

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Código: AV-2201

Determinación del análisis bromatológico proximal y minerales en tilapias (*Oreochromis spp*) cultivadas en tres lagos de El Salvador.

TITULO A OBTENER: LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

AUTORES.

Nombres, apellidos	Institución y Dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Ana María Hernández Orellana	Col. Santa Leonor. Cojutepeque, Cuscatlán.	60101887 ho14001@ues.edu.sv	
Lic. Emerson Gustavo Martínez Hernández	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola.	76881426 emerson.martinez@ues.edu.sv	
Lic. M.Sc. Freddy Alexander Carranza Estrada	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola	78603568 freddy.carranza@ues.edu.sv	

Visto bueno:

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento:

Ing. M. Sc. Juan Milton Flores Tensos

Firma: _____

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:

Ing. Enrique Alonso Alas García

Firma: _____

Jefe del Departamento:

Ing. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

Firma: _____

Sello:

Ciudad Universitaria, Marzo 2022

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Determinación del análisis bromatológico proximal y minerales en tilapias (*Oreochromis spp*) cultivadas en tres lagos de El Salvador.

AUTORES

Hernández-Orellana A.M¹, Martínez-Hernández E.G², Carranza-Estrada F.A².

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la composición nutricional mediante el análisis bromatológico proximal y cuantificación de minerales en carne de tilapias (*Oreochromis spp*) cultivadas en jaulas, en los lagos: Güija, Ilopango y Suchitlán de El Salvador, se llevó a cabo de julio a diciembre de 2021. Los resultados obtenidos se compararon con los valores establecidos en las tablas de composición de alimentos del INCAP (2018), y fueron analizados bajo un diseño completo al azar y la prueba estadística de Shapiro-Wilks. Para los datos no paramétricos se aplicó la prueba de Kruskal Wallis, y para datos normales se utilizó el análisis de varianza (ANOVA). Las diferencias se consideraron no significativas a una probabilidad mayor o igual al 5% ($p \geq 0.05$). Los resultados indicaron que en las variables del análisis bromatológico, el agua es el componente más abundante en el musculo y piel de tilapias en los tres lagos, aproximándose al 80%. Los mejores resultados en proteína se obtuvieron en las tilapias del lago de Ilopango con 19.34 g/100 g, que representa entre 31.00% a 39.00% del requerimiento diario en humanos; en grasa, las tilapias del lago de Güija con 1.40 g/100 g y en ceniza las tilapias del lago de Ilopango y Suchitlán con 0.93 g/100 g. En cuanto a minerales, el potasio es el más abundante, el mayor contenido lo obtuvieron las tilapias del lago de Ilopango con 268.29 mg/100 g. Sin embargo el análisis estadístico indica que no hay diferencia significativa en los nutrientes presentes en el musculo y piel de las tilapias de los tres lagos ($p \geq 0.05$).

Palabras claves: Lago de Güija, lago de Ilopango, lago Suchitlán, tilapias, análisis, contenido nutricional, minerales.

NAME OF RESEARCH

Determination of the proximal bromatological analysis and minerals in tilapias (*Oreochromis spp*) farmed in three lakes of El Salvador.

ABSTRACT

The research objective was to evaluate the nutritional composition by means of the proximal bromatological analysis and mineral quantification in tilapia meat (*Oreochromis spp*) cultivated in cages, in the Lakes: Güija, Ilopango and Suchitlán of El Salvador, it was held from July to December 2021. The results obtained were compared with the values established in the INCAP

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, Estudiante tesista

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, Docente Director

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, Docente Director

food composition tables (2018), and were analyzed under a completely randomized design and the Shapiro-Wilks statistical test. For non-parametric data, the Kruskal Wallis test was applied, and for normal data, the analysis of variance (ANOVA) was used. Differences were considered non-significant at a probability greater than or equal to 5% ($p \geq 0.05$). The results indicated that in the variables of the bromatological analysis, water is the most abundant component in the muscle and skin of tilapias in the three lakes, approaching 80%. The best protein results were obtained in tilapia from Lake Ilopango with 19.34 g/100 g, which represents between 31.00% to 39.00% of the daily requirement in humans; in fat, the tilapia from Lake Güija with 1.40 g/100 g and in ash, the tilapia from Lake Ilopango and Suchitlán with 0.93 g/100 g. As for minerals, potassium is the most abundant, the highest content was obtained by tilapia from Lake Ilopango with 268.29 mg/100 g. However, the statistical analysis indicates that there is no significant difference in the nutrients present in the muscle and skin of the tilapias from the three lakes ($p \geq 0.05$).

Keywords: Güija lake, Ilopango lake, Suchitlán lake, tilapias, analysis, nutritional content, minerals.

1. INTRODUCCIÓN

Se sabe que la carne de tilapia es uno de los alimentos más completos por la calidad y cantidad de nutrientes que aporta (Velásquez 2012). Este recurso alimenticio presenta gran cantidad de proteínas, no posee mucha grasa y proporciona minerales esenciales (FAO 2018). Por lo tanto, la información relativa al valor nutricional ha ido evolucionando y cobrando cada vez más importancia para el consumidor sensibilizado con mantener una dieta sana y variada, así como suplir todas sus necesidades nutritivas.

Por esta razón el conocimiento del aporte nutricional de la carne de tilapia ha sido motivo de estudios en varios países, lo cual ha permitido determinar el valor alimenticio de estos organismos en Latinoamérica como también en otras latitudes (Rodríguez y Chavarría 2017).

Las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), reportan un contenido de proteína de 20.08 g/100 g de porción comestible en filete de tilapia fresca, cubriendo esto entre el 30.00% y 40.00% de los requerimientos de ingesta diaria adecuada establecidos por la RDA (1989) para hombres y mujeres sanos mayores de 25 años de edad; además, según Izquierdo *et al.* (2000), indica que la carne de tilapia posee una digestibilidad superior al 80.00%.

Según Ardón *et al.* (2006), en El Salvador, cada día se incrementa la necesidad de producir más alimentos de buena calidad y con alto valor nutritivo; el cultivo de peces, en especial el de la tilapia, ha cobrado interés durante los últimos años. Sin embargo, la composición de los nutrientes presentes en la carne de tilapia no ha sido evaluada en condiciones de El Salvador.

De allí la importancia de realizar esta investigación, cuyo objetivos fueron determinar el potencial nutricional mediante el análisis bromatológico proximal y cuantificación de minerales en musculo y piel de tilapia (*Oreochromis spp*) cultivada en jaulas, en los lagos de Güija, Ilopango y Suchitlán, y comparar los resultados con los valores establecidos en las tablas de

composición de alimentos del INCAP (2018), y a la vez determinar el aporte de los nutrientes según los requerimientos de ingesta diaria adecuada para el ser humano, estimados por RDA (1989).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación

El estudio se realizó en tres lagos de El Salvador, Güija, Ilopango y Suchitlán. El lago de Güija está ubicado en el extremo noroeste del país, en el departamento de San Ana; con una altitud de 430 metros sobre el nivel del mar y una superficie de 42 km² (Chávez y Martínez 2012), además su profundidad máxima en el centro es de 25 m (Madrid 2015). El lago de Ilopango ubicado entre los departamentos de San Salvador, Cuscatlán y La Paz, se sitúa a una altitud de 440 msnm y tiene una superficie de 72 km² y una profundidad que varía entre 240 a 260 m (Mena 2015). El lago de Suchitlán ubicado entre los departamentos de Cabañas, Chalatenango, San Salvador y Cuscatlán, posee una altitud de 230 msnm, una superficie de 135 km² y una profundidad máxima de 56 m.

El ensayo se llevó a cabo en el periodo de julio a diciembre de 2021 y para su realización se utilizó la parte comestible de tilapias (musculo y piel) a la cual se le determinaron las variables nutricionales siguientes: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda y carbohidratos; así como también el contenido de minerales, potasio, fósforo, sodio, calcio, magnesio, hierro y zinc presentes en el musculo y piel de tilapia (*Oreochromis spp*) cultivadas en jaulas, en los tres lagos mencionados.

2.2. Metodología de campo

La primera fase consistió en realizar una visita de reconocimiento para la identificación de los establecimientos de producción de tilapia en jaula en cada lago en estudio. Luego se llegó a cada sitio y entre los productores locales se seleccionaron tres. Los puntos muestreados fueron: lago de Güija: caserío La Barra Antigua (se obtuvieron tres muestras); lago de Ilopango: caserío el Sauce (se obtuvieron dos muestras) y cantón Apulo “Vivero Palo seco” (se obtuvo una muestra); lago Suchitlán: comunidad Copapayo “Isla del ermitaño” (se obtuvieron 2 muestras) y comunidad La Bomba (se obtuvo una muestra). La segunda fase consistió en la obtención de las muestras y para ello se establecieron los siguientes criterios: primero, las tilapias debían estar cultivadas en jaulas; segundo, obtener 3 muestras por cada lago y que cada una de las muestras estuviera constituida por 5 ejemplares, haciendo un total de 15 tilapias por cada lago; y tercero, las tilapias tenían que estar en fase adulta, es decir poseer con un peso aproximado de 200 a 400 g, según CENDEPESCA (2008).

Los ejemplares se depositaron en bolsas de polietileno con sello hermético e identificadas con un código correlativo al orden y sitio de muestreo y finalmente se trasladaron en hieleras a 4 °C hacia el Laboratorio de Investigación de Química Agrícola para su conservación hasta la realización de los análisis.



Figura 1. Ubicación geográfica de los lagos muestreados.

2.3. Metodología de laboratorio

2.3.1. Preparación y procesamiento de las muestras

Una vez trasladadas las tilapias hacia el laboratorio de Investigación de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, estas se congelaron hasta la realización de los análisis.

Los análisis se iniciaron el siguiente día, y para su realización las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente, se lavaron con abundante agua, luego se procedió a pesar cada una de las tilapias por separado para verificar que cumplieran con el peso establecido (200 a 400 g).

Para la obtención de la parte comestible (musculo y piel), se procedió al descamado, eliminación de vísceras y resto de tejido no comestible a manera de dejar solo contenido muscular y piel, utilizando bisturí, cuchillos de acero inoxidable y tablas plásticas para cortar, luego se procedió a pesar el musculo y piel de cada muestra obtenida, con ayuda de bandejas y balanzas para determinar el peso inicial. Después se colocaron en estufa a una temperatura entre 60 y 70 °C por un periodo de 24 horas, se enfriaron y pesaron; luego pasaron a un proceso de molido con licuadora de acero inoxidable, con el objetivo de homogenizar todo el material y acondicionarla para los análisis posteriores; estas se guardaron en bolsas plásticas identificadas con el código respectivo a la muestra.

2.3.2. Análisis bromatológico proximal y cuantificación de minerales

Los análisis se realizaron a un total de 45 tilapias. El análisis bromatológico proximal consistió en la determinación de humedad, proteína cruda, grasas, ceniza, fibra cruda y carbohidratos (figura 2A, 2B). La metodología utilizada para cada uno de los análisis se realizó en base a los métodos descritos por la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC 1980). Así mismo se determinó la concentración de minerales: potasio, fósforo, sodio, calcio, magnesio, hierro y zinc (figura 2C); estos minerales se determinaron a partir de las cenizas obtenidas en el análisis bromatológico y se siguieron las metodologías establecidas por Shimadzu s.f. Cada

uno de los análisis se realizó por duplicado, en el cuadro 1 se observan los métodos que se utilizaron para la realización de cada uno de los análisis.



Figura 2. Análisis de laboratorio. (A) Determinación de extracto etéreo (B) Determinación de Nitrógeno proteico (C) Determinación de minerales

Cuadro 1. Métodos utilizados para la realización de los análisis.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO PROXIMAL							
Análisis	Humedad	Proteína cruda	Extracto etéreo	Ceniza	Fibra cruda	Carbohidratos	
Método	Gravimétrico	micro-Kjedahl	Soxhlet	Gravimétrico	Ankom	Diferencia	
ANÁLISIS DE MINERALES							
Análisis	Fósforo	Potasio	Sodio	Calcio	Magnesio	Hierro	Zinc
Método	Colorimétrico	Espectrofotometría AA					

2.4. Metodología estadística

Los resultados obtenidos en las variables estudiadas: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda, carbohidratos, potasio, fósforo, sodio, calcio, magnesio, hierro y zinc en tilapias (*Oreochromis spp*) de los tres lagos, fueron analizados por medio de un diseño completo al azar. La normalidad de los datos fue evaluada a través de la prueba estadística de Shapiro-Wilks. Para datos con distribución anormal, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. De lo contrario, para datos con distribución normal, se aplicó la prueba F de igualdad de varianzas y las medias de las variables fueron analizadas por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA), para determinar si las medias difieren o no significativamente entre sí, las diferencias se consideraron significativas a una probabilidad menor o igual al 5% ($p \leq 0.05$) y no significativas a una probabilidad mayor o igual al 5% ($p \geq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis bromatológico proximal

Luego de realizar cada una de las determinaciones del análisis bromatológico proximal en las muestras de tilapias de los tres lagos se obtuvieron los siguientes resultados promedios (cuadro 2). Los cuales se evaluaron bajo el término “tilapia fresca”, en unidades de (g por cada 100 g) de porción comestible, según (INCAP 2018).

Cuadro 2. Promedio de los resultados del análisis bromatológico proximal en tilapias (*Oreochromis spp*) de tres lagos de El Salvador

Lagos	Humedad (g/100 g)	Proteína Cruda (g/100 g)	Extracto Etéreo (g/100 g)	Ceniza (g/100 g)	Fibra Cruda (g/100 g)	Carbohidratos (g/100 g)
LG	81.70	17.94	1.40	0.87	0.00	0.00
LI	80.02	19.34	1.78	0.93	0.00	0.00
LS	80.93	18.97	1.63	0.93	0.00	0.00
P valor	0.9308	0.9599	0.5863	0.5929	-	-

LG: Lago de Güija; LI: Lago de Ilopango; LS: Lago Suchitlán.

3.1.1. Determinación de humedad

El agua forma parte de los principales constituyentes del musculo del pescado. Los resultados demostraron que el porcentaje de humedad en las tilapias estudiadas fue similar en los tres lagos muestreados, aproximándose al 80% (cuadro 2).

Rodríguez (2017), manifiesta que el agua es uno de los componentes más abundantes del pescado, forma parte de la estructura de su carne, y es inversamente proporcional al contenido graso. El contenido de agua puede variar entre el 60% y el 80%; sin embargo se ha establecido que las especies de pescados de carne magra o blanca contienen un porcentaje de humedad que oscila entre el 75% y el 80%; por lo que puede estimarse que la tilapia cultivada en los tres lagos pertenece a esta clasificación.

3.1.2. Determinación de proteína cruda

Las proteínas constituyen el segundo mayor componente químico del pescado, después del agua. En esta investigación se refleja que el contenido más alto de proteína cruda fue de 19.34 g/100 g de porción comestible, correspondiente a las tilapias del lago de Ilopango, seguidamente las tilapias del lago Suchitlán con 18.97 g/100 g, y el contenido más bajo se obtuvo en las tilapias cultivadas en el lago de Güija con 17.94 g/100 g (cuadro 2). Siendo las tilapias cultivada en los tres lagos rica en proteínas.

Según Huss (1999), la escasez de alimento es uno de los factores que obliga al pez a degradar las proteínas almacenadas en el cuerpo para obtener los niveles de energía necesaria y llevar a cabo sus procesos fisiológicos, pudiendo ocasionar variaciones en la composición química del pez. El contenido y similitud de proteína cruda en las tilapias (*Oreochromis spp*) de los tres lagos podría estar relacionado con el método de cultivo, ya que estaban cultivadas en jaulas, con un limitado movimiento y sujetas a un sistema de alimentación donde el productor tiene la

capacidad de suplir las necesidades alimenticias y por ende cubrir las necesidades de proteína que estas necesitan, por lo que no es necesario recurrir a la proteína almacenada para obtener energía, evitando variaciones en el contenido de proteína que estas ofrecen.

3.1.3. Determinación de extracto etéreo

La carne de tilapia presenta gran cantidad de proteínas y no posee mucha grasa (FAO 2018). Este estudio muestra que el valor más alto de grasa se obtuvo en las tilapias cultivadas en el lago de Ilopango con 1.78 g/100 g, en segundo lugar las tilapias del lago Suchitlán con 1.63 g/100 g, obteniendo menos grasa las tilapias del lago de Güija con 1.40 g/100 g (cuadro 2)

La investigación desarrollada en Colombia por Perea *et al.* (2008), demostró que el contenido de grasa nutricional de la tilapia roja (*Oreochromis sp*) en base húmeda fue de 2.2 a 4.5 g/100 g, por lo que varía con nuestro estudio, el cual fue menor a estos valores. Lo que sustenta la idea de que la carne de tilapia no posee mucha grasa. Además es notorio que el contenido de humedad con el contenido de extracto etéreo tienen una relación inversa, puesto que conforme a esta investigación se verifica que a mayor porcentaje de humedad, menor porcentaje de grasa.

3.1.4. Determinación de ceniza

Este estudio muestra que el resultado obtenido en las muestras de tilapias del lago de Ilopango y Suchitlán fue igual, con 0.93 g/100 g de filete de tilapia fresca, y el menor contenido lo reportaron las tilapias del lago de Güija con 0.87 g/100 g (cuadro 2).

Osorio *et al.* (2013), reporto en Colombia un contenido de ceniza de 0.74 g/100 g para tilapia nilótica. Contenidos de ceniza superiores se encontraron en esta investigación, lo que indica la presencia de mayores constituyentes inorgánicos.

3.1.5. Determinación de fibra cruda

El musculo y piel de las tilapia estudiadas carece de fibra cruda, en el cuadro 2 se puede observar que no se reportó contenido de este componente en las tilapias de los tres lagos.

Según Cruz *et al.* (2013) y Tacon (1989), la fibra cruda generalmente se considerada como el componente no digerible de un ingrediente alimenticio o dieta, que resiste a la digestión y absorción en el intestino delgado humano. La carne de tilapia por ser un alimento de origen animal carece de carbohidratos complejos tales como: celulosa y hemicelulosa asociados a la fracción de fibra, por tanto no es cuantificable, además al no poseer contenido de fibra se dice que es un alimento altamente digestible. Según izquierdo *et al.* (2000) el pescado aporta una digestibilidad superior al 80%.

3.1.6. Determinación de carbohidratos

Esta investigación demuestra que en musculo y piel de tilapias de los tres lagos estudiados, no hay presencia de carbohidratos (cuadro2).

Según la FAO (1998), el contenido de carbohidratos en el músculo de pescado es muy bajo, generalmente es inferior a 0.50%. Esto es típico del músculo estriado, en el cual los

carbohidratos se encuentran en forma de glucógeno y como parte de los constituyentes químicos de los nucleótidos. Estos últimos son fuente de ribosoma liberada como una consecuencia de los cambios autolíticos post mortem y por lo tanto no es cuantificable.

3.1.7. Comparación de los resultados promedios con los valores nutricionales reportados por el INCAP.

Los resultados obtenidos en la determinación bromatológica, se compararon con los valores establecidos en las tablas de composición de alimentos del INCAP (figura 3).

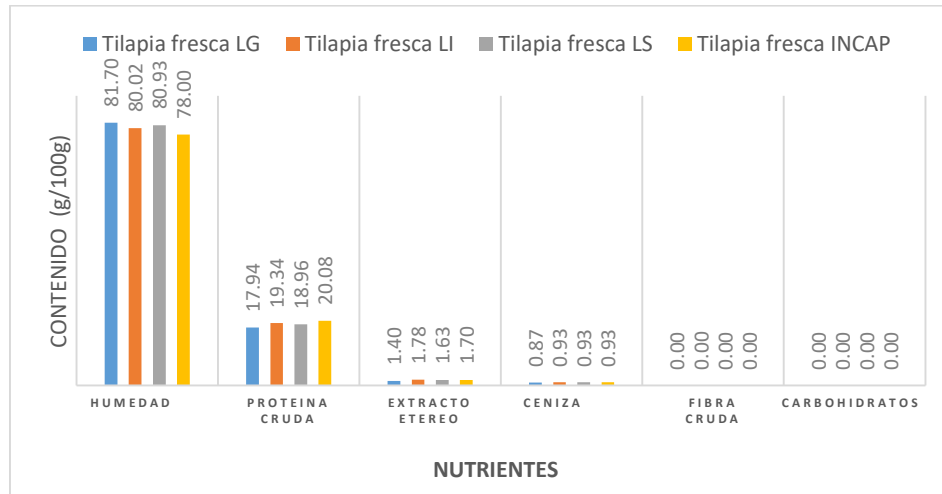


Figura 3. Contenido nutricional obtenido en tilapias (*Oreochromis spp*) en tres lagos de El Salvador, comparado con los valores reportados por las tablas del INCAP.

La tabla de composición de alimentos del INCAP, reporta un porcentaje de humedad de 78.00% en filete de tilapia fresca, siendo el porcentaje de humedad obtenido en las tilapias de los tres lagos superior con respecto al valor reportado. La misma tabla indica un contenido de proteína cruda de 20,08 g/100 g de porción comestible, este valor es superior con relación al resultado obtenido en las tilapias del lago de Güija, Ilopango y Suchitlán. El contenido de extracto etéreo en tilapias del lago de Ilopango es superior al valor reportado por el INCAP (1.70 g/100 g), mientras que las tilapias del lago de Güija y Suchitlán obtuvieron un valor inferior con respecto al establecido por el INCAP. El contenido de ceniza presente en las tilapias estudiadas del lago Ilopango y Suchitlán es igual en comparación con el valor reportado en la tabla de composición de alimentos. El resultado obtenido en el análisis de fibra cruda y carbohidratos indica que la carne de tilapia carece de estos dos nutrientes, siendo igual a lo reportado por el INCAP.

3.1.8. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en el análisis bromatológico proximal fueron analizados a través de la prueba estadística de Shapiro-Wilks, esta demostró que los datos de la determinación de humedad, proteína cruda y extracto etéreo, no tenían una distribución normal y por lo tanto se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, la cual indicó que no existió diferencia significativa entre las muestras de tilapia de los tres lagos ($p \geq 0.05$) (cuadro 1). Por otro lado, el análisis estadístico de los resultados en la determinación de cenizas, demostró que si tenían

una distribución normal, por lo tanto la variable fue evaluada a través del análisis de varianza (ANOVA) que señaló que no existió diferencia significativa en las tilapias de los tres lagos ($p \geq 0.05$) ver p valor de cuadro 2.

3.1.9. Aporte nutricional en humanos

De acuerdo a los requerimientos de ingesta diaria adecuada de proteína y grasa para hombres y mujeres sanos mayores de 25 años edad establecidos por RDA (1989); el aporte de proteína en una ración promedio de 100 g de tilapia fresca, cubre aproximadamente entre el 28.00% y 39.00%, siendo el aporte que proporciona el contenido de la carne de tilapia, bastante similar entre las tilapias de los tres lagos. El aporte de grasa en las tilapias estudiadas es similar tanto para hombres como para mujeres cubriendo aproximadamente entre el 8.00% y 15.00%.

3.2. Determinación de minerales

Después de la determinación del contenido bromatológico se procedió a cuantificar el contenido de minerales en las muestras de tilapia de los tres lagos. Los resultados se evaluaron bajo el término de “tilapia fresca” en unidades de mg/100g de porción comestible, según el INCAP (2018) (cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de los resultados de la determinación de minerales en tilapias (*Oreochromis spp*) cultivada en tres lagos de El Salvador.

Lagos	K (mg/100g)	P (mg/100g)	Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Fe (mg/100g)	Zn (mg/100g)
LG	253.24	145.71	37.41	23.54	15.94	0.47	0.12
LI	268.29	145.63	60.75	29.07	16.90	0.43	0.14
LS	258.98	152.98	41.89	26.99	17.19	0.44	0.14
P valor	0.8003	0.4135	0.0823	0.5240	0.5510	0.9513	0.1609

3.2.1. Determinación de potasio

El estudio demostró que el contenido más alto de potasio se obtuvo en las tilapias cultivadas el lago de Ilopango (268.29 mg/100 g), mientras que en las tilapias del lago Suchitlán y el lago de Güija se obtuvieron valores inferiores (258.98 mg/100 g y 263.24 mg/100 g) respectivamente (cuadro 3). Sin embargo este mineral es el más abundante presente en el musculo y piel de tilapias de los tres lagos.

Castro *et al.* (2012) reportaron en México un contenido de potasio de 280.47 mg/100 g de porción comestible de tilapia. Siendo este valor superior al obtenido en esta investigación. Por otro lado, (Murray y Burt, citado por Huss 1999) afirman que el contenido promedio de potasio en el musculo de pescado es de 278 mg/100g pero puede variar de 19-502 mg/100g. Por lo tanto los datos obtenidos en este estudio tienen relación con los rangos reportados por esta literatura.

3.2.2. Determinación de fósforo

La carne de pescado se considera una fuente particularmente valiosa de fósforo. Los resultados en la determinación de este mineral señalaron que el contenido más alto se obtuvo en las tilapias del lago de Suchitlán (152.98 mg/100 g), mientras que en las tilapias cultivadas en el lago de Güija y el lago de Ilopango se obtuvieron valores inferiores (145.71 mg/100 g y 145.63 mg/100 g) (cuadro 3). Los contenidos de fósforo encontrados en este estudio son inferiores a los reportados por Perea *et al* (2008), en un estudio realizado en Colombia, los cuales fueron de 191-285 mg/100 g en filete de tilapia roja (*Oreochromis sp*). Es importante considerar que según (Murray y Burt, citado por Huss 1999) el contenido de fósforo en el musculo de pescado puede variar en un rango de 68-550 mg/100g. Siendo así, los valores encontrados en este estudio se encuentran dentro del rango reportado por la literatura.

3.2.3. Determinación de sodio

El contenido de sodio en las muestras de tilapias de los tres lagos fue diferente. En el cuadro 3 se puede ver que el mayor contenido fue de 60.75 mg/100 g correspondiente a las tilapias del lago de Ilopango, posteriormente se encuentran las tilapias del lago Suchitlán con 41.89 mg/100 g; el menor contenido se presentó en el musculo y piel de las tilapias del lago de Güija con 37.41 mg/100 g.

Castro *et al* (2012), reportaron en México un contenido de sodio de 29.58 mg/100 g de porción comestible de tilapia. El musculo y piel de las muestras tilapias analizadas en esta investigación contiene mayor cantidad de sodio con respecto al valor reportado por la literatura.

3.2.4. Determinación de calcio

El contenido de calcio fue mayor en el musculo y piel de las tilapias del lago de Ilopango reflejando un resultado de 29.07 mg/100 g; en las tilapias del lago Suchitlán se obtuvo un contenido similar de 26.99 mg/100 g, y el menor contenido se presentó en las tilapias del lago de Güija con 23.54 mg/100 g (cuadro 3). Los contenidos de calcio encontrados en este estudio se encuentran dentro del rango reportado por Perea *et al*. (2008), en un estudio realizado en Colombia, el cual reporta un contenidos de 15-33 mg/100g de filete de tilapia roja (*Oreochromis sp*).

3.2.5. Determinación de magnesio

El magnesio es uno de los minerales presentes en la carne de tilapia. En este estudio el contenido de este mineral fue similar en el musculo y piel de las tilapias de los tres lagos (cuadro 3). Ramos (2018), encontró en Ecuador que el contenido de magnesio en tres especies de tilapias (*Oreochromis aureus*, *O. mossambicus* y *O. niloticus*) fluctúa entre 15-20 mg/100 g de porción comestible. (Murray y Burt, citado por Huss 1999) indican que el valor promedio de magnesio en el musculo de pescado es de 38 mg/100 g pero puede variar en un rango de 4.5- 452 mg/100g. Por lo tanto, podemos decir que los valores encontrados en este estudio se encuentran dentro de los valores reportados por ambas literaturas.

3.2.6. Determinación de hierro

La presencia de hierro en las muestras de tilapias de los tres lagos es similar, pero es importante destacar que el mayor contenido se obtuvo en las tilapias del lago de Güija con 0.47 mg/100 g (cuadro 3), esto podría estar asociado a factores como, calidad del agua o posible presencia de sedimentos ricos en hierro como los red beds (Baburek *et al*, 2005). Por otra parte Ramos (2018), reporto en Ecuador contenidos entre 0.25-0.50 mg/100g de porción comestible de tilapias (*Oreochromis sp*). Por lo tanto es importante destacar que existió una variación mínima entre de los contenidos de hierro obtenidos en este estudio con los reportados por la literatura.

3.2.7. Determinación de zinc

Los resultados obtenidos en el análisis de zinc, indican que las tilapias del lago de Ilopango y Suchitlán aportan igual contenido (0.14 mg/100 g), en el caso de las tilapias del lago de Güija presentaron un contenido cercano al contenido de los lagos anteriores (0.12 mg/100 g) ver cuadro 3.

Existen pocos estudios que reporten el contenido de zinc en tilapias. Ramos (2018) reporto contenidos de zinc de tres especies de tilapia del género (*Oreochromis*) en Ecuador, encontrando valores de 0.30-0.60 mg/100 g de porción comestible. El contenido de zinc en las tilapias de los tres lagos estudiados fue inferior a los valores reportados por la literatura.

3.2.8. Comparación de los resultados promedios del contenido de minerales con los valores reportados por el INCAP.

Los resultados obtenidos en la cuantificación de minerales, se compararon con los valores establecidos en las tablas de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP 2018) (figura 4).

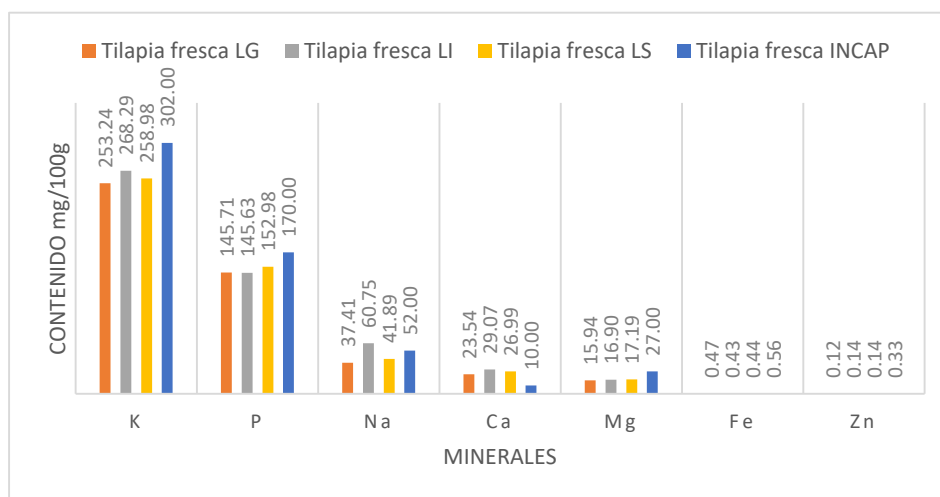


Figura 4. Contenido de minerales obtenido en tilapias (*Oreochromis spp*) en tres lagos de El Salvador, comparado con los valores reportados por las tablas del INCAP

Los contenido de potasio y fósforo obtenido en las muestras de tilapias de los tres lagos fueron inferior con respecto al valor reportado en las tablas del INCAP, el cual indica un contenido de

302.00 mg/100 g de potasio y de fósforo 170 mg/100 g en filete de tilapia fresca. El contenido de sodio encontrado en las tilapias del lago de Ilopango es superior al valor indicado por el INCAP que es 52.00 mg/100 g de porción comestible, ese valor es inferior al contenido de sodio en las tilapias del lago de Güija y Suchitlán. Por otro lado, las cantidades de calcio encontradas en este estudio, fueron superiores con relación al valor reportado por el INCAP siendo de 10 mg/100 g de porción comestible. Los valores de magnesio, hierro y zinc establecidos en la misma tabla, son superior a los contenidos reportados en este estudio en las tilapias de los tres lagos.

3.2.9. Análisis estadístico

Luego de obtener los resultados del análisis de cada uno de los minerales, los datos fueron analizado a través de la prueba estadística de Shapiro-Wilks, la cual demostró que los contenidos de fósforo y sodio en este estudio, no tienen una distribución normal; por lo tanto, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis, esta indico que no existe diferencia significativa entre las muestras de tilapia de los tres lagos ($p \geq 0.05$). Con respecto a los resultados de potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc se les aplico la prueba de ANOVA ya que presentaron una distribución normal, este análisis reflejo un valor ($p \geq 0.05$) es decir, no existe diferencia significativa entre las muestras de tilapias de los tres lagos (cuadro 3)

3.2.10. Aporte nutricional en humanos

Según los requerimientos de ingesta diaria adecuada de potasio, fósforo, sodio, calcio, magnesio, hierro y zinc para hombres y mujeres, establecidos por RDA (1989). El fósforo es el mineral que mayor contenido aporta en la carne y piel de tilapias de los tres lagos estudiados, cubriendo entre 18.00%-19.00% tanto para hombres como para mujeres sanos mayores de 25 años de edad; el zinc es el componente nutricional más escaso y su aporte es mínimo, cubriendo solamente el uno por ciento de los requerimientos de ingesta diría adecuada para hombres y mujeres sanos mayores de 25 años de edad.

4. CONCLUSIONES

Con respecto a la determinación del análisis bromatológico proximal, el agua es el componente más abundante presente en las tilapias de los tres lagos. Su contenido fue similar entre las muestras de tilapias analizadas, aproximándose al 80.00%, en los tres lagos.

En la determinación de proteína cruda, las tilapias analizadas del lago de Ilopango son las que presentaron mayor contenido (19.34 g/100 g de porción comestible). Sin embargo, las tilapias del lago de Güija y Suchitlán poseen contenidos similares (17.94 g y 18.96 g) respectivamente, siendo las tilapias una fuente rica en proteínas.

Con respecto al análisis bromatológico proximal, las tilapias estudiadas del lago de Ilopango fueron las que presentaron contenidos, en su mayoría similares o iguales a los valores de referencia del INCAP.

La carne de tilapia procedente del lago de Ilopango, son las que mayor contenido de proteína aportan al ser humano, cubriendo entre 31.00% y 39.00% del requerimiento de ingesta diaria adecuada para hombres y mujeres mayores de 25 años de edad.

En cuanto a la determinación de minerales, el potasio es el componente más abundante presente en las tilapias de los tres lagos.

El fósforo es el mineral que mayor contenido nutricional aporta al ser humano en las tilapias de los tres lagos, cubriendo entre el 18.00% – 19.00% de requerimiento de ingesta diaria adecuada para hombres y mujeres sanos mayores de 25 años de edad.

5. RECOMENDACIONES

A las personas, incluir la carne de tilapia en la dieta alimenticia, ya que es una fuente rica en proteína, baja en grasa, altamente digestible y además proporciona importantes minerales principalmente potasio, fósforo, sodio, calcio y magnesio, que son los componentes que hacen destacar la tilapia de otros productos cárnicos.

Incluir en una futura investigación la evaluación de parámetros microbiológicos en la carne de tilapia (*Oreochromis spp*) ya que no existen estudios previos que indiquen la calidad microbiológica de las tilapias cultivadas en los lagos de Güija, Ilopango y Suchitlán.

Se recomienda evaluar el contenido nutricional de la dieta a la que se someten las tilapias cultivadas en jaulas en los tres lagos estudiados en esta investigación, y comparar con el aporte nutricional que estas brindan.

Para tener información completa sobre la calidad de tilapia cultivada en El Salvador, evaluar la presencia de metales pesados de este producto que se consume en el país.

6. BIBLIOGRAFÍA

Ardón Quezada, M.A; Guandique Borja, L.M; Del Valle Vásquez, R.A. 2006. Estudio de mercado y viabilidad técnica operativa para la comercialización de tilapia, en el municipio de Talnique, departamento de la Libertad. Tesis. San Salvador, El Salvador, UES. Consultado el 16 de jun de 2021. Disponible en:
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9032/1/T-658%20A677.pdf>

AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 1980. Official Methods of Analysis 13th Ed. Washington D.C. Edited by William Horwitz. Published By The Association of Official Chemists. 1038 p.

Babůrek J; Baratoux L; Baroň I; Čech S; Hernandez W; Hradecký P; Kopačková V; Novák Z; Rapprich V; Šebesta J; Ševčík J; Vorel T; Zemková M. 2005. Estudio Geológico de los peligros de naturales, área de Metapán, El Salvador. Consultado el 22 de sep de 2021. Disponible en:
http://sintet.net/images/bliblioteca_digital/Estudio%20geol%C3%B3gico%20de%20los%20peligros%20naturales%20%C3%A1rea%20de%20Metap%C3%A1n%20El%20Salvador.pdf

Castro M.I; Maafs A.G; Pérez F. 2012. Evaluación de diez especies de pescado para su inclusión como parte de la dieta renal, por su contenido de proteína, fósforo y ácidos

grasos. En línea. Consultado el 13 de octubre de 2021. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S000406222012000200005&script=sci_abstract

CENDEPESCA (Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura). 2008. Manual sobre reproducción y cultivo de Tilapia. El Salvador. En línea. Consultado el 18 de dic de 2021. Disponible en:

<https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/119824/download>

Chávez, F; Martínez, E. 2012. Informe de estudios sobre humedales en Metapán. Convenio para la investigación aplicada en ciencias de ingeniería entre UCA y Holcim. En línea. Consultado el 27 de oct de 2021. Disponible en: https://www.holcim.com.sv/sites/elsalvador/files/documents/Informe_de_estudios_sobre_humedales_en_Metapan__17_Ago_12_.pdf

Cruz Marcelo, M; Sánchez Jiménez, M; Sánchez Aguirre, O. 2013. Fibra cruda. Consultado el 10 de diciembre de 2021. Disponible en: <https://es.slideshare.net/RosaAimeMoralesManuel/fibra-cruda>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1998. El pescado fresco: Su calidad y cambios de su calidad. Dinamarca. En línea. Consultado el 18 de sep de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/V7180S/v7180s00.htm#Contents>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Estado Mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos del desarrollo sostenible. Roma. En línea. Consultado el 12 de sep de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>

Huss H.H. 1999. El pescado fresco: Su calidad y cambios de su calidad. Dinamarca. En línea. Consultado el 18 de dic de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/V7180S/v7180s00.htm#Contents>

INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 2018. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala. 3 ed. 366 p. en línea. Consultado el 3 de jul de 2021. Disponible en: https://issuu.com/incap1/docs/tca_incap_3ra_edici_n_segunda_reimpresi_n_2020

Izquierdo, P.C; Torres G, F; Barboza, Y; Márquez, E.S; Allara, M, C. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. Zulia. Venezuela. En línea. Consultado el 12 de jun de 2021. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-0622200000200013

Madrid Orellana, E.C. 2015. Calidad del agua y estado trófico en el lago de Güija y sus ríos afluentes y efluentes para un programa de monitoreo, en el departamento de Santa Ana, El salvador. Nicaragua, Managua. En línea. Consultado el 27 de may de 2021. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/10958/1/01048.pdf>

Mena, Z.E. 2015. Evaluación de la calidad del agua lago de Ilopango año 2015. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador. El Salvador. En línea. Consultado el 21 de ago de 2021. Disponible en:

<https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/evaluacion-de-la-calidad-del-agua-lago-de-ilo-pango-ano-2015/>

- Osorio A; Wills A; Muños A.P. 2013.** Caracterización de coproductos de la industria del fileteado de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Colombia. En línea. Consultado el 11 de octubre de 2021. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/42127/44066>
- Perea, A; Gómez, E; Mayorga, Yohanna, C. 2008.** Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo nacional en Bucaramanga, Colombia. En línea. Consultado el 12 de jul de 2021. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100013
- Ramos K.N. 2018.** Determinación de minerales en pescados continentales ecuatorianos por espectrofotometría de absorción atómica de llama. Quito, Ecuador. En línea. Consultado el 14 de octubre de 2021. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15492>
- RDA (Recommended Dietary Allowances). 1989.** Cantidad dietética recomendada. 10 ed. En línea. Consultada el 27 de may de 2021. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234932/pdf/Bookshelf_NBK234932.pdf
- Rodríguez Vizcaíno, N, E, 2017.** Análisis proximal de pescados continentales de mayor consumo humano en Ecuador. Quito. En línea. Consultado el 18 de Abril de 2021. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14675/tesis%20an%c3%81lisis%20proximal%20de%20pescados%20continentales%20de%20mayor%20consumo%20humano%20en%20ecuador.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Rodríguez, F.C; Chavarría, S.F. 2017.** Composición proximal en algunas especies de pescado y mariscos disponibles en el pacífico costarricense. Uniciencia. Vol. 31, núm. 1, Costa Rica. 14 p. Consultado el 17 de marzo de 2021. Disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/4759/Resumenes/Resumen_475950939003_1.pdf
- Shimadzu Corporation. s.f.** Foodstuffs Analysis Methods, Japan Foodstuffs Manufacturing Society, Foodstuffs Analysis Methods Editorial Commission Publication (Korin Co.). s.p.
- Tacon, A.G. 1989.** Nutrición y Alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación. Brasilia, Brasil. En línea. Consultado el 3 de oct de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ab492s/ab492s00.htm#toc>
- Velásquez Paccha, M.J. 2012.** Evaluación del valor nutricional de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en filetes procesados por liofilización. Ecuador. En línea. Consultado el 17 de nov de 2021. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2602/1/56t00379.pdf>