UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos.

Título del Proyecto de Investigación:

"Calidad de los ácidos grasos de la carne de vieja colorada (*Cichlasoma festae*) en dos localidades."

Autor:

Evelyn Marisel Tachong Luna

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Martin González Vélez

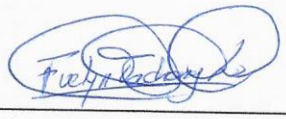
Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **EVELYN MARISEL TACHONG LUNA,** 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 incluye 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 normativa institucional vigente.



Evelyn Marisel Tachong Luna

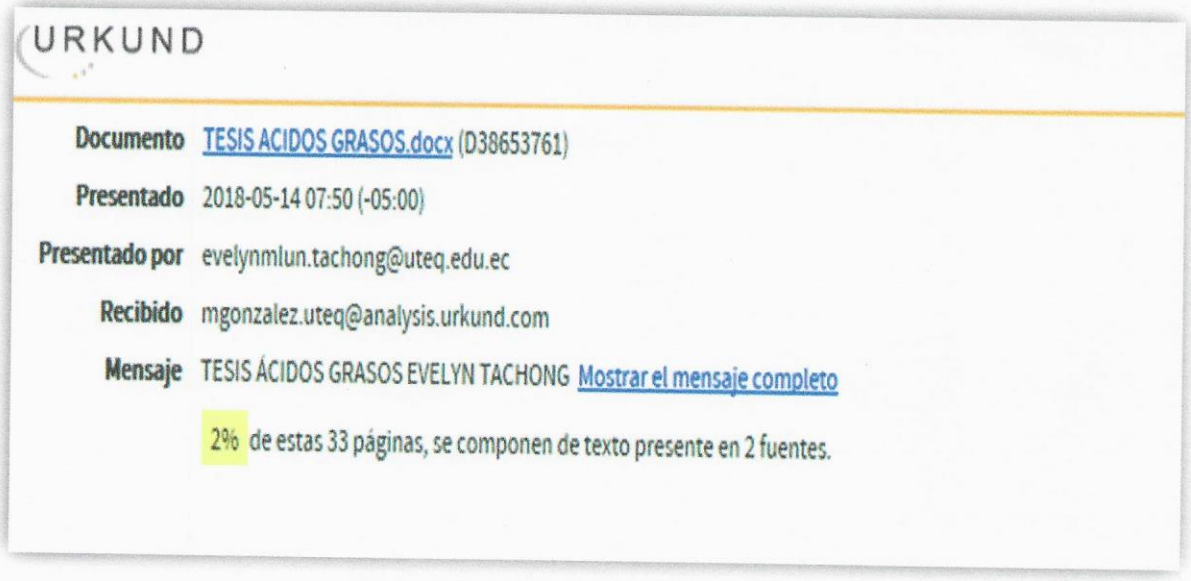
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÒN

El suscrito, **Ing. Martin Armando González Vélez,** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la egresada **EVELYN MARISEL TACHONG LUNA,** realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **"CALIDAD DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE VIEJA COLORADA (*CICHLASOMA FESTAE*) EN DOS LOCALIDADES",** previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Martin Armando González Vélez
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÒN

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

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENECYT, el suscrito **Dr. Martin Armando González Vélez**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación **"CALIDAD DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE VIEJA COLORADA (*CICHLASOMA FESTAE*) EN DOS LOCALIDADES"** de autoría de la estudiante **Evelyn Marisel Tachong Luna**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es del 2%, mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.



URKUND

Documento	TESIS ACIDOS GRASOS.docx (D38653761)
Presentado	2018-05-14 07:50 (-05:00)
Presentado por	evelynmlun.tachong@uteq.edu.ec
Recibido	mgonzalez.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	TESIS ÁCIDOS GRASOS EVELYN TACHONG Mostrar el mensaje completo

2% de estas 33 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Dr. Martin Armando González Vélez
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Título:

"CALIDAD DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE VIEJA COLORADA (*Cichlasoma festae*) EN DOS LOCALIDADES"

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Christian Vallejo Torres M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Rossy Rodríguez Castro M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Verónica Puente Jiménez

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR
2018

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme ayudado y regalado las fuerzas en cada momento, por su magnífica ayuda tanto en el desarrollo de este trabajo como en el transcurso de mi etapa universitaria.

A mis padres y hermana, por siempre brindarme su apoyo y ser mi fortaleza en todo momento, por ayudarme a vencer obstáculos y a ser constante, por siempre creer en mí, por enseñarme que la vida está llena de dificultades, pero que estas pueden ser superadas con esfuerzo y perseverancia; que nuestros límites solo existen en nuestras mentes; por ser ejemplos de fortaleza y sabiduría, por depositar en mí su confianza y enseñarme que con dedicación se obtienen los más grandes logros.

A mis amigos Oscar, Pili e Isra, por hacerme creer que la amistad verdadera existe y que siempre podemos contar el uno con el otro, por ser mis hermanos, aunque no tengamos los mismos padres, pero siendo la familia que elegí y sobre todo por apoyarme a alcanzar esta meta.

Finalmente quiero agradecerle a los docentes de F.C.P. que depositaron de sus conocimientos, pero especialmente al Ing. Martin González Vélez por sus valiosos consejos, por ser guía y apoyo en el desarrollo de este, mi gran proyecto.

Evelyn Marisel Tachong Luna

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por darme la oportunidad de vivir y llegar a este momento tan especial en mi vida, a mi padre por todos sus consejos y ser mi ejemplo a seguir desde niña, por exigirme cada día más, ayudándome a superarme; a mi madre por darme su amor y ser mi apoyo toda mi vida y nunca permitir que me rinda, y por ultimo pero no menos importante a mi hermana por ser mi inspiración, un ejemplo de virtud a seguir.

Con amor, cariño y entrega.

Evelyn Marisel Tachong Luna

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La investigación inicial presentada en esta tesis se centró en el análisis de ácidos grasos como el componente principal y la calidad fundamental de toda la familia de los lípidos.

Se analizaron las dos zonas para identificar la composición de ácidos grasos musculares. Encontrándose diferentes perfiles de ácidos grasos que se reflejaron en el músculo del pez con niveles significativamente más altos de ácidos EPA y DHA en los diferentes sitios de captura que contienen altas inclusiones de EPA y DHA. Finalmente, en nuestros resultados demostramos que la composición de ácidos grasos del músculo se vio afectado significativamente por los sitios de captura.

Los perfiles de ácidos grasos saturados de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido palmítico (C 16:0). En orden decreciente le siguen el ácido esteárico (C 18:0), el ácido meristico (C 14:0) y el araquidónico (C 20:0). Dentro de los parámetros descriptivos el coeficiente de variación de los ácidos grasos saturados fluctuó entre 21.96% a 1.88%, la deviación estándar estuvo comprendida entre 0.01 y 1.17.

Los perfiles de ácidos grasos monoinsaturados de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido Palmitoléico (C 16:1).

Por otro lado el papel de los lípidos, y en particular de los PUFA, en la nutrición y otras funciones fisiológicas de vertebrados, incluyendo humanos, sigue siendo objeto de intensa investigación.

Palabras claves: Peces, Cichlasoma festae, ácidos grasos, sitios de captura.

ABSTRACT AND KEYWORDS.

The initial research presented in this thesis focused on the analysis of fatty acids as the main component and the fundamental quality of the whole family of lipids.

The two zones were analyzed to identify the composition of muscle fatty acids. Finding different fatty acid profiles that were reflected in the muscle of the fish with significantly higher levels of EPA and DHA acids in the different capture sites containing high inclusions of EPA and DHA. Finally, in our results we showed that the fatty acid composition of the muscle was significantly affected by the capture sites.

The saturated fatty acid profiles of fish showed statistically significant differences when compared with the nursery areas. The results show that there is a clear predominance of palmitic acid (C 16: 0). In decreasing order followed by stearic acid (C 18: 0), meric acid (C 14: 0) and arachidonic acid (C 20: 0). Within the descriptive parameters the coefficient of variation of saturated fatty acids fluctuated between 21.96% to 1.88%, the standard deviation was between 0.01 and 1.17.

The monounsaturated fatty acid profiles of fish showed statistically significant differences when compared with the nursery areas. The results show that there is a clear predominance of Palmitoléic acid (C 16: 1).

On the other hand, the role of lipids, and in particular PUFAs, in the nutrition and other physiological functions of vertebrates, including humans, is still the subject of intense research.

Key words: Fishes, Cichlasoma festae, Fatty acids, Capture sites.

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Calidad de los ácidos grasos de la carne de vieja colorada (*Cichlasoma festae*) en dos localidades.
Autora:	Evelyn Marisel Tachong Luna
Palabras clave:	Peces, *Cichlasoma festae*, ácidos grasos, sitios de captura.
Resumen:	La investigación inicial presentada en esta tesis se centró en el análisis de ácidos grasos como el componente principal y la calidad fundamental de toda la familia de los lípidos. Se analizaron las dos zonas para identificar la composición de ácidos grasos musculares. Encontrándose diferentes perfiles de ácidos grasos que se reflejaron en el músculo del pez con niveles significativamente más altos de ácidos EPA y DHA en los diferentes sitios de captura que contienen altas inclusiones de EPA y DHA. Finalmente, en nuestros resultados demostramos que la composición de ácidos grasos del músculo se vio afectado significativamente por los sitios de captura. Los perfiles de ácidos grasos saturados de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido palmítico (C 16:0). En orden decreciente le siguen el ácido esteárico (C 18:0), el ácido meristico (C 14:0) y el araquidónico (C 20:0). Dentro de los parámetros descriptivos el coeficiente de variación de los ácidos grasos saturados fluctuó entre 21.96% a 1.88%, la deviación estándar estuvo comprendida entre 0.01 y 1.17. Los perfiles de ácidos grasos monoinsaturados de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido Palmitoléico (C 16:1). Por otro lado el papel de los lípidos, y en particular de los PUFA, en la nutrición y otras funciones fisiológicas de vertebrados, incluyendo humanos, sigue siendo objeto de intensa investigación.
Descripción:	56 hoja A4s: dimensiones, 21 x 29.7 cm + CD-ROM.
URL.:	(En blanco hasta cuando se dispongan los repositorios).

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN. 1

CAPÍTULO I 3

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 3

1.1. Problema de la investigación. 4

1.1.1. Planteamiento del problema. 4

1.1.2. Formulación del problema. 4

1.1.3. Sistematización del problema. 4

1.2. Objetivos. 4

1.2.1. Objetivo General. 4

1.2.2. Objetivos Específicos. 4

1.3. Justificación. 5

CAPÍTULO II 6

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 6

2.1. Marco Conceptual. 7

2.2. Marco Referencial. 9

2.2.1. Variaciones en el contenido de macro y micronutrientes de pescado de río. 9

2.2.6. Ácidos grasos 'trans'. 12

2.2.7. Metabolismo de los ácidos grasos. 15

CAPÍTULO III 17

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 17

3.1. Localización. 18

3.1.1. Condiciones meteorológicas. 18

3.2. Tipo de investigación. 18

3.3. Métodos de investigación. 18

3.4. Fuentes de recopilación de información. 19

3.4.1. Metodologías 19

3.4.1.1. Lípido total 19

3.4.1.2. Clases lipídicas. 19

3.4.1.3. Extracción 20

3.4.1.4. Ésteres metílicos de ácidos grasos. 21

3.4.1.5. Calidad nutricional del pescado. 22
3.4.2. Variables a estudiar 23
3.5. Diseño de la investigación. 23
3.6. Instrumentos de investigación. 24
3.7. Tratamientos de los datos. 24
3.8. Recursos humanos y materiales. 24
CAPITULO IV 26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
4.1. Resultados y discusión 27
4.1.1. Resultados 27
4.1.1.1. Análisis de ácidos grasos saturados. 28
4.1.1.2. Análisis de ácidos grasos moinsaturados. 29
4.1.1.3. Análisis de ácidos grasos poliinsaturados. 29
4.1.2. Discusión 30
CAPITULO V 34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34
5.1. Conclusiones 35
5.2. Recomendaciones 35
CAPITULO VI 36
BIBLIOGRAFÍAS 36
6.1. Bibliografía 37
CAPITULO VII 41
ANEXOS 41

INTRODUCCIÓN.

La ictiofauna del Ecuador es poco conocida. Los peces del noroccidente son diferentes a los del suroccidente del Ecuador. 34 familias y 82 especies fueron colectadas que equivale al 11 % de las especies de peces continentales registradas en el Ecuador. El pescado constituye una de las mejores fuentes de proteínas, vitaminas, minerales y compuestos nitrogenados no proteicos de nuestro abanico alimentario. Además este producto posee la más importante fuente de ácidos grasos poliinsaturados que incorporados en la vida diaria favorecen una dieta sana y cardiosaludable. (1)

Hoy en día, la frescura y calidad de los productos de pescado se ha convertido en la clave estratégica prioridad para la industria del pescado. Los consumidores son cada vez más conscientes de los beneficios de los peces para la salud humana, y siempre pide productos de alta calidad. Por su nutrición característica, el pescado se considera una excelente fuente de proteína de alta calidad, minerales esenciales y productos bajos en grasa. Entre otras propiedades, el pescado es la mejor fuente de ácidos grasos omega-3 de cadena larga poliinsaturados, que son beneficiosos a la salud humana. Los puntos destacados incluyen ácido eicosapentaenoico (EPA, C20: 5) y ácido docosahexaenoico (DHA, C22: 6) que no se sintetizan en el cuerpo humano pero su inclusión en la dieta humana es esencial. (1)

Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que una alimentación equilibrada debería contener diariamente de 20 a 35% de grasas totales, 5<de las cuales, las poliinsaturadas deberían ser de 6 a 11%. En relación a los ácidos grasos omega-6 de 2,5 a 9% y de omega-3 de 0,5 a 2%. La cantidad de grasas monoinsaturadas deberían ser del 15 - 20%, saturadas <10% y Trans <1%.

Según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) las principales causas de mortalidad en el año 2010 son las enfermedades hipertensivas (7%), la diabetes (6,5%), la neumonía (5,4%), enfermedades cerebro vasculares (5,3%). Las enfermedades que se mencionan son multifactoriales, ya que dependen de la condición genética de cada individuo, el estilo de vida y la dieta. Este último factor se refiere a una dieta inadecuada, es decir a la falta de consumo de frutas y vegetales, un alto contenido de grasas saturadas en la dieta, muy poca grasa mono y poliinsaturada, y bajo consumo de fibra.

Estudios realizados también sugieren que el alto consumo de ALA, EPA y DHA se asocia a una reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer; ejercen un efecto estimulatorio sobre los procesos de formación y reabsorción ósea; actúan como efecto protector en la piel de la irradiación UV y contribuyen a mantener sus funciones inmunológicas; son fundamentales en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual en los humanos, entre otros beneficios para la salud. (2)

Ozogul, manifiesta que el contenido en ácidos grasos del aceite de pescado contiene: 8.5% de ácido mirístico, 19.4% de ácido palmítico, 10.1% de ácido palmitoleico, 3.9% de ácido margárico, 5.4% de ácido esteárico, 15% de ácido oleico, 3.5% de ácido linoleico, 1.7% de ácido linolénico 1,4% de ácido gadoleico, 11.9% de ácido eicosapentaenoico (EPA), 2.5% de ácido clupanodónico, y 12.9% de ácido docosahexaenoico (DHA) (3).

El hombre, como todas las otras criaturas, sintetiza su propia grasa a partir de la mayor parte de la grasa de los alimentos. Sin embargo, el cuerpo humano a través de medios metabólicos a su disposición, no puede crear doble enlace de carbono más allá de 9. Por lo tanto, los ácidos grasos poliinsaturados deben introducirse necesariamente en el cuerpo a través de alimentos ricos en estos ácidos, los cuales se les llama ácidos grasos poliinsaturados esenciales (AGE) o vitamina F (4).

Es por este motivo que el enfoque de este proyecto se basa en estudiar las características de los ácidos grasos que se pueden obtener en distintas localidades con las mismas especies en estudio y las diferencias que se obtienen entre sí.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El insuficiente conocimiento que existe en la población quevedeña y en el país, del contenido de nutrientes de la carne de pescado y en especial de las especies nativas, hace que crezca la curiosidad de identificar cuáles son los principales nutrientes con los que aportan las distintas especies nativas que existen en el Ecuador. Es así que se conoce muy poco o casi nada de los principales ácidos grasos que componen la carne de las principales especies de agua dulce que se encuentran en nuestro país.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuáles son los ácidos grasos que predominan en la carne del pez vieja colorada *(Cichlasoma festae)?*

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuáles son las diferencias que existen en la carne de esta misma especie criada en diferentes sitios?

¿Qué porcentaje de ácidos grasos encontramos en la carne de la vieja colorada *(Cichlasoma festae)?*

¿Cuáles son las diferencias que existen entre ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados encontrados en los pescados en estudio?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Evaluar la calidad de los ácidos grasos de la carne de vieja colorada *(Cichlasoma festae)* en dos localidades.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Identificar la proporción de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados que contiene la carne de vieja colorada presentes en las dos zonas.

- Analizar la relación existente entre los ácidos grasos poliinsaturados omega 6 y omega 3 presentes en las zonas.
- Analizar los niveles de EPA + DHA detectados en las zonas de estudio.
- Analizar cuál de las dos zonas nos aportan adecuados niveles de omega 3 y omega 6.

1.3. Justificación.

La ausencia de conocimiento de una correcta alimentación en nuestro medio es un hecho común, incluyendo un desbalance entre el consumo de carnes rojas y blancas, es decir un bajo consumo de pescado. Las familias adquieren hábitos alimenticios, dependientes de aspectos multifactoriales, entre éstos, el grupo etario y el entorno. En este punto se procura mejorar los hábitos alimenticios en las familias, demostrando los beneficios en el aspecto nutricional, que son básicos para una alimentación saludable.

Las evidencias científicas señalan los múltiples beneficios a la salud que produce el consumo de pescado, ya que contienen grasas reconocidas como saludables, proteínas de mejor digestibilidad y nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento. Un consumo habitual de pescado como una fuente natural de omega 3, ofrece protección frente al aparecimiento de múltiples enfermedades, razón por la que se considera que su consumo debería formar parte de una dieta sana y equilibrada.

La razón por las que este estudio resulta importante, se debe a que la ingesta de pescado es necesaria en la inclusión de la dieta a tempranas edades, favoreciendo la aceptabilidad por el alimento y de esta manera contribuir a fomentar buenos hábitos alimentarios.

Si los resultados de la información logran mejorar el consumo habitual de pescado en sus hogares, podría servir como una propuesta de referencia en el mejoramiento de los hábitos, y, por tanto, a largo plazo los niños y niñas tendrán la costumbre de incluir el pescado en la dieta de manera regular.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

- **Ácidos grasos totales.**

Los ácidos grasos son componentes naturales de las grasas y los aceites. Tomando como referencia su estructura química, se pueden clasificar en tres grupos: 'saturados', 'monoinsaturados' y 'poliinsaturados'. Los ácidos grasos saturados (grasas) están presentes principalmente en alimentos de origen animal, como la carne (grasa), la manteca, los embutidos, la mantequilla y el queso, pero también en el aceite de palma y en el de coco que se utilizan para freír (5).

Los ácidos grasos (FA) contribuyen no sólo a la consistencia del material graso sino también a su capacidad gastronómica y culinaria, se encargan del transporte de vitaminas liposolubles; algunos de ellos permiten el movimiento de proteínas, dan fluidez a las membranas celulares, e intervienen en diversas funcionalidades biológicas, tales como la antioxidante y las relacionadas con los sistemas nervioso y visual (6).

- **Aterogenicidad.**

Conjunto de alteraciones que permiten la aparición en la pared de las arterias de un depósito de lípidos, que finalmente se transformará en una placa de calcificación y facilitará la pérdida de elasticidad arterial y otros trastornos vasculares (7).

Índice aterogénico es la proporción matemática entre los niveles de colesterol total en el organismo y colesterol HDL o lipoproteínas de alta densidad. Valores normales de este índice son de 4 o menos, mientras que a mayor índice aterogénico mayores son las probabilidades de que se forme una placa de ateroma en las arterias y de origen a aterosclerosis (7).

- **Tronbogenicidad.**

Es modulado por su estructura constitutiva donde el contenido de lípidos y macrófagos que expresan factor tisular inducen activación del sistema de coagulación, que resulta en generación de trombina que promueve el crecimiento del trombo, activa factores de coagulación, induce activación plaquetaria, estimula la proliferación de músculo liso

vascular y síntesis de citocinas inflamatorias que contribuyen al proceso inflamatorio y trombogenicidad (8).

- **EPA y DHA.**

Son precursores de eicosanoides y docosanoides respectivamente, que son moléculas con actividad antiinflamatoria. El EPA y DHA son aportados al organismo principalmente a través de la dieta, y se encuentran en fuentes de origen marino como pescados grasos y microalgas. Sin embargo, el consumo de pescado en Chile y otros países occidentales es muy reducido debido a malos hábitos alimenticios y a factores culturales y socioeconómicos, entre otros. De esta forma, la ingesta de pescado es insuficiente para alcanzar las cantidades diarias recomendadas de EPA y DHA propuestas por organismos internacionales como la FAO y la OMS. Por otro lado, la sobreexplotación del recurso puede hacer del pescado un alimento de baja disponibilidad a mediano plazo (9).

El ácido eicosapentaenoico (EPA 20:5 n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA 22:6 n-3), que son los dos principales ácidos grasos altamente insaturados de cadena larga (CL), o HUFAs en la serie omega-3. Se encuentran más ampliamente en el ambiente marino donde son producidos por algas, especialmente en aguas frías. Estos HUFAs son particularmente beneficiosos en ambientes fríos porque cuanto más larga y menos saturada sea la grasa, más líquida es a bajas temperaturas. Esto significa que cuando son enlazadas a membranas, los HUFAs las mantienen mucho más flexibles aún a temperaturas bajas. Las algas son ingeridas por zooplancton y el zooplancton por peces y así a lo largo de la cadena alimenticia. En cada etapa, estos HUFAs son retenidos y utilizados por sus propiedades (10).

- **Lípidos.**

Como lípidos se reconocen a las grasas y aceites ordinarios, ceras y compuestos relacionados. El 95% está compuesto de triacilgliceroles (una molécula de glicerol – que es un alcohol – y tres de ácidos grasos). Son cadenas lineales de hidrocarburos con un grupo carboxilo (COOH) en un extremo y un metilo (CH3) en el otro. Pueden ser saturados (sin dobles ligaduras) e insaturados (con una o más dobles ligaduras). Pueden ser también de cadena corta (4-6 carbonos), media (8-12 carbonos), larga (14-18 carbonos) y muy larga (20 o más carbonos) (11).

- **Glúcidos.**

El contenido de glúcidos en pescados es mínimo. Sucede que el pez, al ser atrapado, lucha y consume energía, lo cual hace que prácticamente agote su reserva de glucógeno. Como consecuencia, la cantidad de ácido láctico formada será insuficiente para provocar un descenso importante en el pH, que se mantiene cercano a 7, haciendo que este alimento sea altamente perecedero. En el músculo de pescados, los carbohidratos representan menos del 1% del peso húmedo, siendo un poco más elevado en el hígado y en la piel que en la carne (10).

- **Las grasas**

Las grasas constituyen uno de los componentes más importantes del reino animal y vegetal. Dentro del reino animal se les encuentra formando grandes vacuolas en el citoplasma de las células adiposas localizadas en el tejido subcutáneo y visceral, y en el reino vegetal, en las semillas y flores de numerosas plantas. En el hombre sirven como fuentes de energía y se distribuyen en 3 regiones del cuerpo; la gluteofemoral, la subcutánea y la intrabdominal, esta última caracteriza a la obesidad como factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares (12).

- **Fuentes de AG Ω-3 en la Dieta**

Los datos sobre el contenido de grasas totales y AG en la composición química de los alimentos comunes, que se encuentran en las tablas de valor nutritivo o en artículos científicos, son altamente dependientes del método de extracción empleado en el análisis químico. Esto es porque el contenido de grasa puede contener no sólo los triacilglicéridos sino también otros compuestos solubles en los solventes empleados. Los AG en este extracto total pueden sobrestimarse y los datos de sus isómeros generalmente se pierden. Se necesitan datos más reales, tanto cuantitativos como cualitativos, de estos AG para una óptima evaluación nutricional de las grasas en los alimentos y en las dietas (13).

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Variaciones en el contenido de macro y micronutrientes de pescado de río.

Se estudia el contenido de micro y macronutrientes en 7 especies de pescados de río *(Prochilodus lineatus, Leporinus obtusidens, Pimelodus maculatus, Pimelodus albicans,*

Luciopimelodus pati, Pseudoplatystoma coruscans, Pterodoras granulosus) más consumidos en Santa Fe, crudos y cocidos de 4 formas diferentes, así como su perfil de ácidos grasos (AG), estableciéndose las diferencias estadísticamente significativas. Además se comparan los perfiles de ácidos grasos de ejemplares fritos en cuatro medios diferentes. En pescados crudos, el valor proteico es de 20 %, la grasa es muy variable, pero con un perfil adecuado de ácidos grasos (con predominio de ácido oleico), una buena relación saturados/insaturados y un pequeño aporte de n-3. El contenido de hierro es bajo comparado con el de las carnes rojas. En pescados cocidos, el mayor cambio producido es la pérdida de agua, mientras que en la fritura y en la cocción al horno también aumenta la materia grasa (9).

El perfil de AG de las frituras refleja más el del medio de cocción que el de la muestra cruda. El uso de pescado resulta una mejor opción que las carnes vacunas y de aves, ya que proporciona un mayor aporte de lípidos insaturados y menor energía calórica Además, podría recomendarse el consumo de pescados de bajo tenor graso, fritos en aceites, de primera fritura, siendo inconveniente la utilización de grasa vacuna como medio de cocción (9).

2.2.2. Comparación en la composición química corporal de reproductores salvajes

El estudio se realizó en las instalaciones de Fundación Chile ubicado en Quillaipe km. 25, Carretera Austral. Los ejemplares de cautiverio fueron capturados entre octubre del 2011 y marzo del 2013 en el Seno del Reloncaví. La composición proximal, aminoácidos y perfil de ácidos grasos fueron determinados en el cuerpo entero de merluza austral (Merluccius australis) de cultivo y silvestres, con el fin de evaluar las diferencias en el contenido de nutrientes debido a la calidad nutricional de los alimentos consumidos durante el acondicionamiento de reproductores de esta especie. Se utilizaron dos estanques cilíndricos de PRFV, de 29,5 m^3, a una densidad de 2,5 y 4 kg/m^3 respectivamente, a una temperatura de 9°C ±1 de mantención. Los ejemplares fueron alimentados manualmente con una dieta de mantención compuesta de sardinas frescas, calamares y alimento formulado, entregado ad libitum. La composición corporal de merluza austral no mostró diferencias significativas en la materia seca, proteína o contenido de cenizas entre los dos grupos estudiados ($P > 0,05$). Por el contrario, el contenido de lípidos fue significativamente mayor ($P < 0,05$) en el cuerpo entero de los peces de cultivo en comparación con los peces silvestres. Asimismo, la concentración de los ácidos linoleico, docosahexaenoico y eicosapentaenoico, mostró significativamente niveles más altos ($P < 0,05$) en la merluza cultivada que en la merluza

silvestres. Concentraciones Aminoácidos no variaron entre los peces, excepto para la treonina y la taurina. Concentración de treonina fue mayor ($P < 0,05$) en la merluza silvestres mientras que la concentración de taurina fue mayor ($P < 0,05$) en la merluza cultivada. Este estudio comparativo proporciona una mejor comprensión de los efectos de la alimentación suplementaria usada actualmente en el cultivo merluza 4 austral permitiendo definir estrategias alimentarias óptimas para el acondicionamiento de reproductores de esta especie (14).

2.2.3. Perfil lipídico de la dieta para mejorar la salud del corazón del deportista.

Un correcto perfil lipídico de la dieta es muy importante para mantener la salud cardiovascular, tanto de los deportistas activos, como de las personas sedentarias. Así se previenen arritmias y arterias ateromatosas.

Este estudio se realiza para evaluar el perfil lipídico de la ingesta de deportistas jóvenes, estudiar si cumplen las recomendaciones nutricionales y compararlo con la de jóvenes menos activos.

Se aplica una evaluación nutricional de la ingesta de 7 días consecutivos de un colectivo de ciclistas jóvenes.

Y se obtienen los resultados, mismos que muestran que tomaron una dieta con un perfil lipídico poco cardiosaludable: exceso de colesterol, de ácidos grasos saturados (AGS), así como cantidad insuficiente de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) y de omega 3.

Es por esto que se considera esencial, por lo tanto, realizar campañas de educación nutricional dirigidas a los jóvenes, familiares y educadores; para fomentar el consumo de la Dieta Mediterránea. Los nutricionistas, farmacéuticos y médicos pueden realizar una gran labor de consejo, seguimiento y educación en materia de nutrición y hábitos alimentarios (15).

2.2.4. Peces dulceacuícolas como alimento funcional: perfil de ácidos grasos en tilapia y bocachico criados en policultivo.

Para evaluar el efecto de dos estrategias alimentarias y presencia de sustrato para perifiton sobre el perfil de ácidos grasos, características sensoriales y microbiológicas en filetes de tilapia y bocachico, se realizó un policultivo bajo un diseño factorial 2x2 con tres réplicas.

El primer factor, A1: alimento con 20% de proteína bruta (PB) y A2: alimentación con niveles decrecientes de PB, (38, 32, 24 y 20%). El segundo factor B1: presencia y B2: ausencia de sustrato para perifiton. Al final de un periodo de cultivo de ocho meses fueron analizados los filetes de las dos especies. Las muestras cumplieron con los parámetros microbiológicos del INVIMA. No hubo diferencias significativas sensoriales entre tratamientos. En tilapia, la estrategia alimentaria tuvo efectos sobre el perfil de ácidos grasos, la presencia de DHA y EPA, el bocachico reúne características para ser identificado como un alimento funcional. El perifiton presentó niveles altos de ALA, siendo una fuente apropiada para peces. Tilapia tiene más alta relación.n-3 y n-6 (16).

2.2.5. Composición nutricional de tres peces diferentes (*Clarias gariepinus*, *Malapterurus electricus* y *Tilapia guineensis*)

La composición proximal y mineral de tres diferentes peces se llevaron a cabo con métodos estándar. Los peces son el bagre (*Clarias gariepinus*), el pez eléctrico (*Malapterurus electricus*) y el tilapia (*Tilapia guineensis*). Los resultados revelaron la presencia de contenido de humedad entre 52.45 y 60.05%, proteína 18.35 a 20.83%, lípidos 6.53 a 13.86%, ceniza 3.14 a 4.57%, fibra 1.96 a 2.65% y carbohidratos 3.85 a 8.86%. Los minerales incluyeron potasio (91.51-102.86 mg / kg), calcio (16.32-24.53 mg / kg), sodio (59.21-75.12 mg / kg) y magnesio (29.61-41.44 mg / kg) mientras que el hierro y el zinc estaban presentes en cantidades traza. Los datos mostraron que los peces son de alto valor nutricional y una buena fuente de proteínas y minerales (17).

2.2.6. Ácidos grasos 'trans'.

Los ácidos grasos trans son ácidos grasos insaturados con uno o más dobles enlaces en la configuración trans. Pueden ser monoinsaturados o poliinsaturados. Los ácidos grasos poliinsaturados trans pueden tener dobles enlaces en la configuración cis, pero presentan al menos un doble enlace en la configuración trans.

Aunque la mayor parte de los ácidos grasos insaturados naturales tienen los dobles enlaces en la configuración cis, en la dieta se encuentran ácidos grasos trans que tienen distintos orígenes. Así, en la leche y la carne de rumiantes encontramos ácidos grasos trans (generalmente, en una proporción de un 3% - 6% de los ácidos grasos totales), que derivan de la transformación de ácidos grasos insaturados cis por parte de bacterias del rumen. Otra fuente dietética de ácidos grasos trans, que cuantitativamente es la más importante, son las

grasas vegetales parcialmente hidrogenadas, que se emplean ampliamente en la industria alimentaria en la preparación de masas de hojaldre, pan de molde, bollería industrial, palomitas, productos tipo snacks, etc. Estas grasas son el resultado de un proceso de hidrogenación parcial al que se someten los aceites vegetales insaturados líquidos a fin de hacerlos más apropiados para usos industriales: se incorporan hidrógenos a los dobles enlaces, de forma que se obtienen margarinas y grasas emulsionables que, al estar más saturadas, son semisólidas a temperatura ambiente y están más protegidas de la oxidación, con lo que se prolonga su vida útil. Durante este proceso, en las moléculas que permanecen insaturadas se produce la isomerización de dobles enlaces de la configuración cis a la trans. Una tercera fuente dietética de ácidos grasos trans son las frituras, ya que durante el calentamiento de los aceites a altas temperaturas se puede producir la isomerización de dobles enlaces en ácidos grasos.

Tanto en la leche y la carne de rumiantes como en las grasas vegetales parcialmente hidrogenadas, los ácidos grasos trans predominantes son los isómeros trans del 18:1, aunque se encuentran también de otros tipos. De los isómeros trans del 18:1, el predominante en la grasa de rumiantes es el trans-vaccénico (18:1t, n-7), mientras que en las grasas vegetales parcialmente hidrogenadas es el elaídico (18:1t, n-9) (18).

Los ácidos grasos trans no tienen ninguna función biológica específica conocida. Muy al contrario, su consumo −creciente en la dieta humana en los últimos 100 años− se ha relacionado con toda una serie de problemas de salud. En particular, está bien documentado que una ingesta rica en ácidos grasos trans, tal y como se encuentran en las grasas vegetales parcialmente hidrogenadas más que como aparecen en la leche y la carne de rumiantes, se asocia a un incremento del riesgo de enfermedad cardiovascular. Ante esta evidencia, las autoridades de algunos países han comenzado a regular el contenido admisible de ácidos grasos trans en alimentos, así como el etiquetado del contenido en ácidos grasos trans en alimentos, o bien han empezado a dar pasos en este sentido, a la vez que la industria está reformulando sus preparaciones para minimizar la presencia en ellas de ácidos grasos trans. Por ejemplo, el principal fabricante de margarinas (Unilever) ya ha introducido los cambios necesarios en el proceso de producción para minimizar la presencia de dobles enlaces trans y la tendencia de la industria europea en este sentido es generalizada (19).

2.2.6.1. Ácido linoleico conjugado.

El término ácido linoleico conjugado (CLA) designa una familia de isómeros posicionales y geométricos naturales del ácido linoleico (18:2Δ9c,12c) que tienen la particularidad, respecto del ácido linoleico y de la mayoría de los ácidos grasos poliinsaturados, de que los dos dobles enlaces que contienen no están separados por un grupo metileno, sino que están conjugados. Los ácidos linoleicos conjugados están presentes de manera natural en ciertos alimentos, en particular en la carne y la leche de rumiantes (ya que resultan del metabolismo del linoleico por las bacterias del rumen), donde pueden representar entre el 0,5% y el 2% del total de ácidos grasos. En estos alimentos, el isómero predominante es el 18:2Δ9c, 11t (ácido ruménico), aunque hay constancia de la existencia de al menos 13 isómeros naturales de ácido linoleico conjugado (para identificar a los isómeros del ácido linoleico conjugado se debe utilizar la nomenclatura Δx) (18).

En los ácidos linoleicos conjugados, los dobles enlaces pueden estar en la configuración cis o en la trans. Los trans no tienen los efectos adversos de la grasa trans no conjugada que se encuentra en las grasas vegetales parcialmente hidrogenadas (en Estados Unidos no se cuentan como grasa trans de cara a las regulaciones nutricionales y el etiquetado). De hecho, hay evidencias de que los ácidos linoleicos conjugados pueden tener efectos beneficiosos para la salud humana, y en el mercado hay alimentos funcionales suplementados con ácido linoleico conjugado, principalmente dirigidos al control de la cantidad de grasa corporal y el perfil lipídico del plasma (19).

2.2.7. Metabolismo de los ácidos grasos.

2.2.7.1. Oxidación.

La grasa almacenada en forma de TG representa la fuente de energía más concentrada del cuerpo, ya que los TG son de tamaños reducidos y anhidros. El rendimiento energético de un gramo de grasa catalizada es de 9 Kcal (37,7 KJ/g), comparado con las 4 Kcal (16,8 KJ/g) de las proteínas y los hidratos de carbono. (20).

Los ácidos grasos producen energía mediante ß-oxidación en las mitocondrias. En general, el proceso de ß-oxidación no es muy eficiente ya que requiere transporte a la mitocondria mediante la carnitina, que consta de cuatro pasos. Por consiguiente, los ácidos grasos son más lentos para producir energía que los hidratos de carbono, y son almacenados preferentemente en el tejido adiposo. Además, la oxidación de ácidos grasos de cadena muy larga se lleva a cabo inicialmente en los peroxisomas y no es muy eficiente. (21).

En aquellas personas que siguen dietas ricas en grasas y que presentan una ingesta calórica excesiva, la mayor parte de los ácidos grasos de la dieta se almacenan rápidamente en el tejido adiposo. (22).

La estructura de los ácidos grasos influye en la velocidad de oxidación. Por lo general, los ácidos grasos de cadena larga se oxidan más lentamente y los ácidos grasos insaturados se oxidan más rápidamente que los saturados. La oxidación de los ácidos grasos saturados disminuye al aumentar la longitud de la cadena de carbono (laurato > miristato > palmitato > estearato). En el caso de los ácidos grasos insaturados, la oxidación que tiene lugar en 24 horas se produce en el siguiente orden: ALA > OA > LA > AA. (22)

2.2.7.2. Síntesis de LCPUFA a partir de LA y ALA.

Aunque los mamíferos pueden introducir fácilmente dobles enlaces en la posición Δ9, no pueden introducir dobles enlaces adicionales entre la posición Δ10 y el extremo terminal metilo. Por lo tanto, el LA y el ALA no pueden ser sintetizados por los mamíferos. (23).

Sin embargo, las plantas pueden sintetizar ambos al introducir dobles enlaces en las posiciones Δ12 y Δ15. Debido a que son precursores necesarios para la síntesis de LCPUFA y de eicosanoides, el LA y el ALA son ácidos grasos esenciales y deben obtenerse de las plantas que tomamos en la dieta. (24).

Una vez obtenidos el LA y el ALA de la dieta, se pueden convertir en familias n-6 y n-3 de LCPUFA C20 y C22 mediante una serie de reacciones alternas de desaturación y alargamiento. Estas rutas sólo necesitan las desaturasas Δ6 y Δ5, una elongasa del sistema microsómico y una fase de acortamiento de la cadena, lo que implica la β-oxidación en los peroxisomas (25). El primer paso consiste en la inserción de un doble enlace en la posición Δ6 del LA y del ALA mediante la acción de la Δ6-desaturasa, a la cual le sigue el alargamiento de dos unidades de carbono de la cadena mediante la elongasa y la introducción de otro doble enlace en la posición Δ5 mediante la Δ5-desaturasa para formar el ácido araquidónico (20:4n-6 o AA) y el ácido eicosapentaenoico (20:5n-3 o EPA), respectivamente. En el siguiente paso, el AA y EPA son alargados mediante dos unidades de carbono a 22:04n-6 y 22:5n-3 (n-3 DPA), respectivamente. Un alargamiento adicional de 22:04n-6 y 22:5n- 3 mediante dos unidades de carbono produce 24:4n-6 y 24:5n-3, respectivamente. (26).

A continuación, estos PUFA C24 son desaturados por la Δ6-desaturasa para producir 24:5n-6 y 24:6n-3. Esta es la misma enzima que desatura al LA y al ALA (27). El DHA se forma a partir del 24:6n-3 a través de un acortamiento de la cadena por dos unidades de carbono durante un ciclo de la ruta β-peroxisómica. Mediante el mismo mecanismo de acortamiento de la cadena, el 22:5n-6 se produce a partir del 24:5n-6.

Las dos rutas son independientes la una de la otra y no hay reacción cruzada. Sin embargo, ambas rutas emplean las mismas enzimas, por lo que las dos series compiten por las transformaciones. Puesto que el LA es el PUFA predominante en la dieta humana y la ingesta de ALA es generalmente baja, el plasma y los niveles celulares de los LCPUFA n-6 derivados del LA tienden a ser más altos que los niveles de LCPUFA n-3 (22).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en las provincias de Los Ríos cantón Quevedo (Recinto Belladiana) y en Manabí represa Daule Peripa donde se recogió las muestras de los peces en estudio.

3.1.1. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas y zona ecológica en donde se desarrollara la investigación se detallan en el tabla 1.

Tabla 1. *Condiciones meteorológica del lugar donde se realizara la investigación.*

Datos Meteorológicos	**Valores Promedio**
Temperatura, °C	25.47
Humedad relativa media, (%)	85.84
Heliofanía, horas luz/mes	776.00
Precipitación, mm/ mensual	1527.00
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh-T)

FUENTE: *Estación del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Anuario Meteorológico, 2017.*

3.2. Tipo de investigación.

Investigación de campo. - El objetivo se centró en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Empleó muestras representativas, se empleó una T de Studen como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

3.3. Métodos de investígación.

Analítico deductivo, ya que se realizaron medidas, luego de los resultados obtenidos se refutará la misma y posteriormente deducir conclusiones.

Exploratorios.

El objetivo primordial de este estudio es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado.

Explicativos.

Su objetivo es responder a las causas de los eventos sucesos o fenómenos físicos o sociales.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Metodologías

3.4.1.1. Lípido total

La extracción del lípido de las muestras se realizó según una modificación del método de (28). Aproximadamente 1 g de muestra en peso fresco era homogeneizada en 10 mL de una mezcla de cloroformo:metanol (2:1, v/v), añadiéndose una vez extraído el lípido, 2,5 mL de dicloruro magnésico (0,88% p/v) para aumentar la polaridad de la fase acuosa. La mezcla se agitaba vigorosamente, seguidamente se centrifugaba a 2000 rpm durante 2 min y se recuperaba la fase orgánica, evaporándose el solvente bajo atmósfera de nitrógeno. El extracto lipídico era cuantificado gravimétricamente, redisuelto en cloroformo:metanol (2:1) a una concentración de 10 mg lípido/mL solvente y guardado en atmósfera de nitrógeno a -20 °C hasta el momento de continuar con su análisis. Si el extracto lipídico iba a ser posteriormente transmetilado para obtener su composición en ácidos grasos, se añadía al solvente 0,05% de hidroxitolueno butilado (BHT, "butylated hydroxy toluene"), mientras que si iba a ser utilizado para la determinación de su composición en clases lipídicas por densitometría, se almacenaba sin el antioxidante.

A lo largo de esta memoria, la cantidad de lípido total presente en una muestra se expresa en porcentaje de su peso seco. El valor del porcentaje de lípido en peso seco (% Lps) se calculara a partir de los datos de lípido en peso fresco (% Lpf) y del peso seco de la muestra (100 - % H).

3.4.1.2. Clases lipídicas.

Separación y cuantificación

Las clases lipídicas y los lípidos totales fueron separados por cromatografía en capa fina de alta resolución (HPTLC, "high performance thin layer chromatography") unidireccional, empleando placas de vidrio de 10 x 10 cm recubiertas de silicagel (0,2 mm de grosor) y sin indicador de fluorescencia (Merck, Darmstadt, Alemania). Las placas, previamente desarrolladas con 15 mL de éter dietílico para eliminar impurezas, y activadas a 110 °C durante

30 min, seran cargadas con 5 alícuotas de lípido de 25 µg, una de las cuales sera un estándar de composición conocida que serviría de referencia.

Una vez depositadas las muestras en la placa, se introducía en una cubeta donde se les aplicaba un doble desarrollo. Primeramente, se separaban los lípidos polares mediante una mezcla de acetato de metilo:isopropanol:cloroformo:metanol:0,25% (p/v) KCl (25:25:25:10:9, en volumen).

Una vez el solvente que alcanzó la mitad de la altura de la placa, se sacó ésta de la cubeta y se dejó secar en presencia de silicagel durante 30 min en un desecador al que se hara vacío. En segundo lugar, se desarrolló los lípidos neutros con una mezcla de hexano:éter dietílico:ácido acético glacial (80:20:2, en volumen) dejando que el solvente llegara hasta aproximadamente 0,5 cm del borde superior de la placa, secando a continuación la placa de la misma forma citada anteriormente. Para la detección de las clases lipídicas separadas, se teñía la placa pulverizándola ligeramente con una solución de acetato cúprico al 3% y ácido ortofosfórico al 8% y se introdució inmediatamente en una estufa a 160 °C durante unos 15 min hasta obtener claramente oscurecidas las diferentes bandas correspondientes a las clases lipídicas de la muestra. La cuantificación de las clases lipídicas se determinara midiendo la absorbancia de las bandas a una longitud de onda de 370 nm mediante la introducción de la placa en un densitómetro (Shimadzu CS-9000).

3.4.1.3. Extracción

Para determinar la composición en ácidos grasos de las diferentes clases lipídicas, se procedió a su aislamiento y recogida por cromatografía en capa fina (TLC, “thin layer chromatography”), empleando placas de vidrio de 20 x 20 cm recubiertas de silicagel (0,25 mm de grosor) sin indicador de fluorescencia (Merck). Se cargaba la placa con 2 muestras de lípido de 5 mg, mas un estándar de huevas de bacalao de composición conocida (250 µg), y se le aplicaba un doble desarrollo, excepto para el hígado, en que se utilizó un único desarrollo para separar lípidos neutros, utilizando los mismos disolventes citados en el apartado anterior. Una vez separadas las clases lipídicas, se procedía a la tinción sutil de la placa con 2'-7' diclorofluorisceina (1 g/l en metanol 98% v/v) conteniendo 0,05% (p/v) de BHT como antioxidante, y a su visualización en una cámara con luz UV. Una vez identificadas las bandas, se rascaban separadamente de la placa con un bisturí de punta recta y se introducían en tubos

de ensayo esmerilados, para proceder posteriormente a su transformación en ésteres metílicos de ácidos grasos.

Entre los fosfolípidos, las clases lipídicas recogidas fueron, fosfatidilcolina (FC), fosfatidilserina (FS), fosfatidilinositol (FI) y fosfatidiletanolamina (FE), mientras que entre los lípidos neutros se recuperaron exclusivamente los triglicéridos (TG). En el hígado sólo se recogieron el total de lípidos polares (TLP) y los TG.

3.4.1.4. Ésteres metílicos de ácidos grasos.

Para analizar la composición en ácidos grasos de los extractos lipídicos por cromatografía de gases, se prepararon previamente los ésteres metílicos de los ácidos grasos (FAMEs, "fatty acid methyl esters") que los componían, mediante transmetilación por catálisis ácida de 1-2 mg de lípido total, usando como catalizador ácido sulfúrico al 1% (v/v) en metanol. Para favorecer la disolución de los lípidos neutros, se añadía tolueno al extracto previamente a la adición de la solución de sulfúrico en metanol. La reacción se llevó a cabo a 50 ºC durante 16 horas y en atmósfera de nitrógeno para evitar la oxidación de los mismos. Los ésteres metílicos de ácidos grasos obtenidos fueron purificados mediante desarrollo simple por TLC con una mezcla de hexano/ éter dietílico/ ácido acético glacial (85:15:1, en volumen) y visualizados bajo luz ultravioleta (365 nm) tras realizar una tinción con 2′, 7′, - diclorofluoresceína al 0,1% en metanol del 97% (p/v), conteniendo 0,01% de BHT (Christie, 1982). Previamente a la transmetilación, se añadió a las muestras un 5% del ácido graso eneicosanoico (21:0) como estándar interno.

Los FAMEs ya purificados y rascados de la placa, seran extraidos de la sílice con una mezcla de hexano/ éter dietílico (1:1), evaporando posteriormente el solvente y redisolviendolos en hexano a una concentración de 1 mg/mL. Los FAMEs así obtenidos fueron separados y cuantificados mediante inyección "en columna" en un cromatógrafo de gases provisto de detector de ionización de llama, según las siguientes condiciones operativas:

- Cromatógrafo: Packard 436 (Chrompak Uk Ltd.)
- Columna: capilar de sílice fundida SupelcowaxTM 10 (25 m x 0,32 mm I.D.) (Supelco Inc.) con fase estacionaria polar de ácidos grasos libres
- Gas portador: Helio
- Presión de los gases: Helio, 1 kg/cm^2; hidrógeno, 0,55 kg/cm^2; aire, 0,55 kg/cm^2

- Temperatura: Inyector 50 ºC; Detector 250 ºC; Columna, según rampa con las siguientes características: temperatura inicial 50 ºC, tasa de incremento de temperatura de 39 ºC/min hasta alcanzar 150 ºC, seguida de tasa de incremento de 3 ºC/min hasta alcanzar una temperatura final de 230 ºC que era mantenida durante 10 minutos.

La identificación de cada ácido graso se llevara a cabo mediante la utilización, como patrón, de un aceite de pescado bien caracterizado. Una vez identificados, se expresara su cuantificación en porcentaje del total de ácidos grasos según se obtendra del cromatograma. Complementariamente, se cuantificara en valor absoluto el total de los ácidos grasos del LT de los distintos órganos y hematocrito, expresándolo en µg de ácido graso por mg de muestra en peso seco, utilizando para ello el estándar interno añadido a la muestra antes de la transmetilación:

$$\textbf{AG (ug ácido graso/mg muestra en peso seco)} = \frac{(\text{aAG} \cdot \text{Lps} \cdot \text{Sti})}{(\text{aSti} \cdot 100)}$$

Donde aAG, es el área absoluta de cada ácido graso; Lps, representa el porcentaje de lípido en peso seco; Sti, son los µg de estándar interno por mg de lípido añadidos a la muestra y aSti, es el área absoluta del estándar interno.

3.4.1.5. Calidad nutricional del pescado.

El valor nutricional del filete de los peces de ambos sitios desde el punto de vista de la salud humana, se evaluo utilizando una serie de índices que determinan la calidad del lípido presente en el músculo, a través del análisis de su perfil de ácidos grasos.

Así, el índice de calidad de los lípidos del filete del pescado (ICP), refleja la relación porcentual entre la suma de los dos principales (n-3) HUFA (EPA y DHA), con respecto al total de los lípidos presentes en el músculo. El Índice de Aterogenicidad (IA), que indica el potencial de obstrucción de las arterias, y el de Trombogenicidad (IT), que muestra la tendencia a la aparición de trombos en los vasos sanguíneos, también fueron tomados en cuenta y se calcularon a partir de la relación entre los principales ácidos grasos saturados, los monoinsaturados y poliinsaturados, según las siguientes expresiones:

IA = [(C12:0) + (4 × C14:0) + (C16:0)] / [(PUFA ω6 y ω3) + MUFA)]

$$IT = [(C14:0) + (C16:0) + (C18:0)] / [(0.5 \times MUFA) + (0.5 \times \omega6) + (3 \times \omega3) + (\omega3 / \omega6]$$

3.4.2. Variables a estudiar

C6:0, Caproico
C8:0, Caprylico
C10:0, Caprico
C12:0, Laurico
C14:0, Myristico
C15:0, Pentadecanoico
C16:0, Palmitico
C18:0, Stearico
C20:0, Arachidico
SFA
C16:1, Palmitoleico
C18:1n-9 Oleico
MUFA
C18:2n-6 Linoleico
C18:3n-3, Linolenico
C20:5 (ω n-3 Eicosapentaenoico (EPA)
C22:6 (DHA) n-3, Docoxahexaenoico
C20:4 n-6, Arachidonico
PUFA
PUFA/SFA
DHA/EPA
Atherogenicidad
Thrombogenicidad

3.5. Diseño de la investigación.

En la presente investigación se realizó un análisis de T de Studen, los dos lugares se consideraron como unidades experimentales y los peces unidades de muestreo, incluyendo tablas de frecuencia, una vez hechos los análisis de ácidos grasos se creó una base de datos en hojas de cálculo de Microsoft office 2013 Excel, para los cual se conformo un registro de múltiples entradas para el análisis de las variables a evaluar y posteriormente se ingreso los

datos en un programa estadístico de versión libre y se aplico la estadística descriptiva (media aritmética, error estándar, desviación estándar, coeficiente de variación).

Tratamientos

Se estudiaron dos zonas con 10 repeticiones por cada zona, se aplico una T Studen, con (2) zonas y (10) repeticiones. Con la cual se encontró las diferencias entre las medias de las dos poblaciones o muestras.

Tabla 2. *Números de Recolección de muestras.*

Rio Quevedo	Represa Daule Peripa
10 muestras	10 muestras

3.6. Instrumentos de investigación.

Los instrumentos utilizados en esta investigación, se desarrollaron en una base de datos tabulada y ordenada en hojas de cálculo de Microsoft office 2013 Excel, para el análisis de las variables evaluadas y posteriormente se ingreso los datos en un programa estadístico de versión libre y se aplico la estadística descriptiva.

3.7. Tratamientos de los datos.

La información obtenida se tabuló en Excel y luego paso al software estadístico InfoStat, aquí se evaluo los tratamientos aplicados.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Se contó con la ayuda del docente en mención dedicado a investigación vinculadas al sector acuícola (peces).

- Ing. Martin González Vélez. Msc.

- Vasos precipitados
- Probetas
- Pipetas
- Pera de separación
- Espátulas
- Baguetas

- Magnetos
- Balón de 3 bocas
- Llave Schlenk
- Embudos
- Soporte universal
- Pinzas
- Bureta

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Resultados

Tabla 1. Estadística descriptiva del perfil de ácidos grasos de la vieja colorada.

ZONAS	Variable	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
REPRESA	(C6:0)SAT	0,04	0,01	21,96	0,03	0,06
REPRESA	(C8:0)SAT	0,1	0,02	20,07	0,08	0,13
REPRESA	(C10:0)SAT	0,14	0,02	17,55	0,1	0,18
REPRESA	(C12:0)SAT	1,66	0,09	5,23	1,54	1,79
REPRESA	(C14:0)SAT	5,19	0,56	10,84	4,19	5,78
REPRESA	(C15:0)SAT	1,32	0,05	4,14	1,22	1,38
REPRESA	(C16:0)SAT	31,42	1,03	3,28	29,95	32,65
REPRESA	(C16:1)MONO	3,69	0,17	4,6	3,44	3,92
REPRESA	(C18:0)SAT	9,88	0,19	1,88	9,54	10,14
REPRESA	(C18:1n9cis)POLI	22,26	1,17	5,25	20,2	23,44
REPRESA	(C18:2n6cis)POLI	11,32	0,33	2,9	10,76	11,87
REPRESA	(C20:0)SAT	1,69	0,08	4,52	1,53	1,78
REPRESA	(C18:3n3)POLI	2,57	0,23	8,91	2,32	3,02
REPRESA	(C20:4n6)POLI	3,6	0,3	8,43	3,09	3,98
REPRESA	(EPA) (C20:5)POLI	1,55	0,1	6,73	1,34	1,69
REPRESA	(C22:6n3)POLI	4,89	2,13	43,54	2,09	7,16
RIO	(C6:0)SAT	0,07	0,02	25,42	0,03	0,09
RIO	(C8:0)SAT	0,06	0,02	30,58	0,03	0,08
RIO	(C10:0)SAT	0,25	0,02	8	0,22	0,29
RIO	(C12:0)SAT	2,1	0,12	5,9	1,99	2,36
RIO	(C14:0)SAT	9	0,65	7,19	8,12	9,68
RIO	(C15:0)SAT	1,65	0,1	5,96	1,54	1,85
RIO	(C16:0)SAT	29,62	1,58	5,33	26,73	32,01
RIO	(C16:1)MONO	3,34	0,26	7,76	2,99	3,65
RIO	(C18:0)SAT	7,65	0,46	5,96	6,92	8,09
RIO	(C18:1n9cis)POLI	18,36	0,54	2,92	17,32	19,02
RIO	(C18:2n6cis)POLI	5,28	0,36	6,74	4,76	5,91
RIO	(C20:0)SAT	1,61	0,08	4,78	1,5	1,69
RIO	(C18:3n3)POLI	3,36	0,23	6,83	3,04	3,84
RIO	(C20:4n6)POLI	3,34	0,19	5,81	3,01	3,59
RIO	(EPA) (C20:5)POLI	1,96	0,07	3,39	1,86	2,05
RIO	(C22:6n3)POLI	4,37	1,8	41,18	1,38	7,09

4.1.1.1. Análisis de ácidos grasos saturados.

En la tabla 2, se presenta los análisis de ácidos grasos saturados de la vieja colorada.

Tabla 2. Ácidos grasos saturados de dos zonas.

VARIABLES	REPRESA	RIO	T STUDEN	p
Ac. Capróico (C6:0)	0,04	0,07	-3,71	0,0016
Ac. Caprílico (C8:0)	0,10	0,06	5,00	0,0001
Ac. Cáprico (C10:0)	0,14	0,25	-11,73	<0,0001
Ac. Láurico (C12:0)	1,66	2,10	-9,17	<0,0001
Ac. Mirístico (C14:0)	5,19	9,00	-14,08	<0,0001
Ac. Pentanóico (C15:0)	1,32	1,65	-9,25	<0,0001
Ac. Palmítico (C16:0)	31,42	29,62	3,02	0,0074
Ac. Esteárico (C18:0)	9,88	7,65	14,35	<0,0001
Ac. Araquídico (C20:0)	1,69	1,61	2,36	0,0301

Los perfiles de ácidos grasos saturados de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido palmítico (C 16:0). En orden decreciente le siguen el ácido esteárico (C 18:0), el ácido miristico (C 14:0) y el araquidónico (C 20:0).

Dentro de los parámetros descriptivos el coeficiente de variación de los ácidos grasos saturados fluctuó entre 21.96% a 1.88%, la deviación estándar estuvo comprendida entre 0.01 y 1.17.

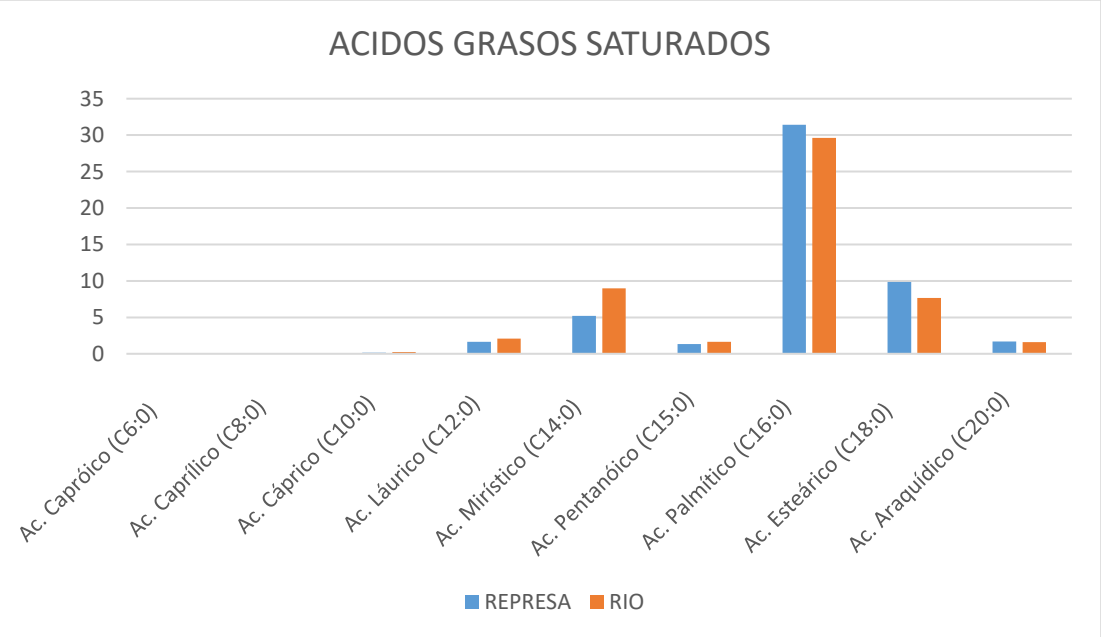


Figura 1. Ácidos grasos saturados de dos zonas.

4.1.1.2. Análisis de ácidos grasos monoinsaturados.

En la tabla 3, se presenta los análisis de ácidos grasos monoinsaturados de la vieja colorada.

Tabla 3. Ácidos grasos monoinsaturados de dos zonas.

VARIABLES	REPRESA	RIO	T STUDEN	P
Ac. Palmitoléico (C16:1)	3,69	3,34	3,58	0,0021

Los perfiles de ácidos grasos monoinsaturados de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido Palmitoléico (C 16:1).

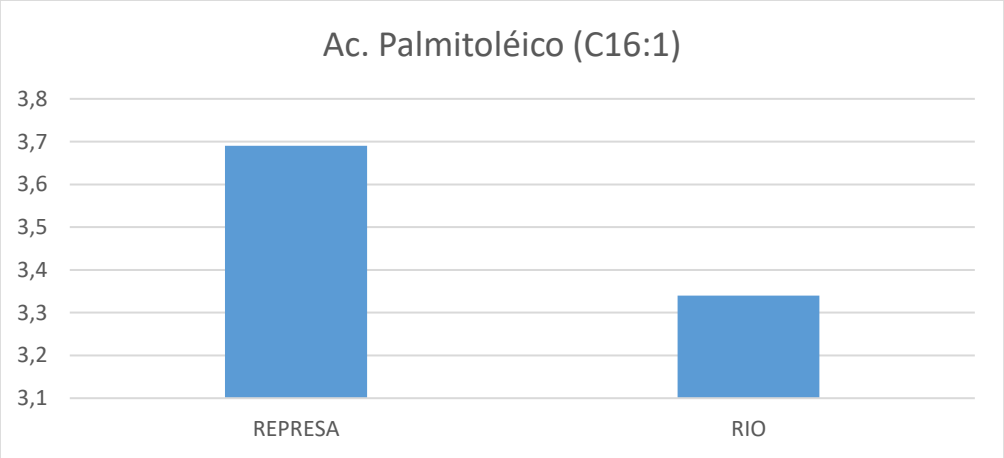


Figura 2. Ácidos grasos mono insaturados de dos zonas.

4.1.1.3. Análisis de ácidos grasos poliinsaturados.

En la tabla 4, se presenta los análisis de ácidos grasos poli insaturados de la vieja colorada.

Tabla 4. Ácidos grasos poli insaturados de dos zonas.

VARIABLES	REPRESA	RIO	STUDEN	p
Ac. oleico (C18:1n9cis)	22,26	18,36	9,59	<0,0001
Ac. Linoléico (C18:2n6cis)	11,32	5,28	39,51	<0,0001
Acido alfa Linoléico(C18:3n3)	2,57	3,36	-7,69	<0,0001
Ac. Araquidónico (C20:4n6)	3,6	3,34	2,33	0,0319

(EPA) (C20:5) Ac. Eicosatetraenoico	1,55	1,96	-10,47	<0,0001
(C22:6n3) DHA	4,89	4,37	0,58	0,567

Los perfiles de ácidos grasos poliinsaturado de pescados presentaron diferencias estadísticamente significativas cuando se las comparó con las zonas de crianza a excepción del DHA que se comportó de forma similar en las dos zonas. Los resultados muestran que, existe un franco predominio de ácido oleico (C18:1n9cis). En orden decreciente le siguen el ácido Linoléico (C18:2n6cis), el ácido Ac. Araquidónico (C20:4n6) y el Acido alfa Linoléico (C18:3n3) Tabla 4.

El papel de los lípidos, y en particular de los PUFA, en la nutrición y otras funciones fisiológicas de vertebrados, incluyendo humanos, sigue siendo objeto de intensa investigación. (29).

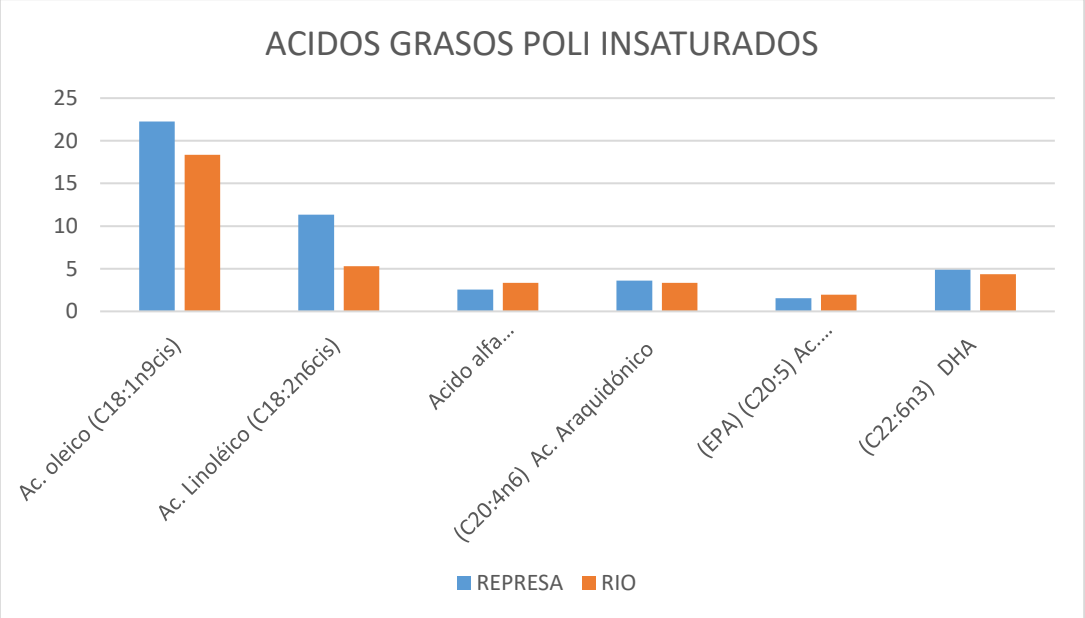


Figura 3. Ácidos grasos poli insaturados de dos zonas.

4.1.2. Discusión

Influencia de la composición en ácidos graso saturados según el lugar de captura de los peces

La ausencia de alimento en los nichos ecológicos de los peces es un suceso frecuente que les obliga a modificar la dieta. Los lípidos juegan un papel fundamental en estas situaciones de

cambio del régimen dietario en especies como es la vieja colorada, que han desarrollado mecanismos fisiológicos para subsanar dichos desajustes en el suministro de nutrientes, con el fin de mantener la homeostasis lipídica y la funcionalidad de órganos vitales como el cerebro, a expensas de alteraciones del metabolismo intermediario en tejidos como hígado y músculo esquelético (30).

Teniendo en cuenta que la composición en ácidos grasos de los lípidos corporales de los peces está directamente influenciada por la de los lípidos de la dieta (31).

Tabla 2 a los de Luzia (32), quienes encontraron el ácido palmítico como el más prevalente en curimatá (Prochilodus spp) con 28,9% y en tilapia (Oreochromis spp) con 35,9%.

El análisis detallado del perfil lipídico en peces alimentados en diferentes nichos ecológicos que arroja un total de ácidos saturados de 51.44g/100g para los peces de la represa y un 52.01g/100g para los peces de rio, cuya investigación aportará valiosa información sobre el valor nutricional de sus carnes según sus sitios de captura de la Cichlasoma festae. Estos resultados son similares Grela y Dudek (33) no informaron diferencias en el contenido de AGS entre bacalao (33.12%) y salmón (31.47%). Estos resultados no concuerdan con los del presente estudio. Halilo lu et al. (34). También observó cantidades de SFA en el lípido muscular del arco iris trucha (31.92%).

La influencia de los lípidos dietarios sobre la funcionalidad de las membranas celulares, afecta también a las células sanguíneas. Así, la inmuno-modulación de los lípidos dietarios guarda relación con los cambios en la estructura lipídica de las membranas de las células implicadas en la respuesta inmune, incluyendo los mecanismos que tienen lugar en los leucocitos durante los procesos de fagocitosis (35)

Ácidos grasos poliinsaturados

La vieja colorada presenta valores de Linoléico (C18:2n6cis) de 11.32g/100g y 5.28g/100g represa y rio respectivamente encontrándose que la cantidad es predominante en aquellos peces que se crían represados estos datos son diferentes a los reportados por Dibekloglu (36) observa que la trucha arcoíris de diferentes lugares en Turquía tenía 7.18 y 6.44% C18: 2 n-6, mientras que el acido Araquidónico (C20:4n6) fueron de 3.6g/100g y 3.34g/100g según sus sitios de capturas mencionados anteriormente en contraparte a lo reportado por Dibekloglu (36) 0.60 y 0.48% (C20:4 n-6). Pirestani (37) nota que el pangasius contiene más C18: 2n-6 (8.43%) y menos C20: 4n-6 (1.03%) que el salmón (2,16 y 2,49%, respectivamente).

Importancia del EPA y DHA

La determinación comparativa del contenido de los dos ácidos grasos referidos, presentes en los distintos peces de agua dulce de la especie seleccionada. No obstante, también fue importante tomar en cuenta otros ácidos grasos, que nos permitieron observar diferencias entre las mismas especies de origen de represa y otras de procedencia de Rio, de acuerdo a su alimentación principalmente.

Los ácidos grasos predominantes en el perfil de esta especie nativa de Ecuador, fueron distintos en EPA y DHA siendo de 1.55 g/100g y 1.96 g/100g para represa y rio respectivamente en EPA y 4.89 g/100g y 4.37 g/100g en DHA.

Actualmente, no existe un consenso mundial sobre el contenido de ácidos grasos n-3 que se recomienda consumir diariamente para la obtención de los numerosos beneficios que éstos micro nutrimentos proporcionan, sin embargo, y con base en los numerosos estudios clínicos que se han llevado a cabo en todo el mundo, algunos países sugieren los siguientes valores de consumo diario de EPA+DHA: Estados Unidos 0.65 g/día , el Comité de Aspectos Médicos y Política Alimenticia de Canadá sugiere 0.20 g/día, el Reino Unido propone que el 0.50% de la energía consumida provenga del EPA y DHA combinados; los japoneses recomiendan una importante ingesta de DHA para mujeres embarazadas (0.50 g de DHA/día) para mejorar el desarrollo pre y postnatal, así como para evitar el nacimiento de niños prematuros (38).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En el presente trabajo se concluye, que la especie analizada, los pescados de rio y represa presentaron un contenido de EPA + DHA, independientemente de su distribución general y geográfica.
- La cantidad de EPA + DHA cuantificada, la especie analizada se pueden considerar como alimentos funcionales, ya que éstas se encontraron en los intervalos de las recomendaciones mundiales dadas por diferentes países.
- Este estudio muestra que los sitios de captura de los peces influyen en la composición de EPA y DHA teniendo un impacto significativo en la composición de la carne de la vieja colorada.
- Los resultados obtenidos para los sitios de captura indican una diferencia importante en los ácidos grasos EPA y los niveles de DHA

5.2. Recomendaciones

- Realizar con este pez otras investigaciones con tamaños muchos más grandes de lo realizado en este experimento.
- Realizar experimento de su calidad de su carne de la vieja coloreada con diferentes niveles de inclusión de proteína.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍAS

6.1. Bibliografía

1. **Łuczyńska J, Paszczyk B, Łuczyński B.** *Fatty acids profiles in marine and freshwater fish from fish markets in northeastern Poland. Arch Pol Fish 22: 181-188.* 2014.

2. **González, M.A., Angón, E., Rodriguez, J., Moya, A., García, A. and Peña, F.** *Yield, flesh parameters, and proximate and fatty acid composition in muscle tissue of wild and cultured Vieja Colorada (Cichlasoma festae) in tropical Ecuadorian river. Spanish Journal of Agricultural Research. In press.* 2017.

3. **Ozogul Y., Ozogul F.** *Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas, Food Chemistry 100 1634-1638, www.sciencedirect.com; .* 2007.

4. **Chakroborty, K., Paul Raj R.** *Selective enrichment of n-3 polyunsaturated fatty acisd with C18-C20 acryl chain length from sardine oil using Pseudomonas fluorescens MTCC 2421 lipase. Food Chemistry 114 142-150.* 2009.

5. **Nutri-facts.** nutri-facts. *nutri-facts.* [En línea] http://www.nutri-facts.org/content/dam/nutrifacts/pdf/nutrients-pdf-es/acidos_grasos_esenciales.pdf.

6. **Diego Leandro Castaño T. (2), María del Pilar Valencia G. (2), Elizabeth Murillo P. (1), Jonh Jairo Mendez A. (1), Jordi Eras Joli (3).** COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE SACHA INCHI (Plukenetia volúbilis Linneo) Y SU RELACIÓN CON LA BIOACTIVIDAD DEL VEGETAL. [En línea] Marzo de 2012. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000100005&script=sci_arttext&tlng=en.

7. **Gottau, Gabriela.** vitonica. [En línea] 13 de Septiembre de 2011. https://www.vitonica.com/enfermedades/indice-aterogenico-para-saber-el-riesgo-de-aterosclerosis.

8. **Carlos, Necoechea Alva Juan.** imbiomex. *Factores trombogénicos.* [En línea] 1999. http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=8809&id_seccion=231&id_ejemplar=909&id_revista=30.

9. **Godiño, Solari.** *Variaciones en la composición proteica del músculo de Colossoma macropomun (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae), provenientes de criaderos durante su almacenamiento en frío .* 2006.

10. **Blanco, G: Franco, J., y otros.** *Dieta: Ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y saturados. Publicación de la Cátedra de Salud Pública. Escuela de Medicina José María Vargas - Universidad Central de Venezuela. .* 2000.

11. **Coronado, Martha.** *Actualidad sobre Ácidos Omega-3 y Omega-6 en la Industria y en la Alimentacion Humana.* 2009.

12. **Morricone L, Ferrari M, Enrini R, Inglese L, Giardini D, Garancini P et al.** *The rol of central fat distribution in coronary artery disease in obesity: comparison of non diabetic obese, diabetic obese, and normal weight subjects. Int J Obesity;23:1129.* 1999.

13. **Zhang HZ, Lee TCX.** *Rapid near-infrared spectroscopic method for the determination of free fatty acid in fish and its application in fish quality assessment. J. Agric. Food Chem. 45: 3515-3521.* 1997.

14. **Gallardo, Paillaman.** *Comparación en la composición química corporal de reproductores salvajes de Merluza Austral (Merluccius australis) versus ejemplares sometidos al cautiverio.* 2014.

15. **Luis, Sánchez-Benito José.** *Perfil lipídico de la dieta para mejorar la salud del corazón del deportista. Nutr. clín. diet. hosp; 31(2):41-47.* 2011.

16. **Tatiana Isabel Restrepo v., Gonzalo Jair Díaz G., Sandra Clemencia Pardo C.** *.Peces dulceacuícolas como alimento funcional: perfil de ácidos grasos en tilapia y bocachico criados en policultivo Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 10 No. 2 (44 - 53).* 2012.

17. **S.A. Adeniyi, C.L. Orjiekwe, J.E. Ehiagbonare and S.J. Josiah,.** *Nutritional Composition of Three Different Fishes (Clarias gariepinus, Malapterurus electricus and Tilapia guineensis). Pakistan Journal of Nutrition, 11: 891-895.* 2012.

18. *Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes.* **Gonzalez, María Catro.** 3, Marzo de 2002, REDALYC, Vol. 27.

19. **Andreu Palou Oliver, Catalina Picó Segura, María Luisa Bonet Piña, Francisca Serra Vich, Paula Oliver Vara, Ana María Rodríguez Guerrero y Joan Ribot Riutort.** *El libro blanco de las grasas en la alimentación funcional.* España : s.n., 2008.

20. **Pereira de Abreu, D.A. Paseiro Losada, P., Maroto, J., Cruz, J.M.** Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard Lipid damage in frozen Atlantic salmon (Salmo salar L.). 2010.

21. **Strawford, A., Antelo, F., Christiansen, M. & Hellerstein, M.K.** *Adipose tissue sue triglyceride turn over, de novo lipogenesis, and cell proliferation in humans mea sured with 2H2O. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab., 286: E577-E588. .* 2004.

22. **(FINUT)., Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Fundación Iberoamericana de Nutrición.** *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana Consulta de expertos.* España : s.n., 2012.

23. **Paseiro Losada, P., Cacho, J.C., Juárez, M., Ortega, T., Nerín, N., and López, R.** Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación a los envases activos e inteligentes Número de referencia: AESAN-011 D. 2010.

24. **Kolakowska, A.** Lipid oxidation in Food Systems. In Z. E. Sikorski and A. Kolakowska (Eds.), Chemical and functional properties of food lipids (pp. 133–165). London: CRC. . 2003.

25. **Moore, S.A., Hurt, E., Yoder, E., Sprecher, H. & Spector, A.A.** *Docosahexaenoicnoic acid synthesis in human skin fi broblasts involves peroxisomal retroconversion of tetracosahexaenoic acid. J. Lipid Res., 36: 2433-2443.* 1995.

26. **Thomas, L.H., Olpin, S.O., Scott, R.G. & Wilkins, M.P.** *Coronary heart disease and the composition of adipose tissue taken at biopsy. Human Nutr.: Food Sci. Nutr., 41F: 167-172. .* 1987.

27. **D'Andrea, S., Guillou, H., Jan, S., Catheline, D., Thibault, J.-N.,Bouriel, M., Rioux,V. & Legrand, P.** *The same Δ6-desaturase not only acts on 18- but also on 24-carbon fatty acids in very-long-chain polyunsaturated fatty acid biosynthesis. Biochem. J., 364: 49-55. .* 2002.

28. **Folch J., Lee M. y Sloane Stanley G.H.** *"A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues". J. Biol. Chem.* 1957.

29. **Ramel, A., Martínez, J.A., Kiely, M., Bandarra, N. and Thorsdottir, I.** *Moderate consumption of fatty fish reduces diastolic blood pressure in overweight and obese European young adults during energy restriction. Nutrition 26: 168-174 .* 2010.

30. **Vigliano, F.A., Quiroga, M.I. and Nieto, J.M.** *Metabolic adaptation to food deprivation and refeeding in fish. Rev. Ictiol. 10: 79-108.* 2002.

31. **Díaz-López, M., Pérez, M.J., Acosta, N.G., Jerez, S., Dorta-Guerra, R., Tocher, D.R., Lorenzo, A. and Rodríguez.** *Effects of dietary fish oil substitution by Echium oil on enterocyte and hepatocyte lipid metabolism of gilthead seabream (Sparus aurata L.). Comp. Biochem. Physiol. B 155: 371-379.* 2010.

32. **Luzia, L.A., Sampaio, G.R., Castellucci, C.M. and Torres, E.A.F.** *The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. Food Chemistry, 83(1),p .93–7.* 2003.

33. **Grela E.R., Dudek R.** *Nutrients contents and fatty acid profile in muscle tissue of some marine and freshwater fish – ¯yw. Czow. Metab. 34(1/2): 561-565 (in Polish; with English abstract).* 2007.

34. **Halilo lu H.I., Aras N.M., Yetim H.** *Comparison of muscle fatty acids of three trout species (Salvelinus alpinus, Salmo trutta fario, Oncorhynchus mykiss) raised under the same conditions – Turk. J. Vet. Anim. Sci. 26: 1097-1102.* 2002.

35. **Menoyo, D., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Ginés, R., López-Bote, C.J. and Bautista, J.M.** *Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (Sparus aurata) to the replacement of dietary fish oil by linseed and.* 2004.

36. **H., Dibeklioglu.** *Chemometric characterization and classification of selected freshwater and marine fishes from Turkey based on their fatty acid profiles – J. Am. Oil Chem. Soc. 86: 235-246* . 2009.

37. **Pirestani S., Sahari M.A., Barzegar M., Nikoopour H.** *.Lipid, cholesterol and fatty acid profile of some commercially important fish species from South Caspian Sea – J. Food Biochem. 34: 886-895.* 2010.

38. **MI., Castro-González.** *Ácidos grasos omega 3: Beneficios y Fuentes. Interciencia ;27(3):128-136. .* 2002.

39. **Williams CM, Burdge G.** *Long-chain n-3 PUFA: plant vs marine sources.Proc Nutr Soc. 2006; 65:42-50.*

40. **Menoyo, D., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Ginés, R., López-Bote, C.J. and Bautista, J.M.** *Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (Sparus aurata) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soyabean oils. Br. J. Nutr. 92: 41-52.* 2004.

CAPITULO VII

ANEXOS

Compra de la vieja colorada en la represa Daule- Peripa

Compra de Vieja colorada en el Rio Quevedo (Hacienda Belladiana)

Limpieza de Vieja colorada

Toma de muestras de la vieja colorada

Muestras a evaluar

Tabla 1. Estadística descriptiva del perfil de ácidos grasos de la vieja colorada.

ZONAS	Variable	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
REPRESA	(C6:0)SAT	0,04	0,01	21,96	0,03	0,06
REPRESA	(C8:0)SAT	0,1	0,02	20,07	0,08	0,13
REPRESA	(C10:0)SAT	0,14	0,02	17,55	0,1	0,18
REPRESA	(C12:0)SAT	1,66	0,09	5,23	1,54	1,79
REPRESA	(C14:0)SAT	5,19	0,56	10,84	4,19	5,78
REPRESA	(C15:0)SAT	1,32	0,05	4,14	1,22	1,38
REPRESA	(C16:0)SAT	31,42	1,03	3,28	29,95	32,65
REPRESA	(C16:1)MONO	3,69	0,17	4,6	3,44	3,92
REPRESA	(C18:0)SAT	9,88	0,19	1,88	9,54	10,14
REPRESA	(C18:1n9cis)POLI	22,26	1,17	5,25	20,2	23,44
REPRESA	(C18:2n6cis)POLI	11,32	0,33	2,9	10,76	11,87
REPRESA	(C20:0)SAT	1,69	0,08	4,52	1,53	1,78
REPRESA	(C18:3n3)POLI	2,57	0,23	8,91	2,32	3,02
REPRESA	(C20:4n6)POLI	3,6	0,3	8,43	3,09	3,98
REPRESA	(EPA) (C20:5)POLI	1,55	0,1	6,73	1,34	1,69
REPRESA	(C22:6n3)POLI	4,89	2,13	43,54	2,09	7,16
RIO	(C6:0)SAT	0,07	0,02	25,42	0,03	0,09
RIO	(C8:0)SAT	0,06	0,02	30,58	0,03	0,08
RIO	(C10:0)SAT	0,25	0,02	8	0,22	0,29
RIO	(C12:0)SAT	2,1	0,12	5,9	1,99	2,36
RIO	(C14:0)SAT	9	0,65	7,19	8,12	9,68
RIO	(C15:0)SAT	1,65	0,1	5,96	1,54	1,85
RIO	(C16:0)SAT	29,62	1,58	5,33	26,73	32,01
RIO	(C16:1)MONO	3,34	0,26	7,76	2,99	3,65
RIO	(C18:0)SAT	7,65	0,46	5,96	6,92	8,09
RIO	(C18:1n9cis)POLI	18,36	0,54	2,92	17,32	19,02
RIO	(C18:2n6cis)POLI	5,28	0,36	6,74	4,76	5,91
RIO	(C20:0)SAT	1,61	0,08	4,78	1,5	1,69
RIO	(C18:3n3)POLI	3,36	0,23	6,83	3,04	3,84
RIO	(C20:4n6)POLI	3,34	0,19	5,81	3,01	3,59
RIO	(EPA) (C20:5)POLI	1,96	0,07	3,39	1,86	2,05
RIO	(C22:6n3)POLI	4,37	1,8	41,18	1,38	7,09

Tabla 2. Ácidos grasos saturados de dos zonas.

VARIABLES	REPRESA	RIO	T STUDEN	p
Ac. Capróico (C6:0)	0,04	0,07	-3,71	0,0016
Ac. Caprílico (C8:0)	0,10	0,06	5,00	0,0001
Ac. Cáprico (C10:0)	0,14	0,25	-11,73	<0,0001
Ac. Láurico (C12:0)	1,66	2,10	-9,17	<0,0001
Ac. Mirístico (C14:0)	5,19	9,00	-14,08	<0,0001
Ac. Pentanóico (C15:0)	1,32	1,65	-9,25	<0,0001
Ac. Palmítico (C16:0)	31,42	29,62	3,02	0,0074
Ac. Esteárico (C18:0)	9,88	7,65	14,35	<0,0001
Ac. Araquídico (C20:0)	1,69	1,61	2,36	0,0301

Tabla 3. Ácidos grasos monoinsaturados de dos zonas.

VARIABLES	REPRESA	RIO	T STUDEN	p
Ac. Palmitoléico (C16:1)	3,69	3,34	3,58	0,0021

Tabla 4. Ácidos grasos poli insaturados de dos zonas.

VARIABLES	REPRESA	RIO	STUDEN	p
Ac. oleico (C18:1n9cis)	22,26	18,36	9,59	<0,0001
Ac. Linoléico (C18:2n6cis)	11,32	5,28	39,51	<0,0001
Acido alfa Linoléico(C18:3n3)	2,57	3,36	-7,69	<0,0001
Ac. Araquidónico (C20:4n6)	3,6	3,34	2,33	0,0319
(EPA) (C20:5) Ac. Eicosatetraenoico	1,55	1,96	-10,47	<0,0001
(C22:6n3) DHA	4,89	4,37	0,58	0,567