

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de:

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**TEMA:**

**“Evaluación de las características organolépticas de Cachama  
(*Colossoma macropomum*) ahumada con humo natural y humo líquido”.**

**AUTOR/A:**

Aykel Andriana García Cerda

**DIRECTORES:**

M.Sc. Hernán Patricio Ruiz Mármol.

M.g. Franklin Rolando Villafuerte Carrillo

**PASTAZA-ECUADOR**

**2019**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo: Aykel Andriana García Cerda con, CI. 150096166-7, certifico que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación bajo el tema: **“Evaluación de las características organolépticas de Cachama (*Colossoma macropomum*) ahumada con humo natural y humo líquido”**, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.

---

Aykel Andriana García Cerda  
150096166-7

# CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN

Por medio del presente, Yo Patricio Ruiz Mármol con CI: 060285414-3 Y Franklin Villafuerte Carrillo con CI: 180322190-0 certificamos que la egresada Aykel Andriana García Cerda, realizó el Proyecto de investigación titulado: “Evaluación de las características organolépticas de Cachama (*Colossoma macropomum*) ahumada con humo natural y humo líquido” previo a la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial bajo nuestra supervisión.

---

M.Sc. Patricio Ruiz Mármol

---

M.g. Franklin Villafuerte Carrillo

**DIRECTORES DEL PROYECTO**

## AVAL

Quien suscribe M.Sc. Hernán Patricio Ruíz Mármol, Docente de la Universidad Estatal Amazónica avala el Proyecto de investigación:

Título: “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE CACHAMA (*Colossoma macropomum*) AHUMADA CON HUMO NATURAL Y HUMO LÍQUIDO”

Autor (a): AYKEL ANDRIANA GARCÍA CERDA.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Investigación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de investigación para que sea presentado ante la Coordinación de la Carrera Ingeniería Agroindustrial como forma de titulación como Ingeniera en Agroindustrial, y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 28 días del mes de enero del 2019.

Atentamente,

M.Sc. Hernán Patricio Ruíz Mármol  
C.I 060285414-3

## INFORME DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:** “Evaluación de las características organolépticas de Cachama (*Colossoma macropomum*) ahumada con humo natural y humo líquido”

**Autor (a):** Aykel Andriana García Cerda

**Unidad de Titulación:** Carrera Ingeniería Agroindustrial

**Directores del proyecto:** MS.c. Patricio Ruíz, Mg. Franklin Villafuerte

**Fecha:** 02 de enero del 2019

### **Introducción y contexto de la investigación:**

La cachama es un pez originario de las cuencas del Amazonas y del Orinoco donde es un deseado producto piscícola. Este pez es económicamente importante en la piscicultura de América Latina, ya que es una opción de procesamiento cárnico (O. García, Acevedo, Mora, Sánchez, & Rodríguez, 2009). El presente trabajo de investigación estudia la aplicación de dos fuentes de humo (natural y líquido) en la cachama en donde se evaluó las características organolépticas y microbiológicas de cada tratamiento. Con esto se pretende dar valor agregado a la cachama ya que es un pez que se cultiva en la provincia de Napo y por la falta de conocimiento de los piscicultores no se la consume en forma ahumada.

### **Cumplimiento de objetivos**

Los objetivos propuestos en la investigación se cumplieron satisfactoriamente. Así:

Se determinó el mejor tratamiento en la elaboración de cachama ahumada con humo natural y humo líquido, a través del análisis sensorial. El mejor tratamiento en el análisis sensorial fue el T2 que contenía humo natural.

Se evaluó la carga microbiana de la cachama ahumada con humo, natural y humo líquido, dando como resultado que el producto tiene calidad sanitaria y es apto para el consumo.

### **Principales resultados obtenidos**

El proyecto de investigación demostró que en la evaluación sensorial existió diferencia significativa entre sus tratamientos, dando como el mejor tratamiento el T2 que contiene humo natural, mientras que en la característica olor no existió diferencia significativa entre el humo natural y el humo líquido. En la evaluación de la carga microbiana no existió diferencia significativa entre los tres tratamientos, así mismo los resultados determinan que el producto tiene calidad sanitaria y es apto para el consumo según la normativa INEN 1338.

La estudiante Aykel Andriana García Cerda ha mostrado durante el desarrollo de la investigación una elevada dedicación y un alto grado de independencia, sirviendo como guía de los principales elementos a desarrollar en la investigación.

Se destacó la actividad curricular por su rendimiento académico, mostrado durante la investigación interés, motivación en el mismo, lo cual condujo a culminar de forma exitosa el trabajo, cumpliendo con las 400 horas establecidas en el Reglamento de Régimen Académico de la UEA.

La presentación final del trabajo cumple con las normas establecidas en la reglamentación institucional.

La redacción, ortografía, calidad de los gráficos, tablas y anexos es adecuada.

Sin otro particular.

Atentamente,

M.Sc. Patricio Ruíz

C.I. 060285414-3

Mg. Franklin Villafuerte

CI. 180322190-0

## **CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

El proyecto de investigación titulado: **“Evaluación de las características organolépticas de Cachama (*Colossoma macropomum*) ahumada con humo natural y humo líquido”** fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

---

M.Sc. Paulina Echeverría  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

---

M.Sc. Cristian Abad  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

M.Sc. Marianela Escobar  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## AGRADECIMIENTO

*Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, por guiar cada uno de mis pasos durante esta etapa muy importante de mi vida.*

*A mis abuelitos **Hilda y Remigio** que son como mis padres por apoyarme incondicionalmente, brindándome su amor de padres, por los sabios consejos y el apoyo en cada momento, todos mis logros se los debo a ustedes. A mis padres **Ondina y Darwin** por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, gracias por sus enseñanzas, no lo hubiera logrado sin su ayuda.*

*Agradezco a mis hermanas: **Andrea, Grace y Majo** ya que juntas hemos salido adelante apoyándonos mutuamente, a mis sobrinos **Verónica e Ian** quienes son un motor de mi vida, a mis tíos **Alexandra, Marilín, Lenín, Sugén, Juan, Paulina** quienes me han apoyado con lo poco que tienen, brindándome sus consejos para afrontar este reto universitario y me han motivado por ser alguien mejor.*

*A ti **Kevin**, por ser mi novio y amigo, por siempre tener esa palabra de aliento que me impulsaba a seguir adelante, gracias por soportar la distancia y aun así seguir apoyándome, gracias por ser el hombre que llego a cambiar mi vida. Y a tu familia quien se ha convertido en mi segunda familia que me abrieron sus puertas de la casa y también me apoyaron cuando más lo eh necesitado.*

*A mis profesores que me brindaron sus conocimientos durante estos cinco años de estudios y me enseñaron a formarme como una buena profesional. A mis tutores por haber depositado su confianza en mí y ayudarme cada día para lograr cumplir esta meta. A quienes durante todos estos años compartimos esta maravillosa etapa universitaria y que hasta el último momento seguimos juntos celebrando un sueño que ahora se hará realidad a ustedes amigos **Carmita, Robinson, Morelia, Gonzalo, Jhon, Denisse y Valeria**. Y a la Universidad Estatal Amazónica, porque aquí me forme como profesional y de donde me llevo los mejores recuerdos.*

**Gracias a todos ellos....**

## **DEDICATORIA**

*Este proyecto de investigación refleja todo mi esfuerzo por ello dedico primero a Dios por llenarme de bendiciones, por darme salud y bienestar, darme la fortaleza para afrontar todos los obstáculos que se me presentaron.*

*A mis abuelitos, quienes lucharon por siempre darnos todo lo necesario, ayudarnos a salir adelante, por inculcarnos valores que nos formaron como grandes personas y por siempre ser su prioridad aun por encima de todo.*

*A mis padres y familia quienes pusieron su confianza en mí brindándome su amor y apoyo incondicional.*

*A mi amor, Kevin, por ser quien me ayudado emocionalmente y económicamente, quien me hace feliz cada día y sobretodo me impulsa a seguir cumpliendo todo lo que me propongo.*

*A mis docentes en especial a mis tutores Patricio Ruíz y Franklin Villafuerte, por creer en mí, brindarme sus conocimientos y ayudarme a lograr esta meta tan anhelada.*

*Para todos ustedes va dedicado este trabajo.*

***Aykel***

## **RESUMEN**

La cachama es un pez económicamente importante en la piscicultura de América Latina siendo apetecida por el sabor, por sus propiedades nutricionales y para los productores es una opción de procesamiento cárnico. El ahumado es un tratamiento que utiliza humo producido de la combustión de maderas, que proporciona características organolépticas y prolonga el tiempo de conservación del pescado. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características organolépticas de cachama expuesta a humo natural en un horno ahumador y con humo líquido en un horno industrial. Además, se realizaron análisis microbiológicos: recuento de mesofilos, *Escherichia coli* y coliformes totales, también se evaluaron las características organolépticas de tres tratamientos: T1 (patrón), T2 (humo natural) y T3 (humo líquido), con una unidad experimental de aproximadamente 1.5 kg y un total de 13.5 kg que contenían carne de cachama. En los resultados microbiológicos de cachama ahumada para los tratamientos T1, T2 y T3 no existió diferencia significativa, comparados con la norma INEN 1338, se determinó que es un producto de calidad sanitaria y apto para el consumo. Con respecto a la evaluación organoléptica se determinó que el T2 fue aceptable por parte de los catadores, existiendo una diferencia significativa entre los tratamientos.

**Palabras claves.** – Cachama, Ahumado, Humo natural, Humo líquido, Evaluación organoléptica.

## **ABSTRACT**

Cachama is an economically important fish in fish farming in Latin America being desired for its flavor, for its nutritional properties and for producers it is a meat processing option. Smoking is a treatment that uses smoke produced from the combustion of wood, which provides organoleptic characteristics and prolongs the shelf life of fish. The objective of the present investigation was to evaluate the organoleptic characteristics of cachama exposed to natural smoke in a smoker oven and with liquid smoke in an industrial oven. In addition, microbiological analyzes were carried out: count of mesophiles, echerichia coli and total coliforms, the organoleptic characteristics of three treatments were also evaluated: T1 (pattern), T2 (natural smoke) and T3 (liquid smoke), with an experimental unit of approximately 2 kg and a total of 18 kg containing cachama meat. In the microbiological results of smoked cachama for the treatments T1, T2 and T3 there was no significant difference, compared with the INEN 1338 standard, it was determined that it is a product of sanitary quality and suitable for consumption. Regarding the organoleptic evaluation, it was determined that the T2 was acceptable by the tasters, there being a significant difference between the treatments.

**Keywords.** - Cachama, Smoked, Natural smoke, Liquid smoke, Organoleptic evaluation.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	18
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN .....	19
1.1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.1.2. JUSTIFICACIÓN.....	19
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.2. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>CAPÍTULO II</b> .....	21
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	21
2.1. ANTECEDENTES.....	21
2.2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CACHAMA .....	22
2.2.2. CARACERÍSTICAS DE LA CARNE DE PESCADO. ....	24
2.2.3. ÍNDICES DE CALIDAD DEL PESCADO .....	24
2.2.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 338:2010.....	25
2.2.5. CONCEPTO DE EVALUACIÓN SENSORIAL .....	25
2.2.6. ESCALA HEDÓNICA .....	26
2.2.7. HISTORIA DEL AHUMADO.....	26
2.2.8. HUMO.....	27
2.2.9. AHUMADO.....	27
2.2.10. BENEFICIOS DEL AHUMADO. ....	28
2.2.11. TIPOS DE AHUMADO.....	29
2.2.12. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DEL AHUMADO	
30	
<b>CAPITULO III</b> .....	34
<b>3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	34
3.1. LOCALIZACIÓN .....	34
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.2.1. INVESTIGACIÓN CUALITATIVA:.....	35
3.2.2. INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA:.....	35
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	35

3.3.1.	TRABAJO DE LABORATORIO.....	35
3.3.2.	PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.....	36
3.3.3.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	37
3.4.	ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	38
3.5.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	39
3.5.1.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	39
3.5.2.	PROCESO DE LA CACHAMA AHUMADA.....	40
3.5.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA CACHAMA AHUMADA.....	41
3.5.4.	EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO.....	42
3.6.	FORMULACIÓN.....	45
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>46</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>		<b>46</b>
4.1.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA.....	46
4.2.	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS.....	49
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>51</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>51</b>
5.1.	CONCLUSIONES.....	51
5.2.	RECOMENDACIONES.....	51
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>52</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>56</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación taxonómica de la cachama</i> .....	23
<i>Tabla 2. Análisis físico-químico del músculo de cachama (Colossoma macropomum).</i> .....	24
<i>Tabla 3. Aditivos permitidos en el pescado ahumado.</i> .....	32
<i>Tabla 4. Diseño Experimental.</i> .....	35
<i>Tabla 5. Formulación de la cachama ahumada en kg.</i> .....	45
<i>Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis de la evaluación organoléptica de los tratamientos de la cachama ahumada.</i> .....	48
<i>Tabla 7. Resultados microbiológicos de la cachama ahumada.</i> .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo de la cachama ahumada</i> .....	40
<i>Figura 2. Horno industrial</i> .....	42
<i>Figura 3. Horno ahumador</i> .....	43
<i>Figura 4. Empacadora al vacío</i> .....	43
<i>Figura 5. Balanza analítica</i> .....	44
<i>Figura 6. Balanza mecánica</i> .....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Análisis de varianza para la variable olor en los tres tratamientos de cachama. ....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 2. Prueba de rango múltiple para la variable olor por los tres tratamientos de la cachama. ....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 3. Análisis de varianza para la variable sabor en los tres tratamientos de cachama.....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 4. Pruebas de rango múltiple para la variable sabor por los tres tratamientos de la cachama. ....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 5. Análisis de varianza para la varianza textura en los tres tratamientos de cachama. ....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 6. Pruebas de rango múltiple para la variable textura por los tres tratamientos de cachama. ....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 7. Análisis de varianza para la variable apariencia en los tres tratamientos de cachama. .</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 8. Pruebas de rango múltiple para la variable apariencia por los tres tratamientos de la cachama. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 9. Análisis de varianza para la variable aceptabilidad en los tres tratamientos de cachama. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 10. Pruebas de rango múltiple para la variable aceptabilidad por los tres tratamientos de la cachama. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 11. Resultados del análisis microbiológico de los tratamientos de la cachama ahumada. ..</i>	<i>59</i>
<i>Anexo 12. Resultados de la evaluación sensorial .....</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 13. Recepción de la materia prima. ....</i>	<i>62</i>
<i>Anexo 14. Pesado de los aditivos y condimentos. ....</i>	<i>62</i>
<i>Anexo 15. Inyección de salmuera. ....</i>	<i>62</i>
<i>Anexo 16. Reposo de la cachama en salmuera. ....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 17. Ahumado de la cachama. ....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 18. Cachama ahumada con humo natural. ....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 19. Cachama ahumada con humo líquido. ....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 20. Cachama sin humo. ....</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 21. Pesado de la muestra. ....</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 22. Dilución de muestras. ....</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 23. Siembra de la muestra en el medio de agar. ....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo 24. Recuento de colonias formadoras. ....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo 25. Evaluación sensorial de los tres tratamientos. ....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo 26. Ficha de evaluación sensorial.....</i>	<i>66</i>



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La cachama (*Colossoma macropomum*) ha sido cultivada desde siglos pasados solamente en aguas dulces, pero hoy en día se desarrolla en cultivos de ambientes controlados (Piedra, 2006). En América latina el cultivo de cachama presenta una tasa de crecimiento del 20%, la cual se espera que siga incrementando en los próximos años (FAO, 2018). Según López & Anzoátegui (2013), la cachama es un pez originario de las cuencas del Amazonas y del Orinoco Venezuela donde es un deseado producto piscícola. Este pez es económicamente importante en la piscicultura de América Latina, ya que es una opción de procesamiento cárnico (O. García, Acevedo, Mora, Sánchez, & Rodríguez, 2009).

En Brasil la carne de cachama es apetecida por su sabor, sin embargo, esta especie tiene abundantes espinas en forma de “Y” que impiden el consumo en algunos mercados. Estos peces acumulan gran cantidad de grasa visceral, esto se debe a su edad y tipo de alimento que se les proporciona (FAO, 2010). Según la FAO (2009) reporta que Venezuela fue el primer país en producción de cachama con una tonelada, siguiéndole Brasil con 2330 toneladas.

En Ecuador, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) ha apoyado el cultivo de especies nativas como la cachama, estas especies se han transformado en alternativas productivas para más de mil pobladores rurales de las provincias amazónicas. La cachama es una alternativa económica dada la buena aceptación en los mercados locales, donde se la comercializa el pescado de forma entero eviscerado y ahumado (Cabezas, Amaguay, Diéguez santana, & Sablón, 2017).

Esta especie ha dado muy buenos resultados en los procesos de producción, sin embargo, ha sido deficiente los estudios de investigación, sobre su utilización y el aspecto tecnológico de la post-cosecha, este conocimiento podría llevar al logro de una comercialización más adecuada, cuya producción puede llegar a ser muy alta (Méndez, Perdomo, de Pasquier, García, & Valecillo, 2011).

“La Provincia de Napo está formada por un conjunto de quebradas, riachuelos y ríos, que alimentan el caudaloso Río Napo, dentro de los principales ríos se destacan el

Jondachi, Chontayacu, Hollín, Huamaní, Cupa, Misahuallí, Tena, Pano, Jatunyacu, Anzu, Puní, Arajuno. El sistema hidrográfico al igual que otras cuencas similares amazónicas, cuenta con 473 especies de peces, lo cual representa el máximo reporte mundial. Existen 31 productores representativos con un espejo de agua de 119.286 m<sup>2</sup>, distribuidos en 266 piscinas, existiendo 334.925 peces en cautiverio con una densidad de 2.82 peces/m<sup>2</sup> ” (Heredia, 2013).

El humo tiene propiedades inhibitoras que son muy reconocidas desde hace varios siglos, y han sido objeto de innumerables estudios a través de la historia (Maldonado, 2010).

A fines del siglo XIX con la llegada del humo líquido elaborado a partir de la combustión de maderas, se estableció una forma más práctica y versátil de aplicación del humo tradicional, hoy en día el uso de este humo es altamente difundido en el mercado (Maldonado, 2010).

El presente trabajo de investigación estudia la aplicación de dos fuentes de humo (humo natural y humo líquido) en la cachama en donde se evaluó las características organolépticas y microbiológicas de cada tratamiento según las normas requeridas en el mercado ecuatoriano. Con esto se pretende dar valor agregado a la cachama ya que es un pez que se cultiva en la provincia de Napo y por la falta de conocimiento de los piscicultores no se la consume en forma ahumada.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN**

### **1.1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En la actualidad en la provincia de Napo, parroquia de Pano se desconoce la caracterización organoléptica de productos ahumados como es la cachama ahumada.

### **1.1.2. JUSTIFICACIÓN**

El ahumado aporta con la apariencia brillante, color, aroma y el sabor, además de brindar estas características desempeña la función de proteger y preservar el valor nutritivo de los cárnicos, también actúa como bactericida evitando la proliferación de microorganismos.

En la zona de Pano de la provincia de Napo se consume y se comercializa productos de la zona como es la cachama, producto que es fuente de ingresos para varios productores que se dedican a esta actividad. En la actualidad en la zona de Pano se desconoce la caracterización organoléptica de productos ahumados como es la cachama ahumada, por ello en la presente

investigación se analizó la aplicación de dos tipos de ahumado (humo natural y humo líquido), utilizando análisis microbiológicos y sensoriales, con el fin de dar un valor agregado al producto y en un futuro aportar los resultados a los productores de cachama de Napo.

### **1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Con la aplicación de humo natural y humo líquido en la cachama mejorará las características organolépticas del producto?

## **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las características organolépticas de Cachama (*Colossoma macropomum*) ahumada con humo natural y humo líquido.

## **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Determinar el mejor tratamiento en la elaboración de cachama ahumada con humo natural y humo líquido, a través del análisis sensorial.
- 2) Evaluar la carga microbiana de la cachama ahumada con humo, natural y humo líquido.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Existen escritos de la evaluación sensorial aproximadamente desde el año 320 a.c., uno de los textos antiguos es la Biblia. La literatura habla de los alimentos, principalmente de las características y naturaleza de los olores. Esta disciplina es importante para caracterizar un alimento o producto, medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión de los consumidores y mejorar el alimento o producto (Hernandez, 2005).

Desde hace años atrás se han realizado ciertas técnicas de conservación de los alimentos como es el ahumado (Maldonado, 2010). “El ahumado es una técnica de procesamiento que consiste en una combinación de salmuera, secado, cocido y deposición de productos químicos resultantes de la combustión de maderas, a fin de proporcionar al pescado un sabor, color y olor atractivos”(Ramírez, 1978).

El ahumado en tiempos pasados era considerado como una forma de conservación de carnes y pescado. En el tiempo de hoy además de conservar la carne y pescado se lo consume por su sabor y por el agente antioxidante (Hurtado, 2013).

Según Aldana (1995), menciona que lo importante de ahumar el pescado es conservarlo y darle un agradable sabor exclusivo del ahumado; por otra parte, con la incorporación de sustancias olorosas de la madera usada ayuda a enriquecer las características organolépticas del producto pesquero.

No se encontraron estudios iguales al tema de investigación, sin embargo se hallaron algunos temas similares como se menciona a continuación:

Palma (2009) presenta el efecto de tiempos de ahumado en palitos de carne, dando como resultado que los mejores tratamientos con mejor aceptación fueron las de 3 horas de ahumado.

Según García et al., (2009) en su trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el rendimiento de la cachama y la obtención de la pulpa, para la realización de carnes para hamburguesas con la adición de harinas de soya texturizada (HST), teniendo como resultado una variación entre 21,50% a 24,10% de pulpa en ejemplares con longitudes promedios entre

27,86 a 32,86cm; por otra lado la proteína varió entre 17,57% a 18,20%, dicha pulpa de pescado presenta una excelente respuesta tecnológica.

En el estudio “Efecto del sistema de producción sobre la calidad sensorial de filete ahumado de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson” se utilizaron 35 filetes producidos bajo el sistema de corriente rápida (CR) y 38 del sistema rústico (RU); se realizaron pruebas sensoriales en ambos tipos de muestra. Según los resultados se encontró diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) en el parámetro color, donde la diferencia se presentó a favor de CR. El olor fue más intenso para truchas RU, mientras que el sabor se presentó diferencia a favor de RU por presentar un sabor más fuerte, en la textura salió a favor de CR ya que presento menos fibrosidad. Por ende se concluyó que debido a las características sensoriales las truchas producidas en el sistema RU fueron preferidas por los jueces (José García, Alfaro, Núñez, & Espinosa, 2004).

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CACHAMA**

“La cachama (*Colossoma macropomum*) es un pez perteneciente a la familia de los carácidos, originaria de las cuencas del Amazonas y del Orinoco en donde representa un apetecido producto pesquero”. La cachama agrupa una serie de bondades que la hacen optimistas para el cultivo, siendo en la actualidad una de las especies autóctonas más cultivadas por los piscicultores. Estos peces no son exigentes en su alimentación, comen microcrustáceos planctónicos, alimentos concentrados y alimentos naturales como frutos, hojas, desperdicios domésticos (López & Anzoátegui, 2013).

Según Bello & Rivas (1992) “la cachama es una especie de agua dulce, con cuerpo alto romboidal y presenta un crecimiento rápido, alcanzando aproximadamente 1 kg de peso en el primer año; en juveniles las escamas son típicas cicloides, modificándose en adultos con procesos espinosos en su borde posterior. Una de las características que distingue a la especie *C. macropomum* de las otras, es la presencia de la aleta adiposa más desarrollada con radios osificados”.

El género *colossoma* tiene espinas intermusculares en forma de horquilla que ayudan a soportar el tejido natural, por los que sirven como una malla de soporte. Estas características óseas de la especie son de gran importancia para la anatomía del animal, pero presentan serios inconvenientes durante su procesamiento tecnológico y consumo directo (Bello & Rivas, 1992).

### 2.2.1.1. TAXONOMÍA

La cachama corresponde a la subfamilia Serrasalminae, la cual incluyen peces caracoideos conocidos en América del Sur, existiendo abundantes en los ríos del Amazonas (Bello & Rivas, 1992). En la tabla 1 se halla la clasificación taxonómica de la especie utilizada en este estudio.

*Tabla 1. Clasificación taxonómica de la cachama*

Nombre científico	<i>Colossoma macropomum</i>
Nombre común	Cachama
Orden	Cypriniformes
Familia	Characidae
Sub-familia	Serrasalminae
Género	Colossoma

Fuente:(Bello & Rivas, 1992)

La cachama fue importada al Ecuador desde Colombia en los años 1990 y ahora se está cultivando exitosamente en Sucumbíos, esta especie se ha ido distribuyendo lentamente en el Ecuador en las cuencas de los ríos San Miguel, Putumayo, Napo y Pastaza, y en las lagunas de Cuyabeno y Pañacocha. La provincia de Sucumbíos posee tres laboratorios representativos en el Ecuador, así mismo en la provincia de Pastaza existe un laboratorio que produce alevines de cachama para dotar a varias provincias de la región Amazónica (Heredia, 2013).

### 2.2.1.2. PRODUCCIÓN DE CACHAMA.

La producción total de cachama es de 18.43 toneladas en los países productores como Argentina, Brasil, Bolivia, Perú y Venezuela, resulta ser así la segunda especie más utilizada por la acuicultura (Suarez, De Francisco, & Beirao, 2008). En Ecuador provincia de Pastaza existe el Centro de Producción de Cachama (CEREC), donde se produce alrededor de 1 millón de alevines los cuales son dotados a seis provincias amazónicas, incluida la provincia de Napo (MAGAP, 2016).

### 2.2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL MÚSCULO DE LA CACHAMA

Conocer la composición del músculo de una especie de pescado es de suma importancia cuando se quiere hacer una determinación de la misma. La composición química de los pescados depende de la especie que sea, aunque a veces existe variación entre la misma especie de pescados (Bello & Rivas, 1992).

En la tabla 2 se encuentran resultados obtenidos por la FAO de la composición físico-química del músculo de la cachama en tres tamaños.

**Tabla 2. Análisis físico-químico del músculo de cachama (*Colossoma macropomum*).**

CATEGORÍA/DETERMINACIÓN	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE
Humedad (%)	81.30	79.39	73.71
Proteína (%)	17.42	17.80	18.11
Grasa (%)	0.48	1.31	7.06
Cenizas (%)	1.03	1.25	1.20
pH (%)	6.40	6.40	6.50
TBA (D.O.)	0.04	0.03	0.03
NBV (mg/100g)	7.70	6.30	5.60

Fuente: (Bello & Rivas, 1992)

### **2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE PESCADO.**

El pescado es un alimento esencial proteico, constituye varios elementos importantes como el contenido de agua; el contenido de grasa es variable, ya que podemos encontrar especies con carne magras como el bacalao y otras como el atún con alto contenido de grasa. El contenido de carbohidratos es bajo y el contenido de sales minerales y vitaminas A, D y complejo B es de gran importancia nutritiva (Amerling & UENED, 2001).

### **2.2.3. ÍNDICES DE CALIDAD DEL PESCADO**

La estructura y el comportamiento del músculo del pescado es similar al de los mamíferos. Las reservas de glucógeno en el músculo del pescado son bajas en comparación con el músculo de los animales de sangre caliente y en consecuencia el pH es mayor, lo que hace que la carne de pescado sea más dispuesta al ataque microbiano (Amerling & UENED, 2001). Hay que tomar en cuenta en los índices de calidad del pescado, el contenido de componentes nitrogenados no proteicos, va a indicar la calidad organoléptica y sanitaria del producto. Los nucleótidos, el óxido de trimetilamina y los aminoácidos libres, son los más afectados por la degradación que sufre el pescado fresco, incluso cuando se encuentra en condiciones refrigeradas (Amerling & UENED, 2001).

#### **2.2.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 338:2010**

La norma INEN 1338 establece los requisitos que deben cumplir los productos cárnicos crudos, los productos cárnicos curados–madurados y los productos cárnicos precocidos - cocidos a nivel de expendio y consumo final (NTE INEN 1338, 2010).

#### **2.2.5. CONCEPTO DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial es el análisis o caracterización que se realiza a los alimentos u otros productos a través de los sentidos humanos, este análisis da a conocer la aceptación o rechazo del alimento por parte del catador o consumidor. Sin embargo, estas percepciones dependen del individuo, del lugar y del tiempo en el que se encuentra (Hernandez, 2005).

También es considerada como la medición y cuantificación de los alimentos o productos alimenticios por medio de los cinco sentidos. “La palabra sensorial se deriva del latín sensus, que significa sentido” (Hernandez, 2005).

Los determinantes de la calidad son el olor, color, sabor, textura, apariencia.

##### **2.2.5.1. OLOR**

En la evaluación sensorial de los alimentos el olor cumple un papel muy importante, este sentido se produce por las sustancias volátiles que cuando se desprenden de ellos pasan por las fosas nasales y son percibidos por los receptores olfatorios. Los seres humanos disponemos de aproximadamente 1,000 receptores conocidos que distinguen unos 10,000 olores distintos (Espinosa, 2007).

##### **2.2.5.2. COLOR**

El color se evalúa mediante el sentido de la vista, por ello es de suma importancia ya que los consumidores lo asocian entre este y otras propiedades de los alimentos por ejemplo el color rojo lo relacionan con las fresas y las manzanas, el color verde con la menta, el color anaranjado con las naranjas, etc, demostrando que el consumidor puede aceptar o rechazar solo por el color y apariencia del alimento (Espinosa, 2007).

##### **2.2.5.3. SABOR**

El sabor se distingue por el sentido del gusto, el cual tiene la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta (Espinosa, 2007).

#### **2.2.5.4. TEXTURA**

“La textura es el conjunto de propiedades físicas que dependen de la estructura del alimento y que puede ser percibida por los receptores táctiles de la piel y los músculos bucales” (Szczeniak, 1963).

Según (Hurtado, 2013) menciona que los consumidores consideran que la textura y dureza en las carnes son las propiedades más importantes en la calidad sensorial de los alimentos.

#### **2.2.5.5. ACEPTABILIDAD**

La aceptabilidad de un alimento o producto es la respuesta de parte del panel de degustadores a un conjunto de atributos sensoriales que se percibe a través del sentido humano, como el olor, color, sabor y textura (Cabrera & Pilacuán, 2012).

#### **2.2.6. ESCALA HEDÓNICA**

Consiste en pedir a los panelistas que den su opinión sobre el grado de aceptación de un producto o alimento, al presentarles una escala hedónica, estas pueden ser verbales o gráficas. La escala verbal va desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho; la escala gráfica consiste en la presentación de caritas o figuras faciales, estas escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta (Hernandez, 2005).

#### **2.2.7. HISTORIA DEL AHUMADO**

“El uso del humo para la conservación de las carnes es tan antiguo como la humanidad misma, desde que el hombre aprendió a manejar el fuego ha consumido carnes chamuscadas, ahumadas, y esa forma de consumir las carnes le dio al hombre el vigor y la nutrición necesaria para el desarrollo y la supremacía de la especie humana” (Hurtado, 2013).

En Zwierzymec, cerca de Cracovia se descubrió un hogar hace 90000 años, cuya disposición hace suponer que fue utilizado como ahumadero. En esa época el tratamiento de los alimentos con humo fue una práctica corriente que no valía la pena dejar a la posteridad ningún testimonio especial sobre él. Investigaciones y descripciones antiguas dice que las casas en las que había un hogar constituían siempre una instalación central; el humo buscaba su salida más próxima hacia arriba, mientras que bajo el caballete del tejado estaba colgadas las piezas de carne, expuestas al humo. Las chimeneas surgieron cuando se acabaron las construcciones de madera y empezaron a construir con piedra, luego se añadió como complemento útil un ahumadero, que podía estar en contacto con la chimenea cuando convenía. El ahumado de pescado es tan antiguo como el ahumado de la carne. Los métodos

modernos de ahumado empiezan a tener importancia al final del siglo XIX, pero la tecnología moderna ofrece otros métodos mucho mejores (Sánchez, 2017).

### **2.2.8. HUMO**

El humo es producido por combustión lenta de maderas (con un contenido de 40-60% de celulosa, 20-30% de hemicelulosa y de un 20-30% de lignina), este ayuda a la inhibición de crecimiento de microorganismos, retarda la oxidación de grasas e imparte aroma y sabor a las carnes. Entre los componentes químicos del humo se hallan aldehídos, cetonas, fenoles, ácidos orgánicos e hidrocarburos cíclicos(Amerling & UENED, 2001).

El humo tiene acción bactericida, esto se debe a su contenido en formaldehído y el sabor de los productos ahumados depende de la reacción entre los componentes del humo y los grupos funcionales de las proteínas de la carne. En el humo se ha descubierto compuestos cancerígenos, por ello actualmente las grandes empresas utilizan humo líquido, al ser muy caro este tipo de humo las empresas pequeñas no pueden adquirirlo y usan el humo de combustión de maderas(Amerling & UENED, 2001).

### **2.2.9. AHUMADO**

“Es un procedimiento que utiliza el humo obtenido de la combustión de materias con bajo contenido en resinas o aromas de humo. El humo actúa como esterilizante, antioxidante que confiere un aroma y sabor peculiar al alimento. Este procedimiento suele aplicarse tanto en carnes como en pescados” (Ruiz, Ruiz, & López, 2009).

Según NTE INEN 1217 (2012) ahumado es el tratamiento de un producto mediante la acción de compuestos procedentes de la combustión de maderas no resinosas y hierbas aromáticas autorizadas (ahumado natural). El proceso de ahumado se debe realizar con un procedimiento operativo estándar para prevenir contaminación durante el proceso (Palma, 2009).

Palma (2009) menciona que el ahumado es un proceso que se basa en la acción conjunta de enzimas y calor que traen consigo cambios en la proteína y lípidos, disminución de actividad de agua por la adición de sal y la impregnación con componentes de humo. Con el ahumado mejora las características sensoriales e incrementa la vida de anaquel del producto.

Existen dos sistemas de ahumado: el ahumado en frío y en caliente. El ahumado en frío es de corta duración, su pérdida de peso va desde el 2 o 5%, el ahumado en caliente es de larga duración, su pérdida de peso va hasta un 20 o 25% (Ruiz et al., 2009).

**Producto cárnico ahumado.** Son los productos cárnicos expuestos al humo y/o adicionado de humo a fin de obtener olor, sabor y color propios (NTE INEN 1338, 2010).

Varios embutidos crudos se ahúman con el propósito de adquirir buen sabor y aspectos característicos y alargar su vida útil; normalmente se genera el ahumado en frío en cámaras de ahumado a 19°C con una humedad relativa de 80%, en cuartos oscuros para evitar el enranciamiento (Amerling & UENED, 2001).

### **2.2.9.1. PESCADO AHUMADO.**

El pescado ahumado se prepara por el procedimiento de ahumado en frío o en caliente. El producto final debe poseer las características organolépticas propias del ahumado. En la elaboración del ahumado se puede agregar especias y otros ingredientes que son opcionales (NTE INEN 2846, 2015).

El pescado una vez ahumado y en su punto, adquiere su coloración, aroma y sabor característicos (Lozano & Gabancho, 2014). El ahumado de pescado ha sido realizado desde hace varios siglos, con el objetivo de prolongar el tiempo de conservación del pescado (Wicki, 2000).

### **2.2.9.2. PESCADO CON SABOR A HUMO.**

El pescado con sabor a humo se prepara con aromatizante de humo (humo líquido), sin haber pasado por el procedimiento de ahumado. El producto final debe poseer características organolépticas propias del ahumado (NTE INEN 2846, 2015).

### **2.2.10. BENEFICIOS DEL AHUMADO.**

El ahumado aporta con efectos deseables como:

El efecto bacteriostático consiste en que el humo ejecuta un efecto sobre la población bacteriana, penetrando las sustancias volátiles desinfectantes al tejido de la carne. Asimismo, al ahumarse se elimina el porcentaje de humedad presente en la superficie de las carnes, reduciendo la proliferación de bacterias (Bravo, 2016).

El efecto conservante, este efecto consiste en que los inhibidores que contiene el humo (como el formaldehído, aerosoles, fenoles y el ácido acético), accionan en la superficie de las carnes, evitando el deterioro rápido de las carnes (Bravo, 2016).

Por último, hay el efecto anti oxidativo el cual se dice que los compuestos fenólicos del humo son los responsables de la actividad anti oxidante, ya que una parte de fenoles de más alto punto de ebullición tiene alto efecto inhibidor en la formación de peróxidos. Asimismo,

el humo en productos que tienen alto contenido de grasa, el efecto anti oxidativo prolonga su vida de anaquel (Bravo, 2016).

También aporta con excelentes características organolépticas a las carnes, como un olor y sabor específico al ahumado. Igualmente existen reacciones que dan lugar a melanoidinas que afectan al color de las carnes (Bravo, 2016).

### **2.2.11. TIPOS DE AHUMADO**

El ahumado de los productos cárnicos se realiza de forma natural (humo natural) y con tratamientos con humo líquido.

#### **2.2.11.1. HUMO NATURAL**

El humo natural se obtiene de la combustión completa de las maderas, una parte produce agua y gas carbónico y otra parte, residuo material (cenizas). Este tipo de ahumado se identifica por tener una exposición directa de las carnes al humo procedente del lugar donde se quema la madera. En este proceso se emplean sistemas de filtración como cortinas de agua, filtros electrostáticos, para impedir los alquitranes y los hidrocarburos policíclicos (Maldonado, 2010).

Este tipo de ahumado puede realizarse de dos formas ahumado en frío y en caliente.

#### **2.2.11.2. AHUMADO EN FRÍO**

Este tipo de ahumado va de una temperatura de 20 a 25°C, el grado higrométrico comprende de 70 a 80%, la duración del tratamiento varía desde algunas horas hasta varios días, este ahumado se utiliza para conservar productos cárnicos a largo plazo (Maldonado, 2010).

Según NTE INEN 2846 (2015) el ahumado en frío es un proceso por el cual el pescado se ahúma con una mezcla de temperatura y tiempo que causará alguna reducción de la actividad acuosa de la carne.

#### **2.2.11.3. AHUMADO EN CALIENTE**

Este tipo de ahumado comienza con una temperatura de 30-35°C, para terminar a los 50-55°C e inclusive a los 75-80°C, se inyecta vapor de agua para evitar la desecación del producto, se maneja sobre todo en productos de pasta fina, porque el calor permite la coagulación de las proteínas, y estabiliza la emulsión cárnica (Maldonado, 2010).

Según NTE INEN 2846 (2015) el ahumado en caliente es un proceso por el cual el pescado se ahúma con una temperatura capaz de ocasionar la total coagulación de las proteínas de la

carne de pescado. Este tipo de ahumado es totalmente suficiente para destruir los patógenos bacterianos que no forman esporas y dañar las esporas que causan daños en la salud humana.

#### **2.2.11.4. HUMO LÍQUIDO**

El humo líquido se obtiene quemando maderas, de ahí se capta la esencia eliminando los componentes no deseados como los hidrocarburos policíclicos aromáticos que resulta de la pirolisis de la lignina. De esta forma se obtiene el sabor, olor y las propiedades conservantes del humo, evitando el hollín y la suciedad que produce el humo natural. Este tipo de humo se puede utilizar como ingrediente en el proceso de embutidos o igual al humo natural (Maldonado, 2010).

### **2.2.12. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DEL AHUMADO**

#### **2.2.12.1. AGUA.**

Es un elemento que aporta cierta jugosidad a la carne y disuelve los constituyentes como aditivos y componentes presentes en la carne (Chacón, 2001).

Solanilla (2009), manifiesta que el agua ayuda a disolver la sal y demás ingredientes de los diferentes productos, el agua que se utiliza debe ser potable y en forma líquida.

#### **2.2.12.2. SAL.**

Es un aditivo alimenticio que en la elaboración de productos cárnicos es la más importante y utilizada. Este aditivo realiza ciertas funciones como son: prevenir la proliferación de bacterias, mejora el sabor de los productos cárnicos y aumenta la capacidad de retención de agua (Chacón, 2001).

Solanilla (2009), nos expresa que la cantidad de sal utilizada en la elaboración de embutidos varía entre el 1 y el 5%. La sal adicionada desempeña las funciones de dar sabor al producto, de conservante y tiene la capacidad de retención de agua de las proteínas.

#### **2.2.12.3. SAL NITRO.**

Walker (1997), dice que la sal nitro es nitrato de potasio utilizado en pequeñas cantidades para prohibir el crecimiento de determinadas bacterias y proporcionar un agente químico que estabiliza el producto final de manera que puede recibir la denominación de curado.

Según Maldonado (2010) el propósito de utilizar el nitrito de sodio es estabilizar el color de los embutidos, contribuye a las características del sabor del producto y logra la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos.

Los nitratos ayudan el enrojecimiento y la conservación al desarrollar un efecto bactericida. El nitrato potásico y el nitrato sódico forman parte de las diversas sales curantes. Regularmente, se agregan 2.5 partes de nitrato por cada 100 partes de sal común (Ruiz et al., 2009).

#### **2.2.12.4. ÁCIDO ASCÓRBICO.**

Girard (1991), comenta que el ácido ascórbico se usa en la salazón por razón de su carácter reductor, en la carne refuerza el poder reductor del medio muscular y protege a la mioglobina de la oxidación en los productos crudos no madurados. Asimismo, su acción permite reducir la cantidad de nitrito residual en los productos de salazón.

#### **2.2.12.5. ERITORBATO DE SODIO.**

Maldonado (2010) menciona que este compuesto se utiliza porque químicamente reacciona con el nitrito, aumentando la producción de óxido nítrico a partir del ácido nitroso y actúan como antioxidante en el producto, contribuyendo a la estabilización del color y el sabor.

#### **2.2.12.6. FOSFATOS.**

Los fosfatos propician el incremento del pH en las soluciones en las cuales se adicionen, esto hace que cuando se aplican a la carne, ésta desplace su pH a valores alejados de 5.4 en donde se presenta la menor capacidad de retención de agua. Los fosfatos también son agentes quelantes de metales, existiendo una teoría acerca de su poder de captura del Ca<sup>2+</sup> de la carne, en razón de la cual se explica su funcionalidad (Ruiz *et al.*, 2009).

Los fosfatos cumplen con la función en las masas de los productos escaldados y cocinados, actúan sobre el enlace actina-miosina, el cual parece debilitarse por la acción de estos compuestos (MIRA,1998).

#### **2.2.12.7. EDULCORANTES.**

Los edulcorantes se adicionan a los productos cárnicos durante su elaboración con los objetivos: de contrarrestar el sabor de la sal; para propiciar un mayor tiempo de vida útil de los productos, ya que compromete agua presente y disminuye la actividad del agua; para propiciar color durante el proceso de horneado, ya que se sucede una reacción de pardeamiento (Ruiz et al., 2009).

#### **2.2.12.8. CONDIMENTOS.**

Los condimentos son sustancias aromáticas que igualmente conservan los productos cárnicos, también poseen una acción agradable sobre el olfato y el gusto. Este compuesto

se prepara a base concentrado de especies que resaltan el sabor de los embutidos (Maldonado, 2010).

#### **2.2.12.9. HUMO LÍQUIDO.**

El humo líquido se prepara por condensación y destilación fraccionada del humo de maderas, la ventaja de este humo es que está libre de compuestos cancerígenos como el 3,4 benzopirona (Amerling & UENED, 2001). Se usa en proporciones de 0.5 g/Kg a 1.5 g/Kg; en dosis mayores afecta el sabor y aroma del producto (Hurtado, 2013).

#### **2.2.12.10. HUMO NATURAL.**

El humo se define como una suspensión de partículas sólidas y líquidas en un medio gaseoso. Los principales compuestos químicos son fenoles, carbonilos, cetonas, aldehídos, furanos, alcoholes, ésteres, lactonas, hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos policíclicos aromáticos (Maldonado, 2010).

#### **2.2.12.11. MADERA PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMO.**

La madera que se utilizará para la producción de humo no deberá contener sustancias tóxicas, ni deberá haber sido tratada con sustancias químicas, pintura o materiales impregnantes (NTE INEN 2846, 2015).

En la tabla 3 se encuentran los aditivos y las dosis que son permitidas para la elaboración de pescado ahumado.

***Tabla 3. Aditivos permitidos en el pescado ahumado.***

REGULADORES DE LA ACIDEZ		
Número SIN	Nombre del aditivo	Dosis máxima en el producto
260	Ácido acético glacial	BPF
330	Ácido cítrico	BPF
325	Lactato de sodio	BPF
334	L (+) ácido tartárico	200 mg/kg
270	Ácido láctico (L-,D-, y DL)	BPF
326	Lactato de potasio	BPF
327	Lactato de calcio	BPF
ANTIOXIDANTES		
301	Ascorbato de sodio	BPF

<b>316</b>	Eritorbato sódico (sodio isoascorbato)	BPF
<b>325</b>	Lactato de sodio	BPF
<b>COLORANTES</b>		
<b>129</b>	Rojo Allura AC	300 mg/kg
<b>160b (i)</b>	Extractos de annato, bixina	10 mg/kg, como bixina
<b>110</b>	Amarillo anaranjado S	100 mg/kg
<b>102</b>	Tartrazina	100 mg/kg
<b>CONSERVANTES</b>		
<b>200-203</b>	Sorbatos	2000 mg/kg, como ácido sórbico
<b>210-213</b>	Benzoatos	200 mg/kg como ácido benzoico

---

Fuente: (NTE INEN 2846, 2015).

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN**

El presente proyecto de investigación se realizó en los laboratorios de Alimentos (cárnicos) y de microbiología de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el Km 2<sup>1/2</sup> vía a Napo, Cantón Puyo, Provincia de Pastaza, entre las coordenadas 1° 10' latitud sur y 78° 10' longitud oeste y 2° 35' latitud sur y 76° 40' longitud oeste. Cuenta con una superficie de 29.773 km<sup>2</sup>.

La investigación tuvo una duración de 400 horas que son 50 días hábiles en los cuales se realizó la elaboración de la cachama ahumada, en las que se consideraron la obtención de datos y sus respectivos análisis microbiológicos y organolépticos.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En la investigación se utilizó datos recopilados a nivel mundial, del Ecuador y de la provincia de Napo, sobre la producción de la cachama y la elaboración de pescado ahumado. El carácter del estudio fue de tipo cuantitativa, cualitativa experimental, para la realización del proyecto se tomó diferentes fuentes bibliográficas como: artículos científicos, tesis, artículos de revistas, entre otros, los cuales fueron publicados en los últimos años.

Actualmente existe deficiente información sobre investigaciones de la cachama ahumada, por ello, el desarrollo de este proyecto de investigación es de valiosa importancia como base para la producción y comercialización de este producto en la Provincia de Napo.

En este estudio se describen las características específicas para el proceso de producción de cachama ahumada, adquiriendo información sobre la cantidad de materia prima e insumos que se van a utilizar. También se realizaron los análisis organolépticos y microbiológicos del producto terminado, basándonos en la normativa ecuatoriana INEN 1338.

“En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas” (Atenea et al., n.d.).

La tabla 4 presenta los tratamientos y el total de materia prima utilizada en el proyecto de investigación.

**Tabla 4. Diseño Experimental**

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>NºRep.</b>	<b>T.U.E</b>	<b>Nº Kg/tratamiento</b>
T1. Patrón	P722	3	1.5kg	4.5kg
T2 (Humo líquido)	HL844	3	1.5kg	4.5kg
T3 (Humo natural)	HN920	3	1.5kg	4.5kg
<b>Total kg</b>				<b>13.5 kg</b>

Fuente: (García, 2018)

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental.

### **3.2.1. INVESTIGACIÓN CUALITATIVA:**

Según Maanen (1983), “el método cualitativo puede ser percibido como un término que cubre una sucesión de métodos y técnicas con valor interpretativo que pretende describir, analizar, descodificar, traducir y sintetizar el significado, de hechos que se suscitan más o menos de manera natural. Las metodologías cualitativas no son subjetivas ni objetivas, sino interpretativas, incluyendo la observación y el análisis de la información en ámbitos naturales para explorar los fenómenos, comprender los problemas y responder las preguntas”(Álvarez et al., 2018).

### **3.2.2. INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA:**

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. Esta investigación implica el uso de herramientas informáticas y estadísticas para obtener resultados (Fernández & Díaz, 2002).

## **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1. TRABAJO DE LABORATORIO.**

El presente trabajo de investigación fue realizado en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica, donde se elaboró la cachama ahumada con dos tipos de humo (natural y líquido), se utilizó una cantidad de 13.5 kg de cachama, cada tratamiento experimental se conformó por 1.5 kg, teniendo diferentes tratamientos cada uno con diferentes tipos de humo, a su vez existe una muestra patrón sin humo y tres repeticiones, por lo tanto, se trabajó con 9 unidades experimentales.

### 3.3.2. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.

Se realizaron análisis microbiológicos, donde las muestras de cachama ahumada fueron evaluadas para conocer si existe la presencia de microorganismos que puedan causar daño a la salud de los consumidores.

Las pruebas que se realizaron en laboratorio de microbiología son las siguientes:

- Análisis de *Escherichia coli*
- Análisis Coliformes Totales
- Recuento de mesófilos

Las bacterias de **coliformes totales** comprenden todos los bacilos Gram-negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h a 35°C (Camacho, Giles, Ortegón, Palao, & Serrano, 2009).

La *Escherichia coli* es una bacteria que forma parte de la flora intestinal de animales y seres humanos, se puede utilizar como indicador para detectar y medir la contaminación fecal en la evaluación de la seguridad de los alimentos y el agua. Algunas *E. coli* son inofensivas, pero otras son patógenas y pueden contaminar los alimentos, agua y medioambiente (Franco, Ramírez, Orozco, & López, 2013).

El grupo de **aerobios mesófilos** está conformado por todos los microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura óptima de 30°C y 40°C. El recuento de mesófilos, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos, además manifiesta la calidad sanitaria de los productos alimentarios, indicando también las condiciones higiénicas de la materia prima, la manera en cómo fueron manipulados durante el proceso de elaboración (RENALOA, 2014).

#### **Materiales**

- Fundas herméticas
- Marcador
- Tubos de ensayo
- Erlenmeyers
- Pipetas
- Probetas
- Espátula de Drigalski

- Pinzas, tijeras, cucharas
- Agua destilada

### **Equipos**

- Balanza con una graduación mínima de 0,01 g
- Autoclave
- Incubadora
- Cámara de flujo laminar

### **Procedimiento del análisis microbiológico.**

Para los análisis microbiológicos primero se hace la recolección de muestras en bolsas estériles. El análisis microbiológico de las muestras se realizó bajo condiciones de asepsia, empleando técnicas recomendadas por la Norma INEN 1529-1:99.

En una balanza graduada se pesan las muestras, se debe pesar 1gr de muestra teniendo un mechero junto a la balanza, estas muestras se colocan en frascos estériles para evitar la contaminación. En los tubos de ensayo se coloca 9 ml de agua destilada, para mezclar el gramo de muestra con el agua destilada. Una vez diluidas las muestras con una pipeta estéril transferir  $1\text{cm}^3$  al segundo tubo de ensayo y del segundo transferir al tercer, realizando diluciones seriadas ( $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$ ) de esta manera se obtiene la dilución  $10^{-3}$ , esto se realiza en una cámara de flujo para evitar la contaminación. Cada dilución sucesiva disminuirá 10 veces la concentración (NTE INEN1529-2:99, 1999).

Por último, se realiza la siembra en un medio de agar para recuento en placa ya preparado, transfiriendo con una pipeta la dilución al medio de agar y con una espátula de Drigalski homogenizar por toda la caja Petri, cerrando y sellando rápidamente las cajas Petri para luego incubar a  $36^{\circ}\text{C}$  durante 24 - 48 horas. Después de las 24 horas de incubación se realiza el conteo de bacterias observando las colonias que se encuentran en las placas.

### **3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL.**

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Hernandez, 2005).

Una vez obtenida la cachama ahumada y haber determinado los análisis microbiológicos se realizó un análisis sensorial, utilizando 69 panelistas no entrenados de la carrera

Agroindustrial de la Universidad Estatal Amazónica de edades de 18 a 25 años que son consumidores de productos ahumados, los cuales evaluaron el producto mediante un análisis de aceptación para características de aroma, sabor, textura, apariencia. Para ello se dio una ficha de evaluación sensorial con una escala hedónica estructurada donde calificaron el producto de 1 a 5, donde 1= disgusta mucho, 2= disgusta, 3=ni gusta ni disgusta, 4= gusta, 5= gusta mucho y con dichas respuestas se obtuvo resultados para saber cuál muestra es la más aceptable a través del diseño experimental.

Las normas que fueron cumplidas por los panelistas son:

- Los panelistas deben tener una buena concentración y disposición, durante el desarrollo del panel.
- Los panelistas deben evitar el uso de alcohol y de alimentos con especias antes de la catación.
- No deben estar involucrados en el desarrollo del producto.
- No se recomienda realizar las pruebas después de haber consumido alguna comida abundante o por el contrario sin haber probado bocado desde varias horas (Hernandez, 2005).
- La sesión de catación debe durar entre diez o quince minutos por prueba.
- El mejor horario para efectuar las evaluaciones es de 9 a 11 am y de 3 a 5 pm.
- Como agente enjuaguante generalmente se emplea agua a temperatura ambiente, la cual no tiene que ser ingerida sino expectorada.
- Es aconsejable que las comisiones de evaluación sensorial estén formadas por individuos de ambos sexos masculino y femenino (Espinosa, 2007).

Procedimiento para el análisis sensorial:

- Se tomaron 10 a 15gr de muestra por cada tratamiento, luego se codificaron y se colocaron en platos desechables con sus respectivos trinchas.
- Se sirvió a cada uno de los catadores agua y café para equiparar los sentidos.
- Se les ubico de manera separada a cada catador para que no exista igualdad en sus resultados.
- Se realiza la tabulación de los resultados obtenidos mediante la catación.

### **3.4. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.**

Se manejó un diseño completamente al azar para la modelación de los datos experimentales y los resultados fueron analizados de acuerdo a las siguientes pruebas estadísticas:

- Pruebas no paramétricas para la valoración de las características organolépticas en función de la prueba de Kruskal Wallis y un Análisis de Varianza (ANOVA).
- Para las variables microbiológicas se utilizó estadística de tendencia central (medias), por ser un parámetro de conteo.

## **3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **3.5.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **MATERIALES**

- Cuchillos
- Tabla de picar
- Bandejas
- Tarrinas plásticas
- Piola
- Papel de cocina

#### **EQUIPOS**

- Horno Ahumador
- Horno Industrial
- Empacadora al vacío
- Balanza analítica
- Balanza mecánica

#### **MATERIA PRIMA**

- Carne de cachama

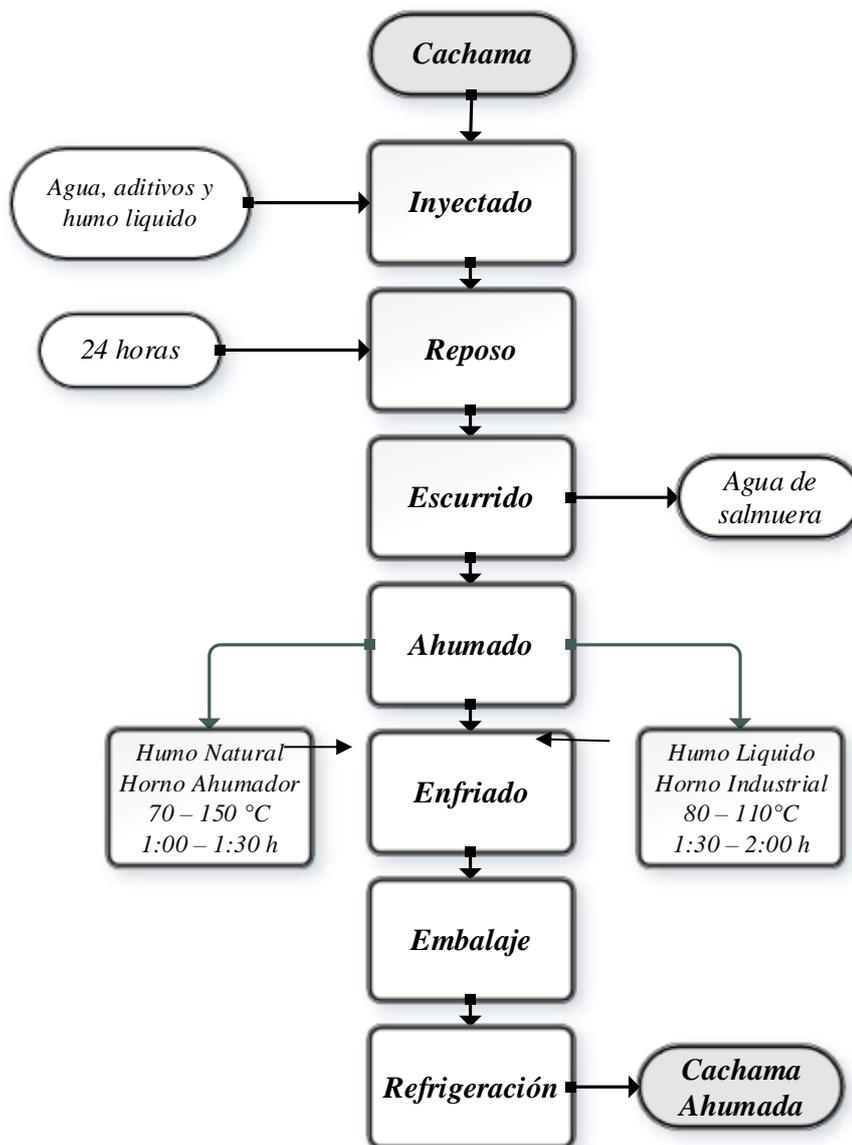
#### **ADITIVOS**

- Agua
- Sal
- Glutamato
- Salnitro
- Fosfato
- Eritorbato
- Azúcar
- Ajo en polvo
- Cebolla

- Pimienta
- Comino

### 3.5.2. PROCESO DE LA CACHAMA AHUMADA

En la figura 1 se puede observar una serie de operaciones que se desarrollan en el proceso de elaboración de la cachama ahumada.



*Figura 1. Diagrama de flujo de la cachama ahumada*

### **3.5.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA CACHAMA AHUMADA**

#### **a) RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Se recibió la materia prima (Cachama) mediante un análisis organoléptico (olor, color, apariencia), lo que permitió determinar la calidad de la materia prima.

#### **b) LIMPIEZA Y PESO**

Se retiró todas las escamas y vísceras que el pescado presenta, se lavó con agua limpia el interior para que no exista ningún residuo de sangre y se procedió a pesar la canal y los residuos de pescado con una balanza mecánica, ya que con estos pesos se realizó la formulación de los aditivos.

#### **c) ELABORACIÓN DE LA SALMERA**

Se realizó la formulación para conocer los porcentajes de aditivos que se utilizaron en la elaboración del ahumado, luego se pesó estos porcentajes de aditivos para proceder a realizar la salmuera. Se colocó un porcentaje de agua y se mezcla con los aditivos, en el caso de realizar el ahumado con el aditivo humo líquido se agrega en la salmuera.

#### **d) INYECTADO**

Una vez ya obtenida la salmuera se procedió a llenar la jeringa con esta, para inyectar en el músculo de la cachama y así pueda concentrarse más el sabor.

#### **e) PERÍODO DE REPOSO**

Luego se sumergió los pescados en la salmuera para que los aditivos utilizados penetren en la canal del pescado y se dejó reposar durante 24 horas.

#### **f) ESCURRIDO**

Las piezas de pescado se colocaron en bandejas plásticas para escurrir el agua de la salmuera en el que fueron sumergidas las piezas.

#### **g) AHUMADO NATURAL**

Los pescados se introdujeron en el horno ahumador, donde se realizó el ahumado en caliente con una temperatura de 70 y 100°C pudiendo alcanzar los 150°C durante una hora y media.

#### **h) AHUMADO CON HUMO LÍQUIDO**

En este proceso las piezas de pescados que han sido inyectadas humo líquido se introdujeron en el horno industrial de 80 y 110°C por una hora y media.

#### **i) ENFRIADO Y EMPACADO**

Una vez que salieron las piezas de pescado del horno se dejó reposar para enfriar y proceder al empacado que se realizó con películas de plástico transparente retráctil para ayudar a contener el aroma del ahumado.

#### **j) ALMACENAMIENTO**

La cachama ahumada se almacenó en un lugar limpio refrigerado a una temperatura de 3°C, esta temperatura debe ser constante, en caso de ser empacado al vacío dura de 4 a 6 semanas, sin embargo, con el tiempo va perdiendo su calidad de sabor y olor al ahumado.

### **3.5.4. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROCESO**

Los equipos utilizados en la elaboración de la cachama ahumada se presentan a continuación:

#### **a) HORNO INDUSTRIAL**

##### **DESCRIPCIÓN**

Es un equipo elaborado con acero inoxidable con seis rejillas, provee de un ventilador para la circulación del aire. También consta de dos puertas, una de acero inoxidable y otra de vidrio para el control del proceso; consta de un control digital en la parte superior derecha del horno en el cual se puede verificar las temperaturas y el tiempo, como se muestra en la figura 2.



*Figura 2. Horno industrial*

##### **CARACTERÍSTICAS DE USO:**

- Abrir la llave de paso del gas
- Encender con el botón verde de la parte inferior.
- Esperar que este caliente el horno.

- Colocar cuidadosamente el producto a ser horneado. Una vez terminado el proceso apagar del botón rojo.

## **b) HORNO AHUMADOR**

### **DESCRIPCIÓN**

Este equipo está totalmente constituido de acero inoxidable, cuenta con una rejilla para la ubicación del producto, es generador de humo natural por la combustión del aserrín, opera para ahumado y secado, tal como se detalla en la figura 3.



*Figura 3. Horno ahumador*

### **CARACTERÍSTICAS DE USO:**

- El equipo debe estar separado de la pared al menos 20cm para que exista circulación del aire.
- Estar pendiente de las temperaturas y tiempos durante el funcionamiento del ahumador.
- Apagar el equipo después de usarlo.

## **c) EMPACADORA AL VACÍO**

### **DESCRIPCIÓN**

El equipo es de manipulación muy sencilla, su proceso es de extraer el aire, calentar, sellar, imprimir, enfriar, llenar con gas, y abrir la tapa. También permite ajustes de temperatura y tiempos de sellado, como se observa en la figura 4.



*Figura 4. Empacadora al vacío*

## **CARACTERÍSTICAS DE USO**

Cierre la tapa de empacadora observando que solo este el empaque a sellar. Después se regula la perilla de vacío y el tiempo que requiere un ajuste normal oscila entre 20 a 30 segundos. Por último, se regula la perilla de ajuste de temperatura para el tipo de material de empaque.

### **d) BALANZA ANALÍTICA**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta balanza es utilizada exclusivamente en laboratorios. Pesa precisamente materiales en estado líquido, sólido o en forma de polvo, el equipo se puede observar en la figura 5.



*Figura 5. Balanza analítica*

#### **CARACTERÍSTICAS DE USO:**

- Primero se observar que la balanza se encuentre nivelada.
- Conectar la balanza y encenderla.
- Se procede a tarar o reiniciar el equipo para ubicar el envase en que se vaya a pesar.
- Colocar el material con ayuda de una cuchareta.
- Retirar, luego apagar y desconectar la balanza.

### **e) BALANZA MECÁNICA**

**DESCRIPCIÓN:** En la figura 6 se muestra la balanza mecánica, esta balanza es fabricada de acero inoxidable y tiene una plataforma totalmente plana, es fácil de utilizar y de realizar su limpieza.



*Figura 6. Balanza mecánica*

### CARACTERÍSTICAS DE USO:

- Se coloca la balanza en un lugar estable para que esté nivelada.
- Encerar la balanza
- Luego se procede a colocar el material a pesar.

### 3.6. FORMULACIÓN

En la tabla 5 se presentan las cantidades en kilogramos de materia prima, aditivos y condimentos que se utilizó en el proceso de elaboración de la cachama ahumada, para ello se realizó una formulación para obtener los porcentajes adecuados para cada tratamiento.

*Tabla 5. Formulación de la cachama ahumada en kg.*

	<b>Tratamiento 1 patrón</b>	<b>Tratamiento 2 Humo natural</b>	<b>Tratamiento 3 Humo líquido</b>
<b>Cachama</b>	0.91	1.86	1.04
<b>Agua</b>	0.91	1.86	1.04
<b>Sal</b>	0.02776	0.05674	0.03525
<b>Glutamato</b>	0.00364	0.00744	0.00317
<b>Salnitro</b>	0.00546	0.01116	0.00624
<b>Fosfato</b>	0.0091	0.0186	0.0104
<b>Eritorbato</b>	0.001	0.00372	0,004
<b>Azúcar</b>	0.01456	0.02976	0.01664
<b>Ajo</b>	0.00455	0.0093	0.0052
<b>Cebolla</b>	0.00455	0.0093	0.0052
<b>Pimienta</b>	0.00182	0.00372	0.00208
<b>Comino</b>	0.00182	0.00372	0.00208
<b>Vinagre</b>	0.00273	0.00558	0.00312
<b>Humo líquido</b>	-	-	3cm <sup>3</sup>

Fuente: (García, 2018)

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA

Los resultados de la evaluación organoléptica que se realizó a los estudiantes de la UEA (anexo 12) se ingresaron a los programas estadísticos INFOSAT y STATGRAPHICS para obtener resultados estadísticos, mediante la prueba de Kruskal Wallis se obtuvo que los tratamientos de la cachama ahumada en la evaluación organoléptica presentaron diferencias significativas entre las medias, lo que indica que el uso de dos tipos de humo (humo natural y humo líquido), transformaron las propiedades organolépticas evaluadas, siendo aceptables, como se demuestra en la tabla 6.

El ahumado posee un rol muy significativo en el olor y sabor de los productos cárnicos (Hurtado, 2013).

**Olor.** - La evaluación organoléptica de los tres tratamientos presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0,0035$ ), siendo el tratamiento con menor aceptación la cachama sin ningún tipo de humo T1 con medias de 3,58, por lo tanto, este tratamiento difiere significativamente con el T2 (humo natural) y T3 (humo líquido). Mientras que el T2 y T3 no tienen diferencia estadística significativa, siendo el mejor tratamiento la cachama con humo natural con medias de 4,14 como se observa en la tabla 6.

Según Hurtado (2013), la cachama ahumada elaborada con tres diferentes tipos de aromatizantes naturales tuvo diferencia estadística significativa ( $F < F_{tab 0.05}$ ) entre sus tratamientos y obtuvieron una calificación de 6.98 a 8.61 puntos, sobre 10 puntos. Mientras que (García et al., 2008) en el efecto de humo natural en la trucha arcoíris tuvo aceptación por parte de los panelistas, este resultado hace suponer que el olor natural de la trucha en el proceso de ahumado le proporciona a esta carne un olor característico dulce y ahumado.

**Sabor.**- En cuanto a la valoración del sabor de la cachama ahumada se puede determinar que las mejores respuestas presentaron diferencias altamente significativas, observándose que los tratamientos humo natural y humo líquido tuvieron medias de 4,13 y 3,75 respectivamente como se muestra en la tabla 6, notándose que las variaciones en las

puntuaciones asignadas se deben a la falta de experiencia de los estudiantes de la UEA de la carrera de la Ingeniería Agroindustrial que ejercieron como catadores.

Mientras que (Hurtado, 2013) menciona que las medias de la valoración del sabor que mostró la cachama ahumada utilizando los tres tipos de aromatizantes naturales, presentaron diferencias estadísticas significativas, en este caso al utilizar la canela dio mejor sabor al pescado ahumado. Sin embargo, las puntuaciones más bajas para esta característica se obtuvieron con la cachama procesada con jengibre consiguiendo una puntuación de 7.00 sobre 10.

Por otro lado, los autores (García et al., 2008) indican que los panelistas dieron una puntuación de 7.40 siendo aceptado el producto, gracias al sabor salado que tuvo la trucha ahumada, esto puede deberse al sabor agradable que presenta, el cual es mejorado después del proceso de ahumado.

El sabor obtenido por la cachama ahumada, se relaciona con los resultados obtenidos por los autores (Hurtado, 2013) y (García et al., 2008), ya que se presentan diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos, teniendo así una buena aceptación de parte de los panelistas.

**Textura.-** El resultado de la característica textura en la cachama ahumada en los tratamientos T2 y T3 presentaron diferencias estadísticas significativas, pues registraron valores de 3,93 y 3,62 en las medias, que corresponde a los tratamientos humo natural y humo líquido, mientras que para los tratamientos T1 y T3 no existió diferencia significativa como se puede observar la tabla 6, las valoraciones acogieron calificaciones aceptables de parte de los catadores.

Según los autores (García et al., 2008) con respecto a la textura obtuvieron una puntuación de 7.80, observando que la trucha ahumada tuvo una consistencia blanda, de fácil masticación y dejando poco residuo final, obteniendo así una buena aceptación en la evaluación organoléptica.

Sin embargo, el autor Hurtado (2013) señala que la textura de las cachamas ahumadas, no existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), por efecto de los tres tipos de aromatizantes naturales, pues recibieron calificaciones entre 6.96 a 9 puntos sobre 10 puntos de referencia.

**Apariencia.** - Con relación a la valoración de la apariencia de la cachama ahumada se puede comprobar que existe diferencia significativa entre los tratamientos T1 vs T2 humo natural, el cual posee la mayor puntuación en las medias (4,07), mientras que el tratamiento de humo líquido no difiere con los tratamientos sin humo y humo natural ver tabla 6. La valoración del T2 se debe a que este tratamiento es más agradable a la perspicacia de los degustadores, ya que los tratamientos que se hicieron con humo líquido y sin humo presentaron un color diferente, más opaco a diferencia del tratamiento con humo natural, ya que este presentó un color más dorado.

A comparación del autor (Hurtado, 2013) al comparar este parámetro en la cachama ahumada, las medias no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $F < F_{tab}$ ), por efecto de la utilización de los tres aromatizantes naturales, por cuanto las calificaciones alcanzadas variaron entre 7.13 a 8.35 puntos sobre 10 de referencia, y que en todos los casos se pudo evaluar un producto compacto, uniforme y de similar color.

**Aceptabilidad.**- La valoración de la aceptabilidad del producto registró diferencias estadísticas altamente significativas en las medias de los tratamientos como se ve en la tabla 6, ya que los valores asignados oscilaron entre 3,59; 4,22 y 3,87, que corresponden a los tratamientos, por lo que indica que la utilización de los dos tipos de humo, en la elaboración de cachama ahumada mejoró las características organolépticas, siendo un producto aceptado por parte de los catadores.

**Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis de la evaluación organoléptica de los tratamientos de la cachama ahumada.**

Parámetros	TRATAMIENTOS									H	P
	Sin Humo			Humo Natural			Humo Líquido				
	Mediana	X	D.E	Mediana	X	D.E	Mediana	X	D.E		
Olor	4	3,58 <sup>b</sup>	1,02	4	4,14 <sup>a</sup>	0,86	4	3,94 <sup>a</sup>	0,98	10,24	0,0035
Sabor	3	3,43 <sup>b</sup>	1,09	4	4,13 <sup>a</sup>	0,95	4	3,75 <sup>b</sup>	0,91	14,11	0,0005
Textura	4	3,57 <sup>b</sup>	0,99	4	3,93 <sup>a</sup>	0,81	4	3,62 <sup>b</sup>	0,84	5,42	0,0475
Apariencia	4	3,62 <sup>b</sup>	0,94	4	4,07 <sup>a</sup>	0,75	4	3,81 <sup>ab</sup>	1,03	6,76	0,0241
Aceptabilidad	3	3,59 <sup>b</sup>	0,99	4	4,22 <sup>a</sup>	0,78	4	3,87 <sup>b</sup>	0,86	14,08	0,0004

FUENTE: (García, 2018), Prueba de Kruskal Wallis

E. Estand: Error estándar,  $P > 0.05$ , No existen diferencias estadísticas de acuerdo al ADEVA

## 4.2. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

***Escherichia coli*.** - Los tratamientos de cachama ahumada con diferentes fuentes de humo se realizó un análisis microbiológico con el propósito de comprobar la calidad sanitaria de la cachama ahumada, ya que, durante el procesamiento, la manipulación y la conservación del producto se puede producir contaminaciones.

Según NTE INEN 1338 (2010) menciona que el número de unidades defectuosas de *escherichia coli* que se aceptan es cero. En los tratamientos de la cachama ahumada con dos tipos de humo (humo natural y humo líquido), en los medios de cultivo no se encontraron bacterias de *escherichia coli*, por lo tanto, el producto si cumple con la normativa y no causará daño a los consumidores.

**Coliformes Totales.** - En cuanto al análisis de coliformes totales no existió diferencia significativa ( $P < 0,75$ ) entre los tratamientos de cachama ahumada, presentando unas medias de (405,33); (336,0) y (333,33) como se muestra en la tabla 7.

En comparación con los resultados microbiológicos del autor (Hurtado, 2013) con respecto a coliformes totales realizados en la cachama elaborada con la utilización de diferentes tipos de aromatizantes naturales, se indica que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con una media general de  $153.83 \pm 6.23$ ; además la albaca ayudó en el producto ya que es reconocido como un potenciador antimicrobiano.

**Recuento de mesófilos.** - Al analizar el contenido de mesófilos en la cachama ahumada elaborada con dos tipos de humo, se muestra en la tabla 7 que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Los resultados que se obtuvieron fueron favorables, ya que el número de mesófilos encontrados en los tratamientos de la cachama ahumada están por debajo del rango permitido según la (NTE INEN 1338, 2010).

El autor Hurtado (2013) menciona que el contenido microbiano de Aerobios Mesófilos en la cachama ahumada elaboradas con tres diferentes aromatizantes naturales, manifiesta que no existió diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos, que al utilizar albaca se ve que se reduce en contenido microbiano, esto se debe a que esta planta tiene propiedades antimicrobianas.

**Tabla 7. Resultados microbiológicos de la cachama ahumada.**

Parámetros	Tratamientos						C.V	E. Estand	F	P
	Sin humo		Humo natural		Humo líquido					
<i>Escherichia coli</i>	ausencia		ausencia		ausencia		-	-	-	-
Coliformes Totales	405,33	a	336,0	a	333,33	a	36,50	102549,3	0,29	0,75
Recuento de mesófilos	224,00	a	178,67	a	197,33	a	33,46	26869,33	0,35	0,71

FUENTE: (García, 2018).

E. Estand.: Error estándar,  $P > 0.05$ , No existen diferencias estadísticas de acuerdo al ADEVA

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- 1) En la evaluación organoléptica de la cachama ahumada, con dos tipos de humo empleados afectaron ligeramente las características como la apariencia, sabor, textura y aceptabilidad del producto, existiendo diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos, sin embargo, el olor no tuvo diferencia significativa entre los dos tipos de humo, siendo así el T2 (humo natural) el mejor tratamiento de cachama ahumada.
- 2) El contenido microbiano registrado en la cachama ahumada con dos tipos de humo se encuentra en el rango recomendado por la Norma INEN 1338-2010, *escherichia coli* (ausencia), coliformes totales (120-512 NMP) y recuento de mesófilos (112- 304 UFC) por lo que se determinó que es un producto calidad sanitaria y apto para el consumo humano.

#### 5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se realizan en el presente proyecto de investigación son:

- Elaborar cachama ahumada empleando humo natural por cuanto que tiene muy buena aceptación por parte de los consumidores, y sus valores del análisis microbiológico indica que el producto es de buena calidad sanitaria.
- Facilitar los resultados obtenidos a los productores piscícolas de la provincia de Napo, ya que con la elaboración de cachama ahumada con humo natural se genera un valor agregado y puede ponerse a disposición de los consumidores y mejorar la economía de los productores de cachama.
- Replicar el presente proyecto de investigación, para analizar el periodo de almacenamiento en refrigeración, para medir la vida de anaquel de este producto, ya que sus características organolépticas y microbiológicas se consideraron buenas.

# CAPÍTULO VI

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., Camacho, S., Maldonado, G., Trejo, C., Olgúin, A., & Pérez, M. (2018). La investigación cualitativa. Retrieved November 20, 2018, from <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html>
- Amerling, C., & UENED. (2001). *Tecnología de la carne : antología*. (2001 EUNED, Ed.). Costa Rica: UNED. Retrieved from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9NweMkWe9VEC&oi=fnd&pg=PR5&dq=+El+Ahumado.+1a+ed.+Zaragoza-España.&ots=LQ1z4lvKwO&sig=8Tv6pVPHxVp5fX6SJ2zTJ8Xih-c#v=onepage&q&f=false>
- Atenea, A., García, L., León, I., García, E., Gil, B., & Ríos, L. (n.d.). *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE ENFOQUE EXPERIMENTAL Asignatura: Métodos de investigación en Curso: 3º Educación Especial*. Retrieved from <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Bello, R., & Rivas, W. (1992). Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada como fuente de alimento. In *Documento de campo No. 2. Proyecto Aquila II. FAO* (p. 113). Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab494s/AB494S00.htm#TOC>
- Bravo, J. (2016). *CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CANAL DE CUY SOMETIDO A DIFERENTES FUENTES DE HUMO NATURAL (Laurus nobilis, Juglans regia, Prunus serótina)*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Cabezas, B., Amaguay, J., Diéguez santana, K., & Sablón, N. (2017). Factores medio ambientales que influyen en el desarrollo de la cachama en la amazonía ecuatoriana. *Observatorio de La Economía Latinoamericana, Ecuador*, (November), 2–17. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Neyfe\\_Sablon\\_Cossio/publication/321346143\\_FACTORES\\_MEDIO\\_AMBIENTALES\\_QUE\\_INFLUYEN\\_EN\\_EL\\_DESARROLLO\\_DE\\_LA\\_CACHAMA\\_EN\\_LA\\_AMAZONIA\\_ECUATORIANA\\_Para\\_citar\\_esto\\_articulo\\_puede\\_utilizar\\_el\\_siguiete\\_formato/links/5a1e03f7458](https://www.researchgate.net/profile/Neyfe_Sablon_Cossio/publication/321346143_FACTORES_MEDIO_AMBIENTALES_QUE_INFLUYEN_EN_EL_DESARROLLO_DE_LA_CACHAMA_EN_LA_AMAZONIA_ECUATORIANA_Para_citar_esto_articulo_puede_utilizar_el_siguiete_formato/links/5a1e03f7458)
- Cabrera, Y., & Pilacuán, P. (2012). *Determinación de parámetros óptimos para la elaboración de Langostino (penaeus vannamei) ahumado*. Universidad Técnica del Norte.
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., & Serrano, B. (2009). *Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Echerichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple*. México. Retrieved from [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP\\_6529.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf)
- Chacón, M. A. (2001). *Formulación y evaluación de un proyecto de inversión en una planta procesadora cachama en el estado de Cojedes*. Universidad Católica Andrés Bello. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/1098/>
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos: Métodos Analíticos*. (R. Torricella, Ed.). La Habana.

- FAO. (2010). *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo*. FAO. Serie Acuicultura en Latinoamérica (Vol. 1). Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/014/i1773s/i1773s.pdf>
- FAO. (2018). *COMISIÓN DE PESCA CONTINENTAL Y ACUICULTURA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Santiago de Chile. Retrieved from [www.rlc.fao.org](http://www.rlc.fao.org)
- Fernández, P., & Díaz, P. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. Retrieved November 20, 2018, from [https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti\\_cuali2.pdf](https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti_cuali2.pdf)
- Franco, P., Ramírez, L., Orozco, M., & López, L. (2013). Determinación de Escherichia coli e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *SCIELO*, 10, 91–100. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a09.pdf>
- García, J., Alfaro, R., Núñez, F., & Espinosa, M. (2004). Efecto del sistema de producción sobre la calidad sensorial de filete ahumado de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson. *Hidrobiológica*, 14(1), 55–60. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972004000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972004000100007)
- García, J., Núñez, F., Espino, G., Alarcón, A., Rentería, A., Chávez, C., & Espinosa, M. (2008). Características organolépticas de productos elaborados con carne de trucha Arco Iris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Tecnociencia Chihuahua*, 2(3), 156–165. Retrieved from [http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v2n3/data/Caracteristicas\\_carne\\_trucha.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v2n3/data/Caracteristicas_carne_trucha.pdf)
- García, O., Acevedo, I., Mora, J., Sánchez, A., & Rodríguez, H. (2009). Evaluación física y proximal de la carne para hamburguesas elaborada a partir de pulpa de cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) con harina de soya texturizada. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4), 951–962.
- GIRARD J. (1991). Tecnología de la carne y de los productos cárnicos Zaragoza-España. Edit. Acribia. pp. 139-144.
- Heredia, J. (2013). *Comparación productiva del cultivo de la cachama híbrida (Piaractus brachyomus x Colossoma macropomun) utilizando cuatro balanceados comerciales*. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1181/1/03 EIA 104 TESIS CACHAMA.pdf>
- Hernandez, E. (2005). *EVALUACION SENSORIAL*. Bogotá. Retrieved from [http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m evaluacion sensorial.pdf](http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf)
- Hurtado, P. (2013). "UTILIZACIÓN DE TRES AROMATIZANTES NATURALES EN EL PROCESAMIENTO DE CACHAMA AHUMADA". ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- López, P., & Anzoátegui, D. (2013). Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua. *SCIELO*, 31, 271–276. Retrieved from <http://www.scielo.org.ve/pdf/zt/v31n4/art01.pdf>
- Lozano, D., & Gabancho, D. (2014). *INFLUENCIA DEL TIEMPO DE AHUMADO Y ESPECIE FORESTAL COMBUSTIBLE EN EL OLOR Y SABOR DE LA CECINA DE CERDO (Sus scrofa domestica) DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO-2013*. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Yarinacocha. Retrieved from <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/77/1/TESIS12.pdf>
- Maldonado, A. P. (2010). *Influencia de la adición de humo líquido en la estabilidad y aceptabilidad*

- de chorizo especial ahumado*. Escuela Politécnica Nacional. Retrieved from <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2228/1/CD-3013.pdf>
- Méndez, Y. ;, Perdomo, D. ;, de Pasquier, G., García, D., & Valecillo, O. (2011). Evaluación del rendimiento en el canal y del fileteado de la Cachama (*Colossoma macropomum*). *Zootecnia Tropical*, 29(3), 361–370. Retrieved from [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692011000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- MIRA, J. 1998, Compendio de ciencia y tecnología de la carne, Riobamba Ecuador.
- NTE INEN 1217. (2012). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1217 : 2012 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DEFINICIONES.
- NTE INEN 1338. (2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1338 : 2010 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. PRODUCTOS CÁRNICOS CRUDOS, PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS-MADURADOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS PRECOCIDOS-COCIDOS.REQUISITOS, 1338. Retrieved from <https://ia601602.us.archive.org/20/items/ec.nte.1338.2012/ec.nte.1338.2012.pdf>
- NTE INEN 2846. (2015). NORMA PARA EL PESCADO AHUMADO, PESCADO CON SABOR A HUMO Y PESCADO SECADO CON HUMO (CODEX STAN 311-2013, MOD).
- NTE INEN1529-2:99. (1999). CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS TOMA, ENVÍO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO., 2, 1–17. Retrieved from <https://ia801906.us.archive.org/27/items/ec.nte.1529.2.1999/ec.nte.1529.2.1999.pdf>
- Palma, J. (2009). *Efecto de la adición de dos concentraciones ácido cítrico y dos tiempos de ahumado en propiedades físico-químicas y sensoriales de palitos de carne*. ZAMORANO. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5428/1/AGI-2009-T031.pdf>
- Piedra, J. (2006). *Diagnóstico de viabilidad de implantación de un cultivo de cachama negra* (. UNIVERSIDAD DE LA SABANA.
- PICALLO, A. 2002. El análisis sensorial como herramienta de calidad de carne y productos cárnicos de cerdo. Buenos Aires, Argentina. Edit. INTA. Página pdf.
- Ramírez, A. (1978). Estudio tecnológico del ahumado de algunas especies marinas. *IMARPE*, 48, 30.
- RENALOA. (2014). Análisis Microbiológico de los Alimentos. Microorganismos indicadores., 3, 1–153. Retrieved from [http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis\\_microbiologico\\_de\\_los\\_alimentos\\_Vol\\_III.pdf](http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf)
- Ruiz, P., Ruiz, M., & López, C. (2009). *EL MARAVILLOSO MUNDO DE LA CARNE*.
- Sánchez, D. (2017). *Elaboración de chorizo ahumado con la utilización de diferentes niveles de carne de pollo (Gallus gallus) en el proceso de elaboración*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Retrieved from <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2150/BC-TES-TMP-1021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SOLANILLA J. 2009. Elaboración de productos cárnicos. Facultad ingeniería Agronómica Universidad de Tolima.

Suarez, H., De Francisco, A., & Beirao, L. (2008). INFLUENCIA DE BACTERIOCINAS PRODUCIDAS POR *Lactobacillus plantarum* LPBM10 SOBRE LA VIDA ÚTIL DE FILETES DEL HÍBRIDO DE CACHAMA *Piaractus brachypomus* x *Colossoma macropomum* EMPACADO AL VACÍO INFLUENCE OF BACTERIOCINS PRODUCED BY *Lactobacillus plantarum* LPB. *VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA*, 15(ISSN 0121-4004), 32–40. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v15n1/v15n1a05.pdf>

WALKER K. 1997. Manual Práctico Del Ahumado De Los Alimentos. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp. 9-12.

Wicki, G. (2000). EL PROCESO DE AHUMADO COMO VALOR AGREGADO EN LA PRODUCCION DEL CATFISH SUDAMERICANO (*Rhamdia sapo*). *Ministerio de Agricultura de Argentina*, 6. <https://doi.org/10.1145/1007996.1008046>

## ANEXOS

### *Anexo 1. Análisis de varianza para la variable olor en los tres tratamientos de cachama.*

<i>Fuente</i>	<b>Suma de cuadrados</b>	<i>Df</i>	<b>Cuadrado medio</b>	<i>F- Proporción</i>	<i>P- Valor</i>
Tratamientos	11,314	2	5,657	6,17	0,0025
Error	187,13	204	0,917306		
Total	198,444	206			

### *Anexo 2. Prueba de rango múltiple para la variable olor por los tres tratamientos de la cachama.*

<i>Tratamiento</i>	<b>Contar</b>	<b>Grupos</b>	<b>Grupos homogéneos</b>
1	69	3,57971	X
3	69	3,94203	X
2	69	4,14493	X

### *Anexo 3. Análisis de varianza para la variable sabor en los tres tratamientos de cachama.*

<i>Fuente</i>	<b>Suma de cuadrados</b>	<i>Df</i>	<b>Cuadrado medio</b>	<i>F- Proporción</i>	<i>P- Valor</i>
Tratamientos	16,7343	2	8,36715	8,55	0,0003
Error	199,594	204	0,978403		
Total	216,329	206			

**Anexo 4. Pruebas de rango múltiple para la variable sabor por los tres tratamientos de la cachama.**

<i>Tratamientos</i>	<i>Contar</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
1	69	3,43478	X
3	69	3,75362	X
2	69	4,13043	X

**Anexo 5. Análisis de varianza para la varianza textura en los tres tratamientos de cachama.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Df</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F-Proporción</i>	<i>P-Valor</i>
Tratamientos	5,22705	2	2,61353	3,34	0,0375
Error	159,797	204	0,783319		
Total	165,024	206			

**Anexo 6. Pruebas de rango múltiple para la variable textura por los tres tratamientos de cachama.**

<i>Tratamientos</i>	<i>Contar</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
1	69	3,56522	X
3	69	3,62319	X
2	69	3,92754	X

**Anexo 7. Análisis de varianza para la variable apariencia en los tres tratamientos de cachama.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Df</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F-Proporción</i>	<i>P-Valor</i>
Entre grupos	7,02415	2	3,51208	4,18	0,0166
Dentro de grupos	171,391	204	0,840153		
Total (Corr.)	178,415	206			

**Anexo 8. Pruebas de rango múltiple para la variable apariencia por los tres tratamientos de la cachama.**

<i>Tratamientos</i>	<i>Contar</i>	<i>Media</i>	Grupos homogéneos
1	69	3,62319	X
3	69	3,81159	XX
2	69	4,07246	X

**Anexo 9. Análisis de varianza para la variable aceptabilidad en los tres tratamientos de cachama.**

Fuente	Suma de cuadrados	<i>Df</i>	Cuadrado medio	<i>F-Proporción</i>	<i>P-Valor</i>
Tratamientos	13,4589	2	6,72947	8,68	0,0002
Error	158,203	204	0,775504		
Total	171,662	206			

**Anexo 10. Pruebas de rango múltiple para la variable aceptabilidad por los tres tratamientos de la cachama.**

<i>Tratamientos</i>	<i>Contar</i>	<i>Media</i>	Grupos homogéneos
1	69	3,5942	X
3	69	3,86957	X
2	69	4,21739	X

**Anexo 11. Resultados del análisis microbiológico de los tratamientos de la cachama ahumada.**

<b>DATOS GENERALES</b>				
<b>Tipo de muestra</b>	<b>Código</b>	<b>Recuento de mesófilos</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b><i>E. coli</i></b>
Muestra1 Sin humo	P001	212 UFC	512 NMP	< 1 ufc
	P002	224 UFC	416 NMP	Ausencia
	P003	236 UFC	288 NMP	Ausencia
Muestra2 Humo líquido	T1004	192 UFC	368 NMP	Ausencia
	T1005	112 UFC	332 NMP	Ausencia
	T1006	232 UFC	308 NMP	Ausencia
Muestra 3 Humo natural	T2007	304 UFC	500 NMP	Ausencia
	T2008	112 UFC	120 NMP	Ausencia
	T2009	176 UFC	380 NMP	Ausencia

<b>Límites Máximos Permisibles</b>		
<b>Recuento de mesófilos</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b><i>E. Coli</i> y <i>S. aureus</i></b>
1250 ufc/ml	<1200 NMP/100ml	<0 NMP/100ml

*Anexo 12. Resultados de la evaluación sensorial*

CATADOR	T1 Sin humo					T2 Humo natural					T3 Humo líquido				
	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Aceptabilidad	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Aceptabilidad	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Aceptabilidad
1	4	3	4	4	3	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4
2	3	3	3	4	3	4	5	4	4	5	4	3	3	4	3
3	5	5	5	5	5	4	3	4	3	4	5	5	4	5	5
4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4
5	4	3	3	3	3	4	5	4	3	4	4	4	3	4	4
6	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	2	3	4	4	4
7	3	3	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	3	4	4
8	4	4	4	3	4	3	4	4	5	4	5	5	5	5	4
9	3	2	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3
10	4	4	4	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	4	4	5	4	5	5	3	3	4	3	4	4	4	4	4
12	3	5	5	3	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
13	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4
14	4	3	3	4	4	3	2	4	4	4	2	4	4	4	4
15	4	4	5	5	5	5	5	3	4	4	5	4	4	5	4
16	4	3	3	2	3	5	4	2	3	4	3	2	3	3	2
17	4	3	3	3	3	5	5	4	4	5	4	2	3	4	3
18	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5
19	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	5	5	4	5	5
20	4	1	3	3	3	5	5	4	5	5	3	5	5	3	4
21	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5
22	4	4	4	5	4	3	3	4	3	3	5	5	5	4	5
23	5	3	3	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5
24	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
25	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5
26	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5
27	4	5	3	4	5	2	3	4	3	2	3	5	4	5	3
28	3	4	4	3	5	3	5	4	3	5	3	4	4	3	5
29	1	2	4	4	3	4	4	4	5	4	3	4	3	3	3
30	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	5	4	3	4	4
31	4	1	5	5	3	4	2	2	3	3	5	4	2	5	4
32	3	4	4	3	3	5	3	3	4	4	4	5	3	5	4
33	4	3	3	2	3	3	3	3	4	3	5	5	4	4	5
34	3	2	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	5	4	4
35	3	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5
36	3	3	2	3	3	5	5	4	5	5	4	4	3	4	4

37	3	2	2	2	2	5	4	3	3	4	4	3	2	2	3
38	2	2	3	2	2	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3
39	4	5	4	3	5	4	4	5	4	5	3	4	3	3	4
40	5	3	2	2	3	5	2	5	5	4	3	4	2	1	4
41	1	4	4	4	3	2	4	3	4	3	2	2	4	4	2
42	4	5	4	5	5	3	4	4	4	4	5	3	3	4	5
43	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	3	5	4
44	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	3	3	3	3
45	3	4	3	3	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5
46	4	2	3	3	3	4	5	5	5	5	3	3	3	3	3
47	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	3	4	4	4
48	4	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3
49	1	3	1	3	2	4	5	4	5	4	5	2	3	4	4
50	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
51	5	3	3	4	4	4	5	4	3	4	3	4	5	5	5
52	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
53	5	3	2	4	3	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4
54	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
55	2	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	4	4	4
56	3	3	3	2	3	5	5	5	4	5	2	3	4	3	4
57	3	1	2	2	2	4	3	2	5	4	4	4	4	3	3
58	3	2	2	3	2	4	5	3	4	5	4	3	3	2	4
59	3	5	3	3	2	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4
60	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	3	3	4	2	3
61	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	2	2	3	3
62	4	4	4	4	4	5	3	3	3	3	3	3	3	2	3
63	4	4	2	3	4	5	5	4	4	5	5	2	3	2	2
64	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	4
65	4	3	2	4	3	3	3	3	4	4	5	4	4	4	4
66	2	1	2	2	1	4	4	3	5	4	4	2	2	2	3
67	2	4	2	3	3	5	5	4	4	5	5	4	3	2	4
68	2	2	4	4	4	5	5	5	5	5	1	3	2	3	2
69	3	3	3	3	3	4	5	4	3	5	4	4	4	3	3

---

## **Elaboración de cachama ahumada**



*Anexo 13. Recepción de la materia prima.*



*Anexo 14. Pesado de los aditivos y condimentos.*



*Anexo 15. Inyección de salmuera.*



*Anexo 16. Reposo de la cachama en salmuera.*



*Anexo 17. Ahumado de la cachama.*



*Anexo 18. Cachama ahumada con humo natural.*



*Anexo 19. Cachama ahumada con humo líquido.*



*Anexo 20. Cachama sin humo.*

## **ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**



*Anexo 21. Pesado de la muestra.*



*Anexo 22. Dilución de muestras.*



*Anexo 23. Siembra de la muestra en el medio de agar.*



*Anexo 24. Recuento de colonias formadoras.*

## **EVALUACIÓN SENSORIAL**



*Anexo 25. Evaluación sensorial de los tres tratamientos.*

**Anexo 26. Ficha de evaluación sensorial.**



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**FICHA DE EVALUACION SENSORIAL**

Producto: .....

Fecha: .....

Edad: .....

Se le proporcionará tres tipos de muestras, para evaluar las mismas, en base a las características propuestas en orden de menor a mayor aceptación, si tiene alguna observación no olvide anotarla.

También se le proporcionará un vaso de agua como agente enjuagante y una porción de café para neutralizar el olor.

CATEGORÍA	NÚMERO
Disgusta mucho	1
Disgusta	2
Ni gusta ni disgusta	3
Gusta	4
Gusta mucho	5

FICHA DE EVALUACIÓN				
ATRIBUTO	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	Observaciones
Olor				
Sabor				
Textura				
Apariencia				
Aceptabilidad				