UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EFECTO DEL OZONO LIQUIDO SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL FILETE DE TILAPIA

EN LA EMPRESA AQUAFINCA SAINT PETER FISH

POR:

ARNOL JABIER CASTILLO HERNANDEZ

TESIS

CATACAMAS, OLANCHO

MARZO 2018

EFECTO DEL OZONO LÍQUIDO EN LA VIDA ÚTIL DEL FILETE DE TILAPIA EN LA EMPRESA AQUAFINCA SAINT PETER FISH

POR:

ARNOL JABIER CASTILLO HERNANDEZ

ARLIN LOBO M. Sc.

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO LICENCIADO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO **HONDURAS, C.A**

ABRIL, 2018

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

Primeramente, darle gracias a DIOS por mantenerme con salud y permitirme hacer realidad mis sueños y por haberme Regalado una familia maravillosa y unida siempre, tanto en los malos momentos como en los Buenos momentos de nuestra vida.

A mis queridos PADRES Patricio Castillo y Martina Hernandez por haberme brindado su apoyo incondicional su amor, su cariño y cada consejo que me ayudado hacer una mejor persona. Por qué gracias a ustedes he logrado llegar hasta donde estoy y convertirme en lo que ahora soy.

A mis hermanos Melvin Geovanny, Elmer Patricio por su apoyo y porque gracias a ustedes comprendí que los sueños se hacen realidad con mucho esfuerzo, así como me lo demostraron a mí. A Fanny Valeska, Gustavo Abel, Selvin Naun, Mainor Otoniel y Lesly Anabel porque de una y otra manera han estado siempre a mi lado y por tener un lugar en mi corazón.

A las princesas de la casa Lizzi Sthefanny y Maria Jose que han sido mi inspiración y la razón principal para seguir adelante y cumplir mis sueños, las amo muchos amores de mi vida.

A mi abuela Cruz Vázquez por haberme apoyado siempre y por sus sabios consejos que han sido de mucha ayuda en mi vida.

A todos mis familiares tíos, tías, primos, primas y demás familiares me han ayudado y apoyado de una y otra manera.

AGRADECIMIENTO

A MI DIOS TODO PODEROSO por porque sin merecerlo siempre ha estado presente cada día de mi vida y nunca me he dejado solo, por guiarme y hacerme ver la vida de otro modo y así ser una mejor persona.

A mis amados padres, **PATRICIO CASTILLO y MARTINA HERNANDEZ** quienes a lo largo de mi vida han estado presentes brindándome su apoyo tanto moral como ecológicamente, para poder llegar a estas instancias de mis estudios y por hacer realidad mis sueños los amo.

A mí querida **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por brindarme la oportunidad de formación profesional y hacer realidad mis sueños.

A la empresa **AQUAFINCA SAIN ETER FISH** por abrirme la oportunidad y todo el apoyo necesario para poder realizar mi investigación.

A mis asesores de tesis, Ing. **ARLIN LOBO**, Lic. **MARIO GONZALES**, y Dra**. NELYS HERRERA** por brindarme su apoyo y dedicación quien con su conocimiento, experiencia y motivación han logrado de mí poder culminar mi investigación final.

A mis colegas, compañeros y amigos de sección principalmente **XAVIER LEIVA, BALMORE SANTOS Y SAMUEL FLORES**, a mis compañeras de grupo durante mis cuatro años de estudio **ANDREA CERRATO, NANCY CARRANZA Y DARLIN GONZALEZ** por su apoyo y hacerme creer que todo es posible.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION i

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTO iii

LISTA DE CUADROS vi

LISTA DE ANEXOS vii

RESUMEN viii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. OBJETIVOS 2

2.1. General 2

2.2. Especificos 2

III. REVISION DE LITERATURA 3

3.1. Proceso de fileteado 3

3.2. Mercado y comercio del filete de tilapia 4

3.3. Ozono (O3) 4

3.4. Aplicación de agua ozonizada 5

3.5. Propiedades del ozono como desinfectante 5

3.6. Combinación de hielo líquido con ozono 6

3.7. Ozono en la industria cárnica y pesquera 6

IV. MATERIALES Y METODOS 8

4.1. Ubicación del experimento 8

4.2. Materiales y equipo 8
4.3. Manejo del experimento 8
4.4. Diseño experimental y tratamientos 9
4.5. Variables evaluadas 10
4.5.1 Olor 10
4.5.2 Color 11
4.5.3 Sabor 11
4.5.4 Textura 11
4.6. Recuentos de bacterias *Aerobias Mesófilas* 11
4.7. Método de dilución 12
4.8. Análisis de datos 12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 13
5.1. Evaluación microbiologica 13
5.2. Características sensoriales 15
VI. CONCLUSIONES 18
VII. RECOMENDACIONES 19
VIII. BIBLIOGRAFÍAS 20
ANEXOS 23

LISTA DE CUADROS

Tabla 1. Descripcion de los tratamientos..... 10
Tabla 2. Comparacion de medias a los 10 segundos 13
Tabla 3. Comparacion de medias a los 15 segundos 14
Tabla 4. Evaluación sensorial día 1 15
Tabla 5. Evaluación sensorial dia 7 16
Tabla 6. Evaluación sensorial dia 9 16
Tabla 7. Evaluación sensorial dia 12 17

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Fotos de la preparación de la muestra..... 24
Anexo 2. Fotos de la preparación de la muestra..... 25
Anexo 3. Análisis de varianza de los tratamientos con 10 segundos..... 26
Anexo 4. Análisis de varianza de los tratamientos con 15 segundos..... 26
Anexo 5. Desviación estándar de los tratamientos con 10 segundos..... 26
Anexo 6. Desviación estándar de los tratamientos con 10 segundos..... 27

Castillo Hernández A.J. 2018. Efecto del ozono líquido en la vida útil del filete de tilapia en la empresa Aquafinca Saint Peter Fish. Tesis de Licenciatura en Tecnología Alimentaria. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho. C.A.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la empresa Aquafinca Saint Peter Fish en la aldea de El Borbotón San Francisco de Yojoa Cortes. El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad del ozono líquido en la vida útil del filete de tilapia, con el fin de determinar que concentración y tiempo tiene una mayor efectividad, a través de pruebas microbiológicas, se realizó un análisis sensorial para evaluar el color, olor, sabor y textura. Se empleó un diseño experimental factorial 2 x 3 en el que se tomó como factores agua ozonizada a 3 niveles de concentración y 2 niveles de tiempo con dos repeticiones por tratamiento siendo el T1, representado por 1ppm y 10 segundos, T2, 1 ppm 15 segundos, T3, 2 ppm 10 segundos, T4, 2 ppm 15 segundos, T5, 3 ppm 10 segundos, T6, 3 ppm 15 segundos y T7, muestra control. Las variables de respuesta evaluadas fueron las propiedades sensoriales (color, olor, textura y sabor) y carga microbiana, los días de evaluación de todos los tratamientos fueron el día 1, 7, 9 y 12 de almacenamiento. En esta investigación se determinó el tiempo y la concentración que tiene mayor efectividad en el filete de tilapia. Los resultados mostraron que si hubo diferencia significativa en los tratamientos A 1 ppm con 10 segundos y C 3 ppm 10 segundos en comparación con la muestra control. Se observó que hubo un efecto positivo en todos los tratamientos con una excelente aceptación en las características organolépticas hasta el día 12 de almacenamiento, y de acuerdo a los resultados de los análisis microbiológicos el recuento total de bacterias Aerobias Mesófilas se mantiene dentro del límite permisible hasta el día 9 comparadas con la muestra control.

Palabras claves: Pruebas microbiológicas, ozono líquido, filete de tilapia.

I. INTRODUCCIÓN

El Codex Alimentarius define el ozono como agente antimicrobiano y desinfectante para sus alimentos, tanto en el agua destinada al consumo directo como en el hielo o sustancias para consumo, como el agua utilizada para la conservación de pescado, productos agrícolas y otros productos perecederos (Pérez et al 2006).

Debido a la historia del ozono como un agente desinfectante, se ha utilizado para preservar los mariscos recién pescados mejorando las propiedades organolépticas durante un período más largo de tiempo en almacenamiento, ya que en el hielo no ozonizado se puede ver, a menudo que contiene altos recuentos de bacterias (Blogoslawski y Stewart 2011)

El ozono ofrece soluciones de seguridad alimentaria como el saneamiento en las operaciones de producción y procesamiento de alimentos con aplicaciones especializadas para cada tipo y etapa de procesamiento de alimentos. El ozono no solo puede ayudar a mejorar el saneamiento de las operaciones, si no supera las normas reglamentarias La mayor parte de los alimentos en estado fresco, como es bien sabido, posee una vida útil limitada. Esta limitación es debida ante todo al crecimiento de microorganismos que se produce de manera natural en esos alimentos, y que da lugar a su deterioro progresivo (FAO, 2014).

En Honduras son pocos los estudios enfocados a la implementación de tecnologías no térmicas para conservación son por eso que, se realizó el estudio del efecto del ozono liquido en la vida útil del filete de tilapia en el cual se utilizaron diferentes tiempos y concentraciones y así determinar cuál es el tiempo y concentración que tiene mayor impacto positivo en el filete sin alterar las propiedades bioquímicas y organolépticas del filete fresco. Este trabajo se realizó en la empresa Aquafinca Saint Peter Fish.

II. OBJETIVOS

2.1.General

Evaluar el efecto del ozono líquido sobre la vida útil del filete fresco de tilapia en la empresa Aquafinca Saint Peter Fish.

2.2.Especificos

- Determinar la concentración de ozono y tiempo de aplicación que tiene una mayor efectividad en la vida útil del filete de tilapia a través de pruebas microbiológicas.

- Evaluar el efecto del tiempo de aplicación y concentración de ozono en las características sensoriales del filete de tilapia, como son color, olor, sabor y textura.

III. REVISION DE LITERATURA

De acuerdo a la FAO, a nivel mundial, la acuicultura ha crecido a un ritmo promedio del 9,2% anual desde la década de 1970, comparado con el 1,4% de la pesca de captura y el 2,8% de los sistemas de producción de carne terrestres. Este crecimiento ha sido impulsado principalmente por el cultivo de peces, los cuales ocupan actualmente el quinto lugar como producto agrícola más importante y el mayor recurso de proteína animal disponible para los humanos, proveen el 25% de la proteína animal en países desarrollados y más del 75% en los países en vías de desarrollo. Una de las especies consideradas clave para el crecimiento de la acuicultura es la tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) (Alcántara *et al* 2015).

Las tilapias son hoy el segundo grupo de peces más producido por la acuicultura mundial después de la carpa, con una contribución a la producción de aproximadamente el 20% del volumen total de peces, la cual se incrementa cada año.

La producción de tilapia tiene una amplia distribución; el 72% se cría en Asia (sobre todo en China y el sudeste asiático), el 19% en África y el 9% en América. Actualmente, el cultivo de tilapia o ti apicultura comprende el cultivo de más de 100 subespecies agrupadas en seis géneros. Por lo anterior, las tilapias recibieron el nombre popular de "pollos acuáticos", debido a las características de su filete y a su aparente facilidad de su cultivo (Alcántara *et al* 2015).

3.1. Proceso de fileteado

Se denomina fileteado al proceso por el cual se extraen láminas longitudinales de diferente grosor (filetes) de músculo sin espinas. Dicha técnica es muy utilizada en nuestro medio

especialmente en tilapias, donde los consumidores aprecian este tipo de presentación. El fileteado se practica también en el pacú y otras especies que se comercializan en nuestro medio.

Los rendimientos de filetes son relativamente bajos (alrededor de 30 a 40% con relación al peso del pescado entero), dependiendo del tamaño del ejemplar. Esta merma genera costos adicionales que se traducen en un precio de venta más elevado (FAO, 2014).

3.2. Mercado y comercio del filete de tilapia

Al mejorar las técnicas de producción y el control de sabor del producto, la tilapia ingresó a los principales mercados de pescado de estos países. En los países altamente industrializados, el mercado pequeño de tilapia viva localmente producida o las importaciones de tilapia congelada se desarrollaron entre las comunidades de inmigrantes. Con la aparición de filetes de tilapia fresca producida en países tropicales, se abrieron nuevos mercados en restaurantes de peces y mariscos de alta categoría, cadenas de restoranes informales, supermercados y tiendas de descuento (FAO, 2014).

3.3. Ozono (O3)

Este ha sido reconocido como agente purificador desde 1782 (Phillips y Hanel 1960). El ozono es una molécula triatómica de oxígeno, que se obtiene al hacer pasar aire u oxígeno entre dos electrodos sometidos a una fuerte diferencia de potencial. Una vez disuelto en el agua reacciona con la materia orgánica oxidándola rápidamente (ozonización). La efectividad del ozono está en función del tiempo de contacto, de la dosis, temperatura, pH y materia orgánica (Galli y Miguel 2008)

3.4. Aplicación de agua ozonizada

El interés en el ozono como alternativa al cloro y otros desinfectantes químicos en operaciones de limpieza y desinfección, se basa en su alto poder biocida, amplio espectro microbiano, ausencia de productos que pueden causar daño a la salud, habilidad para aplicarse in situ, y sus ventajas ambientales que permiten a las empresas el cumplimiento de obligaciones legales; citado por (Pascual, citado por Navia *et al.* 2010).

El ozono fue decretado por un panel de expertos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) en el año 1998, como una sustancia segura (GRAS) para usarse como desinfectante o sanitizante en la industria de alimentos en acuerdo con la FDA, institución que también lo aprobó. El ozono puede aplicarse como gas o en agua ozonizada y en diferentes superficies y materiales entre los que se encuentra el acero inoxidable usado en la industria de alimentos (Navia *et al* 2010).

El ozono es relativamente inestable en soluciones acuosas, por lo que tiene una vida corta a temperatura ambiente (Degala *et al.* 2016). El agua ozonizada debe ser utilizada dentro de los primeros 15 minutos luego de haber sido producida, ya que según algunos estudios después de ese tiempo comienza a inactivarse (Degala, 2016).

3.5. Propiedades del ozono como desinfectante

El ozono (O_3) es un gas alótropo del oxígeno. A la temperatura y presión del ambiente es un gas inestable que se descompone rápidamente para volver a la molécula de oxígeno (O_2). Debido a esta característica, no se puede almacenar o envasar, sino que debe generarse in situ y usarse inmediatamente. Por lo general, la ozonización se utiliza cuando se requiere su propiedad más importante: su elevado potencial oxidante, que permite eliminar los compuestos orgánicos que dan color, sabor u olor desagradables al agua y, al mismo tiempo,

cuando se desea inactivar los microorganismos patógenos del agua (*International Ozone Association*).

3.6. Combinación de hielo líquido con ozono

Como ya se comentó, una de las ventajas del hielo líquido es la versatilidad de su utilización, que lo hace susceptible de combinarse con sustancias antioxidantes, antimicrobianas y antimelanósicas. Dentro de esta estrategia, una posibilidad que ha sido ensayada es la de su combinación con ozono.

En la actualidad, numerosos países, tanto europeos como en el resto del mundo emplean ozono (O_3) para mantener libres de bacterias, virus, mohos y olores las bodegas y refrigeradores de distintos tipos de alimentos como quesos, huevos, carnes, pescados, frutas, etc., pudiéndose así prolongar su tiempo de conservación (Sanjuas, 2012).

3.7. Ozono en la industria cárnica y pesquera

Es sabido que todas aquellas industrias o establecimientos en los que se procesan, almacenan o comercializan carnes o pescados, cuentan indispensablemente con equipos de frío para la congelación y/o conservación de los productos. Sin embargo, muchos de los microorganismos que permanecen inactivos dentro de las cámaras frigoríficas, se reestablecen una vez que alcanzan la temperatura ambiente. (Magali, 2012).

El ozono, por su parte, destruye bacterias, mohos, esporas y todos aquellos microorganismos que se incorporan a la carne durante las distintas etapas de producción, obteniéndose de esta manera alimentos inocuos sin importar la temperatura a la que se encuentren. Para esto es imprescindible que el tratamiento se inicie con la primera etapa de producción, es decir en el matadero, ya que los microorganismos que pueden alterar la calidad del producto se adhieren

a él durante su manipulación (la masa muscular de cualquier animal sano no contiene microorganismos). (Magali, 2012).

Lo que se debe tener en cuenta al momento de utilizar el tratamiento con ozono es que debe aplicarse en todas las etapas de producción si se desea obtener un mejor resultado. Se recomienda contar, tanto en el matadero, como en los lugares de fraccionamiento, transporte, almacenamiento y comercialización, con una atmósfera que contenga las concentraciones de ozono correctas, dependiendo de la temperatura, humedad y producto a tratar. (Magali, 2012).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se realizó en la planta de procesamiento AQUAFINCA SAINT PETER FISH, S.A. ubicada en El Borbotón, municipio de San Francisco de Yojoa, departamento de Cortes. Esta zona se encuentra a una altura de 501 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 26.2 °C, una precipitación de 2118 mm al año.

4.2. Materiales y equipo

Los materiales y equipos que se necesitaron durante la investigación fueron: Filete fresco de tilapia (*Oreochromis niloticus*) Ozono a 1, 2 y 3 ppm, bandejas de styron form, bolsas de plástico, mesa de trabajo, recamara refrigerante o cuarto frio, nevera, Laboratorio de microbiología, hojas de remisión cronómetro, computadora y otros.

4.3.Manejo del experimento

Se realizó la recolección del filete fresco de tilapia una vez que fue sometido a las diferentes tiempos y concentraciones de ozono líquido que fue aplicado mediante el método de aspersión, luego se procedió a empacar el filete fresco en bandejas Styron Form, selladas y almacenada en las recamaras a 0 ºC.

La evaluación del análisis sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de vida útil tomando dos filetes de cada tratamiento por cada día de almacenamiento, el cual lo realizo la persona responsable de realizar dicho análisis. Para la evaluación del sabor se tomaron dos muestras

de cada tratamiento luego se sometieron en un horno microondas durante el tiempo de tres minutos para su respectiva degustación y observar que el filete no presente una textura pegajosa y mal sabor.

En la evaluación de conteos microbiológicos se tomaron dos filetes de cada tratamiento por cada día de almacenamiento, del cual se tomaron 25 gramos de muestra, 50 gramos de agua peptonada, homogenizado por un tiempo de 2 minutos, luego se tomó 1 ml de la muestra para ser inoculada en el petrifilm e incubar por 48 horas a una temperatura de 35 ºC

Para la evaluación de las características organolépticas se evaluaron color, olor, sabor y textura una vez realizado el análisis sensorial de cada tratamiento los resultados nos dicen que el filete se mantiene aceptable desde el día 1 hasta el día 12 que duro la evaluación en el cual el día 1y 7 en todos los tratamientos permanece el olor característico color rojo brillante textura rígida y sabor característico a filete, día 9 y 12 presentaron características similares en cada uno de los tratamientos línea de sangre color rojo marrón y textura suave.

4.4.Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño experimental factorial 2x3 en el que se tomaron como factores el agua ozonizada a 3 niveles de concentración y 2 niveles de tiempo. El objetivo de la investigación fue comprobar la efectividad del ozono líquido como agente desinfectante sobre la vida útil del filete de tilapia y conteos microbiológicos. Durante el experimento se sometió cada una de las muestras del filete de tilapia a diferentes concentraciones y tiempos.

Tabla 1. Descripcion de los tratamientos

Tratamientos	Tiempo	Concentración ozono
T1	10 seg	1 ppm
T2	15 seg	1 ppm
T3	10 seg	2 ppm
T4	15 seg	2 ppm
T5	10 seg	3 ppm
T6	15 seg	3 ppm
T7	10 seg	Control

El séptimo tratamiento es la muestra control de la empresa donde el tiempo que está en contacto el filete es de 10 segundos con una concentración de 1.5 ppm de ozono, 1.5 ppm de hipoclorito de sodio al 0.10% de Ácido cítrico. Los otros seis tratamientos contienen solo ozono líquido y ácido cítrico teniendo en cuenta que estos tratamientos no fueron sometidos a concentraciones de hipoclorito de sodio.

4.5.Variables evaluadas

Las variables que se tomaron en cuenta para esta investigación fueron: Carga microbiana y características sensoriales (olor, color, sabor y textura).

4.5.1 Olor

El procedimiento utilizado en la evaluación de la calidad sensorial del filete fué evaluado por la persona asignada de realizar dichos análisis de la empresa Aquafinca, observó al filete de tilapia si pierde o mantiene el olor característico a filete y de acuerdo a lo observado se determinó su grado de aceptación.

4.5.2 Color

El procedimiento que se utilizó fue observar el filete y así determinar si pierde color o mantiene la línea de sangre color rojo ya que de acuerdo a los días de almacenamiento cambia a un color más opaco al ser almacenados en la recámara refrigerante.

4.5.3 Sabor

La textura del filete se midió mediante la degustación después de haber sido sometido a cocción y así determinar los cambios que presentó los días establecidos de evaluación del filete.

4.5.4 Textura

Para la evaluación de esta característica del filete se realizó sometiendo el filete en un horno microondas durante tres minutos para proceder a observar cada una de sus características.

4.6. Recuentos de bacterias *Aerobias Mesófilas*

Las muestras se almacenaron a 0 ºC durante 12 días, el cual era el tiempo para ser evaluadas, luego se envió dos filetes de cada tratamiento del cual se tomó´ 25 gramos de cada uno. Se realizaron dos réplicas para cada tratamiento, y también se analizó la muestra control que es el proceso que se tiene implementado en la empresa para ser comparadas con el estudio del ozono líquido. Cada una de las muestras del filete de tilapia fueron inoculadas con 1 ml de la muestra en el centro de la película cuadriculada inferior para luego ser incubadas por 48 horas a una temperatura de 35 ºC.

4.7. Método de dilución

En esta parte del experimento las muestras control junto con las muestras que fueron tratadas con ozono líquido, se colocaron en bolsas estériles al cual se le agrego´ 50ml de agua peptonada a cada una de las muestras.

Las muestras se homogenizaron durante 2 minutos en el hogenizador BagMixer (modelo 400). Después de haber sido homogenizada, las muestras control y las muestras de los tratamientos, se tomó 1 ml y se diluyó en 9ml de agua peptonada 0.15 % para obtener 10^{-2}, este procedimiento se realizó solamente para el día 1 de almacenamiento, ya para el día 7 se utilizó la dilución 10^{-2} y 10^{-3}, dia 9 la dilución fue 10^{-3} y 10^{-4} y para el día 12 se utilizó la dilución 10^{-4} 10^{-5} y 10^{-6} con el fin de hacer más fácil el recuento de las UFC/g.

4.8.Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó un diseño experimental factorial 2x3, mediante el uso del programa estadístico Infostat con el objetivo de conocer si o no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos e interpretación del análisis de varianza.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados tanto en el laboratorio de microbiología, así mismo los resultados de la evaluación de las características organolépticas realizadas en el laboratorio interno de vida útil de Aquafinca Saint Peter Fish, y para encontrar diferencia significativa se realizaron siete tratamientos, seis tratamientos aplicando ozono líquido y el séptimo sin tratamiento de la muestra. Los resultados se obtuvieron evaluando diferentes tiempos y concentraciones en contacto con el filete de tilapia el cual sirve para ver la efectividad del ozono liquido en la vida útil del filete de tilapia evaluando el recuento total de bacterias aerobias mesófilas y características sensoriales.

5.1.Evaluación microbiologica

Tabla 2. Comparación de medias a los 10 segundos

Dias	Concentracion	Medias	Comparación
1	1 ppm	15900 UFC/g	A
1	2 ppm	6720UFC/g	A
1	3 ppm	4260UFC/g	A
1	control	6828UFC/g	A
7	1 ppm	54000UFC/g	A
7	2 ppm	71850UFC/g	A
7	3 ppm	15300UFC/g	A
7	control	65700UFC/g	A
9	1 ppm	151500UFC/g	A
9	2 ppm	124500UFC/g	A
9	3 ppm	42000UFC/g	A
9	control	1575000UFC/g	A
12	1 ppm	885000UFC/g	A
12	2 ppm	4170000UFC/g	B
12	3 ppm	300000UFC/g	A
12	control	76350000UFC/g	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Los tratamientos G día 9, B y G día 12 mostraron una diferencia estadística en comparación con los demás tratamientos y obteniendo resultados con medias fuera del límite permisible que es 1,000000 Unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g). En la empresa Aquafinca se utiliza una muestra control, esta fue evaluada con los demás tratamientos obteniendo resultados fuera del límite permisible de UFC/g, que es el número de bacterias que deben estar presentes en el filete en comparación con los tratamientos propuestos en la investigación. Al día 9 de almacenamiento la muestra control presento un recuento de bacterias fuera del permisible por lo tanto si hubo un efecto positivo en los tratamientos de la investigación comparando con la muestra control el día 9.

Tabla 3. Comparación de medias a los 15 segundos

Dias	Concentracion	Medias	Comparación
1	1 ppm	10140 UFC/g	A
1	2 ppm	4110 UFC/g	A
1	3 ppm	13080UFC/g	A
1	control	6828 UFC/g	A
7	1 ppm	262200 UFC/g	A
7	2 ppm	54750 UFC/g	A
7	3 ppm	12000 UFC/g	A
7	control	65700 UFC/g	A
9	1 ppm	4903500 UFC/g	A B
9	2 ppm	511500 UFC/g	A
9	3 ppm	3045000 UFC/g	A B
9	control	1575000 UFC/g	A
12	1 ppm	2955000 UFC/g	A
12	2 ppm	20700000 UFC/g	B
12	3 ppm	6180000 UFC/g	A B
12	control	76350000 UFC/g	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

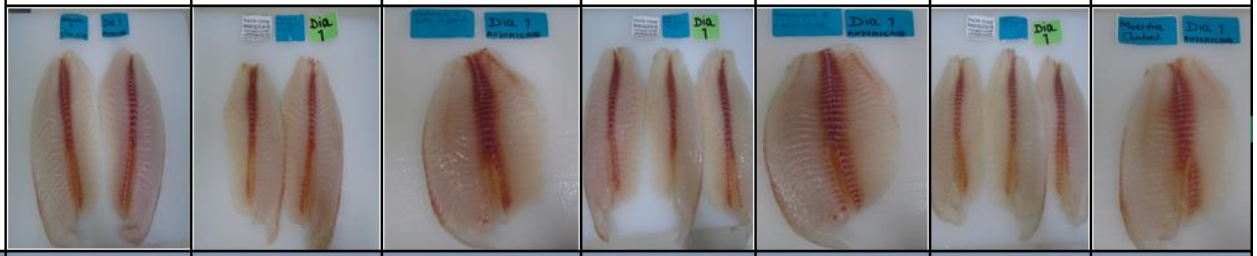
En los resultados obtenidos los tratamientos que muestran diferencia estadística son los menos indicados para el uso del ozono en el filete de tilapia ya que obtuvieron una media mayor cantidad de UFC. Determinando que ninguno de los tratamientos evaluados en el día 12 de almacenamiento es indicado para realizar nuevos estudios.

En el mercado no se encuentran filetes de tilapia tratados con bioprotectores. Los filetes de tilapia bioconservados mediante impregnación al vacío con bacterias lácticas llegan a tener un tiempo de vida útil de 20 días refrigerados, conservando características organolépticas similares a las de los filetes frescos, los cuales solo se conservan en refrigeración por un período de cinco a siete días máximo (Ramírez, 2014).

5.2.Características sensoriales

Después de analizar el color de cada una de las muestras del filete de tilapia de cada uno de los tratamientos indica que el día 1 y 7 de almacenamiento mantienen un color rojo brillante y de acuerdo a la Tabla 4 una puntuación de 1 a 5 siendo 5 la puntuación más alta se obtuvo como excelente. Luego se analizó el día 9 y 12 el cual el filete sigue manteniendo sus características de filete fresco.

Tabla 4. Evaluación sensorial día 1

	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D	Trat. E	Trat. F	Trat. G
	10 seg. 1 ppm	15 seg. 1 ppm	10 seg. 2 ppm	15 seg. 2 ppm	10 seg. 3 ppm	15 seg. 3 ppm	control
Dia 1							
RTBAM UFC/G	1.50E+04	1.01E+04	8.37E+03	5.01E+03	5.07E+03	1.86E+04	6.81E+03
Evaluacion sensorial	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

La evaluación nos indica que el día 1 de almacenamiento el filete presentó un color rojo brillante, apariencia fresca en cada una de su característica tanto en olor, sabor y textura. Según la imagen siguiente sus características son excelentes el día 1.

Tabla 5. Evaluación sensorial dia 7

	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D	Trat. E	Trat. F	Trat. G
Day 7	10 seg. 1 ppm	15 seg,.1 ppm	10 seg. 2 ppm	15 seg. 2 ppm	10 seg. 3 ppm	15 seg. 3 ppm	control
							
RTBAM UFC/GR	5.01E+04	5.34E+04	4.23E+04	5.67E+04	2.10E+04	1.44E+04	2.37E+04
Evaluacion sensorial	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Según los resultados obtenidos el día 7 del análisis sensorial nos muestran la similitud que tienen con los análisis realizados del día 1 de almacenamiento manteniéndose la apariencia fresca en todos los aspectos tanto color, olor, sabor y textura por lo tanto esta en un excelente estado el filete.

Tabla 6. Evaluación sensorial dia 9

	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D	Trat. E	Trat. F	Trat. G
Dia 9	10 seg. 1ppm	15 seg. 1 ppm	10 seg. 2 ppm	15 seg. 2ppm	10 seg. 3 ppm	15 seg. 3 ppm	control
							
RTBAM UFC/G	2.73E+05	3.87E+05	1.56E+05	2.07E+05	5.10E+04	1.83E+06	1.95E+05
Evaluacion sensorial	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Según los resultados del análisis nos indica que hay diferencia en el color ya que presenta en la línea de sangre un color rojo marrón, la textura suave y olor menos característico con respecto al día 1 y 7 de almacenamiento por lo que según los parámetros a evaluar se encuentra en estado bueno sus características sensoriales.

Tabla 7. Evaluación sensorial dia 12

	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D	Trat. E	Trat. F	Tratamiento G
	10 seg. 1 ppm	15 seg. 1 ppm	10 seg. 2 ppm	15 seg. 2 ppm	10 seg. 3 ppm	15 seg. 3 ppm	control
Dia 12							
RTBAM UFC/G	1.32E+06	1.26E+07	1.44E+06	5.13E+06	5.10E+05	4.71E+07	7.64E+07
Evaluacion sensorial	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Después de evaluar sensorialmente cada uno de los tratamientos en el día 12 nos muestran que son similares los resultados obtenidos con los del día 9 por lo tanto no hay diferencias entre estos días y se mantienen con las mismas características, color rojo marrón la línea de sangre textura suave y olor menos característico en comparación con los análisis del día 1 y 7.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que, al exponer el filete fresco de tilapia con ozono líquido, tiene un efecto positivo, en cuanto a los conteos microbiológicos del mismo. Según los análisis microbiológicos hasta el día 9 de almacenamiento a 0 º C el recuento total de bacterias Aerobias Mesófilas se presentaron dentro del límite permisible tomando en cuenta que el tiempo de 10 segundos es donde se obtuvieron mejores resultados positivos.

Según los resultados de la evaluación sensorial el ozono liquido no afecta las características organolépticas del filete de tilapia ya que hasta el día 12 de almacenamiento, se mantienen excelentes las características del mismo.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que para futuras investigaciones se utilice otro tipo de dispositivo para medir la concentración de ozono.

Realizar futuras investigaciones con diferentes concentraciones y días, pero con el mismo tiempo de 10 segundos ya que según los resultados obtenidos el tiempo de exposición de ozono no influye en las características sensoriales y conteos microbiológicos.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Alcántar, J.P; Santos, C; Moreno, R; Estrada C. 2015. Manual para la Producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). UNPA-PIFI, Oaxaca. México. (en línea) Consultado 17 agos. 2017. Disponible en www.unpa.edu.mx/investigacion/27%20de%20feb%202015%20lectura.pdf

Degala, HL; Scott, JR; Nakkiran, P. 2016. Inactivation of E. coli O157:H7 on goat meat surface using ozonated water alone and in combination with electrolyzed oxidizing water. EE. UU. An ASABE meeting presentation art. 162462209.

DEL (Ozone food safety solutions) 2012. DEL_Ozone_Food_Safety_brochure (en línea) Consultado 18 agos. 2017. Disponible en: www.del ozono .com / ozono - la tecnología / sobre- ozono. Php

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014 (en línea) Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura. Consultado 17 agos. 2017. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3835s.pdf

Galli, O; Miguel, F. 2008. (en línea) Sistemas de Recirculación y Tratamiento de agua. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (CENADAC). Consultado 29 agos, 2017. Disponible en: http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/otros/_archivos//000003-Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20y%20tratamiento%20de%20agua.pdf

International ozone association. (en línea). Consultado 17 Ene. 2017. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo6.pd

Pérez, M; Palacios, A; Amigo, P. 2006. Estudio de indicadores de la calidad de tomate conservado en atmósfera ozonizada. Brasil (en línea) consultado 18 agos. 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301552913_Ozone_as_a_Safe_and_Environmentally_Friendly_Tool_for_the_Seafood_Industry.

Pascual, A. et al. 2007 citado por Navia, DP; Villada, SH; Mosquera, SA. 2010. Las biopelículas en la industria de alimentos. (en línea). SCIELO. 8(2). Consultado jun. 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000200015&script=sci_arttext&tlng=pt

Sanjuás M 2012. Aplicación de sistemas avanzados para la mejora de la calidad de productos marinos refrigerados de interés comercial. (en línea). Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Consultado 28 agos. 2017. Disponible en: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6220/rep_313.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Walter, J; Blogoslawski & Mary E. Stewart 2011. Some Ozone Applications in Seafood. Ozone: Science & Engineering, 33:5, 368-373, DOI: 10.1080/01919512.2011.602006. (en línea) consultado 18 agos, 2017. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/01919512.2011.602006

Magali P. 2012. Tecnologías para la Industria Alimentaria. (en línea). Ozono en alimentos. Consultado 07 marzo 2018. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_04_Ozono.pdf

Ramírez C. 2014. Método de conservación de filetes de tilapias con bioprotectores. (en línea). Grupo de investigación en microbiología aplicada. Consultado 16 marzo 218. Disponible en: http://viceinvestigaciones.univalle.edu.co/documentos/tecnologias/Conservaci%C3%B3n_tilapias.pd

ANEXOS

Anexo 1. Fotos de la preparación de la muestra



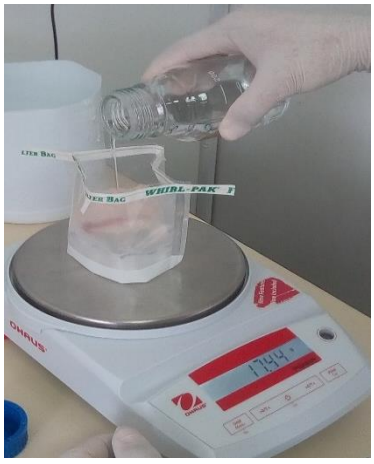
Rotulación de petrifilm



Corte de la muestra



Pesado de muestra



Peso de agua peptonada 50 ml



Homogenizado de muestra



Inoculacion de muestra



Dispersor del inoculo

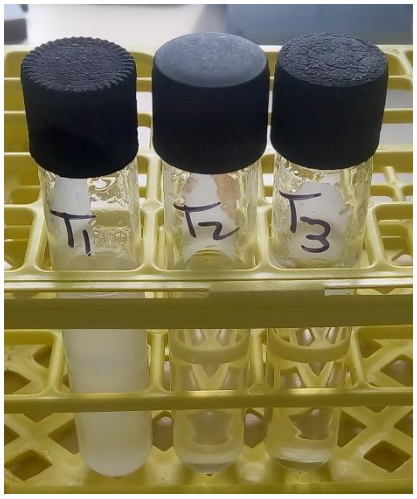


Incubacion de placa

Anexo 2. Fotos de la preparación de la muestra



Tubos de ensayo dia 1



Tubos de ensayo dia 7



Tubos de ensayo dia 9



Tubos de ensayo dia 12

Anexo 3. Análisis de varianza de los tratamientos con 10 segundos

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7445870583928250.00	15	496391372261884.00	10.95	<0.0001
Columna 1	7445870583928260.00	15	496391372261884.00	10.95	<0.0001
Error	634880402073648.00	14	45348600148117.70		
Total	8080750986001900.00	29			

Anexo 4. Análisis de varianza de los tratamientos con 15 segundos

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5601861444967990.00	15	373457429664533.00	291.49	<0.0001
Columna 1	5601861444968000.00	15	373457429664533.00	291.49	<0.0001
Error	19218299182847.50	15	1281219945523.16		
Total	5621079744150840.00	30			

Anexo 5. Desviación estándar de los tratamientos con 10 segundos

Dias de eval.	Tiempo	Concentracion	UFC/g
Dia 1	Muestra sin tratamiento		6828 ± 18
	10 segundos	1ppm	15900 ± 900
	10 segundos	2 ppm	6720 ± 1650
	10 segundos	3 ppm	6721 ± 1650
Dia 7	Muestra sin tratamiento		65700 ±42000
	10 segundos	1 ppm	54000 ± 3900
	10 segundos	2 ppm	71850 ± 29550
	10segundos	3 ppm	15300 ± 5700
Dia 9	Muestra sin tratamiento		1575000 ± 1380000
	10 segundos	1 ppm	151500± 121500
	10 segundos	2 ppm	124500 ± 31500
	10 segundos	3 ppm	42000 ± 9000
Dia 12	Muestra sin tratamiento		80475000±4125000
	10 segundos	1 ppm	450000 ± 435000
	10 segundos	2 ppm	4170000 ± 2730000
	10segundos	3 ppm	510000 ± 210000

Anexo 6. Desviación estándar de los tratamientos con 10 segundos

Dias de eval.	Tiempo	Concentracion	UFC/g
Dia 1	Muestra sin tratamiento		6828 ± 18
	15 segundos	1ppm	10140 ± 60
	15 segundos	2 ppm	4110 ± 900
	15 segundos	3 ppm	13080 ± 5520
Dia7	Muestra sin tratamiento		23700 ±42000
	15 segundos	1ppm	263850 ± 208800
	15 segundos	2 ppm	54250 ± 1950
	15 segundos	3 ppm	12000 ± 2400
Dia 9	Muestra sin tratamiento		151500±1380000
	15 segundos	1ppm	4903500± 4516500
	15 segundos	2 ppm	511500 ± 304500
	15 segundos	3 ppm	2437500± 607500
Dia 12	Muestra sin tratamiento		80475000 ±4125000
	15 segundos	1ppm	20700000± 8500000
	15 segundos	2 ppm	6180000± 1050000
	15 segundos	3 ppm	62250000± 15150000