



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del Título de
Ingeniero en Alimentos.

Título de la Unidad Integración Curricular:

**ANÁLISIS SENSORIAL, QUÍMICO Y ANTIOXIDANTE DE PECES DE AGUA DULCE,
CAMPECHE (*Chaetostoma fischeri*) Y CHOLÍA (*Saccodon wagneri*).**

AUTORA:

GISSELA FERNANDA AVILA CAJAS

Auspicio Académico:

ING. YUNIEL MÉNDEZ MARTÍNEZ, PhD.

MOCACHE-LOS RIOS-ECUADOR

2019-2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Gissela Fernanda Avila Cajas**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Gissela Fernanda Avila Cajas

C.I. 050371443-8



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

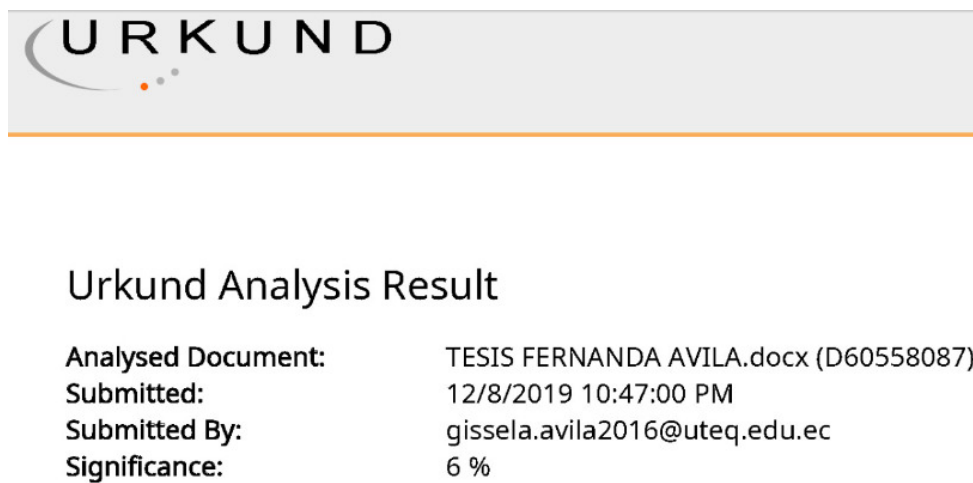
El suscrito, Yuniel Méndez Martínez, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Gissela Fernanda Avila Cajas, realizó la Unidad de Integración Curricular titulada: **“ANÁLISIS SENSORIAL, QUÍMICO Y ANTIOXIDANTE DE PECES DE AGUA DULCE, CAMPECHE (*Chaetostoma fischeri*) Y CHOLÍA (*Saccodon wagneri*)”**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Yuniel Méndez Martínez, PhD.

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Ing. Yuniel Méndez Martínez PhD, docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias y como director certifico que la unidad de integración curricular de la Gissela Fernanda Avila Cajas, titulada: “**ANÁLISIS SENSORIAL, QUÍMICO Y ANTIOXIDANTE DE PECES DE AGUA DULCE, CAMPECHE (*Chaetostoma fischeri*) Y CHOLÍA (*Saccodon wagneri*)**”, fue ingresado a la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 6%, lo cual está considerado dentro de los parámetros aceptables que establecen el reglamento e instructivos de la unidad de integración curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Ing. Yuniel Méndez Martínez, PhD.
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

Unidad de Integración Curricular

Título:

ANÁLISIS SENSORIAL, QUÍMICO Y ANTIOXIDANTE DE PECES DE AGUA DULCE, CAMPECHE (*Chaetostoma fischeri*) Y CHOLÍA (*Saccodon wagneri*).

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:

Ing. Christian Vallejo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. María Teresa Pacheco PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Vicente Guerrón

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Mocache- Los Ríos- Ecuador

2019-2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, por ser mi fortaleza, mi guía y el guardador de mi vida. Por permitirme obtener una de mis anheladas metas trazadas en mi vida y por haberme permitido conocer a personas maravillosas.

A mis padres, por ser el motivo de mi lucha constante, para poder lograr esta meta.

A mis hermanos, sobrinos quienes son el pilar fundamental de mi vida, motivo de inspiración para seguir adelante y no darme por vencida, gracias a la confianza que depositaron en mí.

Al Doctor Yuniel Méndez, por brindarme su apoyo constante en el trayecto del desarrollo de mi investigación.

Gissela Fernanda Avila Cajas

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis queridos padres Miguel y Emma quienes confiaron en mí, a mi hermana Lucia por ser el soporte moral y económico que me ayudado durante el período de formación académica, gracias por creer en mí y enseñarme a nunca rendirme y siempre superar las barreras que la vida me puso por delante.

Gissela Fernanda Avila Cajas

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

Dada la necesidad de conocer más acerca de las especies nativas en el Ecuador, se realizó un análisis proximal, de actividad antioxidante y sensorial en peces de agua dulce, procedentes de diferentes ríos del cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi, Ecuador; recolectados en la época de verano. El peso promedio del Campeche y Cholí fue de 45 ± 0.5 g y 42 ± 0.5 g con talla promedio de 15 ± 1.0 y 14 ± 1.0 cm respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones, donde las variables en estudio fueron dispuestas en forma bifactorial 3 x 2: Factor A: Lugar de recolección (Quindigua, Calope, San Pablo), Factor B: Especie (Campeche y Cholí). El Campeche mostró el contenido más alto de humedad (78.16 %) y proteína (86.07 %), mientras la Cholí presentó mayor significancia ($p = 0.05$) de materia seca (29.61 %), grasa (8.34 %), ceniza (7.74 %) y elementos no nitrogenados (12.87 %). En cuanto a la actividad antioxidante, la Cholí mostró una elevada actividad de superóxido dismutasa (SOD) fue de 12.60 U/mg proteína en comparación con el Campeche mostró un valor de 7.63 U/mg proteína, posiblemente debido a que la Cholí ha sufrido menor estrés oxidativo, ha ingerido compuestos antioxidantes como parte de su dieta y/o en un entorno con menor grado de contaminación. Esto guarda relación con el contenido de mercurio observado mediante absorción atómica, ya que en la Cholí se pudo detectar una cantidad estadísticamente menor (48 $\mu\text{g/kg}$) a la observada en el Campeche (49 $\mu\text{g/kg}$) ($p = 0.05$). Los atributos sensoriales evaluados (olor, color, textura y aceptabilidad) se determinaron mediante una escala ordinal de 1 a 5. Ambas especies tuvieron aceptación por los catadores. En resumen se observó diferencia significativa ($p = 0.05$) en el contenido nutricional de estas dos especies, e influencia del lugar de recolección. Los resultados permiten concluir que las especies estudiadas son una buena alternativa para el consumo humano.

Palabras claves: Filete de pescado, mercurio, proteína, superóxido dismutasa.

ABSTRACT AND KEY WORDS

Given the need to learn more about the native species in Ecuador, a proximal analysis of antioxidant and sensory activity in freshwater fish, from different rivers of the La Maná canton of the Province of Cotopaxi, Ecuador; collected in the summer time. The average weight of Campeche and Cholía was 45 ± 0.5 g and 42 ± 0.5 g with an average size of 15 ± 1.0 and 14 ± 1.0 cm respectively. A completely randomized design (DCA) was used, with three repetitions, where the variables under study were arranged in 3 x 2 bifactorial form: Factor A: Place of collection (Quindigua, Calope, San Pablo), Factor B: Species (Campeche and Cholía). The Campeche showed the highest moisture content (78.16%) and protein (86.07%), while the Cholía presented greater significance ($p = 0.05$) of dry matter (29.61%), fat (8.34%), ash (7.74%) and non-nitrogen elements (12.87%). Regarding the antioxidant activity, the Cholía showed a high activity of superoxide dismutase (SOD) was 12.60 U / mg protein compared to the Campeche showed a value of 7.63 U / mg protein, possibly because the Cholía has suffered less Oxidative stress has ingested antioxidant compounds as part of their diet and / or in an environment with a lower degree of contamination. This is related to the mercury content observed by atomic absorption, since in the Cholía a statistically smaller amount ($48 \mu\text{g} / \text{kg}$) was detected than that observed in Campeche ($49 \mu\text{g} / \text{kg}$) ($p = 0.05$). The sensory attributes evaluated (smell, color, texture and acceptability) were determined by an ordinal scale of 1 to 5. Both species were accepted by the tasters. In summary, a significant difference ($p = 0.05$) was observed in the nutritional content of these two species, and influence of the collection site. The results allow us to conclude that the species studied are a good alternative for human consumption.

Key words: Fish steak, mercury, protein, superoxide dismutase.

CÓDIGO DUBLIN

Título:	ANÁLISIS SENSORIAL, QUÍMICO Y ANTIOXIDANTE DE PECES DE AGUA DULCE, CAMPECHE (<i>Chaetostoma fischeri</i>) Y CHOLÍA (<i>Saccodon wagneri</i>).			
Autora:	Gissela Fernanda Avila Cajas			
Palabras clave:	pez	Campeche	Cholía	actividad antioxidante
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2019.			
Resumen:	Resumen: Dada la necesidad de conocer más acerca de las especies nativas en el Ecuador, se realizó un análisis proximal, de actividad antioxidante y sensorial en peces de agua dulce, procedentes de diferentes ríos del cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi, Ecuador; recolectados en la época de verano. El peso promedio del Campeche y Cholía fue de 45 ± 0.5 g y 42 ± 0.5 g con talla promedio de 15 ± 1.0 y 14 ± 1.0 cm respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones, donde las variables en estudio fueron dispuestas en forma bifactorial 3 x 2: Factor A: Lugar de recolección (Quindigua, Calope, San Pablo), Factor B: Especie (Campeche y Cholía). El Campeche mostró el contenido más alto de humedad (78.16 %) y proteína (86.07 %), mientras la Cholía presentó mayor significancia ($p = 0.05$) de materia seca (29.61 %), grasa (8.34 %), ceniza (7.74 %) y elementos no nitrogenados (12.87 %). En cuanto a la actividad antioxidante, la Cholía mostró una elevada actividad de superóxido dismutasa (SOD) fue de 12.60 U/mg proteína en comparación con el Campeche mostró un valor de 7.63 U/mg proteína, posiblemente debido a que la Cholía ha sufrido menor estrés oxidativo, ha ingerido compuestos antioxidantes como parte de su dieta y/o en un entorno con menor grado de contaminación. Esto guarda relación con el contenido de mercurio observado mediante absorción atómica, ya que en la Cholía se pudo detectar una cantidad estadísticamente menor (48 µg/kg) a la observada en el Campeche (49 µg/kg) ($p = 0.05$). Los atributos sensoriales evaluados (olor, color, textura y aceptabilidad) se determinaron mediante una escala ordinal de 1 a 5. Ambas especies tuvieron aceptación por los catadores. En resumen se observó diferencia significativa ($p = 0.05$) en el contenido nutricional de estas dos especies, e influencia del lugar de recolección. Los resultados permiten concluir que las especies estudiadas son una buena alternativa para el consumo humano. Abstract: Given the need to learn more about the native species in Ecuador, a proximal analysis of antioxidant and sensory activity in freshwater fish, from different rivers of the La Maná canton of the Province of Cotopaxi, Ecuador; collected in the summer time. The average weight of Campeche and Cholía was 45 ± 0.5 g and 42 ± 0.5 g with an average size of 15 ± 1.0 and 14 ± 1.0 cm respectively. A completely randomized design (DCA) was used, with three repetitions, where the variables under study were arranged in 3 x 2 bifactorial form: Factor A: Place of collection (Quindigua, Calope, San Pablo), Factor B: Species (Campeche and Cholía). The Campeche showed the highest moisture content (78.16%) and protein (86.07%), while the Cholía presented greater significance ($p = 0.05$) of dry matter (29.61%), fat (8.34%), ash (7.74%) and non-nitrogen elements (12.87%). Regarding the antioxidant activity, the Cholía showed a high activity of superoxide dismutase (SOD) was 12.60 U / mg protein compared to the Campeche showed a value of 7.63 U / mg protein, possibly because the Cholía has suffered less Oxidative stress has ingested antioxidant compounds as part of their diet and / or in an environment with a lower degree of contamination. This is related to the mercury content observed by atomic absorption, since in the Cholía a statistically smaller amount (48 µg / kg) was detected than that observed in Campeche (49 µg / kg) ($p = 0.05$). The sensory attributes evaluated (smell, color, texture and acceptability) were determined by an ordinal scale of 1 to 5. Both species were accepted by the tasters. In summary, a significant difference ($p = 0.05$) was observed in the nutritional content of these two species, and influence of the collection site. The results allow us to conclude that the species studied are a good alternative for human consumption.			
Descripción:	88 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URL.:				

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	x
Capítulo I.....	3
Contextualización de la investigación	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
Capítulo II	8
Fundamentación teórica de la investigación	8
2.1. Marco conceptual	9
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Recursos pesqueros en el Ecuador.	10
2.2.2. Importancia del consumo de pescado.....	11
2.2.3. Composición química del pescado.	11
2.2.3.1. Agua.	11
2.2.3.2. Lípidos.....	12
2.2.3.3. Proteínas.	12
2.2.4. Contaminación por metales pesados.....	12
2.2.4.1. Mercurio.	13

2.2.5. Estrés oxidativo en peces.....	13
2.2.6. Características sensoriales en peces.	14
2.2.7. Campeche (<i>Chaetostoma fischeri</i>).....	15
2.2.7.1. Morfología.....	16
2.2.8. Cholía (<i>Saccodon wagneri</i>).	16
2.2.8.1. Morfología.....	17
Capítulo III.....	18
Métodología de la investigación.	18
3.1. Localización.....	19
3.1.1. Ubicación geográfica de los ríos del cantón La Maná.....	19
3.2. Tipo de investigación.	20
3.3. Métodos de investigación.	20
3.3.1. Método inductivo-deductivo.....	20
3.3.2. Método estadístico.....	20
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	21
3.4.1. Fuentes primarias.....	21
3.4.2. Fuentes secundarias.	21
3.5. Diseño de la investigación.....	21
3.5.1. Factores de estudio.	22
3.5.2. Modelo matemático.	22
3.5.3. Análisis de varianza.....	22
3.6. Instrumentos de investigación.	23
3.6.1. Análisis sensorial.....	23
3.6.2. Análisis químico.	24
3.6.2.1. Determinación de proteína.....	24
3.6.2.2. Determinación del extracto etéreo (grasa cruda).	24
3.6.2.3. Ceniza o materia inorgánica.	24

3.6.2.4. Determinación de humedad.....	24
3.6.2.5. Determinación de materia seca.....	24
3.6.2.6. Determinación de metales pesados.....	25
3.6.3. Actividad antioxidante.....	25
3.7. Tratamientos de los datos.	26
3.8. Recursos humanos y materiales.....	27
3.8.1. Recursos humanos.	27
3.8.2. Recursos materiales.	27
3.8.2.1. Materiales de laboratorio.....	27
3.8.2.2. Materiales de oficina.	28
Capítulo IV	29
Resultados y Discusión	29
4.1. Análisis sensorial.....	30
4.1.1. Variable olor.....	30
4.1.2. Variable color.	30
4.1.3. Variable textura.....	31
4.1.4. Variable aceptabilidad.....	31
4.2. Actividad antioxidante.....	32
4.3. Análisis químico.....	34
4.3.1. Materia seca.....	34
4.3.2. Humedad.....	34
4.3.3. Proteína.....	35
4.3.4. Determinación de lípidos.....	35
4.3.5. Ceniza o materia inorgánica	36
4.3.6. Elementos no nitrogenado	36
4.3.7. Determinación de mercurio	38
4.4. Análisis de componentes principales.....	40
Capítulo V	43

Conclusiones y Recomendaciones	43
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones.	45
Bibliografía.....	46
Capítulo VI.....	50
Anexos.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aporte nutricional de productos proteicos (100 gr por cada porción).....	11
Tabla 2. Ubicación geográfica del cantón La Maná.	19
Tabla 3. Coordenadas de los ríos del cantón La Maná.	19
Tabla 4. Diseño experimental aplicado para el análisis de peces de agua dulce en el cantón La Maná.	22
Tabla 5. Esquema análisis de la varianza.	22
Tabla 6. Combinación de tratamientos.	26
Tabla 7. Análisis sensorial de filetes de pescados de Campeche y Cholía recolectados en diferentes ríos del cantón La Maná.....	32
Tabla 8. Análisis químico (medias $\pm$ DE) de las especies Campeche y Cholía recolectadas en diferentes ríos del cantón La Maná.....	37
Tabla 9. Matriz de correlación de los componentes principales.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pez Campeche (<i>Chaetostoma fischeri</i>).	15
Figura 2. Pez Cholía (<i>Saccodon wagneri</i>).	16
Figura 3. Localización del cantón La Maná	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Contenido de la enzima SOD.....	33
Gráfico 2. Contenido de mercurio.....	39
Gráfico 3. Análisis de componentes principales.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de muestras analizadas y determinadas	51
Anexo 2. Resultados de análisis químicos	53
Anexo 3. Métodos analíticos aplicados.....	61
Anexo 4. Hoja de cataciones	68

INTRODUCCIÓN

A escala mundial los productos de la pesca se destacan entre los más comercializados dentro del sector alimenticio por su alto valor biológico, los cuales contribuyen a suplir la demanda de proteína animal, además de ser fuente de vitaminas, minerales y lípidos como omega-3 y omega-6 (1), por lo que el consumo per cápita de pescado a nivel mundial, ha pasado de 9 kg a 20.5 kg (2).

Generalmente las especies acuícolas presentan características propias definidas como su composición, valor nutritivo y calidad sensorial que pueden estar influenciados por diversas variables como la especie, edad, medio en que viven, tipo de alimentación, época de captura, entre otros (3).

Según Jiménez (4), en el Ecuador se ha registrado la existencia mínima de ochocientas treinta y seis especies de peces continentales, de las cuales doce han sido introducidas con diferentes fines; ochocientas veinte y cuatro son especies primarias, estrictamente de agua dulce, distribuidas en las vertientes oriental y occidental. Mientras Revelo (5), indica que la producción de peces de agua dulce a nivel nacional, se ha limitado a pocas especies nativas (Cachama, Chame, Bocachico entre otros, aproximadamente el 0.5%) y especies introducidas como Trucha (47.12%) y Tilapia (52.38 %) representan el 99.5% de cultivos en proceso.

Sin embargo cabe destacar que los recursos y el hábitat de las especies de agua dulce están afectados cada vez más debido al estrés inducido por la contaminación y el cambio climático, trayendo consigo pérdida de la biodiversidad en especies nativas.

Los peces poseen un sistema inmune que les ayuda a combatir agentes patógenos, aunque en ocasiones estos últimos pueden ser capaces de vulnerar su estructura física (6). Algunos estudios señalan que la enzima superóxido dismutasa (SOD), se comporta como biomarcador de la contaminación mediada por el estrés oxidativo, pues su inducción surge como respuesta específica ante la exposición a contaminantes o agentes tóxicos, los cuales pueden acumularse a lo largo de la cadena alimenticia (7).

Diversos factores pueden incidir en la calidad del músculo de un pez, donde además de las características bioquímicas, nutricionales y microbiológicas, en diversas investigaciones se tienen en cuenta los sensoriales, en aras de proveer un alimento al consumidor en óptimas condiciones (8).

Los peces tienen la capacidad de almacenar en su organismo concentraciones altas de metales pesados, esto implica que su consumo se puede convertir en un problema de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso (9). Cabe destacar que el análisis de metales pesados como el mercurio y cadmio en las especies acuáticas es de suma importancia, debido a que pueden estar expuestos frecuentemente a cantidades de contaminantes ocasionado por el ser humano, donde dichos residuos son liberados a las fuentes de agua directa o indirectamente (11).

Atendiendo a la importancia de los peces de agua dulce esta investigación pretende brindar información acerca de las características químicas, antioxidantes y sensoriales de las especies de Campeche y Cholía que habitan en los ríos.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La biodiversidad de los peces de agua dulce son el grupo de vertebrados más amenazados principalmente por la contaminación de las aguas, las actividades humanas y el gran desarrollo de los procesos de industrialización, que traen como consecuencia la liberación de desechos que se incorporan al ecosistema y afectan los distintos ambientes de una manera adversa, llevando a la producción y liberación de contaminantes, sumado a ello el impacto por el cambio climático (12), por lo que es menester conocer las características sensoriales, químicas, antioxidantes y la presencia de metales pesados de las especies de Campeche y Cholía, dado a que son especies que son consumidas por el ser humano.

Diagnóstico

En la actualidad los ecosistemas dulceacuícolas tienen altos impactos por el cambio climático y la contaminación como resultante de la urbanización, industrialización, alta incidencia de productos químicos en los ríos que disminuyen la calidad de los peces, afectando directamente la salud del consumidor final.

En el Ecuador no se registra suficiente información acerca de las especies de Campeche y Cholía específicamente en temas como características sensoriales, químicas, antioxidantes y la presencia de contaminantes.

Las especies de Campeche y Cholía nos ofrecen una carne que presenta muchas bondades nutritivas, pero por la falta de investigaciones realizadas en esta especie y en estos temas existe mucho desconocimiento por parte de las personas que se dedican a esta actividad y no se da la importancia y el valor necesario para cuidarla y conservarla.

Pronóstico

El análisis sensorial, químico y antioxidante serán indicadores directos de la calidad que tienen las especies de Campeche y Cholía para que sea consumido por el ser humano.

1.1.2. Formulación del problema

No se reporta si hay incidencia de contaminación en los ecosistemas acuícolas en ríos pertenecientes a La Maná, que pueda afectar indicadores sensoriales, químicos y antioxidantes de las especies de Campeche y Cholía.

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es la composición química en los peces de agua dulce de los ríos pertenecientes al cantón La Maná?

¿Qué características sensoriales poseen las especies de Campeche y Cholía recolectados en los ríos pertenecientes al cantón La Maná?

¿Qué nivel de actividad tendrá la enzima superóxido dismutasa (SOD) en las especies de Campeche y Cholía en los ríos pertenecientes al cantón La Maná?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar las características sensoriales, químicas y actividad antioxidante de Campeche y Cholía recolectadas en los ríos Quindigua, Calope y San Pablo pertenecientes al cantón La Maná.

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar las características sensoriales como olor, color, textura y aceptabilidad del Campeche y Cholía.

Evaluar el contenido de materia seca, humedad, proteínas, lípidos, cenizas y elementos no nitrogenados presentes en el Campeche y Cholía.

Identificar la presencia de mercurio en el Campeche y Cholía.

Determinar la actividad antioxidante del Campeche y Cholía mediante la actividad de superóxido dismutasa.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El conocimiento del aporte nutricional del pescado ha sido motivo de extensos estudios en varios países. La información del valor nutricional, ha ido evolucionando y logrando ser de gran importancia para el consumidor para que mantenga una dieta sana y variada cumpliendo con las necesidades nutritivas (13).

Debido a la importancia que tiene una adecuada alimentación balanceada y rica en nutrientes para la población ecuatoriana, existe la necesidad de conocer el aporte nutricional que tienen los peces de agua dulce como el Campeche y Cholí, ya que su consumo es habitual en la población por las bondades culinarias que estas especies presentan.

A pesar de las ventajas que tiene el consumo de pescado es importante llevar un control, debido a que en el ecosistema donde los peces se desarrollan puede existir contaminación de origen natural o artificial por resultado de la urbanización, industrialización, el uso indiscriminado de productos químicos del sector agropecuario entre otros, que pueden terminar afectando la respuesta morfo fisiológica de los peces y la calidad, lo cual a su vez puede afectar la salud de los consumidores finales, por la presencia de contaminantes en los peces (10).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco conceptual

- **Pez:** Vertebrado acuático, de forma fusiforme, cubierto de escamas, posee aletas con un número variable de elementos esqueléticos llamado radios y la respiración es branquial (14).
- **Campeche:** Especie de pez que se encuentran en aguas dulces y arroyos tropicales lo mismo que tienen temperaturas bajas, el crecimiento y la presencia de este se debe a los nutrientes que poseen los suelos, viven en el fondo del río bajo piedras (15).
- **Cholía:** Especie de pez omnívoro que tiene hábitos de alimentación variable como gusanos, crustáceos, insectos y materia vegetal, se producen en aguas pocas profundas (16).
- **Pesca:** Actividad económica que se realiza en el aprovechamiento de un recurso natural, constituido por una o varias especies, en el cual intervienen medios, técnicas y procedimientos de producción (3).
- **Actividad antioxidante:** Capacidad que tienen las sustancias para inhibir la degradación oxidativa, para reaccionar con radicales libres (17).
- **Estrés oxidativo:** Alteración generada por un desequilibrio entre la producción de radicales libres o la capacidad antioxidante de un organismo (18).
- **Superóxido dismutasa (SOD):** Es una enzima indicadora del estrés oxidativo de organismos acuáticos (19).
- **Metales pesados:** Son sustancias contaminantes en los ecosistemas acuáticos, pueden ser absorbidos y acumulados por los peces causando problemas latentes en la salud de los consumidores (11).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Recursos pesqueros en el Ecuador

En el Ecuador se estima que hay más de 1.000 pescadores que se dedican a la actividad de la pesca en ríos y lagos, el número de la población dedicada a la pesca en aguas dulces podría elevarse a varios millares. No se pueden proporcionar cifras más exactas por falta de personal de campo y medios de transporte de la administración pesquera (20).

La producción de alimentos de origen acuático ha visto una significativa transición desde la captura de peces en su estado natural hacia una creciente importancia del cultivo en ambientes controlados de un creciente número de especies. La pesca se considera como una de las actividades productivas de mayor antigüedad y tradición, a la que históricamente recurrieron las poblaciones asentadas en regiones litorales marinas y fluviales para la obtención de alimentos (3).

Mediante estudios realizados por Barriga (21), se sustenta una lista de peces de agua dulce en el Ecuador, las especies han sido clasificadas en 11 zonas ictiohidrográficas tomando en cuenta las características de cada cuenca hidrográfica. Los peces de los sistemas fluviales en el Ecuador alcanzan la cifra de 951 especies; la presencia de las montañas costeras, las cordilleras andinas y la tercera cordillera, influyen en la morfología de los sistemas hidrográficos y en sus características ecológicas.

Se ha registrado en la zona Andina únicamente la especie endémica *Grundulus quitoensis* y una especie introducida: la trucha arco iris (*Onchoryn chusmykiss*), mientras que en Galápagos se registra un pez endémico (*Bythitidae:Ogilpia galapagosensis*), el cual habita en las cavernas de la isla Santa Cruz (15).

Los ríos constituyen la mayor fuente de agua dulce superficial del Ecuador, aunque el agua dulce superficial es abundante, la contaminación del agua y el mal uso de sus recursos es un problema serio, especialmente cerca de las áreas pobladas. La contaminación del agua está acabando con recursos que son de importancia para el desarrollo de las comunidades y el buen vivir (5).

2.2.2. Importancia del consumo de pescado

Desde el punto de vista nutricional, el consumo de pescado es de gran importancia al igual que los productos de origen animal (carne y el pollo), ya que se lo considera como una excelente fuente de proteínas que tiene un valor biológico, un gran aporte de vitaminas (hidrosolubles y liposolubles), estos organismos son ricos en ácidos grasos poliinsaturados omega 3, por lo cual proporcionan amplios beneficios para la salud (8).

2.2.3. Composición química del pescado

El pescado es un alimento que contiene un valor nutricional alto (proteínas superiores al 21 %, bajo nivel de grasas saturadas y poca acidez de su carne). Es altamente perecedero debido al acelerado crecimiento microbiano, este se deteriora por la acción de enzimas endógenas y por el desarrollo de una flora contaminante variada (22). En la Tabla 1, se presenta el aporte nutricional de productos proteicos. La composición química de los peces varía entre las diferentes especies y también entre individuos de una misma especie como edad, sexo, medio ambiente y estación del año (6).

Tabla 1. Aporte nutricional de productos proteicos (100 gr por cada porción).

Tipo de carne	Energía	Proteína	Grasa	Colesterol
	(Kcal)	(g)	(g)	(g)
Aves	11	31	86	69
Pescado	94	18	23	3
Carne	123	20	10	70

Fuente: Royo Bardona (2017).

2.2.3.1. Agua

En los alimentos, el agua se encuentra distribuida de forma heterogénea, debido a que se presenta de dos maneras (agua libre y como agua ligada). El agua en su gran parte está en estado libre. Solo un 10 % permanece ligada y aún un porcentaje menor como agua de cristalización. El agua tiene una relación inversa con el contenido graso en los peces, sumando en total el 80 % de la composición química (13).

2.2.3.2. Lípidos

Los peces almacenan su energía en los lípidos, en las épocas de migraciones tienen grandes gastos energéticos, cuando el contenido de los lípidos excede en los pescados el 1 %, estos constituyen una reserva de energía (23). Los lípidos de los peces difieren de los mamíferos, la principal diferencia es que están compuestos por ácidos grasos de cadena larga (14-22 átomos de carbono) con un alto grado de insaturación (22).

El número total de ácidos grasos poliinsaturados con cuatro, cinco o seis dobles ligaduras es levemente menor en los lípidos de peces de agua dulce (70 %) que en los peces de agua de salada (88 %). Sin embargo, la composición de lípidos no es completamente fija porque depende de la alimentación del animal (22).

2.2.3.3. Proteínas

El punto isoeléctrico de las proteínas del pescado es un pH entre 4,5 y 5,5. Las proteínas a este pH son eléctricamente neutras y son menos hidrófilas que en el estado ionizado, lo que significa que su capacidad de retener agua y su solubilidad están en un mínimo. Si el pH es mayor o menor que el del punto isoeléctrico, la solubilidad aumentará (22).

2.2.4. Contaminación por metales pesados

Según el análisis realizado por Mancera y Álvarez (9), los problemas ambientales de gran importancia es el uso de metales pesados como mercurio en actividades mineras, el vertimiento de aguas servidas y otro tipo de compuestos relacionados con actividades industriales y prácticas agrícolas inadecuadas; es de gran peligro para los ecosistemas acuáticos y las especies presentes en ellos.

El agua de los ríos, lagos y mares contienen concentraciones naturales pequeñas de metales pesados que son necesarios para el desarrollo de los organismos vivos y no resultan perjudiciales para el ecosistema, pero cuando la concentración natural aumenta resultan ser sustancias tóxicas para los organismos y su acumulación en la cadena trófica puede volverlos también tóxicos para el ser humano (10) .

Los peces son organismos acuáticos indicadores de contaminación por metales pesados principalmente de cadmio y mercurio que se bioacumulan en altas concentraciones. Los metales pesados constituyen un impacto negativo para el medio ambiente, ya que son sustancias con una gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación, por lo que los seres vivos son incapaces de metabolizarlos (11).

2.2.4.1. Mercurio

El mercurio es considerado como un contaminante global por ser de alta toxicidad, es bioacumulado casi en su totalidad por los peces en forma de metilmercurio (sustancia altamente tóxica y de fácil fijación en los tejidos musculares y adiposos), convirtiéndose como elemento clave en el transporte de este metal en la cadena alimenticia acuática (9).

Actualmente el problema del mercurio es considerado en relación al consumidor de pescado y no como un problema en la producción de peces, sino una toxicidad aguda, que puede producir una concentración de 20 p.p.m (24). Las concentraciones de mercurio aumentan en los peces con la edad, se produce una lenta eliminación del metilmercurio y una mayor ingesta, debido al desplazamiento en los niveles tróficos. Los peces más viejos tienen mayor concentración de mercurio que los jóvenes, en cambio en peces pequeños no depredadores pueden aumentar varias veces conforme asciendan en la cadena alimentaria (25).

El mercurio derivado de la actividad humana, como de fuentes naturales, puede llegar al río por escurrimiento superficial y por la atmósfera a través de las precipitaciones pluviales, en el agua dulce se encuentra adherido a partículas de origen orgánico e inorgánico (9). En la salud de ser humano este contaminante causa daños hepáticos y neurológicos, donde se compromete el sistema nervioso central y periférico (26).

2.2.5. Estrés oxidativo en peces

El estrés oxidativo es conocido como un sistema de desbalance en la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y las defensas antioxidantes, provocando un daño oxidativo que lleva a una variedad de cambios fisiológicos y bioquímicos, los cuales pueden desencadenar el deterioro y muerte celular (12).

Lesser (27), menciona que el mecanismo del estrés oxidativo puede inducir daños a los lípidos, proteínas y ADN; muchos padecimientos de interés clínico y procesos de envejecimiento están relacionados con éste fenómeno.

El estrés oxidativo se ha considerado como un mecanismo de toxicidad que afecta a las especies acuáticas, se genera cuando existe una sobrecarga en la formación de radicales libres o agentes oxidantes (18). Los efectos de los contaminantes sobre el ambiente acuático, presentan síntomas muy variados como cancerígenos, hepatológicos, neurotóxicos, citotóxicos, promotores de estrés oxidativo, disruptores endócrinos, entre otros (28).

La enzima Superóxido dismutasa (SOD), actúa como biomarcador de respuesta al estrés oxidativo causado por agentes contaminantes en el medio ambiente, tiene la función de proteger a las células de los daños causados por estos compuestos a través de la reducción del anión superóxido a peróxido de hidrógeno; el peróxido de hidrógeno luego de cruzar la membrana es removido por la acción de la catalasa o la glutatión peroxidasa (17).

Según Sigaud-Kutner et al. (29), el efecto tóxico de los metales pesados parece estar relacionado con la producción de ERO dando como resultado un desbalance en el estado redox celular, dependiendo de su estado de oxidación, pueden ser altamente reactivos y en consecuencia, tóxicos para muchos organismos.

2.2.6. Características sensoriales en peces

La evaluación sensorial es considerada como una disciplina científica, empleada para evocar, medir, analizar e interpretar características de alimentos, es innata en el hombre ya que desde el momento que se prueba algún producto, se hace un juicio acerca de él, si le gusta o disgusta, describe y reconoce sus características de sabor, olor, textura etc. Es importante que los sentidos se encuentren bien desarrollados para emitir un resultado objetivo y no subjetivo (7). Para llevar a cabo el análisis sensorial de los alimentos, es necesario que se den las condiciones adecuadas (tiempo, espacio, entorno) para que éstas no influyan de forma negativa en los resultados.

Por lo tanto el análisis sensorial de productos pesqueros debe incluirse factores de calidad tales como la aptitud para el consumo, defectos físicos, deterioro y descomposición. Estos factores aún en el caso de no producir daño a la salud del consumidor, provocan una aceptación poco placentera en el consumidor (6).

2.2.7. **Campeche** (*Chaetostoma fischeri*)

El Campeche conocido también Raspabalsa o Guaña es una especie de pez de agua dulce (Figura 1.), nativa en el Ecuador se encuentra en las cuencas de los ríos Santiago y Cayapas; en la cuenca del río Esmeraldas (Quinindé), en las localidades de Pacana y Caluma en la provincia de Bolívar (4) y en la cuenca del río Guayas (ríos Congoma, Baba) y hacia el Sur en los ríos Jubones, Santa Rosa y Portovelo.

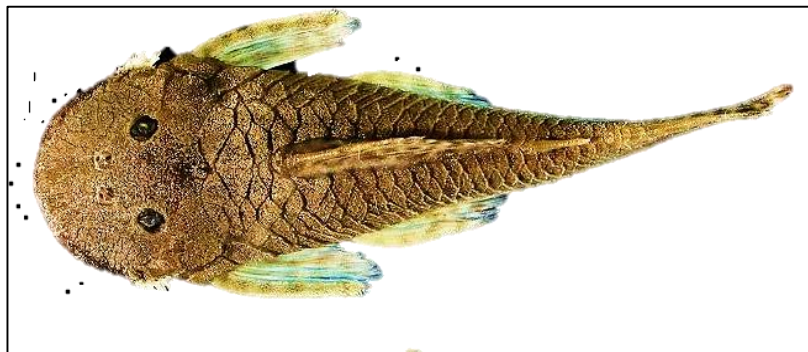


Figura 1. Campeche (*Chaetostoma fischeri*). Fuente: (4).

Se encuentra adherido a rocas y troncos en el lecho del río succionando las algas que se encuentran adheridas, es una fuente de alimento y comercialización para las poblaciones de la costa ecuatoriana (5).

El Campeche es nativo de las partes bajas, medias y altas de la cuenca de río Amazonas, esta especie se ha introducido en varias regiones del mundo, como Singapur, Filipinas, Indonesia, Malasia (15). En Colombia ha sido caracterizada como una especie herbívora, de hábitos bentónicos que permanece oculta en cuevas o debajo de troncos durante el día, y su actividad es nocturna.

2.2.7.1. Morfología

La características morfológicas que presenta manchas oscuras en todo el cuerpo, inclusive en las aletas, esta especie tiene cabeza y hocico granulados completamente, excepto por una porción desnuda en el ápice del hocico que es ancho y redondeado; boca inferior. Aleta pectoral deprimida, se extiende hasta el origen de las aletas ventrales. Tiene ocho placas entre la aleta anal en línea vertical con el origen de la aleta adiposa, 13 placas entre la aleta anal y la aleta caudal. La talla máxima de esta especie es de 300 mm LT (5).

2.2.8. Cholía (*Saccodon wagneri*)

Este pez es conocido como Cornetero (5), en Caluma provincia de Bolívar se lo conoce como Ratón de montaña, en la provincia de Cotopaxi cantón La Maná y sus alrededores se conoce como Cholía. Esta especie es omnívoro (Figura 2), debido a que se alimenta de una variedad de alimentos como gusanos, crustáceos, insectos y materia vegetal (16), están adaptados a ríos de corriente rápida con fondos de roca cerca de las montaña.

Esta especie de agua dulce habita en la cuenca del río Guayas y en ríos pequeños de la costa al sur del río Guayas, hasta el río Santa Rosa (21). Se ha registrado también en río Caluma a una altitud de 380 metros.



Figura 2. *Pez Cholía (Saccodon wagneri).* Fuente: (4).

2.2.8.1. Morfología

Los peces del género *Saccodon* se distinguen con facilidad de otros peces de la región por la forma de su cuerpos, su coloración y por la boca en posición inferior. La talla máxima de estas especies es de 150 mm LT.

Saccodon wagneri es un pez pequeño, lateralmente comprimido, con boca terminal, borde de la aleta dorsal redondeado, aleta adiposa, presenta una mancha oscura en la parte central de la aleta caudal, tiene unos reflejos rojos y amarillos en los lóbulos caudales (5).

Los juveniles tienen una banda oscura que se extiende a lo largo del cuerpo y continua sobre la primera parte de la aleta caudal, esta línea está atravesada por una serie de ocho a diez bandas oscuras transversales. En los especímenes más grandes, este patrón desaparece por un oscurecimiento general del cuerpo (4).

CAPÍTULO III
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La Maná se localiza en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes, en la provincia de Cotopaxi, que cuenta con características geográficas privilegiadas por su clima, hidrografía, biodiversidad y relieve. Se ubica sobre una llanura al pie de la cordillera compuesta de depósitos volcánicos, cubiertos de ceniza y arena (30). En la tabla 2, se presenta la ubicación geográfica del cantón La Maná.

Tabla 2. Ubicación geográfica del cantón La Maná.

Provincia	Cotopaxi
Cantón	La Maná
Altitud	220 msnm
Latitud	-0.94094
Longitud	-79.2250595
T° max	30°C
T° media	23°C

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

3.1.1. Ubicación geográfica de los ríos del cantón La Maná

La recolección de las muestras de pescados Campeche y Cholí se llevó a cabo en los ríos Quindigua, Calope y San Pablo que se encuentran ubicados en el cantón La Maná, este lugar se caracteriza por tener una extensa red fluvial (ríos, quebradas, esteros), que se unen con la cuenca de Quevedo y del Guayas (30). En la tabla 3, se presentan las coordenadas de los ríos del cantón La Maná.

Tabla 3. Coordenadas de los ríos del cantón La Maná.

Río	Quindigua	Calope	San pablo
Altitud	112 msnm	342 msnm	110 msnm
Latitud	-0.9333333	-1.15	0.983333
Longitud	-79.3706100	-79.3667	-79.45
Jog	SA17-04	SA17-08	SA17-04
Utm	PU79	PU87	PU79

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).



Figura 3. Localización del cantón La Maná

Fuente: Google Maps.

3.2. Tipo de investigación

Se realizó de carácter exploratorio debido a que existe escasa información de las especies de Campeche y Cholí. Otro tipo de investigación a ejecutarse es descriptiva y experimental con el objetivo de describir paso a paso los métodos y resultados obtenidos y extraer datos e información directamente del área de estudio.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método inductivo-deductivo

Se aplicó métodos de investigación con el fin de dar respuesta al problema planteado, del cual corresponde a la escasa información que existe de las especies de agua dulce Campeche y Cholí de las propiedades sensoriales, químicas y antioxidantes, para que sea de gran aporte para la sociedad.

3.3.2. Método estadístico

Mediante el empleo del software InfoStat versión 2019, se cuantificó, tabuló y ordenó los datos adquiridos de los análisis a realizarse (sensorial, químico y antioxidante).

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para la recolección de datos se realizó un muestreo en los ríos más relevantes de La Maná (Quindigua, Calope y San Pablo). Se procedió a la pesca artesanal de Campeche y Cholía, tomando una muestra de 30 peces por cada río y especie para un total de 180, luego se colocaron en una hielera y se trasladaron de manera inmediata hasta las instalaciones del laboratorio, para la realización de los respectivos análisis. Los peces recolectados de Campeche y Cholía, tenían un peso y talla promedio de $45\pm0.5\text{g}$, $15\pm1.0\text{ cm}$ y $42\pm0.5\text{ g}$, $14\pm1.0\text{ cm}$ respectivamente.

3.4.1. Fuentes primarias

- Trabajo de campo
- Pre-ensayos
- Investigación de laboratorio

3.4.2. Fuentes secundarias

- Libros
- Artículos científicos
- Tesis
- Críticas literales

3.5. Diseño de la investigación

En la investigación se realizó un diseño completamente al azar (DCA), mediante un arreglo factorial A*B con tres repeticiones. Los factores serán A=3 y B=2, dando como resultado 6 tratamientos.

Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

3.5.1. Factores de estudio

En la presente investigación se utilizó dos factores de estudio:

- Factor A: Ríos más relevantes en el cantón La Maná (Quindigua, Calope y San Pablo).
- Factor B: Especies de pescado de agua dulce (Campeche y Cholía).

En la tabla 4, se presentan el planteamiento de los factores de estudio de la presente investigación.

Tabla 4. *Diseño experimental aplicado para el análisis de peces de agua dulce en el cantón La Maná.*

Factores de estudio		Descripción del proceso	
Factor A	Ríos del cantón La Maná	a₁	Quindigua
		a₂	Calope
		a₃	San Pablo
Factor B	Especies de peces	b₁	Campeche (<i>Chaetostoma fischeri</i>)
		b₂	Cholía (<i>Saccodon wagneri</i>)

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

3.5.2. Análisis de varianza

En la siguiente tabla se muestra el esquema del análisis de la varianza:

Tabla 5. *Esquema análisis de la varianza.*

Fuente de variación	Suma de Cuadrado	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Razón de varianza
Replicación	SCR	(r-1)	SCR/(r-1)	
Factor A	SCA	(a-1)	SCA/(a-1)	CMA/CME
Factor B	SCB	(b-1)	SCB/(b-1)	CMB/CME
Interacción	SC(A*B)	(a-1)(b-1)	SC(AB)/(a-1)(b-1)	CM(AB)/CM
Residuo	SC _ε	(ab-1)(r-1)	SC _ε /(ab-1)(r-1)	E
Total	SCT	abr-1		

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019)

3.5.3. Modelo matemático.

Las fuentes de variación para esta investigación se elaborarán con un modelo de experimentación simple cuyo esquema es el siguiente:

$$y_{ijkl} = \mu + A_i + \beta_j + A*\beta_{ij} + C_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = El total de una observación

μ = Valor de la media general de la población

A_i = Efecto “i-esimo” del factor

$A\beta_j$ = Efecto “j-esimo” del factor B

$A*\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A por el factor B

C_{ijk} = Efecto del error experimental

3.6. Instrumentos de investigación

Los instrumentos que se han considerado en la investigación son análisis sensorial, químico y antioxidante para obtener información acerca de las especies de Campeche y Cholía que habitan en los ríos del cantón La Maná.

3.6.1. Análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo mediante pruebas afectivas con una escala ordinal valorada de 1 a 5.

Donde:

1: No gusta **2:** Gusta ligeramente **3:** Ni gusta, ni disgusta **4:** gusta **5:** gusta mucho

Se contó con la colaboración de un grupo de 15 jueces semi-entrenados, que recibieron una previa introducción del tema. Las propiedades sensoriales a evaluarse fueron: olor, color, textura y aceptabilidad, mediante una escala ordinal valorada de 1 a 5.

3.6.2. Análisis químico

Los análisis del presente proyecto de investigación se llevaron a cabo en el laboratorio de AGROLAB ubicado en Santo Domingo y en el laboratorio UBA (Analytical Laboratories) ubicado en Guayaquil, las muestras de músculo de peces fueron trasladada en empaques ziploc dentro de un cooler (hielera).

3.6.2.1. Determinación de proteína

Este análisis se realizó aplicando la técnica de Kjeldahl (método directo), se detalla en anexo 3.

3.6.2.2. Determinación del extracto etéreo (grasa cruda)

La determinación de este análisis se realizó mediante el método de Soxhlet, este proceso se repitió en forma continua, hasta que no queden residuos de material extraíble en la muestra, posteriormente el solvente el éter se destila y el material soluble permanece en el recipiente colector; se detalla en anexo 3.

3.6.2.3. Ceniza o materia inorgánica

Se aplicó el método de calcinación en mufla, se detalla en el anexo 3.

3.6.2.4. Determinación de humedad

Para la determinación de humedad se realizó por el método de desecación por estufa, se detalla en anexo 3.

3.6.2.5. Determinación de materia seca

Para la determinación de la materia seca se aplicó mediante cálculo matemático aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = 100 - \text{HT}$$

Dónde:

HT= Humedad total

MS= materia seca

3.6.2.6. Determinación de metales pesados

Para la determinación de metales pesados como mercurio se aplicó los protocolos analíticos del laboratorio de UBA (Analytical Laboratories), mediante la metodología de absorción atómica EPA 3050-B ($\text{HNO}_3 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$), que consiste en una fuerte digestión ácida que produce una disolución selectiva de elementos intercambiables oxihidróxidos de Fe-Mn, carbonatos.

3.6.3. Actividad antioxidante.

Para determinar la actividad antioxidante de la enzima superóxido dismutasa (SOD), de cada muestra de tejido blando del musculo de peces (100 mg/repeticón), fueron homogenizadas con ayuda de un homogenizador mecánico en el cual se añadieron 0.5 ml de buffer de fosfato (50 mM, pH 7.8). Se centrifugó (5.724 g durante 5 min a 4 ° C). Luego se calentó la muestra durante 5 min a 65 ° C. Se obtuvo una muestra sobrenadante a partir de la segunda centrifugación de crudo la cuál fue extraída y almacenada por separado a -20 °C.

La actividad de la enzima SOD se determinó según la técnica aplicada por Beauchamp y Fridovich (31), utilizando nitroazul de tetrazolio (NBT) en presencia de la vitamina riboflavina. Brevemente se realizó una mezcla de 200 µl de la reacción (0,1 mM de EDTA, 13 µM de metionina, 0.75 mM de NBT y 20 µM riboflavina en 50 mM de buffer de fosfato, pH de 7.8), 0 - 10 µL del extracto crudo de muestras y 10 - 0 µL de buffer, las cuales fueron depositadas en microplacas respectivamente. La microplaca con las muestras se colocó bajo la luz fluorescente durante 30 seg a 560 nm yalcancen de 0.2 a 0.25 de densidad óptica. Al mismo tiempo se realizó la curva estándar. La actividad específica (U por mg de proteína) se determinó mediante un espectrofotómetro de microplacas (19).

3.7. Tratamientos de los datos.

En la tabla 6, se detalla el esquema del experimento con los tratamientos, réplicas y unidades experimentales.

Tabla 6. Combinación de tratamientos.

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T_1	$a_1 b_1$	Quindigua/ Campeche (<i>Chaetostoma fischeri</i>)
T_2	$a_1 b_2$	Quindigua/ Cholía (<i>Saccodon wagneri</i>)
T_3	$a_2 b_1$	Calope/ Campeche (<i>Chaetostoma fischeri</i>)
T_4	$a_2 b_2$	Calope/ Cholía (<i>Saccodon wagneri</i>)
T_5	$a_3 b_1$	San pablo/ Campeche (<i>Chaetostoma fischeri</i>)
T_6	$a_3 b_2$	San pablo/ Cholía (<i>Saccodon wagneri</i>)

Los tratamientos fue realizado por triplicado tanto en muestras y análisis (n=3).

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

Previo al procesamiento estadístico de datos de las respuestas obtenidas en esta investigación se realizó la prueba de Kolmogorov - Smirnov ($p = 0.05$) y Bartlett ($P = 0.05$) para análisis de normalidad y homocedasticidad respectivamente, para verificar las diferencias de los datos se aplicó el análisis de varianza (ANOVA). Para el análisis sensorial se aplicó Kruskal Wallis. Se desarrolló un análisis de componentes principales (PCA) utilizando la matriz de covarianza. Para valores significativos de F entre los tratamientos, se utilizó la prueba de significación de Tukey para comparar las diferencias entre las medias, al $p \leq 0.05$. Todos los datos porcentuales se transformaron en logaritmo natural antes de los estadísticos, el análisis estadístico de los resultados se presentó como medias $\pm$ desviación estándar (DE).

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- **Director de proyecto de investigación:** Ing. Yuniel Méndez Martínez PhD.
- **Tesista:** Fernanda Avila
- **Encargada del laboratorio:** Ing. Lourdes Ramos

3.8.2. Recursos materiales

- Atrarraya
- Bandejas
- Empaques ziploc
- Hielera
- Congelador
- Cuchillos
- Mandil
- Cofia
- Mascarilla

3.8.2.1. Materiales y equipos de laboratorio

- Espátula
- Cisoles de porcelana
- Pinzas
- Balanza
- Tubos de ensayo 10 ml
- Mortero
- Vasos de precipitación
- Matraz
- Mufla
- Estufa
- Desecador
- Cartucho de extracción

- Homogenizador de tejidos
- Espectofotómetro de microplacas
- Probeta

3.8.2.2. Materiales de oficina

- Cuaderno de apuntes
- Pendrive
- Carpetas
- Cámara fotográfica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis sensorial

En la tabla 7. Se muestra los resultados de análisis sensoriales, en cuanto a olor, textura, aceptabilidad y color en filete de pescado (Campeche y Cholía) recolectados en diferentes ríos del cantón La Maná,

4.1.1. Olor

De acuerdo al olor, la especie Campeche tuvo un promedio de 2.73 y la Cholía un promedio de 2.09, demostrando que a los catadores les gustan ligeramente estas dos especies respecto a su olor. Mientras que la interacción lugar / especie mostró valores promedios desde 3.33-1.40; considerando que el T3 (Calope / Campeche) no les gusta ni disgusta el olor, a diferencia del T2 (Quindigua / Cholía) en el cual disgusta el olor. En términos generales, se observa en la tabla 7, que existe diferencia significativa en el lugar ($p = 0.001$), la especie ($p = 0.0052$) y la interacción lugar / especie ($p < 0.0001$).

Con respecto al olor, los compuestos responsables son modificados por las enzimas del músculo llevando a compuestos de gustos neutros y el pescado se vuelve más insípido. Posteriormente al aumentar el nivel de hipoxantina, por la actividad de las enzimas involucradas en la ruptura de nucleótidos, aparece gradualmente la característica de amargo del pescado que va perdiendo su frescura (22).

Los peces de agua dulce, contienen cantidades muy bajas de óxido de trimetilamina, y en este caso los olores desagradables provienen de carbonilos y alcoholes procedentes de los ácidos grasos poliinsaturados (37).

4.1.1. Color

En la variable color el mejor evaluado de la interacción lugar/especie, fue Quindigua / Campeche, seguidamente Calope / Campeche, con un promedio de 3.13 (no gusta ni disgusta) y el de Calope / Cholía con un promedio menor de 1.80 (no gusta). De acuerdo al análisis estadístico se puede decir que existe diferencia significativa en el lugar ($p = 0.0091$), especie ($p = 0.0051$) y lugar / especie ($p < 0.0001$). Destacando que la especie Campeche del río Quindigua y Calope tienen el mayor nivel de valoración.

4.1.2. Textura

De acuerdo a la variable textura el mejor evaluado de la interacción lugar/especie, fue Quindigua / Campeche con un promedio de 3.67 (no gusta ni disgusta) y el de Quindigua / Cholía con un promedio menor de 1.40 (no gusta). De tal manera los resultados registrados mediante el análisis de varianza, existe significancia estadística en el lugar (Quindigua, Calope, San Pablo), especie (Campeche y Cholía) y entre la interacción lugar/especie.

Según Durruty (14), la textura es una característica importante para evaluar la calidad de la carne del pescado y fundamental en el momento de su comercialización. Depende de diversos factores como la especie, la edad, el tiempo de almacenamiento, el estado nutricional, el sacrificio.

4.1.3. Aceptabilidad

En la variable textura el mejor evaluado de la interacción lugar/especie, fue Quindigua / Campeche con un promedio de 3.40 (no gusta ni disgusta) y el de Calope / Cholía con un promedio menor de 1.80 (no gusta).

De acuerdo al análisis de varianza en la variable aceptabilidad, existe diferencia significativa entre el lugar, especie e interacción. La especie Campeche y Cholía del río Quindigua y el Campeche del río Calope tuvo mejor aceptabilidad.

Tabla 7. Análisis sensorial (medias $\pm$ DE) en filete de pescado (Campeche y Cholía) recolectados en diferentes ríos del cantón La Maná.

V. I.	Olor	Color	Textura	Aceptabilidad
Lugar / Especie				
T1: a ₁ b ₁	3.13 $\pm$ 0.83 ^a	3.13 $\pm$ 0.52 ^a	3.67 $\pm$ 0.49 ^a	3.40 $\pm$ 0.51 ^a
T2: a ₁ b ₂	1.40 $\pm$ 0.51 ^b	2.53 $\pm$ 0.64 ^{ab}	1.40 $\pm$ 0.51 ^c	2.53 $\pm$ 0.64 ^{bc}
T3: a ₂ b ₁	3.33 $\pm$ 1.05 ^a	3.13 $\pm$ 0.64 ^a	3.60 $\pm$ 1.06 ^a	3.13 $\pm$ 0.64 ^{ab}
T4: a ₂ b ₂	2.93 $\pm$ 0.80 ^a	1.80 $\pm$ 0.94 ^b	2.13 $\pm$ 0.52 ^b	1.80 $\pm$ 0.94 ^c
T5: a ₃ b ₁	1.73 $\pm$ 0.46 ^b	1.93 $\pm$ 0.80 ^b	1.87 $\pm$ 0.52 ^{bc}	1.93 $\pm$ 0.70 ^c
T6: a ₃ b ₂	1.93 $\pm$ 0.80 ^b	2.33 $\pm$ 0.90 ^{ab}	2.00 $\pm$ 0.00 ^{bc}	1.93 $\pm$ 1.07 ^c
Lugar				
a ₁ : Quindigua	2.27 $\pm$ 1.11 ^b	2.83 $\pm$ 0.58 ^a	2.53 $\pm$ 1.25 ^a	2.97 $\pm$ 0.72 ^a
a ₂ : Calope	3.13 $\pm$ 0.94 ^a	2.47 $\pm$ 1.01 ^{ab}	2.87 $\pm$ 1.11 ^a	2.47 $\pm$ 1.04 ^b
a ₃ : San Pablo	1.83 $\pm$ 0.65 ^b	2.13 $\pm$ 0.86 ^b	1.93 $\pm$ 0.37 ^b	1.93 $\pm$ 0.74 ^c
Especie				
b ₁ : Campeche	2.73 $\pm$ 1.07 ^a	2.73 $\pm$ 0.86 ^a	3.04 $\pm$ 1.11 ^a	2.82 $\pm$ 0.89 ^a
b ₂ : Cholía	2.09 $\pm$ 0.95 ^b	2.22 $\pm$ 0.88 ^b	1.84 $\pm$ 0.52 ^b	2.09 $\pm$ 0.85 ^b
Valor de P				
Lugar	< 0.0001	0.0091	0.0076	0.0001
Especie	0.0052	0.0051	< 0.0001	0.0002
Interacción l*e	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Valores medios (media $\pm$ DE) de tres repeticiones. Puntuaciones: 1= no gusta, 2= gusta ligeramente, 3= no gusta, ni disgusta, 4= gusta, 5= gusta mucho. V. I: Variable Independiente. Tratamientos: T1: Quindigua / Campeche ; T2: Quindigua / Cholía; T3: Calope / Campeche; T4: Calope / Cholía ; T5: San Pablo / Campeche; T6: San Pablo / Cholía.

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

4.2. Actividad Antioxidante de Superóxido Dismutasa

En cuanto a la actividad antioxidante, mostró una elevada actividad de superóxido dismutasa (SOD) la Cholía (12.60 U/mg proteína) en comparación con el Campeche (7.63 U/mg proteína). Las actividades de las enzimas antioxidantes pueden incrementarse o inhibirse debido a la actividad nadatoria, ingesta de nutrientes y el medio en el que cada especie se desarrolla. (33). Las especies acuáticas con deficiencias nutricionales son propensos al estrés oxidativo causado por temperaturas extremas y contaminación (25).

De acuerdo al análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas entre las especies ($p = 0.0003$) mostrando mejor respuesta antioxidante la especie Cholia, en cuanto a la interacción lugar / especie ($p = 0.0215$), no se encontró diferencia entre el tratamiento T2, T4 y T6 pero si estos con respecto a los demás, mientras que en la variable independiente lugar no se refleja diferencia ($p = 0.6119$).

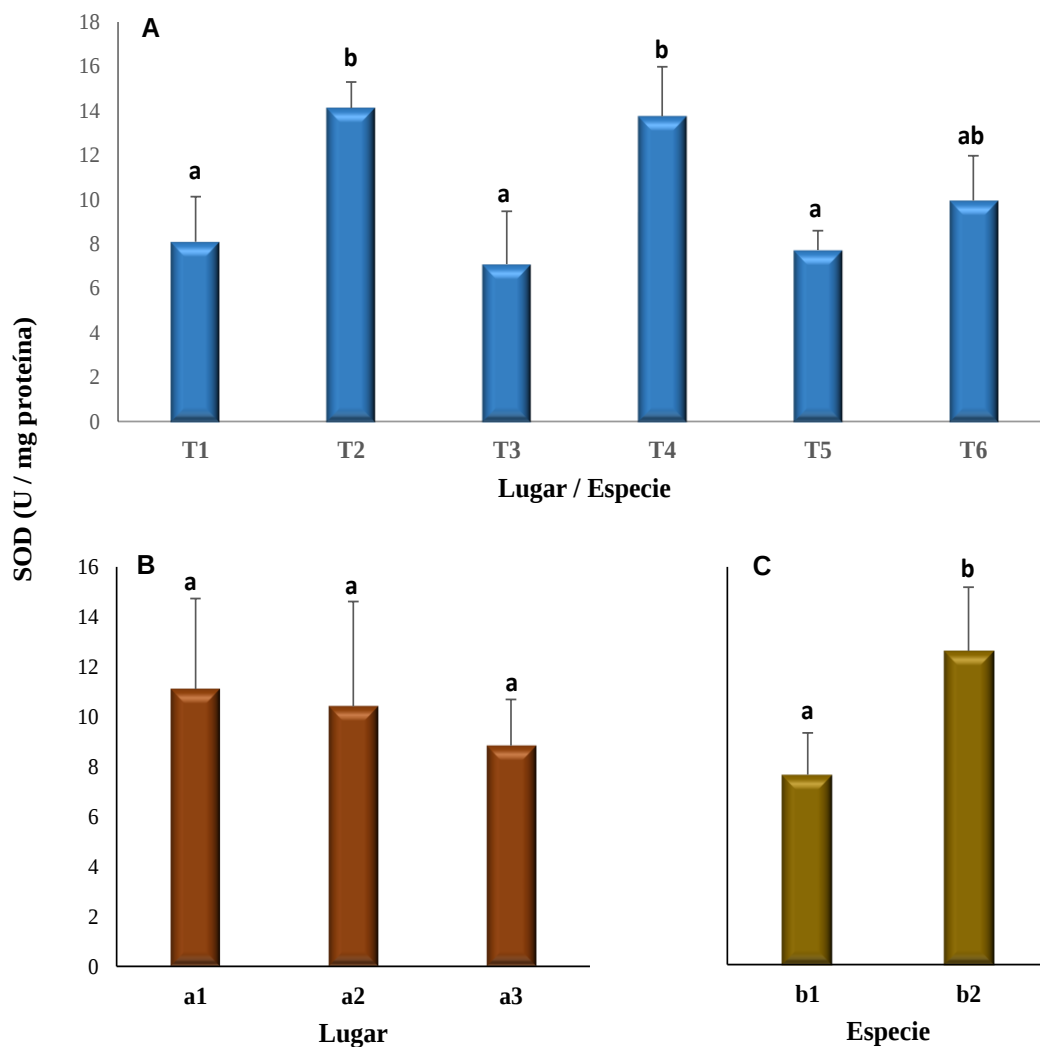


Gráfico 1. Contenido de enzima superóxido dismutasa (medias $\pm$ DE) del filete de las especies de peces Campeche y Cholia. A) Tratamientos = T1: Quindigua / Campeche; T2: Quindigua / Cholia; T3: Calope / Campeche; T4: Calope / Cholia ; T5: San Pablo / Campeche; T6: San Pablo / Cholia. B) a₁: Río Quindigua, a₂: Río Calope, a₃: Río San Pablo, C) b₁: Campeche, b₂: Cholia.

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

4.3. Análisis químico

En la tabla 8, se presenta la composición química (materia seca, humedad, proteína, lípidos, cenizas, elementos no nitrogenados) de las especies Campeche y Cholía recolectadas en los ríos Quindigua, Calope y San Pablo, los valores medios de tres repeticiones, se expresan en base seca (%).

4.3.1. Materia seca

El contenido de materia seca mostró variabilidad en las especies, se puede apreciar en la tabla 8, que la especie que tiene mayor cantidad de materia seca es la Cholía con un valor de 29.61 % en comparación con el Campeche que tiene 21.84 %. Los valores de materia seca con respecto al lugar / especie fueron de 20.73-32.81 %, el mayor nivel se encontró en el T4 (Calope / Cholía), se halló diferencia significativa en el lugar ($F= 4.42$, $p = 0.0364$), la especie ($F= 291.27$, $p = 0.001$) y la interacción lugar / especie ($F= 20.66$, $p < 0.0001$).

4.3.2. Humedad

De acuerdo a los valores de la humedad con respecto al lugar y especie fueron de 67.19-79.27 %, siendo el T3 (Calope / Campeche) el mayor nivel, mientras que el T4 (Calope / Cholía) es menor; se puede apreciar que hay diferencia significativa en el lugar ($F= 9.39$, $p = 0.0035$), la especie ($F= 304.31$, $p < 0.0001$) y la interacción lugar / especie ($F= 26.05$, $p < 0.0001$).

El agua es uno de los componentes químico del pescado que más fluctuaciones presenta, puede notarse en la tabla 8, que la especie acuática que tiene mayor contenido de humedad es el Campeche con un valor de 78.16 % mientras que la Cholía tiene un 70.39 %, la variable humedad será diferente dependiendo de la especie y del lugar.

Mediante un estudio realizado en el Ecuador por Pazmiño (32), indica que el porcentaje de agua en la especie Guanchiche capturado en la provincia de Los Ríos, es del 77.01 %. Mientras que Rodríguez (33), demuestra que la Guadina, Dama y Guanchiche capturado en el río Babahoyo tienen un valor de 79.43, 72.07 y 79.54 %.

Huss (34), menciona que la cantidad de agua en el músculo del pescado puede variar entre el 66 % y el 81 %. Según el estudio realizado demuestra que existe concordancia entre los valores experimentales y los reportados. Las diferencias encontradas en el contenido de humedad determinado en esta investigación pueden estar estrechamente relacionadas por la especie.

Existen factores que influyen en el contenido de humedad como el proceso de desove en peces, que incrementa la cantidad de agua en la carne, como consecuencia del agotamiento de las reservas energéticas. Es así, que los peces que han alcanzado la madurez sexual presentan un mayor contenido de humedad. Otro factor es la edad del pez, reduce el contenido de agua conforme ésta aumenta (22).

4.3.3. Proteína

Según los resultados obtenidos, el Campeche tiene un alto valor proteico (86.07 %) a comparación de la Cholía (71.04 %). El valor de proteína con respecto al lugar / especie fueron de 60.56- 91.20 %, el mayor nivel se encontró en el T3 (Calope / Campeche), mientras que el T4 (Calope / Cholía) fue menor. Existe diferencia significativa en el lugar ($F= 68.48$, $p = 0.001$), la especie ($F= 812.94$, $p < 0.0001$) y la interacción lugar / especie ($F= 272.09$, $p < 0.0001$).

El contenido de proteínas en peces, oscila entre el 16 % y el 21 %, pudiendo encontrarse también concentraciones hasta del 28 % (34). Además Pazmiño (32), reporta que la especie Guanchiche contiene el 21.11 % de valor proteico. Mientras que los resultados obtenidos por Izquierdo (22), manifiesta que el Bocachico tiene un valor de 82 %.

Cabe mencionar que las diferentes concentraciones proteicas se deben al tipo de especie la cual determina la calidad y cantidad de las proteínas, existen varios aspectos que pueden causar la disminución de la proteína en las especies acuáticas, debido a cambios que sufren las propiedades hidrodinámicas, una drástica disminución de su solubilidad y pérdida de las propiedades biológicas (33).

4.3.4. Determinación de lípidos

La especie con mayor contenido de lípidos es la Cholía con un valor de 8.34 % mientras que el Campeche tiene 2.16 %. El perfil de lípidos entre lugar / especie mostró valores desde

1.77-8.74 %, considerando que el valor más alto fue del río Quindigua / Cholía, existe significancia estadística con respecto al lugar ($F= 27.62, p < 0.0001$), la especie ($F= 1427.08, p < 0.0001$) y lugar / especie ($F= 15.43, p = 0.0005$).

Según Pazmiño (32), reporta que la concentración de grasa del Guanchiche varía entre el 1.38 y 1.47 %. Los datos obtenidos por Rodriguez (33), indica que el Guanchiche, contiene el 1.03 %, la Guadina un valor de 1 % y la dama el 7.34 %.

4.3.5. Ceniza o materia inorgánica

La especie acuática con mayor cantidad de ceniza fue la Cholía con un valor de 7.74 % mientras que el Campeche tiene un valor menor de 5.64 %. De acuerdo al análisis estadístico el lugar (Quindigua, Calope y San Pablo) y la especie (Campeche y Cholía) y en la interacción lugar / especie existe significancia estadística.

De acuerdo a Huss (34), el valor mínimo de materia inorgánica que contienen los pescados es 0.2 % y el valor máximo es de 1.5 %, los resultados obtenidos no se encuentran dentro del rango esperado, posiblemente las concentraciones de cenizas difieren entre las especies, debido a que los peces han sido capturados en la época después del desove, presentando mayores concentraciones de minerales en su carne, ya que a mayor asimilación y absorción de nutrientes, el contenido de minerales disponibles será mayor (35).

4.3.6. Elementos no nitrogenado

El valor de elementos no nitrogenado de la especie de Campeche fue de 5.56 % mientras que la Cholía es de 12.87 %, de acuerdo al análisis estadístico se indicó que existe significancia estadística para el lugar ($F= 21.88, p < 0.0001$), especie ($F= 9.47, p = 0.0096$) y lugar / especie ($F= 79.28, p < 0.0001$). El mayor contenido de elementos no nitrogenados fue en el río Quindigua (9.72 %), seguido Calope (3.44 %) y San Pablo (4.49 %).

La digestibilidad de los carbohidratos en los peces depende del tipo de alimentación, éstos almacenan como glicógeno, que se movilizará fácilmente en el momento en que la demanda energética lo requiera (23).

Tabla 8. Análisis químico (medias $\pm$ DE) del filete de las especies de peces Campeche y Cholía recolectadas en diferentes ríos del cantón La Maná.

V. I.	Materia seca (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Ceniza (%)	E.L.N. (%)
Lugar/Especie						
T1: a1b1	22.55 $\pm$ 1.07 ^c	77.45 $\pm$ 1.07 ^a	84.31 $\pm$ 1.19 ^b	2.94 $\pm$ 0.32 ^b	5.49 $\pm$ 0.44 ^c	7.26 $\pm$ 1.86 ^b
T2: a1b2	29.05 $\pm$ 1.14 ^b	70.95 $\pm$ 1.14 ^b	71.14 $\pm$ 0.86 ^c	8.74 $\pm$ 0.37 ^a	7.95 $\pm$ 0.74 ^{ab}	12.18 $\pm$ 0.25 ^{ab}
T3: a2b1	20.73 $\pm$ 0.85 ^c	79.27 $\pm$ 0.85 ^a	91.20 $\pm$ 1.33 ^a	1.77 $\pm$ 0.11 ^c	5.26 $\pm$ 1.13 ^c	1.77 $\pm$ 0.36 ^c
T4: a2b2	32.81 $\pm$ 0.89 ^a	67.19 $\pm$ 0.89 ^c	60.56 $\pm$ 0.60 ^d	8.19 $\pm$ 0.92 ^a	6.14 $\pm$ 0.58 ^{bc}	25.11 $\pm$ 2.00 ^a
T5: a3b1	22.23 $\pm$ 0.76 ^c	77.77 $\pm$ 0.76 ^a	82.70 $\pm$ 1.75 ^b	1.77 $\pm$ 0.11 ^c	6.19 $\pm$ 0.20 ^{bc}	7.65 $\pm$ 2.27 ^b
T6: a3b2	26.98 $\pm$ 0.90 ^b	73.02 $\pm$ 0.90 ^b	81.44 $\pm$ 1.15 ^b	8.09 $\pm$ 0.36 ^a	9.14 $\pm$ 0.29 ^a	1.33 $\pm$ 0.88 ^c
Lugar						
a1: Quindigua	25.80 $\pm$ 3.70 ^{ab}	74.20 $\pm$ 3.70 ^{ab}	77.72 $\pm$ 7.27 ^b	5.84 $\pm$ 3.19 ^a	6.72 $\pm$ 1.45 ^{ab}	9.72 $\pm$ 2.94 ^a
a2: Calope	26.77 $\pm$ 6.66 ^a	73.23 $\pm$ 6.66 ^b	75.88 $\pm$ 16.81 ^c	4.98 $\pm$ 3.57 ^b	5.70 $\pm$ 0.94 ^b	13.44 $\pm$ 12.85 ^a
a3: San pablo	24.60 $\pm$ 2.71 ^b	75.40 $\pm$ 2.71 ^a	82.07 $\pm$ 1.50 ^a	4.93 $\pm$ 3.47 ^b	7.67 $\pm$ 1.63 ^a	4.49 $\pm$ 3.79 ^b
Especie						
b1: Campeche	21.84 $\pm$ 1.15 ^b	78.16 $\pm$ 1.15 ^a	86.07 $\pm$ 4.10 ^a	2.16 $\pm$ 0.61 ^b	5.64 $\pm$ 0.74 ^b	5.56 $\pm$ 3.21 ^b
b2: Cholía	29.61 $\pm$ 2.70 ^a	70.39 $\pm$ 2.70 ^b	71.04 $\pm$ 9.08 ^b	8.34 $\pm$ 0.61 ^a	7.74 $\pm$ 1.40 ^a	12.87 $\pm$ 10.37 ^a
Valor de p y F						
Lugar	0.0364; 4.42	0.0035; 9.39	< 0.0001; 68.48	< 0.0001; 27.62	0.0030; 9.83	0.0001; 21.88
Especie	< 0.0001; 291.27	< 0.0001; 304.31	< 0.0001; 812.94	< 0.0001; 1427.08	0.0001; 33.49	0.0096; 9.47
Interacción L*E	0.0001; 20.66	< 0.0001; 26.05	< 0.0001; 272.09	0.0005; 15.43	0.0149	< 0.0001; 79.28

Valores medios de tres repeticiones, expresados en base seca (%). V.I= Variable Independiente. T1: Quindigua / Campeche ; T2: Quindigua / Cholía; T3: Calope/ Campeche; T4: Calope/ Cholía; T5: San Pablo/ Campeche; T6: San Pablo/ Cholía.

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

4.3.7. Mercurio

El contenido de mercurio obtenido en el Campeche es de 49 $\mu\text{g} / \text{Kg}$, mientras que en la Cholía es de 48 $\mu\text{g} / \text{Kg}$. De acuerdo a los valores obtenidos estadísticamente se puede decir que existe diferencia significativa entre lugar ($F= 16.35$, $p = 0.0004$), especie ($F= 15.25$, $p = 0.0021$) y lugar / especie ($F= 4.23$, $p = 0.0406$).

Según el estudio realizado por Alcívar (36), en diferentes zonas, determinó que el contenido de mercurio en el Campeche recolectado en Quevedo es de 40 $\mu\text{g} / \text{Kg}$, San Carlos 30 $\mu\text{g} / \text{Kg}$ y Multipropósito Baba tienen un valor de 40 $\mu\text{g} / \text{Kg}$. De tal manera los resultados expuestos reflejan, que las concentraciones de mercurio obtenido en los músculos del Campeche y Cholía, están por debajo de los límites máximos permitidos.

Se considera que el contenido del mercurio en las especies acuícolas varía dependiendo de la zona, las condiciones medioambientales, el grado de contaminación del lugar de la pesca y las características del pez, siendo que algunas especies son más propensos acumular concentraciones más elevadas en el músculo (25).

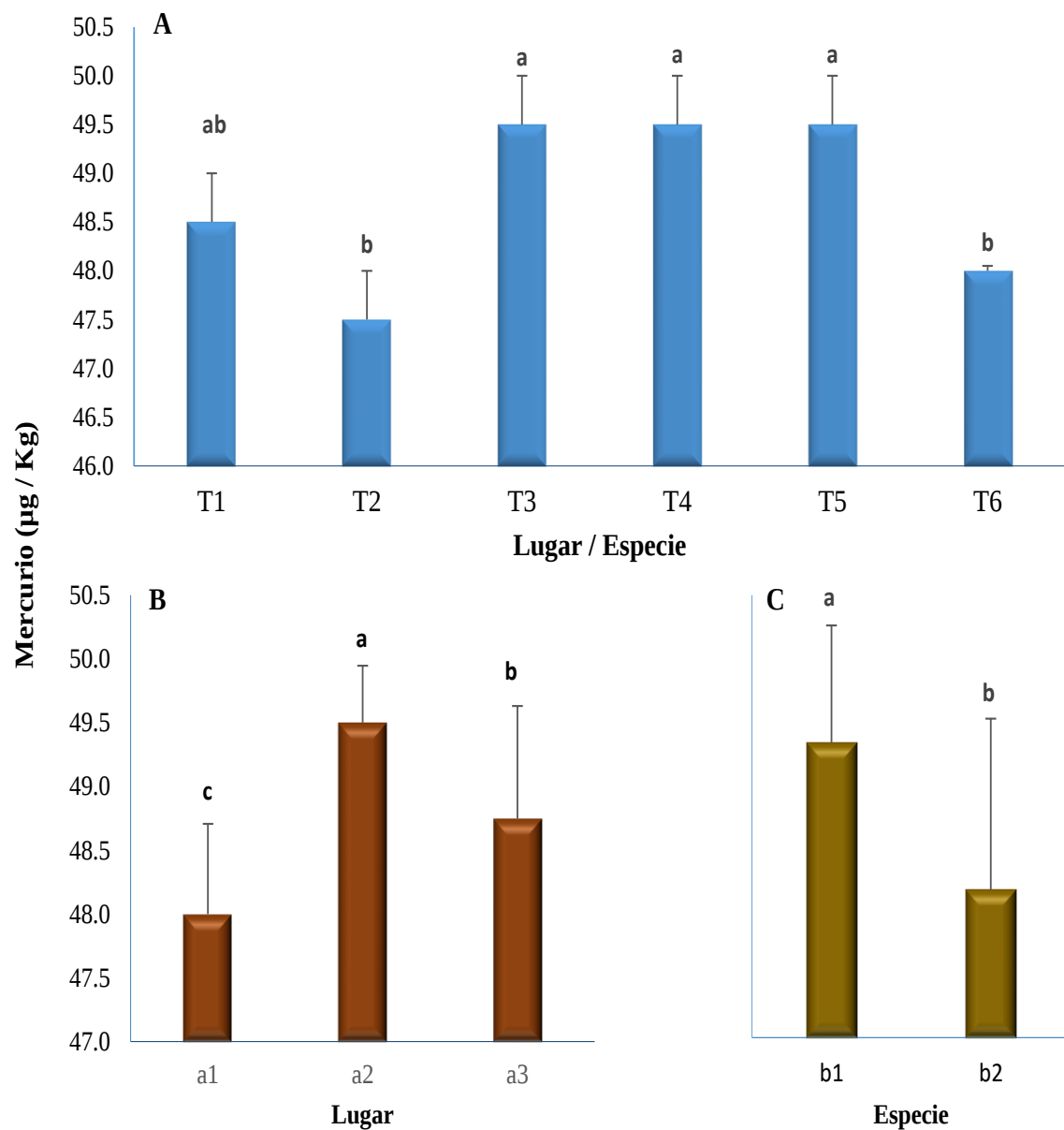


Gráfico 2. Contenido de mercurio (medias $\pm$ DE) en las especies de Campeche y Cholia. A) Tratamientos = T1: Quindigua / Campeche; T2: Quindigua / Cholía; T3: Calope / Campeche; T4: Calope / Cholía ; T5: San Pablo / Campeche; T6: San Pablo / Cholía. B) a₁: Río Quindigua, a₂: Río Calope, a₃: Río San Pablo, C) b₁: Campeche, b₂: Cholia.

4.4. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (PCA), se realizó a partir de una matriz de covariables (usando sus multiplicadores como variables), para explorar la respuesta de las especies Campeche y Cholía en función del análisis sensorial, químico y antioxidante capturados de manera artesanal en tres ríos.

De acuerdo al Biplot de los componentes principales el CP1 explica el 56.5% de variabilidad, mientras que el CP2 el 18.4%. En el cuadrante 2, se pueden encontrar las variables proteína, SOD, color y aceptabilidad las cuales están muy cercanas, lo que indica que entre ellas existe una fuerte relación lineal directa, respondiendo al T5 el cual queda dentro de este grupo de variables, por lo que se puede inferir que el T5, es el tratamiento que mostro mejor respuesta significativamente con respecto a los restantes tratamientos por medio del análisis de PCA. En el resto de las variables no se observa una relación lineal significativa. Mientras que en cuadrante 3, se observa una ligera asociación entre las variables textura, olor y mercurio. Las variables cenizas, grasa, materia seca y elementos no nitrogenados no están cerca de las demás variables por lo tanto no tiene relación lineal significativa con el resto de las variables.

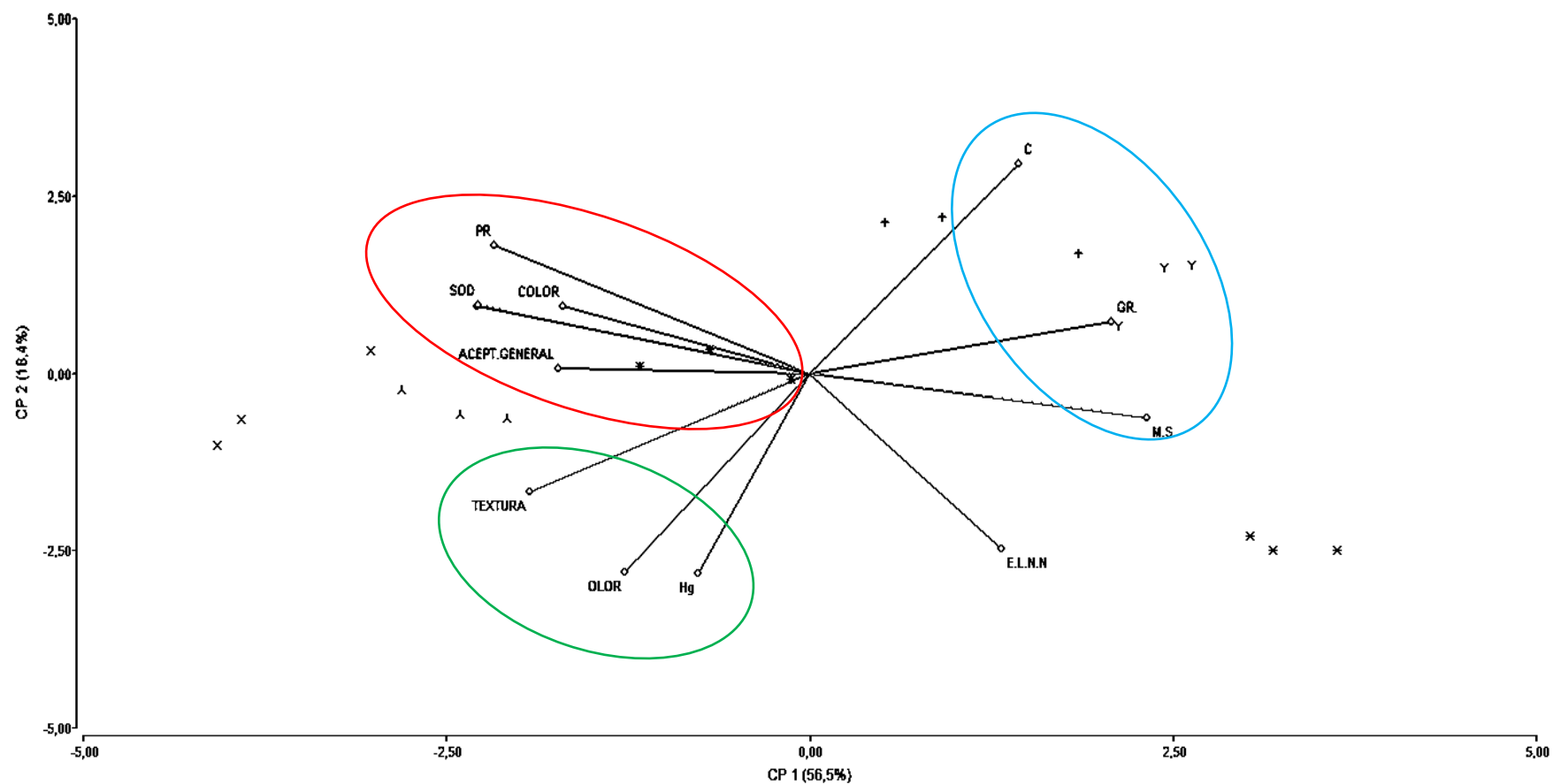


Gráfico 3. Prueba de multiplicadores de los dos primeros componentes principales del análisis de ACP de respuesta de las variables sensoriales (olor, color, textura, aceptabilidad), químicas (materia seca, humedad, proteína, lípidos, ceniza, E.L.N. y mercurio), antioxidante (SOD) en las especies de campeche y cholia. Estrella*3= T1: (Quindigua / Campeche), estrella*3 = T2 (Quindigua/cholia), estrella*4 = T3 (Calope / Campeche), estrella*6 = T4 (Calope/cholia), estrella*8 = T5 (San Pablo / Campeche) y cruz = T6 (San Pablo/cholia).

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

Tabla 9. Matriz de correlación/ coeficientes.

	M.S	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	E.L.N.N.	Mercurio	SOD	Olor	Color	Textura	Acept.
M.S	1,00											
Humedad	-1,00	1,00										
Proteína	-0,93	0,94	1,00									
Grasa	0,90	-0,87	0,73	1,00								
Ceniza	0,50	-0,44	-0,23	0,67	1,00							
E.L.N.N.	0,54	-0,56	0,77	0,26	-0,18	1,00						
Mercurio	-0,27	0,20	0,05	-0,54	-0,48	0,08	1,00					
SOD	-1,00	1,00	0,94	-0,87	-0,44	-0,56	0,20	1,00				
Olor	-0,29	0,24	0,17	-0,32	-0,67	-0,12	0,49	0,23	1,00			
Color	-0,54	0,54	0,61	-0,30	-0,17	-0,48	-0,09	0,54	0,39	1,00		
Textura	-0,58	0,55	0,53	-0,55	-0,68	-0,30	0,34	0,55	0,85	0,62	1,00	
Acept.	-0,54	0,54	0,53	-0,40	-0,37	-0,22	-0,03	0,54	0,44	0,94	0,69	1,00

Elaborado por: Avila Cajas Gissela, (2019).

Se observa que la variable grasa tiene el más alto coeficiente de correlación (0,90) con este componente, lo que indica que dicha variable contribuye bastante en la variabilidad explicada por este componente, por otra parte las variables cenizas (0.50), elementos no nitrogenados (0.54), contribuyen en menor proporción a la variabilidad explicada, ya que presentan los coeficientes de correlación más bajos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- De acuerdo a los atributos sensoriales las especies Campeche y Cholía del río Calope, tienen mejor apreciación por los catadores respecto al olor y textura; mientras que en el río Quindigua es referente al color y la aceptabilidad y el río San Pablo es menos propenso en estos atributos, se encontró diferencia significativa entre las especies y el lugar de recolecta.
- El Campeche tiene el nivel más alto en humedad (78.16%) y proteína (86.07%), mientras que la Cholía en materia seca (29.61%), grasa (8.34%), ceniza (7.74%) y en elementos no nitrogenados (12.87%). Puede variar dependiendo de la época en que se recolecte, el tipo de alimentación y el ciclo biológico de cada especie.
- El contenido de mercurio mediante absorción atómica, el contenido de mercurio en el Campeche fue de 49 $\mu\text{g /kg}$ y en la Cholía 48 $\mu\text{g /kg}$. De acuerdo a los valores obtenidos estadísticamente se puede decir que existe diferencia significativa entre lugar / especie
- El contenido de la enzima superóxido dismutasa (SOD), en la Cholía mostró una elevada actividad de superóxido dismutasa (SOD) de 12.60 U/mg proteína en comparación con el Campeche mostró un valor de 7.63 U/mg proteína, posiblemente debido a que la Cholía ha sufrido menor estrés oxidativo.

5.1. Recomendaciones.

- Realizar investigaciones sobre el estudio del valor nutricional en otras especies de agua dulce nativas en el Ecuador, en diferentes épocas del año, considerando, especialmente otras variables, como la calidad del agua de su hábitat, a fin de determinar cómo influye este factor en su condición biológica.
- Se recomienda hacer énfasis en el perfil de aminoácidos, ácidos grasos y minerales de las especies dulceacuícolas estudiadas, con el propósito de conocer más detalladamente su valor biológico y nutricional.
- Promover posteriores estudios de monitoreo en las especies dulceacuícolas referente a la concentración de mercurio.

CAPÍTULO V
BIBLIOGRAFÍA

1. Acebo M&, Nuñez A. Industria de Pesca. Graduate School of Management de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2016; 37.
2. Mauren AA. Sector pesquero en España. Costa Rica; 2018.
3. FAO. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. En 2016. p. 224.
4. Jiménez P, Aguirre W, Laaz E, Navarrete R, Nugra F, Rebolledo E, et al. Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Quito, Ecuador: Imprenta Mariscal Cía Ltda. 2015.
5. Revelo, W & Laaz E. Catálogo de peces de aguas continentales de la provincia de los Ríos-Ecuador. 2012.
6. Valls, J; Paredes A. Caracterización física y química de la sardina (*Sardinella aurita*). Rev Científica [Internet]. 2010 [citado 18 de julio de 2019];20(5):546-54. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000500014&lng=es&nrm=iso&tlng=es
7. Konigsberg M. Radicales libres y estrés oxidativo. Aplicaciones médicas. Manual Moderno. México. 2008. 636 p.
8. Royo Bardona M (coord). Nutrición en salud pública. 2017;1-356. Disponible en: <http://publicaciones.isciii.es>
9. N M, Álvarez R. Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuicolas de Colombia. 2006;11(1):3-23.
10. Granada, N ; Escobar D. Análisis y Cuantificación de metales pesados (Pb,Cd, Ni y Hg) en agua, sedimento y bioacumulación en la especie *Rhandia wagne* (Barbudo) del río Cauca en el Municipio de la Virginia. [Internet]. 2012. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2678/1/333918G748.pdf.%0D>
11. Suarez LE. Calidad fisicoquímica y microbiológica de dos especies de pescado dulceacuícola comercializados en el municipio de Sincelejo-Colombia. Universidad De Sucre Programa De Biología; 2016.
12. Velez M. Indicadores de estrés oxidativo relacionados con la presencia de elementos traza (plomo,cadmio,mercurio y arsenio) en diferentes tejidos de tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*) [Internet]. Centro de investigaciones biologicas del Noroeste, S.C.; 2009. Disponible: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/276/1/velez_m.pdf
13. Fonseca C. Composición proximal en algunas especies de pescado y mariscos disponibles en el pacífico costarricense. Uniciencia. 2017;31:23-8.
14. Durruty M. Análisis físico-químico, sensorial y consumo de productos pesqueros

- ahumados. Universidad FASTA; 2013.
15. Wakida, A & Amador L. Aspectos biológicos del pleco invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, México. 2011;(2007):870-8.
 16. Ansari TM, Saeed MA, Raza A, Naeem M, Salam A. Effect of Body Size on Metal Concentrations in Wild *Puntius chola*. 2006;7(2):116-9.
 17. Londoño J. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Antioxidantes importancia biológica y métodos para medir su Act [Internet]. 2012;130-62.
Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.129-162.pdf>
 18. Ochoa D, JF G. Estrés oxidativo en peces inducidos por contaminantes ambientales. Rev la Fac Med Vet y Zootec. 2008;55:115-26.
 19. Soberanes Yepiz M, Mendez Martinez Y, Garcia Guerrero M, Ascencio F, Violante Gonzalez J, Garcia Ibanez S, et al. Superoxide dismutase activity in tissues of juvenile cauque river prawn (*Macrobrachium americanum* Bate, 1868) fed with different levels of protein and lipid. Lat Am J Aquat Res. 2018;46(3):543-50.
 20. FAO. (Organización para la Alimentación y la Agricultura). Pesca fluvial IV las artes y métodos de pesca. 2012.
 21. Barriga Ramiro. Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador. Inst Ciencias Biológicas, Esc Politécnica Nac (Quito, Ecuador). 2012;30 (3):83-119.
 22. Córser PI, Ferrari GT, Díaz EG, Barboza-Martínez Y, Salas EM, Cagnasso MA. Composición de ácidos grasos y contenido de humedad en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. Rev Cient la Fac Ciencias Vet la Univ del Zulia. 1999;9(6):463-8.
 23. Ogbonnaya, CH., & Ibrahim M. Effects of drying methods on proximate compositions of catfish (*Clarias gariepinus*). World J Agric Sci. 2009;5(1):114-6.
 24. Pezo D, Paredes A, A B. Determinacion de metales pesados bioacumulables en especies icticas de consumo humano en la amazonia peruana. 1992;4(2):171-81.
 25. Rivera FB. Concentración de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash - Perú. 2018;35-41.
 26. Restrepo-betancurt LF, Valencia-y D. Caracterización del consumo de pescado y mariscos en población universitaria de la ciudad de Medellín - Colombia. 2016;257-65.

27. Lesser M. OXIDATIVE STRESS IN MARINE ENVIRONMENTS: Biochemistry and Physiological Ecology. *Annu Rev Physiol* [Internet]. 2006;68(1):253-78. Disponible en: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.physiol.68.040104.110001>
28. Van der, R., Beyer, J. & Vermeulen N. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2003;13(2):57-149.
29. Pinto E, Sigaud-Kutner TCS, Leitão MAS, Okamoto OK, Morse D, Colepicolo P. Heavy metal-induced oxidative stress in algae. *J Phycol*. 2003;39(6):1008-18.
30. SI- Dirección de Métodos A e I. Ficha de cifras generales del cantón La Maná, provincia del Cotopaxi. 2014.
31. Beauchamp C, Fridovich I. Superoxide Dismutase: Improved Assays and an Assay Applicable to Acrylamide Gels. Vol. 287. 1971.
32. Pazmiño M. Características morfométricas físico-químicas del Guanchiche (*Hoplias spp*) en Los Rios Quevedo, Babahoyo y la represa Daule Peripa situados en la costa ecuatoriana (Disertación de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador.; 2016.
33. Nadia Rodriguez. Análisis proximal de pescados continentales de mayor consumo humano en Ecuador. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR; 2017.
34. HUSS H.H. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Doc Técnico pesca 348 Organ las Nac Unidas para la Agric y la Aliment FAO. 1999;
35. Izquierdo Córser P, Torres Ferrari G, Barboza de Martínez Y, Márquez Salas E, Allara Cagnasso M. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 2000 [citado 18 de julio de 2019];50(2):187-94.
36. Alcivar G. “EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE METALES PESADOS EN PECES DE AGUA DULCE (Bocachico, Campeche y Dama) EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA U.T.E.Q.” Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2014.
37. Santaella M, Martinez G, Periago M, Santaella J. Evaluación sensorial de diferentes presentaciones comerciales de dorada (*Sparus aurata* L .) de acuicultura. 2012;96:85-96.

CAPÍTULO VI

ANEXOS

ANEXO 1

Fotografías de muestras analizadas y determinaciones



a). Muestras de Cholia



b). Muestras de Campeche



c). Peso en vivo



d). Tamaño de la muestra



e). Pesado del filete



f). Proporciones de muestras



g). Análisis de Humedad



h). Determinación de cenizas



i). Determinación de grasas



j). Evaluación sensorial

Anexo 2. Resultados de análisis químicos

a) Análisis bromatológico de las especies Campeche y Cholía.



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. FERNANDA AVILA	Número Muest.:	36
Tipo muestra:	PESCADOS	Fecha Ingreso:	17/10/2019
Identificación:	CAMPECHE - RÍO QUINDIGUA	Impreso :	29/10/2019
No. Laboratorio:		Fecha entrega:	31/10/2019

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 36		%	%	% Grasa	%	%	%
R1	Húmeda	77,90	18,85	0,65	1,26	0,00	1,34
	Seca		85,31	2,95	5,69	0,00	6,05

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 36		%	%	% Grasa	%	%	%
R2	Húmeda	76,22	19,74	0,62	1,18	0,00	2,24
	Seca		83,00	2,62	4,98	0,00	9,40

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 36		%	%	% Grasa	%	%	%
R3	Húmeda	78,22	18,43	0,71	1,26	0,00	1,38
	Seca		84,62	3,25	5,79	0,00	6,34

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono:
 2752-607

M&J

RESULTADOS: ANALISIS DE BROMATOLOGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. FERNANDA AVILA	Número Muest.:	37
Tipo muestra:	PESCADOS	Fecha Ingreso:	17/10/2019
Identificación:	CAMPECHE - RÍO SAN PABLO	Impreso :	29/10/2019
No. Laboratorio:		Fecha entrega:	31/10/2019

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 37		%	%	% Grasa	%	%	%
R1	Húmeda	76,90	18,77	0,75	1,38	0,00	2,20
	Seca		81,25	3,26	5,97	0,00	9,52

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 37		%	%	% Grasa	%	%	%
R2	Húmeda	78,32	17,82	0,68	1,38	0,00	1,80
	Seca		82,20	3,12	6,37	0,00	8,31

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 37		%	%	% Grasa	%	%	%
R3	Húmeda	78,10	18,54	0,88	1,36	0,00	1,12
	Seca		84,65	4,01	6,22	0,00	5,12

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca.


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. FERNANDA AVILA	Número Muest.:	35
Tipo muestra:	PESCADOS	Fecha Ingreso:	17/10/2019
Identificación:	CAMPECHE - RÍO CALOPE	Impreso	29/10/2019
No. Laboratorio:		Fecha entrega:	31/10/2019

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 35		%	%	% Grasa	%	%	%
R1	Húmeda	78,58	19,55	0,36	1,18	0,00	0,33
	Seca		91,25	1,68	5,53	0,00	1,54

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 35		%	%	% Grasa	%	%	%
R2	Húmeda	80,22	18,30	0,37	0,80	0,00	0,31
	Seca		92,50	1,89	4,02	0,00	1,59

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 35		%	%	% Grasa	%	%	%
R3	Húmeda	79,02	18,85	0,37	1,30	0,00	0,46
	Seca		89,85	1,75	6,22	0,00	2,18

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca.


Dra. Luz Maria Martinez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. FERNANDA AVILA	Número Muest.:	39
Tipo muestra:	PESCADOS	Fecha Ingreso:	17/10/2019
Identificación:	CHOLIA - RÍO QUINDIGUA	Impreso :	29/10/2019
No. Laboratorio:		Fecha entrega:	31/10/2019

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 39		%	%	% Grasa	%	%	%
R1	Húmeda	70,75	20,54	2,68	2,54	0,00	3,48
	Seca		70,23	9,16	8,70	0,00	11,91

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 39		%	%	% Grasa	%	%	%
R2	Húmeda	72,17	20,02	2,39	2,01	0,00	3,40
	Seca		71,95	8,60	7,22	0,00	12,23

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 39		%	%	% Grasa	%	%	%
R3	Húmeda	69,92	21,43	2,54	2,38	0,00	3,73
	Seca		71,23	8,45	7,92	0,00	12,40

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. FERNANDA AVILA	Número Muest.:	40
Tipo muestra:	PESCADOS	Fecha Ingreso:	17/10/2019
Identificación:	CHOLIA - SAN PABLO	Impreso :	29/10/2019
No. Laboratorio:		Fecha entrega:	31/10/2019

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 40		%	%	% Grasa	%	%	%
R1	Húmeda	72,04	22,40	2,28	2,62	0,00	0,66
	Seca		80,12	8,17	9,36	0,00	2,35

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 40		%	%	% Grasa	%	%	%
R2	Húmeda	73,22	22,03	2,06	2,48	0,00	0,22
	Seca		82,25	7,69	9,25	0,00	0,81

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 40		%	%	% Grasa	%	%	%
R3	Húmeda	73,80	21,47	2,20	2,31	0,00	0,22
	Seca		81,95	8,40	8,82	0,00	0,83

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca.


Dra. Luz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. FERNANDA AVILA	Número Muest.:	38
Tipo muestra:	PESCADOS	Fecha Ingreso:	17/10/2019
Identificación:	CHOLIA - RÍO CALOPE	Impreso :	29/10/2019
No. Laboratorio:		Fecha entrega:	31/10/2019

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEÍNA	EXT. ETÉREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 38		%	%	% Grasa	%	%	%
R1	Húmeda	66,61	20,45	2,99	2,27	0,00	7,68
	Seca		61,25	8,96	6,80	0,00	22,99

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEÍNA	EXT. ETÉREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 38		%	%	% Grasa	%	%	%
R2	Húmeda	68,21	19,13	2,28	1,81	0,00	8,57
	Seca		60,17	7,17	5,70	0,00	26,96

Identificación	BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
		HUMEDAD	PROTEÍNA	EXT. ETÉREO	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
N° 38		%	%	% Grasa	%	%	%
R3	Húmeda	66,75	20,03	2,81	1,97	0,00	8,44
	Seca		60,25	8,45	5,91	0,00	25,39

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca.


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

b). Análisis de mercurio en Campeche y Cholía



**ANALYTICAL
LABORATORIES**
TESTING & CONSULTING

INFORME DE RESULTADOS
IDR 26485-2019

Fecha: 07 de Noviembre del 2019

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	AVILA CAJAS GISELA FERNANDA					
Dirección	Quevedo					
Teléfono	0980814861					
Contacto	Srta. Gisela Avila					

DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Pescado	Cantidad	Aprox. 50 g			
No. de muestras	3 (urt)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plastica	Fecha de recepción	21 de Octubre del 2019			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha colecta de muestra	N/A			

CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	N/A	Humedad (%)	N/A			
Fecha de Inicio de Análisis	24 de Octubre del 2019					
Fecha de Finalización del análisis	07 de Noviembre del 2019					

RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de Detección
Cholia Rio San Pablo	UBA-26485-1	**Mercurio (Hg)	EPA 3050-B (Absorción atómica)	0.048	mg/kg	-
				0.048	mg/kg	-
Campeche Rio Calope	UBA-26485-2	**Mercurio (Hg)	EPA 3050-B (Absorción atómica)	0.050	mg/kg	-
				0.049	mg/kg	-
Cholia Rio Calope	UBA-26485-3	**Mercurio (Hg)	EPA 3050-B (Absorción atómica)	0.050	mg/kg	-
				0.049	mg/kg	-

Observaciones:

- Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier otro.
- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.
- Nomenclatura: N.E. = No Estándar; N.A. = No aplica; AA = Ampliados
- ** Parámetros subcontrolados (Resultado proporcionado por el laboratorio CENTROCESAL Cia. Ltda, cuya competencia para la ejecución de este ensayo ha sido evaluado mediante el procedimiento interno PRO-ADM-82)(Laboratorio Habilitado por Agrocalidad)
- La información relacionada con la forma de muestra fue proporcionada por el cliente



Nelson Alvarado M. Sc.
Gerente General & Técnico
R.P. 1215

FOR ADM-84-R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Garces, Cda. La Pira, Mz. 20 sector 1215 frente al primer bloque de la Municipalidad

Commutador: 04 2288 578 / 04 6017 743 Celular: 09 5215 7505 / 09 9479 8671

Email: info@uba-lab.com

Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com



**ANALYTICAL
LABORATORIES**
TESTING & CONSULTING

INFORME DE RESULTADOS IDR 26484-2019

Fecha: 07 de Noviembre del 2019

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	AVILA CAJAS GISELA FERNANDA					
Dirección	Quevedo					
Teléfono	0980914661					
Contacto	Sra. Gisela Avila					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Pescado	Cantidad	Aprox. 50 g			
Nº de muestras	3 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica	Fecha de recepción	21 de Octubre del 2019			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	N/A		Humedad (%)	N/A		
Fecha de Inicio de Análisis	24 de Octubre del 2019					
Fecha de Finalización del análisis	07 de Noviembre del 2019					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de Detección
Campeche Rio San Pablo	UBA-26484-1	**Mercurio (Hg)	EPA 3050-B (Absorción atómica)	0.049	mg/kg	-
				0.050	mg/kg	-
Cholia Rio Quindigua	UBA-26484-2	**Mercurio (Hg)	EPA 3050-B (Absorción atómica)	0.048	mg/kg	-
				0.047	mg/kg	-
Campeche Rio Quindigua	UBA-26484-3	**Mercurio (Hg)	EPA 3050-B (Absorción atómica)	0.049	mg/kg	-
				0.048	mg/kg	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.E. = No Estimado; N.A. = No aplica; AA = Aminoácidos						
4. ** Parámetros subcontratados (Resultado proporcionado por el laboratorio CENTROCESAL Cía. Ltda. cuya competencia para la ejecución de este ensayo ha sido evaluada mediante el procedimiento interno PRO-ADM-02/Laboratorio Habilitado por Agrocalidad.						
5. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente.						



Nelson Montoya P., M. Sc.
Gerente General & Técnico
R.P. 1215

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Carpio, Cofa, LA PAB MZ. 20 solar 12 (Frente al primer bloque de la Alameda)
Celular: 04 2288 578 / 04 6017 745 Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671
Email: nmontoya@uba-lab.com
Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com

Anexo 3

Métodos analíticos aplicados

a). Determinación de humedad

Principio:

El método para determinar la cantidad de agua presente en la muestra se basa en la pérdida de peso de la muestra por calentamiento en una estufa, refiriendo su peso al peso total de la muestra y expresada como porcentaje.

Aparatos:

1. Estufa que alcance 105 °C
2. Balanza analítica

Procedimiento:

- a) Pesar en un crisol previamente tarado de 1 a 1.5 g de muestra bien mezclada.
- b) Colocar el crisol con la muestra en la estufa y mantener la temperatura a 105 °C durante 4 horas, el período de tiempo comienza cuando se tiene la temperatura deseada.
- c) Después del tiempo requerido, transferir el crisol al desecador y esperar a que alcance la temperatura ambiente (20 minutos aproximadamente).
- d) Pesar en la balanza analítica.
- e) Volver a colocar la muestra en la estufa nuevamente por 30 minutos.
- f) Sacar de la estufa, enfriar nuevamente en el desecador y pesar
- g) Continuar con la desecación hasta peso constante.

Cálculos:

Determinar el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

$$\% \text{ humedad} = \frac{(M1 - M2)}{M} \times 100$$

M1 = peso del crisol mas muestra húmeda

M2 = peso del crisol mas muestra seca

M = peso de la muestra

b). DETERMINACION DEL EXTRACTO ETÉREO (GRASA CRUDA)

Fundamento:

La determinación de grasa en los ingredientes alimenticios se basa en su propiedad de ser solubles en solventes orgánicos, se usa un solvente orgánico el cual se calienta para que se volatilice, se hace pasar el solvente a través de la muestra, arrastrando consigo las sustancias solubles. El proceso descrito se repite en forma continua, hasta que no queden residuos de material extraíble en la muestra, posteriormente el solvente se destila y el material soluble permanece en el recipiente colector.

Material:

Cartucho de extracción
Algodón desengrasado
Extractor tipo soxhlet
Manta eléctrica o baño maría
Estufa de secado
Desecador
Balanza
Pinzas
Probeta
Rotavapor

Procedimiento:

1. Pesar muestra libre de humedad 2 g
2. Cubrir con algodón
3. Montar equipo soxhlet con matraz balón a peso constante
4. Colocar muestra en condensador
5. Adicionar éter en condensador para obtener tres descargas aproximadamente 160 ml.
6. Hacer circular agua por el condensador e iniciar calentamiento.
7. Efectuar extracción durante 4 o 5 horas
8. Desmontar equipo y evaporar éter en rotavapor
9. Calentar matraz en estufa en breve tiempo
10. Atemperar y llevarlo a peso constante

Observaciones:

Durante la marcha de la práctica se pudo observar que el éter se evapora con gran facilidad por eso debe de quedar perfectamente tapado el extractor; así mismo el éter tomó primero una coloración trasparente posteriormente se puso de color amarillo opaco lo que nos indicaba que si se estaba eliminando grasa posteriormente se saco el condensador y se colocó en la estufa para ser eliminado algún resto de humedad presente en el extracto etéreo y en el finalmente en el matraz se quedó el extracto etéreo.

Fórmula:

$$\% \text{ de extracto etéreo} = \frac{(P - p)}{M} \times 100$$

Donde:

P= peso muestra sin desangrasar

P= peso muestra desangrada

M = peso en gramos de la muestra.

c). Determinación de cenizas**Fudamento:**

La cantidad de cenizas que contiene un ingrediente o alimento se determina mediante la calcinación de la muestra a una temperatura controlada. El calentamiento a temperaturas de 500 a 600 °C, incinera la materia orgánica presente en la muestra, permaneciendo la materia inorgánica o cenizas; esta porción representa el contenido mineral de la muestra, por esta razón, este procedimiento también sirve para la determinación de elementos trazas en los ingredientes (sobre las cenizas obtenidas se efectúan los análisis químicos correspondientes). Debe de señalarse sin embargo que las cenizas pudieran estar contaminadas con residuos de carbono de la materia orgánica, los cuales se unen a los verdaderos minerales para formar carbonatos, por ello para estimar los verdaderos minerales se hace en base a otro método llamado determinación de cenizas insolubles en ácido, el cual se aplicará en una práctica posterior.

Equipos:

Mufla.
Crisoles
Pinzas
Desecador.

Procedimiento:

- 1.-Limpiar un crisol con una torunda de algodón impregnada con alcohol, marcarlo para identificarlo (el fondo del crisol por lo general no está cubierto de porcelana, utilícelo para colocar la marca raspando con un objeto cortante).
- 2.- Use las pinzas para crisol e introdúzcalo dentro de la mufla a una temperatura de 600 °C durante 30 minutos.
- 3.-Pasado este tiempo, utilice las pinzas para retirar el crisol de la mufla, y colóquelo en un desecador durante 40-60 minutos para enfriarlo.
- 4.-Use las pinzas para pasar el crisol a la balanza analítica, péselo y anote el peso obtenido.
- 5.-Pese 2 gramos de muestra molida, o la cantidad más aproximada a este peso, anote la cantidad exacta que pesó.
- 6.- Con las pinzas coloque los crisoles con la muestra dentro de la mufla, la cual debe haber sido precalentada a 550-600 °C. Incinere por 3 a 4 horas.
Nota: Debe evitarse abrir la mufla o sobrecargarla de muestras.
- 7.-Transcurrido el tiempo señalado, se sacan los crisoles de la mufla (usando las pinzas) y se dejan enfriar dentro del desecador por 40-60 minutos.
- 8.-Ya fríos pase a la balanza analítica para pesarlos, hágalo rápido para evitar la absorción de humedad ambiental. Anote el peso obtenido.

Cálculos:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{Peso del crisol con cenizas} - \text{peso del crisol solo}}{\text{Peso de muestra usada}} \times 100$$

d). Determinación del porcentaje de proteína cruda por el método de kjeldahl

Reactivos:

- Mezcla digestora
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.02N
- Solución de ácido bórico con indicador
- Solución indicadora
- Hidróxido de sodio 40%
- Óxido de selenio 0.5%

Preparación de reactivos

Mezcla digestora

- a) Pesar 150 g de sulfato de potasio (K_2SO_4) y agregar en 1000 ml de ácido sulfúrico concentrado, disolver agitando con una varilla de vidrio.
- b) Pesar 12.5 g de sulfato de cobre y disolver en 25 ml de agua destilada caliente.
- c) Cuando ambas soluciones estén frías, mezclarlas.

Hidróxido de sodio 40% (NaOH)

- a) Pesar 400 g de NaOH
- b) Aforar a 1 litro de agua destilada
- c) Agitar hasta que se disuelva
- d) Dejar que la solución se enfríe y guardar en frasco
- e) El frasco debe estar tapado para evitar la absorción de CO_2 atmosférico

Ácido sulfúrico 0.02N standard

- a) Diluir 2.17 ml de ácido sulfúrico concentrado en 4 litros con agua destilada
- b) Agitar hasta que se disuelva
- c) Dejar que la solución se enfríe

Solución Indicadora

- a) Disolver 0.18 g de rojo de metilo más azul de metilo 0.10 g en 100ml de alcohol etílico de 95%

Solución de ácido bórico como indicador

- a) Pesar 20 g de ácido bórico en un frasco de 1 litro
- b) Aforar a 1 litro con agua destilada
- c) Agregar 4 ml de la solución indicadora

Procedimiento:

Digestión

1. Pesar en un balón micro-Kjeldahl 0.1 g de material vegetal molido y tamizado en una malla N° 40.
2. Agregar 2 ml de la solución digestora.
3. Añadir 2 gotas de óxido de selenio 0.5% (opcional).
4. Colocar a calentar en la unidad digestora a temperatura baja y luego continuar a una temperatura más alta, hasta que el digestato se torne incoloro.
5. Retirar el balón y dejar que se enfríe.

Destilación

1. Añadir con precaución 8 ml de agua destilada para disolver el residuo de sales formado
2. Conectar el balón al aparato de destilación.
3. Vaciar 4 ml de la solución de hidróxido de sodio al 50% abriendo al aparato de destilación la llave del recipiente que lo contiene.
4. Conectar al generador de vapor del mismo aparato e iniciar la destilación.
5. Recibir el amonio destilado de la muestra sobre 15 ml de la solución de ácido bórico (H_3BO_3) con indicador
6. Prolongar la destilación hasta 4 minutos después de viraje de color de esta solución.

Titulación

1. Con la ayuda de una bureta graduada a 0.50 ml se procede a titular el destilado con el ácido sulfúrico estandarizado 0.02 N.
2. El punto final de la destilación es de verde a rosado fuerte

Cálculos:

* Determinación de la Normalidad del ácido sulfúrico (0.02 N)

1. Preparar 3 muestras que contengan 0.053 g de carbonato de sodio y 50 ml de agua destilada con 3 gotas de indicador.
2. Titular con el ácido sulfúrico 0.02 N (llega a color lila)
3. Para determinar el contenido de nitrógeno se aplican las siguientes formulas:

$$50 / V_b = (*/*)$$

$$\text{Contenido de Nitrógeno} = V_m \times \text{factor del ácido}$$

$$\% \text{ Proteína} = (\% \text{ N}) (6.25)$$

De donde:

V_b = Volumen de ácido sulfúrico empleado para determinar la normalidad del ácido sulfúrico

V_m = Volumen de ácido sulfúrico

N = Normalidad exacta del ácido sulfúrico (0.02N)

N_{co} = Normalidad corregida del ácido sulfúrico

$$(*/*) \times N (\text{H}_2\text{SO}_4) = N_{co}$$

$$N_{co} \times 0.014 \times 1000 = \text{factor del ácido}$$

$$0.014 = \text{meq de nitrógeno}$$

Anexo 4. Hoja de cataciones

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO



FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

PRUEBA AFECTIVA

Catador: _____ Fecha: _____

Producto: pescado de agua dulce Campeche y Cholí

Indicaciones: Por favor analice cada una de las muestras de pescado de Campeche y Cholí recolectadas en los ríos del cantón La Maná, indique su opinión sobre ellas. Marque con una X en el lugar que mejor describa el parámetro a evaluar.

1: No gusta **2:** Gusta ligeramente **3:** Ni gusta, ni disgusta **4:** Gusta **5:** Gusta mucho

CODIGO				
Escala	ATRIBUTOS			
	COLOR	OLOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GENERAL
1				
2				
3				
4				
5				

CODIGO				
Escala	ATRIBUTOS			
	COLOR	OLOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GENERAL
1				
2				
3				
4				
5				

CODIGO				
Escala	ATRIBUTOS			
	COLOR	OLOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GENERAL
1				
2				
3				
4				
5				