3.5 Olor de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

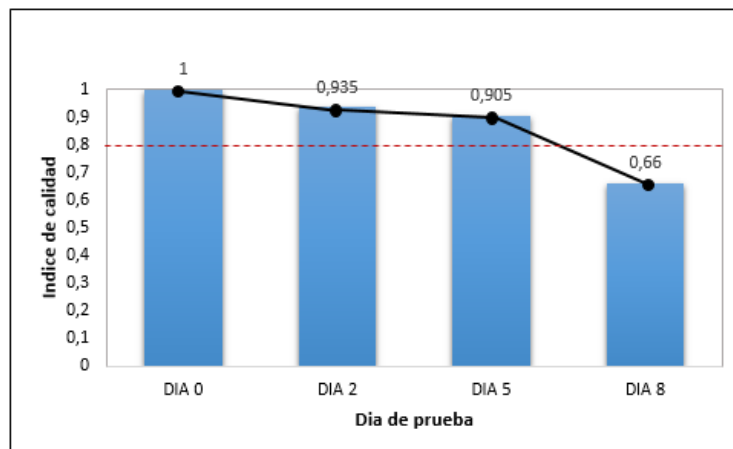
Día 0	Día 2	Día 5	Día 8
Olor fresco, característico de la especie	Olor fresco, característico de la especie	Olor fresco, característico de la especie	Algo rancio olor leve

**Tabla 3.6 Textura de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

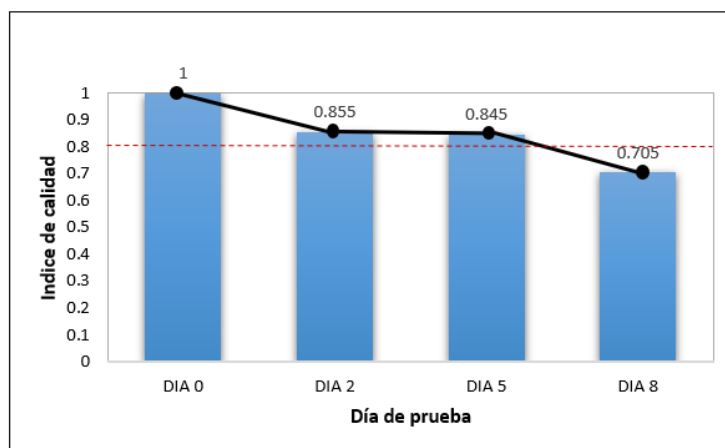
Día 0	Día 2	Día 5	Día 8
Textura firme	Textura firme	Textura firme	Deformación al presionar con el dedo

### Índice de calidad

Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran los gráficos de barras obtenidos con los índices de calidad promedio de los atributos evaluados, por los panelistas en los días 0, 2, 5 y 8. Se aprecia que para ambas muestras existe un decrecimiento de la calidad del producto final, observándose que en el día 8 se obtienen calificaciones promedio por debajo de 0.8, siendo un indicativo de pérdida de frescura.



**Figura 3.1 Índice de calidad promedio en los días 0, 2, 5 y 8 – Muestra 1 [Elaboración propia, 2019]**



**Figura 3.2 Índice de calidad promedio en los días 0, 2, 5 y 8 – Muestra 2** [Elaboración propia, 2019]

### 3.1.2 Análisis físico – químicos

La Tabla 3.7 muestra la concentración histamínica de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 de la prueba preliminar; la misma indica que cumplen con los requisitos físico – químicos de la Norma NTE INEN 183:2013 “Pescado fresco refrigerado o congelado – Requisitos”. Los resultados pueden observarse con más detalle en el Apéndice A.

**Tabla 3.7 Análisis físico – químicos de las muestras** [Elaboración propia, 2019]

Requisito	Resultados	Requisitos
Histamina, mg/100 g	*0.00	Máx. 5

\* Los resultados obtenidos son de los días 0,2, 5 y 8.

## 3.2 Diseño experimental

A continuación, se presentan los resultados de los diseños experimentales planteados.

### 3.2.1 Diseño factorial

La Tabla 3.8 detalla la matriz experimental con los resultados del análisis sobre las variables respuestas: impacto sobre la calidad final del pescado (+/-), costo por pieza, número de piezas tratadas por hora en los tratamientos. Para la selección de los mejores tratamientos, inicialmente se evaluó el impacto sobre la calidad final del

pescado, escogiendo aquellos donde se prevé una calificación positiva (+). Posteriormente, se analizó comparativamente el costo/pieza entre tratamientos, evidenciándose que los tratamientos 3, 6 y 7 presentaban los menores costos, aproximadamente \$ 0.1743/pieza; a su vez, se pudo observar que los mismos tratamientos presentaban una mayor producción de piezas tratadas/h (360 piezas/h) en la etapa de conservación, siendo estos tratamientos los seleccionados para ser aplicados en un diseño unifactorial.

**Tabla 3.8 Tratamientos experimentales con variables de respuesta** [Elaboración propia, 2019]

Tratamientos	Factores		Impacto en la calidad (+/-)	Costo/pieza (\$)	°N piezas tratadas/h
	Concentración de Ozono (ppm)	Tiempo (segundos)			
1	1.5	20	-	0.34843	180
2	2.0	15	-	0.26143	240
3	1.0	10	+	0.17425	360
4	1.0	15	+	0.26131	240
5	2.0	20	-	0.34849	180
6	1.5	10	+	0.17430	360
7	2.0	10	+	0.17436	360
8	1.0	20	+	0.34838	180
9	1.5	15	+	0.26137	240

### 3.2.2 Diseño unifactorial

La Tabla 3.9 detalla la matriz experimental con los tratamientos seleccionados para la experimentación, en la empresa auspiciante del presente proyecto.

**Tabla 3.9 Matriz resultante para la experimentación** [Elaboración propia, 2019]

Tratamientos	Factores	
	Concentración de Ozono (ppm)	Tiempo (segundos)
3	1.0	10
6	1.5	10
7	2.0	10

### 3.2.3 Condiciones experimentales

La Tabla 3.10 detalla las condiciones experimentales utilizadas para los tratamientos 3, 6 y 7. La concentración de ozono a ser aplicada, se la obtuvo mediante el uso de la Tabla 3.11, donde se detalla el amperaje (A) y el volumen de

oxígeno (L O<sub>2</sub>/min) que debe regularse en el ozonificador para alcanzar la concentración deseada.

**Tabla 3.10 Condiciones experimentales de los tratamientos** [Elaboración propia, 2019]

		Unidad	Tratamiento 3	Tratamiento 6	Tratamiento 7
Cantidad de pescados		Unidades	8	8	8
Ozonificador	Amperaje	(A)	~ 1.03	~ 1.53	~ 2.03
	Oxígeno	(L O <sub>2</sub> /min)	2.0	2.0	2.0
Concentración inicial de ozono		(ppm)	1.25 – 1.5	2.0 – 2.5	2.5
Concentración final de ozono		(ppm)	0.8 – 1.0	1.25 – 1.5	2.0
Tiempo de inmersión		(s)	10	10	10
Temperatura del ambiente		(°C)	22	22	22
Temperatura de almacenamiento		(°C)	-1 - 0	-1 - 0	-1 - 0
Temperatura del agua sin hielo		(°C)	27.1	27.0	27.0
Temperatura del agua con hielo		(°C)	0.1 – 0.3	0.3	0.3 – 0.4
Temperatura inicial del pescado		(°C)	0.1	0.3	0.5
Temperatura final del pescado		(°C)	2.1 – 2.3	1.0	1.0

**Tabla 3.11 Concentraciones de ozono a diferentes amperajes** [Elaboración propia, 2019]

Tabla de concentraciones				
Oxígeno (L O <sub>2</sub> /min)	Amperaje (A + 0.03)	Agua sin hielo	Agua con hielo	Temperatura del agua con hielo (°C)
		Concentración inicial de ozono (ppm)	Concentración final de ozono (ppm)	
2	1.0	1.5	1.0	0.3
2	1.1	1.6	1.1	0.3
2	1.2	1.7	1.2	0.3
2	1.3	1.8	1.3	0.3
2	1.4	1.9	1.4	0.3
2	1.5	2.0	1.5	0.3
2	1.6	2.1	1.6	0.3
2	1.7	2.2	1.7	0.3
2	1.8	2.3	1.8	0.3
2	1.9	2.4	1.9	0.3
2	2.0	2.5	2.0	0.3
2	2.1	2.6	2.1	0.3
2	2.2	2.7	2.2	0.3
2	2.3	2.8	2.3	0.3
2	2.4	2.9	2.4	0.3
2	2.5	3.0	2.5	0.3
2	2.6	3.1	2.6	0.3
2	2.7	3.2	2.7	0.3
2	2.8	3.3	2.8	0.3
2	2.9	3.4	2.9	0.3
2	3.0	3.5	3.0	0.3



### **3.3 Prueba sensorial**

A continuación, se muestran los resultados de la evaluación sensorial realizadas a los tratamientos descritos en la Tabla 3.9. En la prueba sensorial, el día 0 referencia a la muestra sin tratamiento y los días 2, 5, 8 y 12 referencian a las muestras con tratamiento.

#### **Coloración de la carne**

La Tabla 3.12 muestra los cambios que se dieron en la coloración de la carne a través del tiempo en los tratamientos evaluados. Se puede apreciar que a partir del día 8 en todos los casos, la temperatura de almacenamiento ejerce un efecto negativo sobre el atributo de calidad debido a la formación de cristales de agua en la carne.





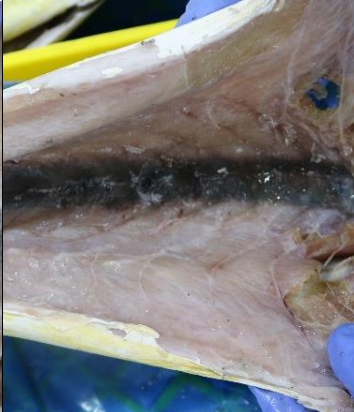



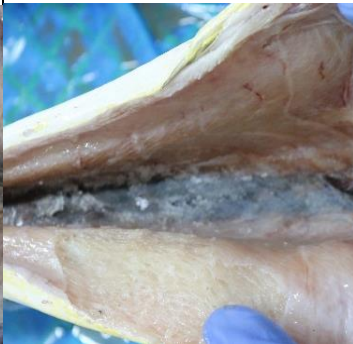





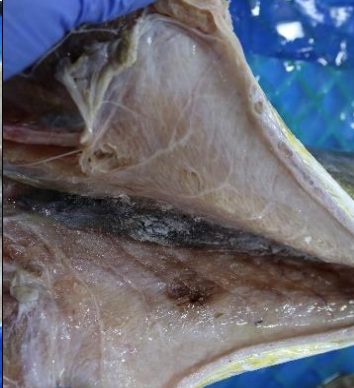
#### **Piel**

La Tabla 3.13 muestra los cambios que se dieron en la piel de los pescados a través del tiempo en los tratamientos evaluados. Se puede apreciar que no hay cambios sobre la piel del pescado, es decir, las muestras conservan su coloración inicial; sin embargo, a partir del día 8 se puede observar una decoloración solamente en los tratamientos 3 y 6 de menor concentración de ozono comparados al tratamiento 7 de mayor concentración (2 ppm de ozono), a condiciones de bajas temperaturas a las que estuvo sometido el producto.

#### **Línea de sangre**
















La Tabla 3.14 muestra los cambios que se dieron en la línea de sangre a través de los días en los tratamientos evaluados. Se puede apreciar que la línea de sangre fue sensible a concentraciones altas de ozono, siendo el tratamiento 7 (2 ppm) el causante de un oscurecimiento de este atributo sensorial, considerándose como un aspecto negativo para la comercialización del producto; en este contexto, el tratamiento 3 mantuvo el atributo sensorial sin oscurecimiento hasta el día 5 y el tratamiento 6 hasta el día 8 de almacenamiento. En el Apéndice F se detalla algunos de los tipos de coloraciones de líneas de sangre.

Tabla 3.12 Coloración de la carne de las muestras en el día 0, 2, 5, 8 y 12 [Elaboración propia, 2019]

	Día 0	Día 2	Día 5	Día 8	Día 12
<p><b>Tratamiento 3</b> **Formación de cristales de agua</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>**Levemente decolorado</p>	 <p>**Levemente decolorado</p>
<p><b>Tratamiento 6</b> **Formación de cristales de agua</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>**Característico de la especie</p>	 <p>**Decolorado</p>
<p><b>Tratamiento 7</b> **Formación de cristales de agua</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>Característico de la especie</p>	 <p>**Levemente decolorado</p>	 <p>**Levemente decolorado</p>








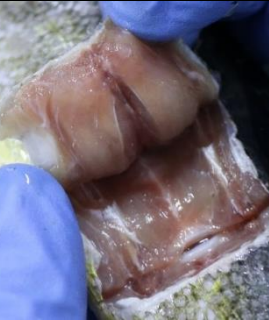






**Tabla 3.13 Piel de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

	Día 0	Día 2	Día 5	Día 8	Día 12
<b>Tratamiento 3</b>					
	Brillante	Brillante	Brillante	Sin brillo, opaca	Sin brillo, opaca
<b>Tratamiento 6</b>					
	Brillante	Brillante	Brillante	Levemente brillante, color disminuido	Levemente brillante, color disminuido
<b>Tratamiento 7</b>					
	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante



**Tabla 3.14 Línea de sangre de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

	Día 0	Día 2	Día 5	Día 8	Día 12
<b>Tratamiento 3</b>	Línea de sangre de pescado fresco previo al tratamiento	 Coloración rojiza, brillante	 Coloración rojiza levemente oscurecida	 Rojo oscuro/rojo púrpuro	 Línea de sangre muerta
<b>Tratamiento 6</b>	Línea de sangre de pescado fresco previo al tratamiento	 Coloración rojiza, brillante	 Coloración rojiza, brillante	 Rojiza brillante, levemente oscurecido	 Rojo oscuro/rojo púrpuro
<b>Tratamiento 7</b>	Línea de sangre de pescado fresco previo al tratamiento	 Rojo oscuro/rojo vino	 Línea de sangre muerta	 Línea de sangre muerta	 Línea de sangre muerta

## Olor

La Tabla 3.15 muestra los cambios que se dieron en el olor a través de los días al someter las muestras a los tratamientos 3, 6 y 7. A partir del día 8, presumiblemente el tratamiento 3 deja de hacer efecto en el pescado ocasionando olores indeseables. Lo mismo ocurre con los tratamientos 6 y 7 a partir del día 12.

**Tabla 3.15 Olor de las muestras en el día 0, 2, 5 y 8** [Elaboración propia, 2019]

	<b>Día 0</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 5</b>	<b>Día 8</b>	<b>Día 12</b>
<b>Tratamiento 3</b>	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Algo rancio, olor leve	Algo rancio, olor leve
<b>Tratamiento 6</b>	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Leve olor a pescado
<b>Tratamiento 7</b>	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Fresco, característico de la especie	Leve olor a pescado

## Textura

La textura de las muestras no varió a través de los días en ningún tratamiento, siempre se mantuvo firme. Esto se pudo verificar con los análisis fisicoquímicos mostrados en la Tabla 3.16, donde se demostró mediante el análisis de bases volátiles, que el pescado no se encontraba en descomposición; por lo tanto, las muestras no se ven afectadas en este atributo de calidad.

### **3.3.1 Prueba de Friedman**

Las Figuras 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 muestran el resultado estadístico de la prueba sensorial de la muestra 1 para cada atributo evaluado. En el Apéndice G se presentan los resultados estadísticos correspondientes a la muestra 2.

## Color de carne

Estadísticas descriptivas				Prueba			
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> :	Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	13,0	Hipótesis alterna H <sub>1</sub> :	No todos los efectos del tratamiento son cero		
D12	3	3,2	3,5	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>	<b>Valor p</b>
D2	3	5,0	13,0	No ajustado para empates	4	9,13	0,058
D5	3	4,0	6,5	Ajustado para empates	4	10,34	<b>0,035</b>
D8	3	4,3	9,0				
General	15	4,3					

**Figura 3.3 Prueba de Friedman con el parámetro color de carne – Muestra 1**  
[Elaboración propia, 2019]

Los pescados evaluados dieron como resultado un valor p inferior al valor  $\alpha=0,05$ ; rechazando así la hipótesis nula; por lo tanto, se establece que existe al menos un efecto significativo en el parámetro color de carne dentro de los días evaluados. Como se observa en la Figura 3.3, en el día 12 es más probable que se presenten cambios de color significativos de los pescados ya que su mediana se encuentra mayormente alejada de la mediana principal.

## Piel

Estadísticas descriptivas				Prueba			
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> :	Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,000	11,0	Hipótesis alterna H <sub>1</sub> :	No todos los efectos del tratamiento son cero		
D12	3	4,525	5,5	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>	<b>Valor p</b>
D2	3	5,000	11,0	No ajustado para empates	4	4,07	0,397
D5	3	5,000	11,0	Ajustado para empates	4	7,87	<b>0,096</b>
D8	3	4,600	6,5				
General	15	4,825					

**Figura 3.4 Prueba de Friedman con el parámetro piel– Muestra 1**  
[Elaboración propia, 2019]

La Figura 3.4 indica que el parámetro piel no muestra cambios significativos durante los días de la evaluación sensorial ya que el valor p es mayor a  $\alpha=0,05$ ; por lo tanto, todos los pescados mantienen el atributo de calidad hasta el día 12.

## Línea de sangre

Estadísticas descriptivas				Prueba		
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	14,5	Hipótesis alterna H <sub>1</sub> : No todos los efectos del tratamiento son cero		
D12	3	2,2	4,5	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>
D2	3	4,5	12,5	No ajustado para empates	4	9,73
D5	3	3,0	7,0	Ajustado para empates	4	10,81
D8	3	2,8	6,5			<b>0,045</b>
General	15	3,5				<b>0,029</b>

**Figura 3.5 Prueba de Friedman con el parámetro línea de sangre – Muestra 1**  
[Elaboración propia, 2019]

La Figura 3.5 muestra un valor p inferior a  $\alpha=0,05$ ; razón por la cual se rechaza la hipótesis nula y se establece que existe al menos un efecto significativo en el parámetro línea de sangre dentro de los días evaluados, siendo los días 0, 8 y 12 aquellos con medianas más alejadas de la mediana principal; también se puede apreciar que la mediana del día 0 es superior al resto, lo cual es predecible al ser el pescado en las mejores condiciones (materia prima ingresando a planta). Por otro lado, las medianas de los días 8 y 12 son notablemente inferiores a las demás, de manera, que se afirma que los pescados tendrán cambios significativos en la línea de sangre a partir del día 8.

## Olor

Estadísticas descriptivas				Prueba		
Día	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	11,5	Hipótesis alterna H <sub>1</sub> : No todos los efectos del tratamiento son cero		
D12	3	4,0	4,0	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>
D2	3	5,0	11,5	No ajustado para empates	4	5,07
D5	3	5,0	9,5	Ajustado para empates	4	7,24
D8	3	5,0	8,5			<b>0,281</b>
General	15	4,8				<b>0,124</b>

**Figura 3.6 Prueba de Friedman con el parámetro olor – Muestra 1**  
[Elaboración propia, 2019]

La figura 3.6 muestra un valor p mayor a  $\alpha=0,05$  por lo cual no se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que no existen efectos significativos en el parámetro olor dentro de los días evaluados, considerando los 3 tratamientos de ozono aplicados en los pescados. Sin embargo, a partir del día 8 sensorialmente si se evidencia solamente en el tratamiento 3 presencia de olores.

## **Textura**

Para el atributo textura no fue necesario realizar una prueba estadística de efectos significativos en los pescados ya que, durante todos los días de prueba sensorial, sus calificaciones fueron superiores a 4, concluyéndose que, durante todo el periodo de la prueba, los pescados tuvieron un excelente aspecto en el atributo mencionado.

### **3.3.2 Índice de calidad(IC)**

Los gráficos de barras de la Figura 3.7 son el resultado del análisis de los atributos sensoriales mediante el índice de calidad promedio. La Figura 3.7 a), b), c), d) y e) muestra el IC de los tratamientos 3, 6 y 7 desde el día 0 hasta el día 12. El límite establecido para considerar a un atributo sensorial como “aceptable” y por ende un pescado como “fresco” debe ser mayor o igual a 0.8. Un  $IC \geq 0.8$  significa que la calificación promedio de los panelistas en la evaluación sensorial de las muestras con respecto a un atributo fue mayor o igual a 4.

Los índices de calidad detallados en las gráficas para los tratamientos evaluados indican que el mejor tratamiento para la conservación del pescado fresco es el tratamiento 6 (1.5 ppm de concentración de ozono y 10 segundos de tiempo de inmersión), dado que mantiene todos los atributos sensoriales dentro del límite aceptable ( $IC \geq 0.8$ ) hasta el día 8. Por otra parte, los valores IC del tratamiento 3 demuestran que el pescado se puede considerar como “fresco” hasta el día 5 y con respecto al tratamiento 7, este no es aceptable para la conservación del pescado en fresco, dado que, la línea de sangre fue sensible a la concentración sometida haciendo que esta se torne oscura. En el Apéndice H se puede observar los gráficos de barras de índices de calidad de los atributos sensoriales de las muestras 1 y 2.

En base al análisis de los resultados de las pruebas de evaluación sensorial y de los índices de calidad obtenidos en los tratamientos 3, 6 y 7. Se selecciona el tratamiento 6, como aquel que cumplirá las especificaciones requeridas en el producto terminado para su comercialización en fresco.



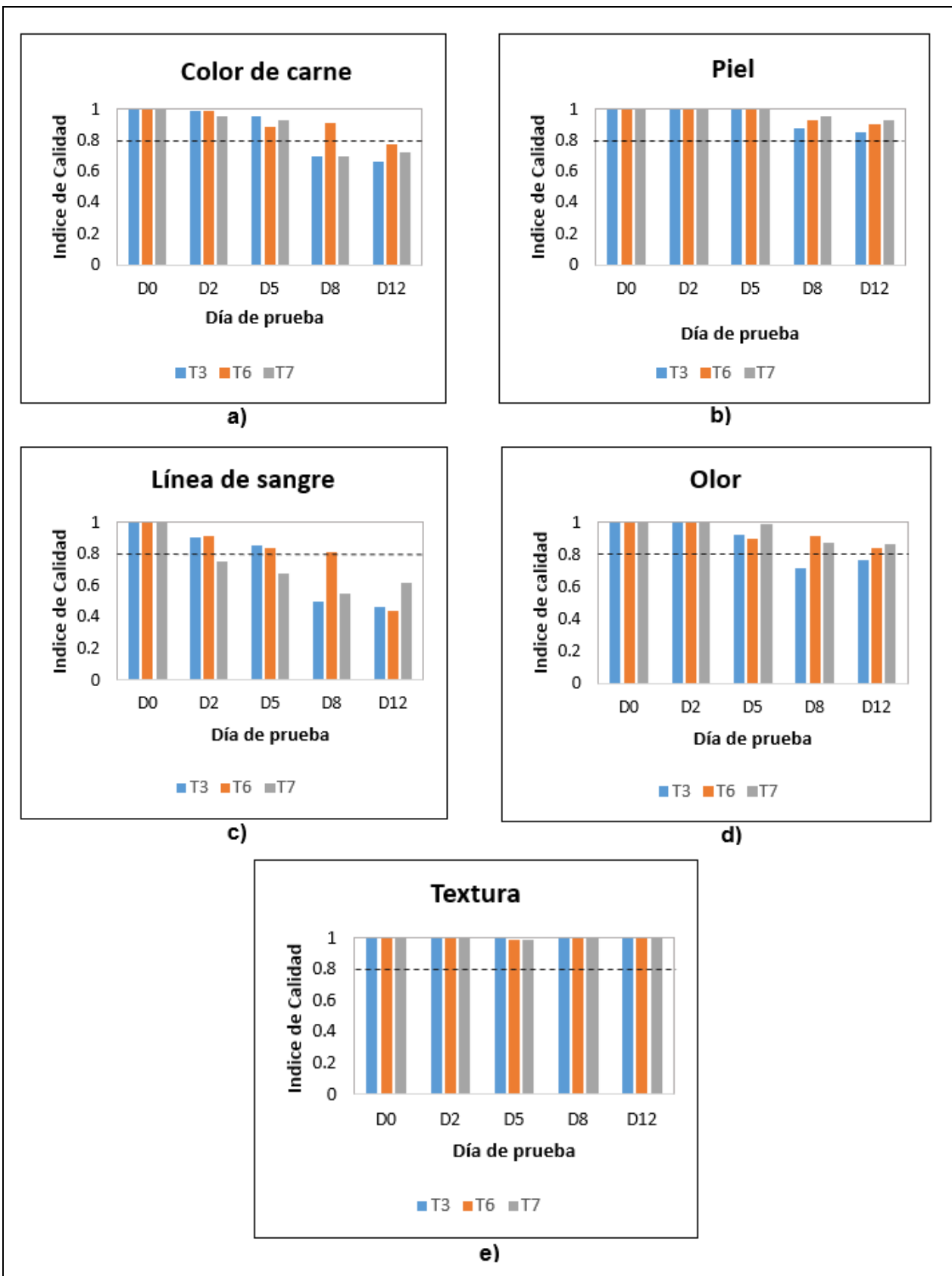


Figura 3.7 Índice de calidad de los atributos sensoriales a) Color de carne, b) Piel, c) Línea de sangre, d) Olor, e) Textura [Elaboración propia, 2019]

### 3.4 Análisis físico – químicos

La Tabla 3.16 detalla los resultados de las muestras antes (día 0) y después del tratamiento (día 12). La misma indica que los pescados sometidos al tratamiento 6 cumplen con los requisitos de la Norma NTE INEN 183:2013 “Pescado fresco refrigerado o congelado – Requisitos” detallada en el capítulo 2. Los resultados pueden observarse con más detalle en el Apéndice C, D e I.

**Tabla 3.16 Análisis físico - químicos del tratamiento 6** [Elaboración propia, 2019]

Tipo de análisis	Unidad	Resultados		Requisitos
		Día 0	Día 12	
Nitrógeno básico volátil total (Bases volátiles totales), NBV	mg/100 g	16.21	20.50	Máx. 30
Histamina	mg/100 g	0.00	0.00	Máx. 5

### 3.5 Análisis microbiológicos

La Tabla 3.17 detalla los resultados de las muestras antes (día 0) y después del tratamiento (día 12). La misma indica que los pescados sometidos al tratamiento 6 cumplen con los requisitos de la Norma NTE INEN 183:2013 “Pescado fresco refrigerado o congelado – Requisitos” detallada en el capítulo 2. Los resultados pueden observarse con más detalle en el Apéndice C, De I.

**Tabla 3.17 Análisis microbiológicos del tratamiento 6** [Elaboración propia, 2019]

Agente microbiológico	Unidad	Resultados		Requisitos	
		Día 0	Día 12	Mín.	Máx.
Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos	UFC/g	$1 \times 10^4$	$3 \times 10^2$	$5 \times 10^5$	$10 \times 10^5$
<i>E.coli</i> ,	UFC/g	<10	<10	10	500
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva,	UFC/g	< 10	< 10	100	1000
Salmonella/25 g	Ausencia /Presencia	Ausencia	Ausencia	No detectado	-
<i>Vibrio cholerae</i> /25 g	Ausencia/ Presencia	Ausencia	Ausencia	No detectado	-
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> /25 g	NMP/g	< 3	< 3	No detectado	-

### 3.6 Layout de la planta

La Figura 3.8 a continuación, detalla las ponderaciones usadas para cada uno de los departamentos y áreas de labores relacionadas al proceso productivo, para la

transformación y exportación del producto terminado; esto se realizó mediante la Tabla de Relación de Actividades (T.R.A.), con una estimación de 1000 m<sup>2</sup> mínimos de superficie total disponible para el establecimiento de la empresa.

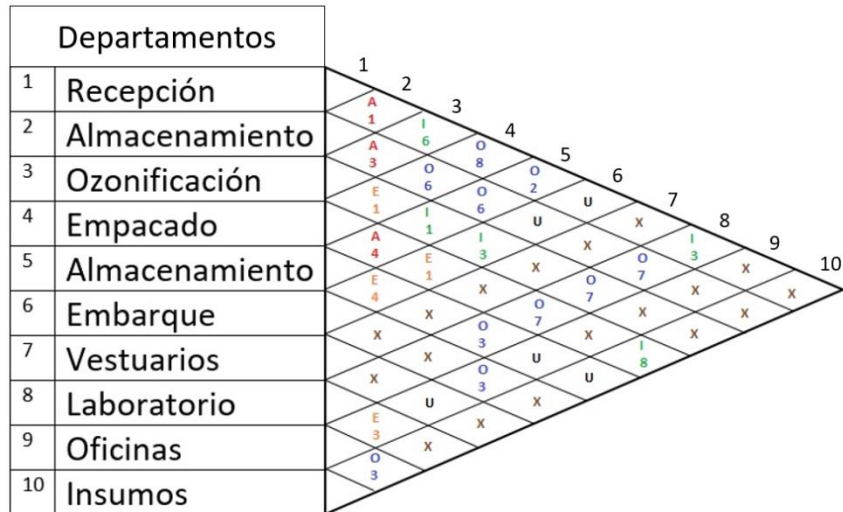


Figura 3.8 Tabla de Relación de Actividades [Elaboración propia, 2019]

La Figura 3.9 muestra la distribución de las áreas obtenida, con la utilización de los datos de la Figura 3.8 y el uso del programa Corelap. La distribución, sigue una secuencia en S, empezando la cadena productiva desde la recepción de la materia prima hasta el embarque del producto terminado.

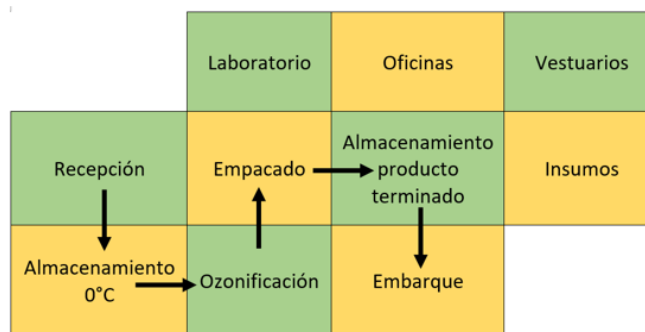


Figura 3.9 Layout de la planta [Elaboración propia, 2019]

### 3.7 Estimación de costos

La Figura 3.10 presenta el flujograma del proceso productivo con los nuevos parámetros establecidos: concentración de ozono y tiempo de inmersión, como parte de la estandarización del proceso de conservación del pescado con ozono.

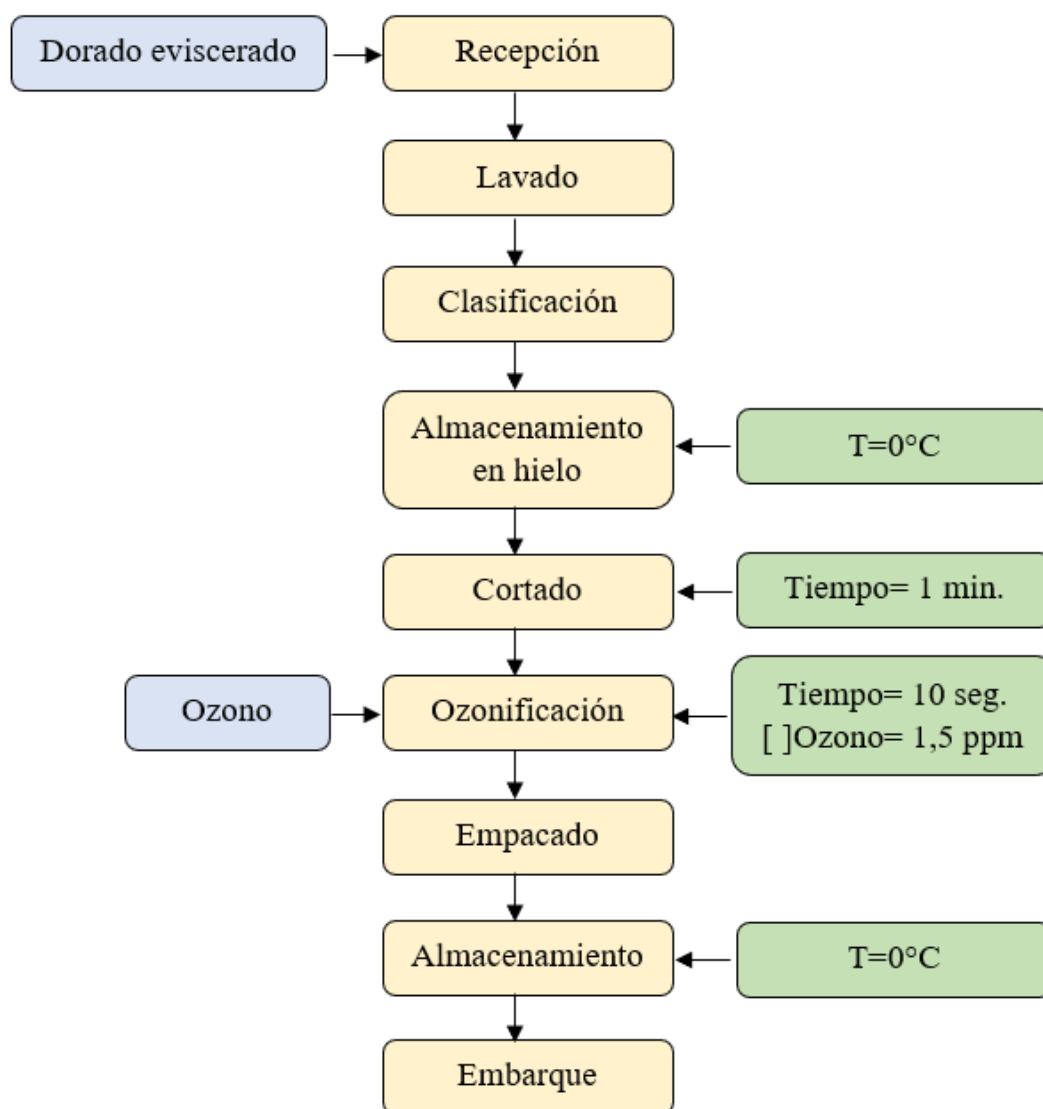


Figura 3.10 Diagrama de flujo con nuevos parámetros [Elaboración propia, 2019]

### 3.7.1 Balance de materia por batch

El proceso productivo del pescado Dorado en fresco involucra una jornada laboral constituida por 2 batches diarios con 3 cajas de 170 libras del producto procesado por batch y un rendimiento del proceso del 90% calculado en la Tabla 3.18, que se debe a las mermas generadas durante la etapa de cortado. Esto indica la necesidad de un total de 188 libras de materia prima por caja para llegar a los requerimientos productivos deseados.

**Tabla 3.18 Balance de materia del proceso** [Elaboración propia, 2019]

Proceso	Porcentaje de mermas	Peso inicial por etapa	Cantidad de pérdida	Peso final por etapa	Justificación de la pérdida
Recepción	0%	188 kg	0	188 kg	No hay pérdida
Lavado	0%	188 kg	0	188 kg	No hay pérdida
Clasificación	0%	188 kg	0	188 kg	No hay pérdida
Refrigerado	0%	188 kg	0	188 kg	No hay pérdida
Cortado	10%	188 kg	18,8 kg	169,2 kg	Existe pérdida de peso por el corte de las aletas, cabeza y cola de las piezas
Ozonificación	0%	169,2 kg	0	169,2 kg	No hay pérdida
Pesado	0%	169,2 kg	0	169,2 kg	No hay pérdida
Empacado	0%	169,2 kg	0	169,2 kg	No hay pérdida
Almacenamiento	0%	169,2 kg	0	169,2 kg	No hay pérdida
Total merma	10%				
Rendimiento	90%				

### 3.7.2 Costo del tratamiento

El costo total para el tratamiento seleccionado fue de \$0,1743, que se obtiene a partir de la suma de la dosis de Oxígeno utilizada y el amperaje ajustado en el equipo, para obtener la concentración deseada. Estos costos se detallan en la Tabla 3.19.

**Tabla 3.19 Costos de tratamiento seleccionado** [Elaboración propia, 2019]

Oxígeno			
Tiempo (s)	Dosis (L/min)	Costo (\$/L)	Costo (10 s)
10	2	0,52	\$ 0,17

Energía			
Amperaje (A)	KW	Costo (\$/KWh)	Costo (10 s)
1,5	0,457	0,1	\$0,0001
Costo total			\$ 0,17

### 3.7.3 Costos de producción

Los costos mensuales de producción estimados en la empresa, son de \$102.499 mismos que se muestran con mayor detalle en la Tabla 3.20. En la misma se puede observar que el costo unitario por caja de 170 libras de Dorado es de \$569,44, el cual, con un margen de contribución adjunto de 56%, genera un precio de venta (P.V.P) de \$1292 por caja. Este costo de la nueva propuesta es superior en 0.19% al costo de las condiciones actuales que se detalla en el Apéndice M.

Un resumen de los parámetros, costos y resultados del anterior tratamiento versus la nueva propuesta se adjunta en el Apéndice N.

**Tabla 3.20 Tabla de costos por caja de 170 libras [Elaboración propia, 2019]**

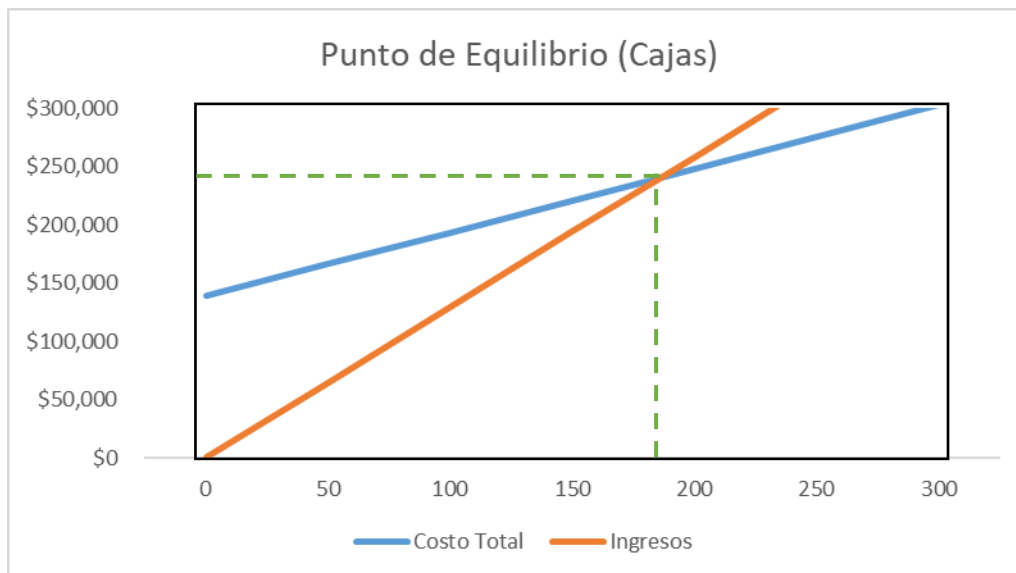
		Cantidad/ Batch	*UMB	Costo UMB	Costo/ Mes	Costo/ Batch	Costo/Caja (170 Lbs)	Costo/Libra	
<b>Materia Prima</b>	Dorado / Mahi Mahi Entero	566	Libras	\$2,80	\$95.088,00	\$1.584,80	\$528,27	\$3,12	
	Oxígeno	12	Litros	\$1,91	\$376,12	\$6,27	\$2,09		
<b>Material Empaque</b>	Tapa Caja	3	und	\$3,95	\$711,00	\$11,85	\$3,95	\$0,09	
	Fondo Caja	3	und	\$5,45	\$981,00	\$16,35	\$5,45		
	Funda Gel Pack	15	und	\$0,15	\$135,00	\$2,25	\$0,75		
	Grapas cartón	54	und	\$0,00	\$9,72	\$0,16	\$0,05		
	Hebillas	9	und	\$0,01	\$7,02	\$0,12	\$0,04		
	Plumafon Fondo	6	und	\$0,76	\$271,80	\$4,53	\$1,51		
	Plumafon Lateral	6	und	\$0,49	\$174,60	\$2,91	\$0,97		
	Plumafon Punta	6	und	\$0,11	\$39,60	\$0,66	\$0,22		
	Protector de cama	6	und	\$0,34	\$122,40	\$2,04	\$0,68		
	Rollo plástico forro	1,32	und	\$2,41	\$190,79	\$3,18	\$1,06		
	Zuncho plástico	0,17	und	\$2,00	\$20,40	\$0,34	\$0,11		
<b>Costos Variables</b>	<b>Total</b>				<b>\$ 98.127,45</b>	<b>\$ 1.635,46</b>	<b>\$ 545,15</b>	\$3,21	
<b>Mano Obra</b>	Mano de Obra Directa	10	Operarios	Sueldo	\$ 3.940,00	\$ 65,67	\$ 21,89	<b>Costo total/Libra</b>	
				\$ 394,00					
<b>Total Costos Directos</b>					<b>\$ 102.067,45</b>	<b>\$ 1.701,12</b>	<b>\$ 567,04</b>		
<b>Servicios</b>	Agua	2,32	m <sup>3</sup>	\$ 0,72	\$ 100,22	\$ 1,67	\$ 0,56		
	Energía Eléctrica	55,27	Kw/h	\$ 0,10	\$ 331,62	\$ 5,53	\$ 1,84		
<b>Total Costos Indirectos</b>					<b>\$ 431,84</b>	<b>\$ 7,20</b>	<b>\$ 2,40</b>		
<b>Total Costo Producción</b>					<b>\$ 102.499,30</b>	<b>\$ 1.708,32</b>	<b>\$ 569,44</b>		<b>\$3,35</b>
<b>Costo/ Caja</b>							\$ 569,44		
<b>Margen</b>							\$ 722,56		
<b>*PVP</b>							\$ 1.292		

### 3.7.4 Punto de Equilibrio

Los datos para la estimación del punto de equilibrio se muestran en la Tabla 3.21. Se consideraron los costos fijos de producción anual, así como el costo variable unitario y el precio de venta al público por caja de 170 libras de Dorado, obteniéndose como resultado la cantidad de 187 cajas de Dorado a ser vendidas para igualar ingresos y egresos. Gráficamente se puede observar el punto de equilibrio en la Figura 3.11.

**Tabla 3.21 Estimación de punto de equilibrio [Elaboración propia, 2019]**

Costos Fijos Anuales	
Rubros	Cantidad
Salarios	\$136.565,32
Depreciación de equipos	\$2.357,00
<b>Total CF</b>	<b>\$138.922,32</b>
Costos Variables por Libra	
Rubros	Cantidad
Materia Prima	\$530,40
Suministros	\$15,30
<b>Total CV</b>	<b>\$545,70</b>
<b>PVP</b>	<b>\$1.292,00</b>
<b>Cantidad de Equilibrio</b>	186,15 Cajas
<b>Punto de equilibrio</b>	<b>\$240.503</b>



**Figura 3.11 Punto de equilibrio [Elaboración propia, 2019]**



### 3.7.5 Análisis Financiero

El proceso de producción fue sometido a un análisis financiero en donde se hizo la estimación del flujo de caja neto mediante una proyección a 5 años de los ingresos y egresos con una tasa de crecimiento de la demanda del 1,5% anual. Como egresos se consideraron los gastos de inversión inicial y los costos fijos y variables anuales de producción detallados en el Apéndice O; por otra parte, se consideraron las ventas totales anuales como ingresos, generando una Tasa Interna de Retorno estimada del 67% con un periodo de recuperación de la inversión inicial de 2,1 años, detallado en el Apéndice P.

$$PRD = 2 + \frac{|Valor\ acum.\ de\ periodo\ de\ recuperación - Valor\ inicial\ a\ recuperar|}{Valor\ presente\ anterior\ al\ periodo\ de\ recuperación} \quad (3.1)$$

$$Periodo\ de\ recuperación = 2 + \frac{|1.748.018,73 - 1.338.920|}{572.577,51}$$

$$Periodo\ de\ recuperación = 2,1\ años$$

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se seleccionó el tratamiento 6 como la mejor alternativa para la conservación del pescado en fresco, debido a que mantuvo todos los atributos sensoriales sin cambios significativos durante 8 días en comparación con los otros tratamientos y pruebas preliminares evidenciándose un aumento de 3 días en la conservación del producto.
- El tratamiento 6 cumple con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos estipulados en la Norma NTE INEN 183:2013.
- Las condiciones de proceso para la conservación del pescado en fresco quedan establecidas en una concentración de ozono de 1.5 ppm y tiempo de inmersión de 10 segundos.
- La concentración de ozono a 2 ppm, correspondiente al tratamiento 7, oscurece la línea de sangre del pescado; sin embargo, el aspecto de la carne, el olor, la piel y la textura se mantienen hasta el día 12. Por tanto, el tratamiento 7 puede considerarse como una alternativa para la conservación de filetes o flechas de pescado.
- Los pescados que no cumplen con los requerimientos del cliente pueden ser comercializados en el mercado local, ya que la prueba de bases volátiles indica que no existen reacciones de degradación en ellos hasta el día 12 de experimentación.
- El costo estimado por caja de 170 libras de Dorado fresco utilizando el nuevo tratamiento de conservación con ozono es de \$ 569,44, mientras que, con el tratamiento anterior el costo fue de \$ 568,40, es decir, un incremento del 0,19% en comparación al anterior tratamiento utilizado por la empresa; una diferencia mínima para los 3 días que se logrará incrementar el tiempo de comercialización del Dorado en fresco.

## **4.2 Recomendaciones**

- Realizar una segunda experimentación para determinar la repetitividad del tratamiento seleccionado.
- Considerar el método de captura del pescado como un factor importante de la materia prima para su procesamiento a nivel de industria, ya que puede influir en la coloración de la línea de sangre (oscureciéndola) y, por lo tanto, ser un factor externo al proceso que cause la pérdida de frescura del pescado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barba, G., & Ramírez, J. (2012). Contenido de histamina y calidad microbiológica de pescado comercializado en Mazatlán, Sinaloa. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 1-12.
- Betún, C. (2017). Exportación de peces dorados congelados a Estados Unidos. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Blogoslawski, W., & Stewart, M. (2011). Some Ozone Applications in Seafood. *Taylor & Francis, Ozone: Science & Engineering*, 33: 368–373.
- Brodowska, A., Nowak, A., & Śmigielski, K. (2017). Ozone in the Food Industry: Principles of Ozone Treatment, Mechanisms of Action, and Applications. An Overview. *Taylor & Francis*.
- Campos, C., Rodríguez, O., Losada, V., Aubourg, S., & Barros, J. (2004). Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*). *Science Direct*, 123-125.
- Casp, A. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*.
- Dehkordi, B., & Zokaie, N. (2010). Extension of Fish Shelf Life by Ozone. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, Vol:4, No:2.
- Doré, I. (1991). *The new fresh seafood buyer's guide*. Boston: Springer.
- ESPAE. (2016). Orientación estratégica para la toma de decisiones – Industria de Pesca. Obtenido de <http://www.espae.espol.edu.ec/industria-pesca/>
- FAO. (2009). *Directrices para la inspección del pescado basada en los riesgos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. (2014). *Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura*. Asunción: Plan nacional de desarrollo de la acuicultura sostenible en Paraguay.
- Gonçalves, A. (2009). Ozone – an Emerging Technology for the Seafood Industry. *BRAZILIAN ARCHIVES OF BIOLOGY AND TECHNOLOGY*, Vol.52, n. 6: pp. 1527-1539.
- Kim, J.-G., Yousef, A. E., & Khadre, M. A. (2003). *Ozone and its current and future application in the food industry*. Columbus, USA: Elsevier Science Ltd.

- Kim, J.-G., Yousef, A., & Dave, S. (1999). Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review. *Journal of Food Protection*, Vol. 62, No. 9, Pag. 1071–1087.
- Levins, C. (23 de Marzo de 2018). Gel Packs versus Dry Ice: Tips to Shipping Seafood. Miami, Estados Unidos: Air Sea Containers.
- MAGAP. (2015). Sector pesquero ecuatoriano, pesquerías: Atún y Dorado. Guayaquil, Ecuador.
- MAP. (28 de Marzo de 2018). *Ministerio de Acuicultura y Pesca*. Obtenido de <https://www.acuaculturaypesca.gob.ec/subpesca4504-ecuador-exporto-productos-pesqueros-y-acuicolas-por-usd-373-millones-en-enero.html>
- Margeirsson, B., & Gospavic, R. (2010). Experimental and numerical modelling comparison of thermal performance of expanded polystyrene and corrugated plastic packaging for fresh fish. *International Journal of Refrigeration*, 573-585.
- Nath, A., Mukhimb, K., Swerb, T., Duttaa, D., Vermaa, N., Dekab, B., & Gangwar, B. (2014). A Review on Application of Ozone in the Food Processing and Packaging. *Journal of Food Product Development and Packaging*, 7-21.
- NTC 1443, N. T. (2009). Productos de la pesca y acuicultura. Pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados. *Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)*, 5.
- NTE INEN 183, N. T. (2013). *Pescado fresco refrigerado o congelado - Requisitos*.
- O'Donnell, C., Rice, R., Cullen, P., & Tiwari, B. (2012). *Ozone in food processing*. Wiley-Blackwell.
- Perrichon, P., & Stieglitz, J. (2019). Mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) life development: morphological, physiological, behavioral and molecular phenotypes. *Wiley-Blackwell Online Open*, 337-350.
- Shawyer, M., & Medina, A. (2005). El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 436, 3. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5013s/y5013s00.htm#Contents>
- WWF. (2019). *Pesquerías y Acuicultura: El sector pesquero en Ecuador*. Obtenido de World Wildlife Fund: WWF: [http://www.wwf.org.ec/nuestro\\_trabajo/pesquerias/](http://www.wwf.org.ec/nuestro_trabajo/pesquerias/)

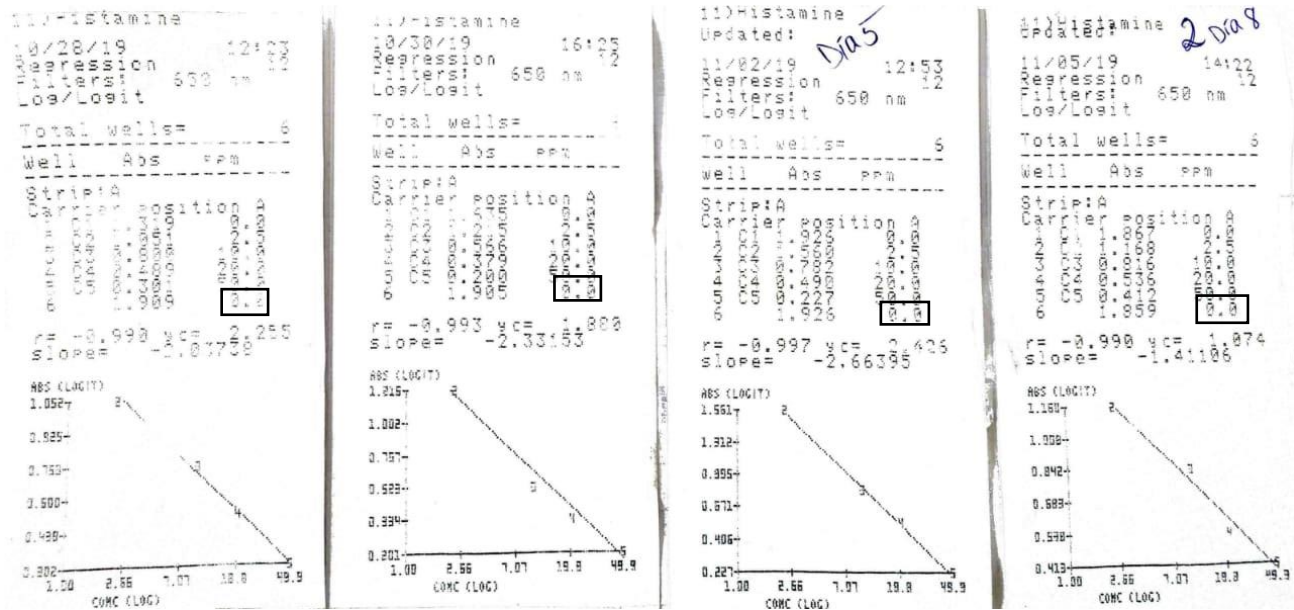
# APÉNDICES

# Apéndice A

## Prueba preliminar

### Análisis físico - químicos

**Figura A. Concentración histamínica del pescado en el día 0, 2, 5 y 8 de la prueba preliminar. [Elaboración propia, 2019]**



## Apéndice B

### Prueba preliminar

**Índice de calidad de muestra 1 de pescado en los días 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

MUESTRA 1				
°N Panelista	DIA 0	DIA 2	DIA 5	DIA 8
	Índice de calidad	Índice de Calidad	Índice de Calidad	Índice de Calidad
Panelista 1	1	0,96	0,88	0,6
Panelista 2	1	0,96	0,88	0,64
Panelista 3	1	0,88	0,84	0,68
Panelista 4	1	0,84	0,96	0,56
Panelista 5	1	1	0,92	0,68
Panelista 6	1	0,96	0,84	0,72
Panelista 7	1	1	0,96	0,68
Panelista 8	1	0,88	0,96	0,72
	DIA 0	DIA 2	DIA 5	DIA 8
<b>Promedio</b>	<b>1</b>	<b>0,935</b>	<b>0,905</b>	<b>0,66</b>

**Índice de calidad de muestra 2 de pescado en los días 0, 2, 5 y 8 [Elaboración propia, 2019]**

MUESTRA 2				
°N Panelista	DIA 0	DIA 2	DIA 5	DIA 8
	Índice de Calidad	Índice de Calidad	Índice de Calidad	Índice de Calidad
Panelista 1	1	0,92	0,84	0,64
Panelista 2	1	0,8	0,8	0,68
Panelista 3	1	0,88	0,88	0,68
Panelista 4	1	0,84	0,88	0,64
Panelista 5	1	0,92	0,88	0,68
Panelista 6	1	0,88	0,8	0,8
Panelista 7	1	0,88	0,8	0,76
Panelista 8	1	0,72	0,88	0,76
	DIA 0	DIA 2	DIA 5	DIA 8
<b>Promedio</b>	<b>1</b>	<b>0,855</b>	<b>0,845</b>	<b>0,705</b>



## Apéndice C

### Informe microbiológico de muestra de pescado en el día 0 [Elaboración propia, 2019]



Informe de ensayo							
Guayaquil OL N°:94136/2							
Datos del cliente							
Cliente:		CEPROFISH S.A.					
Dirección:		GUAYAS / GUAYAQUIL / TARQUI / UNICA Y AV SAN JORGE					
Solicitado por:		Ing. Joselyn Parra					
Muestreo realizado por:		El Cliente		Tipo de muestreo:		N/A	
Fecha de muestreo:		N/A		Hora de muestreo:		N/A	
Fecha de recepción:		10/12/2019		Fecha de análisis:		10/12/2019	
				Lugar de Muestreo:		N/A	
				reporte final:		19/12/2019	
<p><b>NOTA:</b> Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el laboratorio, la identificación de las muestras es la responsabilidad del cliente. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Preguntas o comentarios comuníquese al: 042-399192. Ext. 107-110 o 120</p> <p>Laboratorio de Ensayo Acreditado por A2LA con certificado No.- 2185.01 y 2185.02.</p>							
datos de la muestra							
tipo:		Pescado		cantidad:		350g	
				envase:		esteril, cerrado, de plastico,	
identificación de la muestra:		M1.- Día 0 / Pescado Dorado Tratado con Ozono					
Resultados de Microbiología							
Parámetros	Métodos	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	Mín	Máx
V.Cholerae	BVE-CTD-LAB-SOP-027 / BAM CAP 9 LIT C	✓		Ausencia/Presencia	Ausencia	No detectado	-
V.Parahemolytic	BVE-CTD-LAB-SOP-026 / BAM Chapter 9 – literal E	✓		NMP/g	<3	No detectado	-
Aerobios Mesofilos	BVE-CTD -LAB-SOP-024(FDA/CF S SAN BAM, 2001 Cap 3.	✓	✓	UFC/g	1x10 <sup>4</sup>	5x10 <sup>5</sup>	10x10 <sup>5</sup>
Salmonella	BVE-CTD -LAB-SOP-073(AOAC Ed. 20, 2016, 960801, 1)	✓	✓	Ausencia/Presencia	Ausencia	No detectado	-
Estafilococos Aureus	BVE-CTD -LAB-SOP-29(AOAC, Ed. 20, 2016,975.55)	✓	✓	UFC/g	<10	100	1000
E.Coli	BVE-CTD-LAB-SOP-017A ( AOAC 20 th 99114)	✓	✓	UFC/g	<10	10	500
Resultados de Bromatología							
Parámetros	Métodos	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	Mín	Máx
*Nitrógeno básico volátil	INEN 182			mg/100g	16.21	--	30

Las opiniones / interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA.

Notas:

(A)U Incertidumbre) U EXPANDIDA, basada en un nivel de confianza de K = 2 (95%)

<3 Significa ausencia de tubos positivos, <10 Significa ausencia en una dilución de 1/10.

<1 Significa ausencia en una siembra directa, <1.1 significa ausencia de tubos positivos

<1.8 significa ausencia de tubos positivos

(\*) Parámetro fuera del alcance de Acreditación

(\*\*) Por fuera de rango de validación del método

(\*) Parámetros Subcontratados

NTE INEN 183:2013 Primera revisión

Pescado Fresco Refrigerado o Congelado Requisitos.

Tabla.- 1. Requisitos físicos químicos para el pescado fresco refrigerado o congelado.

Tabla.- 2. Requisitos microbiológicos para los pescados frescos refrigerados o congelados.

Digitally signed by MARTHA VANESSA NAVARRETE LOYOLA  
Date: 2019.12.19 17:44:40 COT

Dra. Martha Navarrete  
Gerente de Laboratorio

## Apéndice D

### Informe microbiológico de muestra de pescado en el día 12 [Elaboración propia, 2019]



Informe de ensayo			
Guayaquil OL N°:94136-1/2			
Datos del cliente			
<b>Cliente:</b>	CEPROFISH S.A.		
<b>Dirección:</b>	GUAYAS / GUAYAQUIL / TARQUI / UNICA Y AV SAN JORGE		
<b>Solicitado por:</b>	Ing. Joselyn Parra		
<b>Muestreo realizado por:</b>	El Cliente	<b>Tipo de muestreo:</b>	N/A
<b>Fecha de muestreo:</b>	N/A	<b>Hora de muestreo:</b>	N/A
<b>Fecha de recepción:</b>	10/12/2019	<b>Fecha de análisis:</b>	10/12/2019
		<b>Lugar de Muestreo:</b>	N/A
		<b>reporte final:</b>	19/12/2019
<b>NOTA:</b> Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en el laboratorio, la identificación de las muestras es la responsabilidad del cliente. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio. Preguntas o comentarios comuníquese al: 042-399192. Ext. 107-110 o 120			
Laboratorio de Ensayo Acreditado por A2LA con certificado No. - 2185.01 y 2185.02.			

datos de la muestra		
<b>tipo:</b> Pescado	<b>cantidad:</b> 350g	<b>envase:</b> esteril, cerrado, de plastico,
<b>identificación de la muestra:</b> M2.- Día 12 / Pescado Dorado Tratado con Ozono		

Resultados de Microbiología							
Parámetros	Métodos	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	Mín	Máx
V.Cholerae	BVE-CTD-LAB-SOP-027 / BAM CAP 9 LIT C	✓		Ausencia/Presencia	Ausencia	No detectado	-
V.Parahemolytic	BVE-CTD-LAB-SOP-026 / BAM Chapter 9 – literal E	✓		NMP/g	<3	No detectado	-
Aerobios Mesofilos	BVE-CTD -LAB-SOP-024(FDA/CF S SAN BAM. 2001Cap 3.	✓	✓	UFC/g	3x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>5</sup>	10x10 <sup>5</sup>
Salmonella	BVE-CTD -LAB-SOP-073(AOAC Ed. 20, 2016; 960801, 1)	✓	✓	Ausencia/Presencia	Ausencia	No detectado	-
Estafilococos Aureus	BVE-CTD -LAB-SOP-29(AOAC, Ed. 20, 2016,975.55)	✓	✓	UFC/g	<10	100	1000
E.Coli	BVE-CTD-LAB-SOP-017A ( AOAC 20 th 99114)	✓	✓	UFC/g	<10	10	500

Resultados de Bromatología							
Parámetros	Métodos	A2LA	SAE	Unidad	Resultados	Mín	Máx
*Nitrógeno básico volátil	INEN 182			mg/100g	20.50	--	30

Las opiniones / interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE y A2LA.

Notas:

(±)U Incertidumbre) U EXPANDIDA, basada en un nivel de confianza de K = 2 (95%)

<3 Significa ausencia de tubos positivos, <10 Significa ausencia en una dilución de 1/10.

<1 Significa ausencia en una siembra directa, <1.1 significa ausencia de tubos positivos

<1.8 significa ausencia de tubos positivos

(\*) Parámetro fuera del alcance de Acreditación

(\*\*) Por fuera de rango de validación del método

(\*) Parámetros Subcontratados

NTE INEN 183:2013 Primera revisión

Pescado Fresco Refrigerado o Congelado Requisitos.

Tabla.- 1. Requisitos físicos químicos para el pescado fresco refrigerado o congelado.

Tabla.- 2. Requisitos microbiológicos para los pescados frescos refrigerados o congelados.

Digitally signed by MARTHA VANESSA NAVARRETE LOYOLA  
Date: 2019.12.19 17:44:48 COT

Dra. Martha Navarrete  
Gerente de Laboratorio

## Apéndice E

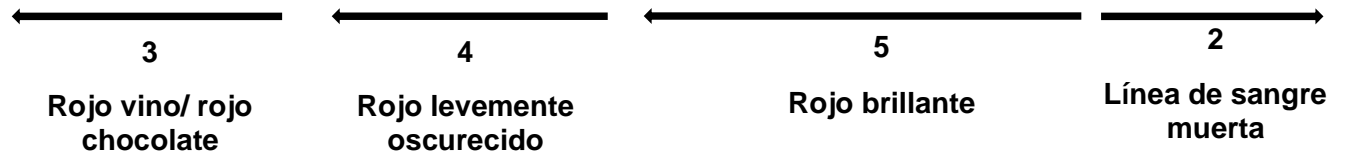
Formato de prueba sensorial [Elaboración propia, 2019]

PRUEBA DESCRIPTIVA					
Nombre: _____		°NPanelista ____			
Fecha: _____		°N muestra ____			
Tipo de muestra: Pescado Mahi – Mahi / Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> )					
<b>Instrucciones</b>					
Califique del 1 al 5 los siguientes atributos del pescado, marcando con una <b>X</b> en la casilla correspondiente. Considere 1 como la calificación más baja y 5 como la calificación más alta.					
<b>Atributos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Olor					
Piel					
Textura					
Color de la carne					
Línea de sangre					
Observaciones:					
_____					
_____					
_____					
_____					
<b><i>¡Muchas Gracias por su Colaboración!</i></b>					

## Apéndice F

**Tipos de coloraciones de líneas de sangre** [Elaboración propia, 2019]

**Escala: 1 – 5**



**1: Línea de sangre desvanecida, no se observa en la carne.**

## Apéndice G

### Diseño experimental

#### Prueba de Friedman de la muestra 2 [Elaboración propia, 2019]

##### Olor

Estadísticas descriptivas				Prueba		
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	11,0	Hipótesis alterna	H <sub>1</sub> : No todos los efectos del tratamiento son cero	
D12	3	4,1	4,0	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>
D2	3	5,0	11,0	No ajustado para empates	4	5,07 0,281
D5	3	5,0	11,0	Ajustado para empates	4	8,44 0,077
D8	3	4,9	8,0			
General	15	4,8				

##### Color de carne

Estadísticas descriptivas				Prueba		
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	11,5	Hipótesis alterna	H <sub>1</sub> : No todos los efectos del tratamiento son cero	
D12	3	4,1	6,5	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>
D2	3	4,9	10,0	No ajustado para empates	4	4,27 0,371
D5	3	5,0	11,5	Ajustado para empates	4	7,53 0,110
D8	3	4,0	5,5			
General	15	4,6				

##### Línea de sangre

Estadísticas descriptivas				Prueba		
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	14,0	Hipótesis alterna	H <sub>1</sub> : No todos los efectos del tratamiento son cero	
D12	3	3,0	5,5	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>
D2	3	4,1	11,0	No ajustado para empates	4	10,07 0,039
D5	3	4,1	11,0	Ajustado para empates	4	10,79 0,029
D8	3	2,3	3,5			
General	15	3,7				

##### Piel

Estadísticas descriptivas				Prueba		
DIA	N	Mediana	Suma de clasificaciones	Hipótesis nula	H <sub>0</sub> : Todos los efectos del tratamiento son cero	
D0	3	5,0	11,0	Hipótesis alterna	H <sub>1</sub> : No todos los efectos del tratamiento son cero	
D12	3	4,5	6,0	<b>Método</b>	<b>GL</b>	<b>Chi-cuadrada</b>
D2	3	5,0	11,0	No ajustado para empates	4	4,00 0,406
D5	3	5,0	11,0	Ajustado para empates	4	8,00 0,092
D8	3	4,5	6,0			
General	15	4,8				

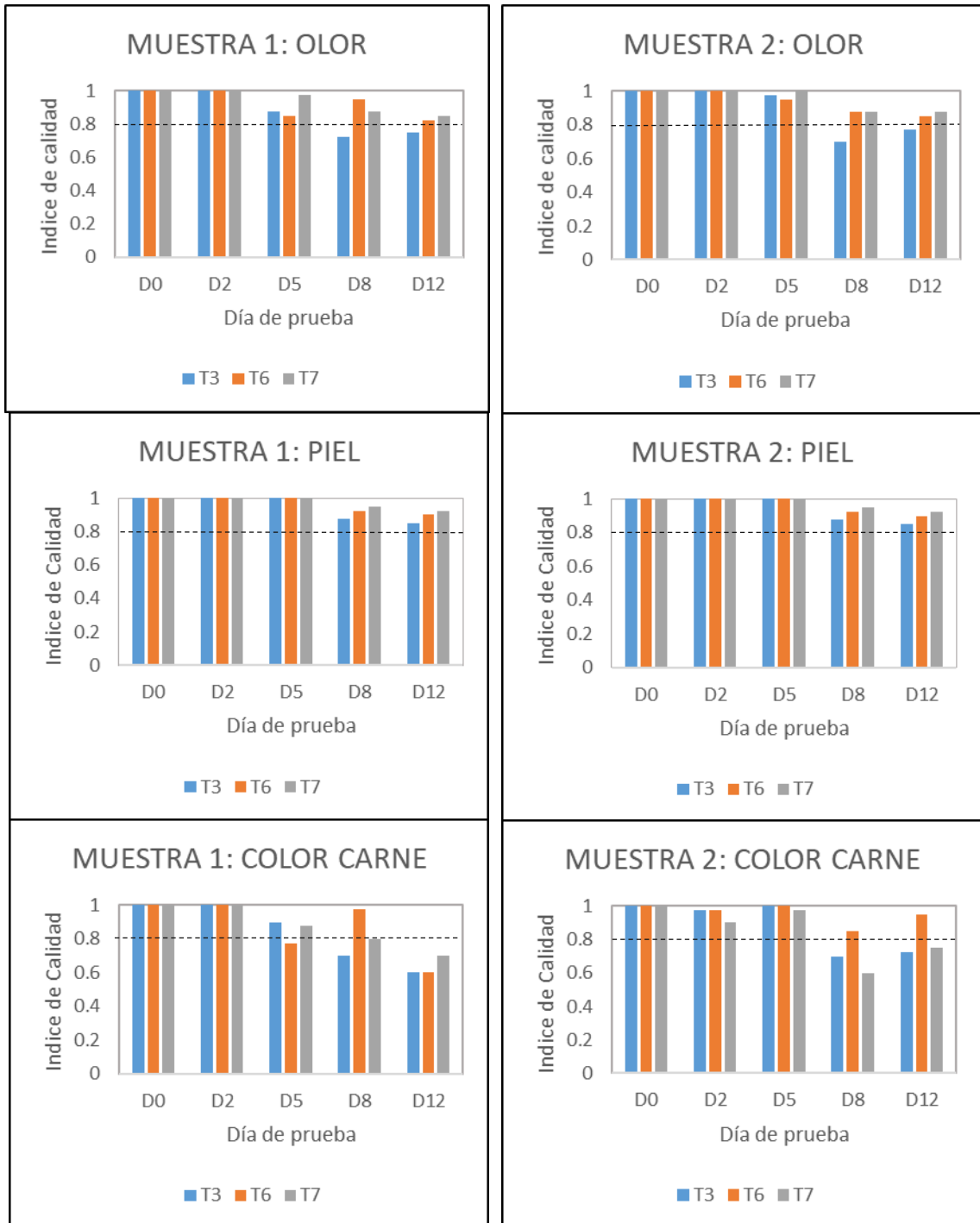
##### Textura

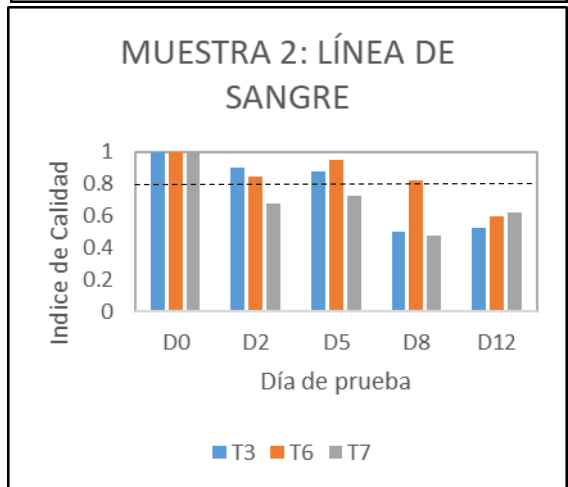
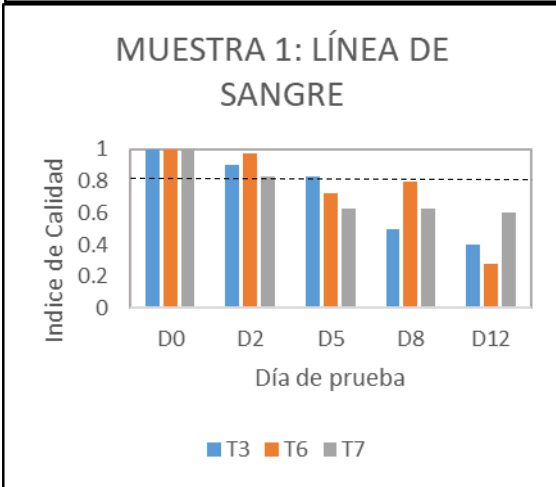
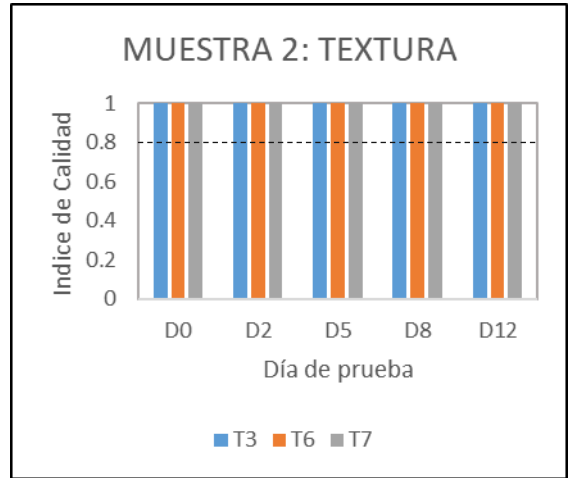
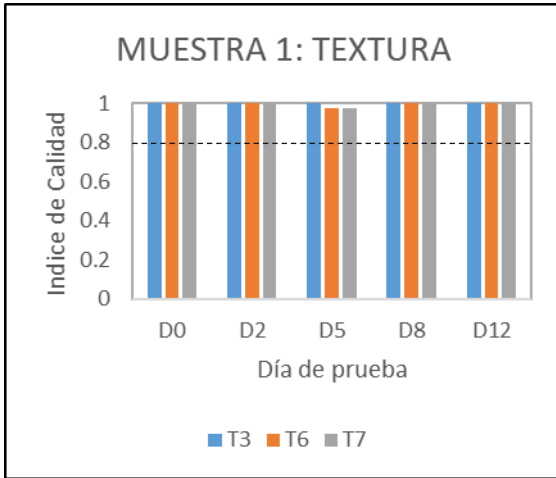
No hubo cambios en la textura en los días de prueba.

## Apéndice H

### Diseño experimental

#### Índice de calidad de la muestra 1 y muestra 2 [Elaboración propia, 2019]





# Apéndice I

## Diseño experimental

### Análisis de Histamina [Elaboración propia, 2019]

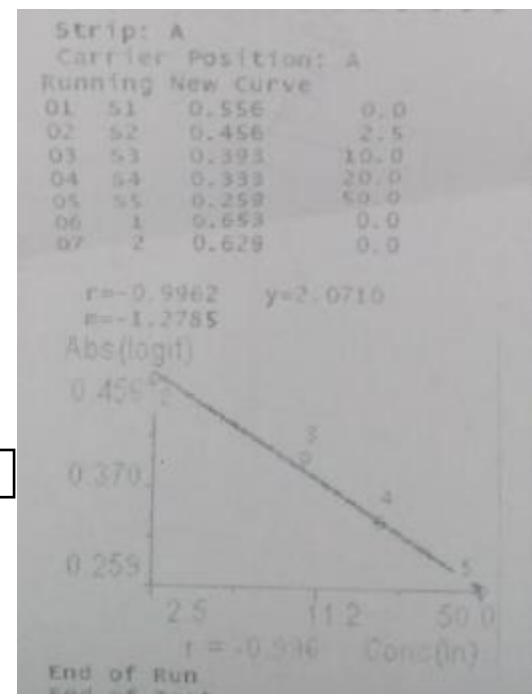
Día 0

2.1 ppm = 0.21 mg/100g



Día 12

0.00 ppm = 0 mg/100g





## Apéndice J

**Costos de materia prima y material de empaque** [Elaboración propia, 2019]

<b>Materia prima</b>	<b>Costo MP (\$/Lb)</b>	<b>Costo/Caja (\$)</b>	<b>Costo Batch (\$)</b>
Dorado / Mahi Mahi Entero	\$3,11	\$528,27	\$1.584,80
Oxígeno	\$0,01	\$2,09	\$6,27
<b>Material de empaque</b>			
Tapa Caja	\$0,02	\$3,95	\$11,85
Fondo Caja	\$0,03	\$5,45	\$16,35
Funda Gel Pack	\$0,00	\$0,75	\$2,25
Grapas cartón	\$0,00	\$0,05	\$0,16
Hebillas Plásticas	\$0,00	\$0,04	\$0,12
Lámina Plumafon Fondo	\$0,01	\$1,51	\$4,53
Lámina Plumafon Lateral	\$0,01	\$0,97	\$2,91
Lámina Plumafon Punta	\$0,00	\$0,22	\$0,66
Protector de cama / Pañales	\$0,00	\$0,68	\$2,04
Rollo plástico forro	\$0,01	\$1,06	\$3,18
Zuncho plástico	\$0,00	\$0,11	\$0,34

## Apéndice K

### Costos de mano de obra directa e indirecta [Elaboración propia, 2019]

Mano de Obra Directa	Total Operarios	Costo Mensual (\$)	Costo 13 ero (\$)	Costo 14to (\$)	Costo Aportaciones (\$)	Costo Anual (\$)	Costo Total Anual (\$)	Costo Total Mes (\$)	Costo Total Día (\$)	Costo Total Batch (\$)
Recepción	1,00	394,00	394,00	394,00	527,17	4728,00	6043,17	503,60	16,79	8,39
Lavado, Clasificación y Almacenamiento	2,00	788,00	788,00	788,00	1054,34	9456,00	12086,34	1007,20	33,57	16,79
Cortado	1,00	394,00	394,00	394,00	527,17	4728,00	6043,17	503,60	16,79	8,39
Limpieza y Ozonificación	4,00	1576,00	1576,00	1576,00	2108,69	18912,00	24172,69	2014,39	67,15	33,57
Empacado y Almacenado	2,00	788,00	788,00	788,00	1054,34	9456,00	12086,34	1007,20	33,57	16,79
<b>Total</b>	<b>10,00</b>	<b>3940,00</b>	<b>3940,00</b>	<b>3940,00</b>	<b>5271,72</b>	<b>47280,00</b>	<b>60431,72</b>	<b>5035,98</b>	<b>167,87</b>	<b>83,93</b>

Mano de Obra Indirecta	Total Personal	Costo Mensual (\$)	Costo 13 ero (\$)	Costo 14to (\$)	Costo Aportaciones (\$)	Costo Anual (\$)	Costo Total Anual (\$)	Costo Total Mes (\$)	Costo Total Día (\$)	Costo Total Batch (\$)
Gerente General	1	2500,00	2500,00	394,00	3345,00	30000,00	36239,00	3019,92	100,66	50,33
Jefe de Producción	1	1200,00	1200,00	394,00	1605,60	14400,00	17599,60	1466,63	48,89	24,44
Jefe de Calidad	1	900,00	900,00	394,00	1204,20	10800,00	13298,20	1108,18	36,94	18,47
Analista de Calidad	1	600,00	600,00	394,00	802,80	7200,00	8996,80	749,73	24,99	12,50
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5200,00</b>	<b>5200,00</b>	<b>1576,00</b>	<b>6957,60</b>	<b>62400,00</b>	<b>76133,60</b>	<b>6344,47</b>	<b>211,48</b>	<b>105,74</b>

## Apéndice L

### Costos de insumos [Elaboración propia, 2019]

Servicios	Unidad	Consumo por batch	Costo/ Caja (\$)	Costo por batch (\$)	Costo por Día (\$)	Costo por Semana (\$)	Costo por Mes (\$)	Costo por Año (\$)
Energia electrica	kw-h	55,2705	3,68	11,03	33,08	231,57	926,27	11115,27
Agua	m3	2,32	0,56	1,67	3,3408	23,3856	93,5424	1122,5088
<b>Total</b>			<b>4,23</b>	<b>12,70</b>	<b>36,42</b>	<b>254,95</b>	<b>1019,81</b>	<b>12237,78</b>

Equipos	Unidad	Potencia (kW)	Costo (\$/ Kwh)	Tiempo de operación Batch (min)	Tiempo de operación Batch (h)	Kwh por batch	Costo por Batch (\$/batch)	Costo por Día (\$/dia)	Costo por Semana	Costo por Mes	Costo por Año
Balanza	2	0,01	0,1	3	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Ozonificador	1	0,46	0,1	6	0,1	0,05	0,00	0,01	0,10	0,39	4,64
Camara de refrigeración	1	11	0,2	300	5	55,00	11,00	33,00	231,00	924,00	11088,00
Cortadora	1	1,12	0,1	12	0,2	0,22	0,02	0,07	0,47	1,88	22,58
<b>Total</b>						55,27	<b>\$ 11,03</b>	<b>\$ 33,08</b>	<b>\$ 231,57</b>	<b>\$ 926,27</b>	<b>\$ 11.115,27</b>

## Apéndice M

**Tabla de costos por caja de 170 libras con tratamiento actual [Elaboración propia, 2019]**

		Cantidad/ Batch	*UMB	Costo UMB	Costo/ Mes	Costo/ Batch	Costo/Caja (170 Lbs)	Costo/Libra	
<b>Materia Prima</b>	Dorado / Mahi Mahi Entero	566	Libras	\$2,80	\$95.088,00	\$1.584,80	\$528,27	\$3,11	
	Oxígeno	6	Litros	\$1,91	\$188,06	\$3,13	\$1,04		
<b>Material Empaque</b>	Tapa Caja	3	und	\$3,95	\$711,00	\$11,85	\$3,95	\$0,09	
	Fondo Caja	3	und	\$5,45	\$981,00	\$16,35	\$5,45		
	Funda Gel Pack	15	und	\$0,15	\$135,00	\$2,25	\$0,75		
	Grapas cartón	54	und	\$0,00	\$9,72	\$0,16	\$0,05		
	Hebillas	9	und	\$0,01	\$7,02	\$0,12	\$0,04		
	Plumafon Fondo	6	und	\$0,76	\$271,80	\$4,53	\$1,51		
	Plumafon Lateral	6	und	\$0,49	\$174,60	\$2,91	\$0,97		
	Plumafon Punta	6	und	\$0,11	\$39,60	\$0,66	\$0,22		
	Protector de cama	6	und	\$0,34	\$122,40	\$2,04	\$0,68		
	Rollo plástico forro	1,32	und	\$2,41	\$190,79	\$3,18	\$1,06		
Zuncho plástico	0,17	und	\$2,00	\$20,40	\$0,34	\$0,11			
<b>Costos Variables</b>	<b>Total</b>				<b>\$ 97.939,39</b>	<b>\$ 1.632,32</b>	<b>\$ 544,11</b>	\$3,20	
<b>Mano Obra</b>	Mano de Obra Directa	10	Operarios	Sueldo	<b>\$ 3.940,00</b>	<b>\$ 65,67</b>	<b>\$ 21,89</b>	<b>Costo total/Libra</b>	
				\$ 394,00					
<b>Total Costos Directos</b>					<b>\$ 101.879,39</b>	<b>\$ 1.697,99</b>	<b>\$ 566,00</b>		
<b>Servicios</b>	Agua	2,32	m <sup>3</sup>	\$ 0,72	\$ 100,22	\$ 1,67	\$ 0,56		
	Energía Eléctrica	55,27	Kw/h	\$ 0,10	\$ 331,62	\$ 5,53	\$ 1,84		
<b>Total Costos Indirectos</b>					<b>\$ 431,84</b>	<b>\$ 7,20</b>	<b>\$ 2,40</b>		
<b>Total Costo Producción</b>					<b>\$ 102.311,24</b>	<b>\$ 1.705,19</b>	<b>\$ 568,40</b>		<b>\$3,34</b>
<b>Costo/ Caja</b>							\$ 568,40		
<b>Margen</b>							\$ 723,60		
<b>*PVP</b>							\$ 1.291,00		

## Apéndice N

Resumen parámetros, costos y resultados entre tratamiento actual y propuesto [Elaboración propia, 2019]

Descripción	Actual	Propuesta
Concentración (ppm)	0,7	1,5
Tiempo (Segundos)	5	10
Costo tratamiento	\$0,09	\$0,17
Costo / Caja 170 Libras	\$568,40	\$569,44
Tiempo comercialización (Días)	5	8

## Apéndice Ñ

### Costos de equipos y su depreciación [Elaboración propia, 2019]

Activo	Valor de compra (\$)	Cantidad	Valor de compra total (\$)	Vida Útil Contable	Depreciación Anual (\$)	Años de depreciación (\$)	Valor en Venta (\$)	Depreciación Acumulada (\$)	Valor en Libros (\$)
Balanza	40	2	80	10	8	5	8	40	40
Ozonificador	2000	1	2000	10	200	5	200	1000	1000
Camara de refrigeración	15000	1	15000	10	1500	5	1500	7500	7500
Cortadora	900	1	900	10	90	5	90	450	450
Coches	300	3	900	10	90	5	90	450	450
Contenedores de 1500 L	500	6	3000	10	300	5	300	1500	1500
Gavetas plasticas	10	50	500	10	50	5	50	250	250
Mesas de Trabajo	170	7	1190	10	119	5	119	595	595
<b>Total</b>	<b>18920</b>	<b>71</b>	<b>23570</b>		<b>2357</b>		<b>2357</b>	<b>11785</b>	<b>11785</b>

<b>Método comercial</b>	
	<b>US\$</b>
Ventas	<b>2357</b>
Valor en Libros	<b>11785</b>
Utilidad	-9428
Impuesto (12%)	-1131,36
Utilidad Neta	-8296,64
Valor en Libros	11785
Valor de Desecho	3488,36

## Apéndice O

### Proyección de Ingresos y Costos Variables [Elaboración propia, 2019]

Inflación anual	1,5%
-----------------	------

Proyección de Ingresos					
Año	1	2	3	4	5
Libras Anuales	380352	386057,28	391848,139	397725,861	403691,749
Precio de Venta	\$7,60	\$7,71	\$7,83	\$7,95	\$8,07
Producción	380352	386057,28	391848,139	397725,861	403691,749
<b>Ingresos</b>	<b>\$2.890.675</b>	<b>\$2.978.046</b>	<b>\$3.068.057</b>	<b>\$3.160.789</b>	<b>\$3.256.324</b>

Proyección de Costos Variables					
Año	1	2	3	4	5
Unidades Anuales	380352	386057,28	391848,139	397725,861	403691,749
Costo Producción	\$3,35	\$3,40	\$3,45	\$3,50	\$3,56
Producción	380352	386057,28	391848,139	397725,861	403691,749
<b>CV total</b>	<b>\$1.274.179</b>	<b>\$1.312.691</b>	<b>\$1.352.367</b>	<b>\$1.393.243</b>	<b>\$1.435.353</b>

## Apéndice P

### Análisis financiero y Periodo de recuperación [Elaboración propia, 2019]

	0	1	2	3	4	5
<b>Ventas Anuales</b>		\$2.890.675,20	\$2.978.045,86	\$3.068.057,29	\$3.160.789,33	\$3.256.324,18
<b>Costos Variables</b>		\$1.274.179,20	\$1.312.691,27	\$1.352.367,36	\$1.393.242,66	\$1.435.353,42
<b>Costos Fijos</b>		\$148.803,10	\$148.803,10	\$148.803,10	\$148.803,10	\$148.803,10
<b>Depreciación</b>		\$2.357,00	\$2.357,00	\$2.357,00	\$2.357,00	\$2.357,00
<b>Utilidad antes de Impuestos</b>		\$1.465.335,90	\$1.514.194,49	\$1.564.529,83	\$1.616.386,56	\$1.669.810,66
<b>Tasa impuesto 36,25%</b>		\$531.184,26	\$548.895,50	\$567.142,06	\$585.940,13	\$605.306,36
<b>Utilidad después de Impuestos</b>		\$934.151,64	\$965.298,99	\$997.387,77	\$1.030.446,43	\$1.064.504,30
<b>Inversión</b>						
<b>Activos</b>	\$988.920,00					
<b>Capital de Trabajo</b>	\$50.000,00					\$-50.000,00
<b>Gastos Preoperativos</b>	\$300.000,00					
<b>Depreciación</b>		\$2.357,00	\$2.357,00	\$2.357,00	\$2.357,00	\$2.357,00
<b>Ingreso neto venta AF</b>						\$3.488,36
<b>Valor de Desecho Económico</b>						
<b>Flujo de Caja Neto</b>	\$-1.338.920,00	\$936.508,64	\$967.655,99	\$999.744,77	\$1.032.803,43	\$1.100.349,66
<b>Tasa de Descuento</b>	30%					
<b>VAN</b>	\$1.067.068,07					
<b>TIR</b>	67%					
<b>Año</b>	0	1	2	3	4	5
<b>Flujo Neto</b>	\$-1.338.920,00	\$936.508,64	\$967.655,99	\$999.744,77	\$1.032.803,43	\$1.100.349,66
<b>Valor Presente (VP)</b>	\$-1.338.920,00	\$720.391,26	\$572.577,51	\$455.049,96	\$361.613,19	\$296.356,15
<b>Valor Presente Acumulado</b>	\$-1.338.920,00	\$720.391,26	\$1.292.968,77	\$1.748.018,73	\$2.109.631,92	\$2.405.988,07
<b>PRD</b>	2,10 años					