



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión sistemática de los métodos de aprovechamiento aplicados en el subproducto piel y escamas del pescado**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Chiguala Dominguez, Miguel Angel (ORCID: 0000-0001-6069-2510)  
Vega Palomino, Charlotte Dalila (ORCID: 0000-0003-1155-3965)

**ASESOR:**

Mg. Garzon Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

Trujillo – Perú

2020

## **Dedicatoria**

Primero ante todo este trabajo de investigación va dedicado a Dios, que fue quien nos doto de sabiduría y entusiasmo. A nuestras familias quienes con su apoyo incondicional nos motivaron a culminar con satisfacción esta investigación. Así mismo a nuestro asesor el Ingeniero Alcides Garzón Flores.

### **Agradecimiento**

Agradecemos a Dios por permitirnos realizar este trabajo de investigación en esta época tan difícil que afronta nuestro País. También agradecer a nuestro asesor el Ingeniero Alcides Garzón Flores que gracias a sus conocimientos y ayuda se pudo concluir con éxito nuestro trabajo de investigación, así mismo agradecer a nuestras Madres hermanas y hermanos, que estuvieron todos los días pendientes de nosotros, también queremos mostrar toda nuestra gratitud a nuestros amigos que estuvieron presentes en este trabajo de investigación.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. MÉTODOLÓGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización .....	12
3.3. Escenario de estudio.....	14
3.4. Participantes.....	14
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.6. Procedimientos.....	15
3.7. Rigor científico.....	18
3.8. Método de análisis de datos.....	19
3.9. Aspectos éticos .....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS .....	61
ANEXOS .....	87

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Composición de la escama y piel</i> .....	8
<b>Tabla 2.</b> <i>Matriz categorización apriorística</i> .....	12
<b>Tabla 3.</b> <i>Métodos empleados en el subproducto piel de pescado.</i> .....	21
<b>Tabla 4.</b> <i>Métodos aplicados al subproducto escama del pescado.</i> .....	23
<b>Tabla 5.</b> <i>Métodos empleados en el aprovechamiento del subproducto piel de pescado</i> .....	36
<b>Tabla 6.</b> <i>Procedimientos de extracción de colágeno/gelatina de la piel de pescado- Método de hidrólisis química</i> .....	43
<b>Tabla 7.</b> <i>Procedimientos de extracción de colágeno/gelatina-método de hidrólisis química y enzimática</i> .....	49

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Esquema de procedimientos a la selección de artículos científicos que cumplan las características indicadas. ....	17
<i>Figura 2.</i> Distribución de los métodos a nivel mundial .....	21
<i>Figura 3.</i> Se muestran los métodos más empleados para el aprovechamiento de la escama del pescado.....	25
<i>Figura 4.</i> Procedimiento de la obtención del colágeno y la gelatina de la escama de pescado mediante la hidrólisis química. ....	28
<i>Figura 5.</i> Procedimiento de la obtención de polvo de escama de diferentes autores. ....	31
<i>Figura 6.</i> Procedimiento del método de la Desproteínización para la obtención de hidroxiapatita de la escama del pescado.....	33
<i>Figura 7.</i> Métodos empleados para el aprovechamiento de la piel del pescado ..	39
<i>Figura 8.</i> Procedimiento del método de hidrólisis enzimática para la obtención de proteínas/colágeno de la piel del pescado. ....	51
<i>Figura 9.</i> Características del sub producto piel y escamas .....	53
<i>Figura 10.</i> Micrografías electrónicas de barrido de colágenos liofilizados (adaptado de Pal,GK y Suresh,2017).....	54
<i>Figura 11.</i> Fibrillas de colágeno ensambladas in vitro (adaptado de Pal, GK y Suresh, PV,2017) .....	55
<i>Figura 12.</i> Porcentaje de las aplicaciones exitosas que se emplearon los subproductos.....	57

## Resumen

Este trabajo de investigación está centrado en la exploración de estudios, sobre los métodos de aprovechamiento aplicados en el subproducto piel y escamas del pescado, con problema de la investigación ¿Cuáles son los métodos más eficientes para el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado?, el objetivo de la investigación fue explorar los métodos de aprovechamiento aplicados en el subproducto piel y escamas del pescado mediante una revisión sistemática, La metodología se basó en el narrativo de tópicos utilizando las bases de datos como Ebsco, Scopus, ProQuest y Science Direct, considerando un total de 51 artículos con el criterio de inclusión del 2017 a 2020. Los resultados muestran que el método más óptimo para el aprovechamiento del subproducto escamas del pescado es la adsorción y del subproducto piel de pescado es la hidrólisis química, el subproducto más estudiado en los artículos seleccionados vienen a ser las pieles con un 58%, dentro las aplicaciones exitosas se estimaron para biomateriales, biomédicas, tratamientos de aguas residuales industriales y bioenergía. De la revisión sistemática se determinó que falta estudios detallando el costo de los insumos, materiales y equipos utilizados para la extracción y análisis de los subproductos que ayuden a una mayor investigación.

**Palabras Clave:** residuo de pescado, aprovechamiento, piel, escama.

## **Abstract**

This research work is focused on the exploration of studies on the utilization methods applied in the by-product skin and scales of the fish, with research problem: What are the most efficient methods for the utilization of the by-product skin and scales of the fish?, The objective of the research was to explore the utilization methods applied in the by-product skin and scales of the fish through a systematic review, The methodology was based on the narrative of topics using databases such as Ebsco, Scopus, ProQuest and Science Direct, considering a total of 51 articles with the inclusion criteria from 2017 to 2020. The results show that the most optimal method for the use of the fish flakes by-product is adsorption and the fish skin by-product is chemical hydrolysis, the most studied by-product in the selected articles is the skins with 58%, within the Successful applications were estimated for biomaterials, biomedical, industrial wastewater treatment and bioenergy. From the systematic review it was determined that there is a lack of studies detailing the cost of the inputs, materials and equipment used for the extraction and analysis of the by-products that help further investigation.

**Keywords:** waste of fish, Exploitation, skin, scale.



## I. INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos orgánicos domésticos e industriales, se ha convertido en uno de los problemas más latentes en la sociedad humana, pues enfrentan el gran desafío de contrarrestar este problema. A nivel global la producción de la pesca obtuvo una cúspide trascendental de 171 millones de toneladas siendo 90.9 millones de toneladas por pesca de captura y 80.0 millones de toneladas por acuicultura en el 2016, utilizándose el 88% del total para consumo humano directo, revelando un consumo per cápita de 20.3 kg, exhibiendo el creciente significado en la alimentación de las personas. Así mismo, se evaluó que el 60% del pescado es utilizado como alimento (FAO, 2018, p. 220), mientras que el resto es desechado sin ningún aprovechamiento óptimo del subproducto; en consecuencia, muestra que la industria pesquera tuvo aproximadamente una generación de 29 millones de toneladas de residuos a nivel global (PRODUCE, 2014).

Es entonces que los investigadores aplicaron distintos métodos para dar uso a la disposición final del subproducto (desperdicio) del pescado, iniciándose con la utilización directamente como materia prima para obtener harina, aceite de pescado y concentrados de proteína, con el tiempo se enfatizó el valor agregado a cada subproducto, siendo utilizados como suplementos dietéticos, farmacéuticos y eficacia en la remediación, debido al gran concentrado de colágeno localizados en la piel y escamas del pescado (Ragnar, Jogeir y Iddya, 2014, pp. 144-151), es por tal que este sinnúmero de investigaciones científicas, deben ser procesadas para dar a entender de forma general de qué manera éste conjunto variado de datos nos puede ayudar en la toma de una decisión (Gough, Oliver, James, 2012, p. 16).

En el Perú la pesca artesanal es una de las ocupaciones más significativas tanto económica como social, pues es una fuente de ingresos y empleos que abastece a las actividades comerciales para el consumo humano directo (IMARPE, 2018). Según el ministerio de producción en el Perú se capturó 60161 toneladas de recursos hidrobiológicos en el 2013 y actualmente se han registrado 6437 embarcaciones artesanales (PRODUCE, 2020). Esto a su vez genera desperdicios de proteína de alta calidad halladas en la piel del pescado (Kim y Venkatesan, 2014, pp.1-9) por consiguiente, un incremento en la contaminación ecosistémica (Cruz,

2019). Se sabe que en el Perú existen 1585 botaderos a nivel nacional, afectando 1902.17 ha; se estimaron 20541 tn/día de residuos municipales, de ellos solo el 46% es dispuesto a un relleno autorizado y el 54% son llevados a botaderos (OEFA, 2020), donde estos son incinerados, sin ningún cuidado, afectando de manera muy rígida al medio ambiente (Kim y Venkatesan, 2014, pp. 1-9).

Existe una variedad de tamaño en los pescados que son distribuidas en el mercado, por ende, antes de ser adquiridas o ingeridas por los consumidores son procesados de diversas maneras, algunas especies son convertidos en filete, otras en cambio son procesadas sangrando, descamando, destripando, deshuesando, decapitando, pelado y recorte de aletas antes de ser comercializado (Rustad, *et al.*, 2014), estos restos son usualmente llamados subproductos, expresado de otra manera los subproductos pueden llegar a constituir hasta el 60-70% del pescado (Olsen, *et al.*, 2014, pp. 144-151). De estos residuos solo se aprovecha el 30% en actividades como alimentación de animales, fertilizantes, producción de ensilaje, todos de bajo valor agregado (Villamil, Váquiro y Solanilla, 2017, pp. 160-171), desperdiciando el potencial de nutrientes que posee cada subproducto, es así que la Industria farmacéutica y alimentaria en sus investigaciones, identificó la similitud en las propiedades de las gelatinas y colágeno de mamíferos (bovino y porcino) con el del pescado, siendo un medio de aprovechamiento del subproducto para uso alimenticio, estos son encontrados principalmente en la piel, escamas del pescado, huesos y vejiga natatoria ( Karim y Bhat, 2009, pp. 563-576).

Evidenciando la problemática internacional y nacional que atenta nuestro planeta, este trabajo de investigación está centrado en la exploración de estudios, sobre los métodos de aprovechamiento aplicados en el subproducto piel y escamas del pescado, puesto que dicho subproducto es uno de los alimentos más completos que proporciona gran cantidad de proteínas, colágeno y gelatina, por ende el botar este desecho ocasiona un desperdicio de proteína de alta calidad (Sierra, *et al.*, 2018, pp. 128-140) , debido a que pueden ser aprovechados para obtener productos que sean de interés para la industria alimenticia, farmacéuticas (Healp y Gutierrez, 2017, pp. 311-322). Con ello conservar los ecosistemas existentes y promoviendo un desarrollo sostenible (MINAM, 2011-2021). Conjuntamente cumpliendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en lo que refiere a

“conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible” (ONU, 2015).

En el 2017 mediante el Decreto Supremo N°014-2017-MINAM, se tuvo como objetivo normalizar la gestión y utilización de los residuos, así como también la valorización de este, mediante la reutilización, recuperación de aceites, entre otras alternativas que eviten la disposición final (SINIA, 2017).

Se ha actuado aplicando distintas tecnologías y métodos para el aprovechamiento de la piel y escamas del pescado (Sousa, Moura y Cruz, 2019, pp. 91-100), entre los métodos más utilizados está el enzimático, químico, hidrólisis, desmineralización, entre otros (Kim y Venkatesan, 2014, pp. 1-9; Sierra, *et al.*, 2018, pp. 128-140). Es entonces que, por su amplia información sobre los métodos de aprovechamiento del subproducto del pescado, queremos evaluar y sintetizar la dispersión de investigaciones científicas realizadas, así contribuir para una buena toma de decisión política (Ferreira, I., Urrutia, G. y Alonso, 2011, pp. 688-696).

Así frente a esta realidad problemática, como grupo de investigación se planteó como problema general, ¿Cuáles son los métodos más eficientes para el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado?, así mismo, se plantea como problemas específicos, ¿Cuáles son los métodos para el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado?, ¿Cuáles son las características del subproducto piel o escamas del pescado? y ¿Cuáles son los efectos medioambientales positivos de los métodos utilizados en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado?

El objetivo general de este trabajo es explorar los métodos de aprovechamiento aplicados en el subproducto piel y escamas del pescado mediante una revisión sistemática. Teniendo como objetivos específicos, identificar los métodos óptimos en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado, describir los subproductos piel o escamas del pescado y por último analizar los efectos medioambientales positivos de los métodos utilizados en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado.

## II. MARCO TEÓRICO

En las investigaciones sobre las pieles de los peces pargo rojo, el atún, la caballa, el corcho, la belida y el bacalao se aprovechó el colágeno usando el método enzimático con un enfoque medicinal, mediante la elaboración de apósito hecho de colágeno y otros ingredientes, permitiendo que la herida sane rápidamente superando al uso de apósito convencional para heridas. (Viera, *et al.*, 2018, pp. 310-317; Afifah, A., *et al.*, 2019). Así mismo en Rusia, plantearon utilizar el colágeno como un ingrediente aditivo para productos alimenticios por su alto valor nutricional, en su investigación obtuvieron el colágeno por medio de la hidrólisis electroquímica de doble extracción, concluyendo que la elaboración de chuletas de pescado con una concentración de 10% de colágeno hidrolizado presenta mejores resultados, además es recomendado para problemas osteoarticulares entre otros, encontrando que para la más óptima extracción del colágeno es la extracción doble (Kuprina, *et al.* 2020).

Otro uso que se da a las pieles es para fabricar estructuras 3D donde aislaron el colágeno y el fosfato de calcio obtenida de pieles y dientes de tiburón azul como también del marrajo azul, para fabricar estructuras en 3D, elaborados a base de estos componentes, con el fin de ser usados como tejidos duros. En este estudio realizaron un procedimiento de liofilización y reticulación utilizando dos agentes químicos en diferentes concentraciones para así desarrollar construcciones semejantes al sistema óseo, concluyendo en la fabricación de partes de tejido óseo con subproductos de origen marino, demostrando así un mejoramiento en sus propiedades con los agentes reticulantes en 12.5 % EDC/NHS, además, las estructuras elaboradas soportan tanto la fijación como la proliferación celular semejantes a los osteoblastos (Diogo, *et al.*, 2018, p. 269).

También en Marruecos, aprovecharon las pieles de tilapia y la concha de camarones para extraer el quitosano y la gelatina enfocado en su caracterización y optimización de extracción, en este estudio se realizó la extracción mediante la hidrólisis térmica obteniendo un máximo rendimiento de gelatina de un 11.51 % como promedio de extracción optimizando un rendimiento del +3% utilizando ácido acético con una concentración del 0,02 M a diferencia de otros ácidos empleados,

aparte de ello, el rendimiento del quitosano es de 3.85%, así mismo las propiedades fisicoquímicas de los productos obtenidos se encontraron dentro de los estándares permitidas (Ait, *et al.*, 2018).

De la misma forma Eiras, Medeiros y Alves (2015), desarrollaron una metodología de bronceado de piel de pescado artesanalmente para ser aplicado como taller en una comunidad, la metodología implicaría tres pasos en elaborar el método preparación bronceado y acondicionamiento, técnicas para evaluar el cuero, teniendo como resultados que los métodos usados se encontraban en literaturas describiendo la serie de pasos y reactivos a usar, además para la resistencia del estiramiento y su atracción del cuero utiliza aceite de andiroba, agua de cal y tanino vegetal mostrando así su eficacia, que podría utilizarse muy bien en ropa como en el calzado fabricados por estas pieles, por consiguiente su diagnóstico económico de producción hipotética el taller resultaría viable.

En el Noreste de Brasil se desarrolló un estudio detallado sobre el aprovechamiento de las escamas de pescado, debido a su valioso contenido de carbono y oxígeno con 47 y 42 por ciento de concentración respectivamente, que emplearon en la conversión termoquímica para la producción de energía limpia, resultando ser una tecnología sostenible y permanente para las próximas generaciones sin comprometer los recursos fósiles (Sousa, Moura y Cruz, 2019, pp. 91-100). Así Mismo Wonganu (2020), realizó un estudio de sus propiedades de la gelatina extraídas de las escamas de tilapia y su aplicación como un gel natural mediante el uso de una almohadilla, empleada en el tratamiento inflamatorio en Tailandia; para la obtención de la gelatina se empleó el método de hidrólisis usando ácido de la lima, las cuales fueron analizadas por espectroscopia FTIR, SEM, EDS Y WAXD, además para la fabricación de dicha almohadilla emplearon glicerol, como reticulante carboximetilcelulosa (CMC) y la gelatina de la tilapia en polvo, concluyendo así en una elaboración de almohadilla de hidrogel hechas a base de las escamas de tilapia con una concentración máxima del 30% (v/w) de gelatina inclusive impide el desarrollo de la *Escherichia coli* y en cuanto a su estructura morfológica de la gelatina muestra ser un polímero apropiado.

Así mismo, en Malasia utilizaron los residuos acuícolas, enfocándose en las escamas del Mero, Atún rojo y Pargo como adsorción del colorante azoico; para las características del adsorbente tanto químico y morfológico se utilizaron la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), microscopía electrónica de barrido (SEM) y analizador termogravimétrico (TGA), concluyendo que para eliminar el colorante azoico las dosis óptimas fueron 4 g/l de escamas y un pH de 6, así mismo al determinar la adsorción a mayor escala mediante un modelado, se obtuvo una capacidad de 145.3 a 157.3 mg/g de adsorción (Ooi J., *et al.*, 2017, pp. 656-664). Estas escamas también son aprovechadas para la adsorción de naranja 16 (colorante reactivo usado por las industrias textiles), hay que mencionar, además que el método de adsorción resulta factible para el uso de escamas carbonizadas, vale decir que para hallar la capacidad máxima se realizó un modelado, mostrando una adsorción de 114.2 mg/g a 50°C (Marrakchi, F., *et al.*, 2017, pp. 47-54). Del mismo modo, Fijul, Ur Rashid Y Negulescu (2019), desarrollaron una investigación utilizando escamas del Tambor negro en la absorción de colorantes en aguas residuales de las industrias textiles a través de un procedimiento de gelificación, para cuantificar su absorción se aplicó un análisis de espectroscopia FTIR así como del UV visible para ver su concentración de tinte extraído, su estudio concluyó que para la eliminación del tinte azul ácido 45 presentó un porcentaje del 89% con una absorción máxima del 2.7 mg/g, del mismo modo para el proceso influye el tamaño de proteína el mayor resultado obtuvo la gelación comparado con la hidrólisis de proteínas pulverizada.

En la India utilizaron las escamas del pescado *Cyprinus carpio* para la obtención del colágeno empleando el método de hidrólisis ácida y enzimática realizado en dos pasos la desmineralización y aislamiento de dicho componente, para el cual se realizó una caracterización del componente extraído, teniendo como resultado una extracción de colágeno del 9.79% en peso húmedo, el colágeno extraído se aplicó para ver el rendimiento en la producción del queso indio demostrando así su análisis fisicoquímico de 47.64% de humedad y 21.44% de proteína superando a la muestra control, también se emplearon los desechos de colágeno enzimáticos tratados para el crecimiento y germinación de las semillas del poroto mung una legumbre (*V. radiata*), los metabolitos liberados demuestran un resultado benéfico

para su crecimiento, tamaño de la raíz así como su germinación (Bhagwat y Dandge, 2016, pp. 234-240). Así mismo en Taiwán se utilizó los residuos de escamas del pescado de Tilapia para obtener el colágeno, empleando un nuevo proceso extrusión-hidroextracción (EHE) elaborando colágeno de calidad de tipo I (Yung Chun, *et al.*, 2016, pp. 997-1006). Aparte de ello, la comunidad pesquera Barra de Serinhaém de Brasil utilizó las escamas de las especies pargo rojo, merluza y camurupin para la producción de piezas artesanales aplicando la técnica uso de escamas de pescado, estas especies fueron elegidas por presentar mejor textura y rigidez (Melo, *et al.*, 2016, pp. 8-17).

Pescado se les denomina a los vertebrados, seres comestibles tanto de agua dulce como marinos ya sea frescos o preservados por diversos procedimientos reglamentarios. Son las especies de gran importancia para el consumo humano por ser nutritiva y elemento de comercio local e internacional (Pérez, 2001, p. 176). Cabe decir que también desprenden de este alimento los subproductos de pescado, estos son aquellas sustancias u objetos obtenidas de las materias primas que, por motivo del tipo de especies, dimensión, calidad y facilidad de proceso de elaboración, no resulta ser apropiado para ser consumida por la población (Windsor y Barlow, 1984, p. 204), Es también el resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria será utilizada para otro fin y no quedarse como residuo (Ministerio de la Presidencia Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática, 2011). Estos subproductos también son provenientes de Residuos industriales ya que provienen de la actividad y que no presenta un valor para la industria que lo está produciendo, siendo de carácter muy diverso debido a los diferentes tipos de procesos industriales que fue sometido (Cabildo, *et al.*, 2008, p. 390).

Como menciona Tyagi y Shukla (2002), la piel es la frontera entre el ambiente y el cuerpo del pez, tiene diferentes funciones y una de las principales es de protección, por ende las glándulas mucosas secretan el mucus cubriendo de esa forma todo su cuerpo de esta especie, formando así una barrera protectora anti bacterias y hongos así como otros microorganismos, además le permite deslizarse con mayor rapidez en el agua mientras va nadando. Otra de las funciones importantes de la piel es en la regeneración de células en heridas superficiales y gracias por el mucus que le permite cubrirse para que brinde una mejor protección en su cicatrización.

Elliott (2000) indica que la epidermis varía dependiendo de la especie, en unas será delgada en otras gruesas, así como la zona de concentraciones de epitelios en los peces y la dermis, pues está formado por un tejido conjuntivo ya sea denso o fibroso, presentando pigmentación en algunas capas de células entre la capa subcutánea y la epidermis, dando el color a los peces.

Se le denomina escamas a unas láminas flexibles o duras, las cuales se encuentran formando un grupo de líneas concéntricas, así como radicadas, aparecen superpuestas como la forma de unas tejas del tejado de una casa, es así que de esta manera se ubican formando el exoesqueleto en la variedad de peces (Miranda y Escala. 2002, pp. 38-42), la composición fisicoquímica de las escamas calculados en base de deshidratación se muestra en la Tabla 1, análisis realizado por Quintero y Zapata (2016).

**Tabla 1.** *Composición de la escama y piel*

Composición	Escama			Piel		
%Humedad	15.18	±	0.27	69.94	±	0.04
%Extracto etéreo*	1.05	±	0.17	18.37	±	0.13
%Cenizas*	32.08	±	0.23	1.26	±	0.10
%Proteínas*	67.96	±	0.19	82.27	±	0.66

**Fuente:** (Quintero y Zapata, 2016 pp. 109-120)

Las escamas debido a la variedad de peces existentes se dividen en tipos: escamas placoideas conocidas también como dentículos dérmicos, que presenta las especies cartilaginosas como la raya y los tiburones (Quintero y Zapata, 2016, pp. 109-120), Los sarcopterigios son los que presentan escamas cosmoides los encontramos en peces celacantos y pulmonares (Sharpe, 2001, pp. 751-752), otro tipo de escama es la ganoides encontrándose en los peces esturiones, bichires, la amias calva y los pejelagarto (Mathews, *et al.*, 2002, pp. 192-195) y por último las escamas Cicloides y etenoides los cuales se encuentran en el teleósteos caracterizado por sus bordes lisos en los cicloides y en etenoides sus escamas



presentan diminutos dientes en sus bordes, con textura áspera compuesta por hidroxapatita y carbonato de calcio, gran parte de esta escama se encuentra compuesta por colágeno representado en su mayoría en los peces actinopterigios (Pérez y García, 2009, pp. 54-69).

Una de las características de los subproductos es la gelatina, este viene a ser una proteína de origen animal que se encuentra extendida tanto en la piel y los huesos, que durante muchos años ya era conocida como colágeno y repercute por la diversidad de sus aplicaciones en los diferentes sectores (Degussa y Nutrition, 2002), expresado de otra manera, se define al colágeno como un componente que se encuentra en los tejidos de tipo cognitivo de los animales, por eso estas fibras se encuentran asociadas por unas moléculas de forma bastón del tropocolágeno, hebras alargadas que se encuentran constituidas por tres cadenas peptídicas firmemente unidas, el cual su formación se ve favorecida por la asociación de inicio por enlaces peptídicas que presenta a causa de la sucesión de los aminoácidos que presenta en uno de sus extremos (Robert y Gilbery, 1977, p. 57). Por el contrario, las proteínas son biomoléculas el cual se encuentran gran parte compuestas por el término CHON, así mismo contiene azufre, magnesio entre otros. Son macromoléculas que se localizan en cada célula, por el cual las proteínas cumplen diversas funciones y se encuentran en bloques de construcción por lo que les permite realizar enzimas, hormonas, anticuerpos entre otros (Giraldo, Loango y Mejía, 2010, p. 91).

Uno de los procedimientos para extraer el colágeno de las pieles de pescado se basa en su lavado y tratamiento de estas ya sea congelada o fresca (Degussa y Nutrition, 2002). Se entiende por tratamiento de un residuo a cualquier procedimiento o método que realiza una modificación de índole biológico, físico y químico de algún residuo con la finalidad de convertirlo en menos dañino y peligroso para el medio ambiente y la salud (Castells, 2000, p. 59). Razón por la cual existe una variedad de métodos para el aprovechamiento del subproducto del pescado (ver anexo 1), siendo uno de ellos el método de hidrólisis de proteína, que consiste en la ruptura de sus enlaces peptídicos para la obtención de aminoácidos libres además con un bajo peso molecular por parte de los péptidos, en efecto para cada enlace roto se consume una molécula de agua (Villamil, Váquiro y Solanilla, 2017,

pp. 160-171), otro método es el enzimático, este es uno de los métodos más utilizados en la actualidad, ya que se basa en la sintetización de unos enlaces complementarios a unos filamentos de cadena más sencillas a la que se quiere secuenciar, cuando se emplea didexosinucleótidos trifosfato pero al faltarles los grupo de OH, interrumpe la síntesis de polimerización (Morcillo, Cortés y García, 2013).

Todos los métodos de aprovechamiento del subproducto del pescado están enfocados en la conservación, este consiste en la utilización razonable que hace el hombre de los recursos, permitiendo un beneficio sostenible para las futuras generaciones siempre y cuando mantenga su potencial, el cual satisfarían las necesidades de las generaciones actuales, por ende la conservación viene a ser positiva, englobando su preservación, utilización, vigilancia y restauración del medio ambiente (WRI, 1992, p. 227); a fin de promover el desarrollo sostenible, definiéndolo como aquel desarrollo que se encuentra cumpliendo con todo tipo de necesidades de la actualidad sin involucrar la capacidad de las futuras generaciones para que de esa manera cumpla su particular petición (FAO, 2003, p. 112).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**El tipo de investigación:** Fue aplicada, ya que buscó resolver el problema de la disposición final del subproducto del pescado y de acuerdo al enfoque, la investigación fue cualitativa, pues se realizó mediante el recojo de información de estudios cuantitativos de manera estructurada, teniendo presente las decisiones críticas que se toman antes de recolectar los datos que fueron evaluadas en la investigación, así mismo estuvo orientada a generar conocimientos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 92).

**El diseño de investigación:** Fue narrativo de tópico pues se pretendió dar a conocer los eventos de las experimentaciones realizadas mediante la recolección de información (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 487-488). Es así que este proyecto estuvo enfocado en investigar los métodos de aprovechamiento del subproducto piel y escamas del Pescado.

### 3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

**Tabla 2.** *Matriz categorización apriorística*

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Problemas Específicos</b>	<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Unidad de análisis</b>
Identificar los métodos óptimos en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado	¿Cuáles son los métodos para el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado?	Métodos	• Adsorción	Ooi, J., <i>et al.</i> (2019)
			• Desproteínización	Deb, P., <i>et al</i> (2019)
			• Hidrólisis química	Atef M., <i>et al.</i> (2020)
				Fan, X., <i>et al.</i> (2020)
			• Hidrolisis enzimática	Suwal, S., <i>et al.</i> (2017)
			• Cocción por Extrucción	Huang, CY <i>et al</i> (2018)
			• Extracción rápida	D Pavan Kumar, M V., <i>et al</i> (2017)
			• Tamizado	Silva, A. V. S., <i>et al.</i> (2019)
			• Secado al horno	Renuka, V., <i>et al</i> (2019).
			• Fermentación	Mondal, S., <i>et al</i> (2017)
			• Inmersión	Wu, C.-S. (2019).
• método hidrotermal	Athinarayanan, J., <i>et al.</i> (2020).			

Describir los subproductos piel o escamas del pescado.	¿Cuáles son las características del subproducto piel o escamas del pescado?	Características del subproducto	• Sólido	Teshale, F., <i>et al</i> (2019)
			• Semisólido	Marrakchi, F., <i>et al</i> (2017)
				Jin, R., <i>et al.</i> (2020)
				Leila Ramezanzade, <i>et al.</i> (2017)
Menezes, M., <i>et al.</i> (2020).				
Analizar los efectos medioambientales positivos de los métodos utilizados en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado.	¿Cuáles son los efectos medioambientales positivos de los métodos utilizados en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado?	Aplicaciones Exitosas	• Bioenergética,	Silva, A. V. S., <i>et al.</i> (2019)
			• Tratamiento de aguas residuales industriales	Chen, K., <i>et al.</i> (2019)
				Pal, GK y Suresh, PV (2017)
			• Biomédicas	Wang, JK., <i>et al.</i> (2017).
Feng, X., <i>et al.</i> (2020)				
• Biomateriales	Khiari, Z., <i>et al.</i> (2017)			

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Escenario de estudio:

El escenario de estudio es el lugar donde se desarrollaron los distintos eventos creíbles, explicando en que entorno se desarrolló una persona u organización dado ciertas circunstancias (Goodier, *et al.*, 2010, pp. 219-229). Como viene ser el caso de este trabajo de investigación se desarrolló a nivel mundial, identificando que los orígenes de los subproductos son de industrias procesadoras de pescado, mercados abastecedores de alimentos y puertos.

Estos pescados son adquiridos por la acuicultura que es la crianza de especímenes hidrológicos, sea de agua dulce como también de agua salada (FAO, 2020), o la pesca por captura que es un conjunto de procedimientos que está relacionado el medio acuático y los peces, donde el pescado es capturado, procesado, vendido y consumido, con la finalidad de satisfacer las necesidades humanas (FAO, 2014).

### 3.4. Participantes

Los participantes del trabajo de investigación fueron los **artículos** que se encontraron en las diferentes bases de datos, iniciando por **Ebsco** (<https://www.ebsco.com/>), siguiendo con **Scopus** (<https://www.scopus.com/>), **ScienceDirect** (<https://www.sciencedirect.com/>) y la última base de datos **ProQuest** (<https://about.proquest.com/>).

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Arias (2012) indicó que las técnicas son el procedimiento o la manera peculiar de conseguir información o datos que se utilizará en la investigación; el presente trabajo de investigación se realizó mediante un análisis documental, donde se empleó como instrumento dos matrices, una de recopilación de datos, como se muestra en el anexo 2 y otra matriz de resumen mostrándose en el anexo 3.

Pues los instrumentos de recolección de datos pueden ser algún recurso, dispositivo o formato que se usa para conseguir, inventariar o acumular información (Arias, 2012, pp. 66-67).

### **3.6. Procedimientos**

El procedimiento es la secuencia de pasos específicos que facilitaron el análisis para desarrollar una investigación científica, disminuyendo los posibles errores (Lévy y Prieto, 1997, p. 162), es así que, el trabajo de investigación se llevó a cabo en 3 etapas.

En la primera etapa se contempla el desarrollo de búsqueda de información por: Palabras clave (“Pescado” y “Residuos pesqueros” y “Aprovechamiento” o “beneficios” o “uso del subproducto pesquero” y “Residuos de Escamas de pescado” y “residuos de piel de pescado”; “Fish” and “Fishing waste” and “Exploitation” OR “benefits” OR “Use of the fishery by-product” AND “Fish scales waste” AND “fish skin waste”), estas se adquirieron de estudios de investigación anteriores, para así encontrar el sinónimo y las mismas palabras claves relacionadas con el subproducto piel y escamas, en los buscadores de las plataformas (ScienceDirect, Scopus, Ebsco, ProQuest ) siendo un total de 41 695 artículos.

La segunda etapa es la selección. Esta fase incluyó la aplicación de filtros iniciándose con la selección de documentos e idioma (inglés) publicadas entre el 2017 y 2020, cumpliendo con este requisito 5 105 artículos de investigación seleccionados; el segundo filtro empleado es la evaluación de calidad, donde solo se consideró artículos que pertenezcan a los *quartile* 1,2 y 3; excluyéndose 4 981 artículos y considerándose 124 que cumplieron con este filtro; como tercer filtro se tuvo a la duplicidad de documentos, encontrándose 36 repeticiones y como cuarto filtro, los artículos de interés, donde se da la elegibilidad mediante la revisión del texto completo descartándose 41 artículos que no guardan relación con el objeto de estudio (subproducto/residuo del pescado piel o escamas) y su posterior clasificación entre estos subproductos.

Finalmente, como tercera etapa, el análisis de los artículos seleccionados a una revisión temática resultando un total de 51, que fueron utilizados para el análisis cualitativo. Estos artículos seleccionados muestran 1) los métodos utilizados para el aprovechamiento del subproducto piel o escamas del pescado; 2) la utilización de un subproducto sólido o semisólido del pescado; 3) las investigaciones realizadas muestran las aplicaciones exitosas de los subproductos.



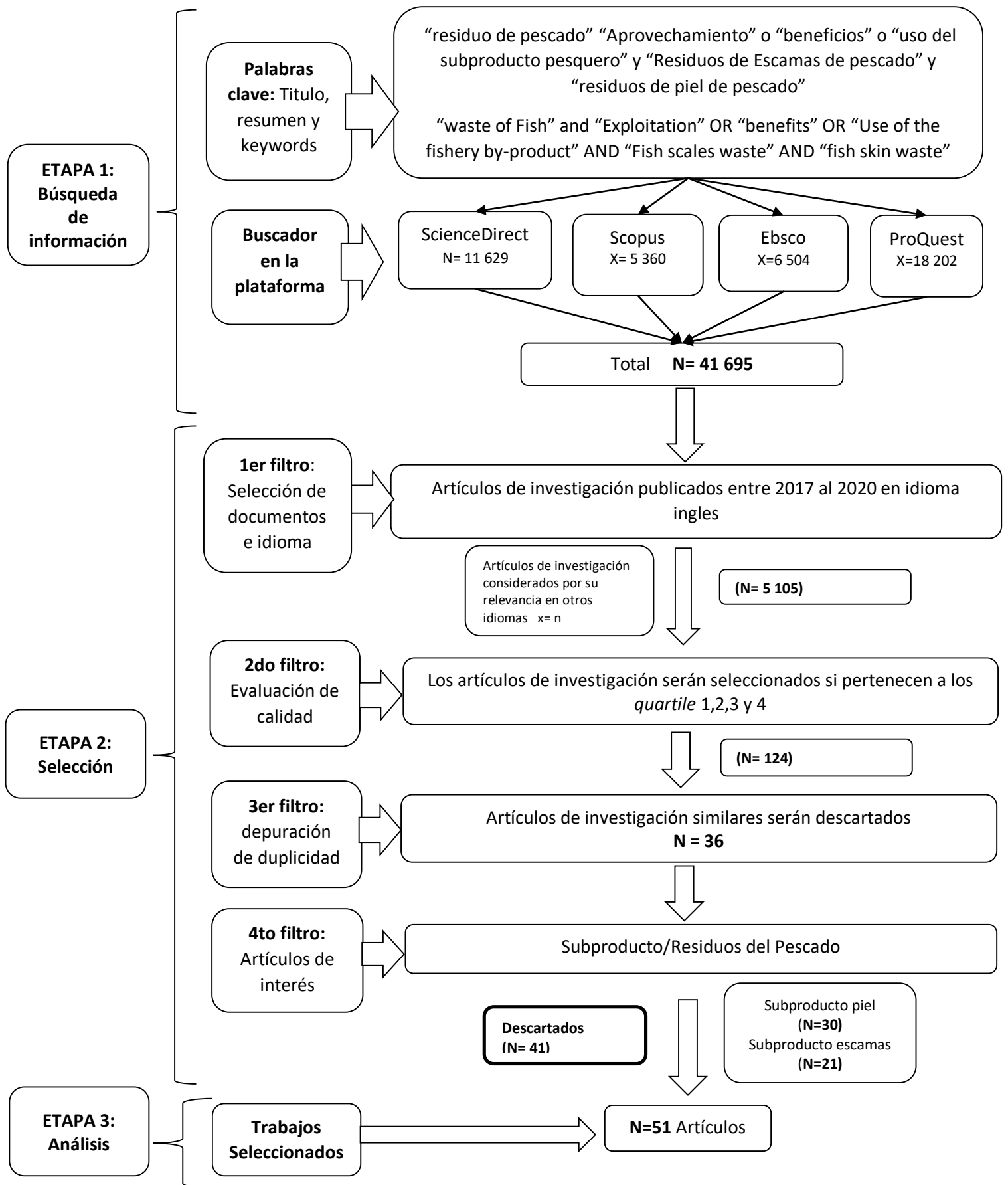


Figura 1. Esquema de procedimientos a la selección de artículos científicos que cumplan las características indicadas.

### **3.7. Rigor científico**

El trabajo de investigación estuvo regido por los criterios de confiabilidad de Guba (1982) siendo la credibilidad, transferibilidad, dependencia, y confirmabilidad las que se detallan en los siguientes párrafos:

Iniciando con el primer criterio la credibilidad, se evidencio el problema latente que enfrenta la sociedad humana, frente al aprovechamiento del subproducto pesquero (piel y escamas), pues toda la información que se plasmó en este proyecto de investigación fue recopilada de revistas indexadas como ScienceDirect y otros.

Así mismo, siendo el segundo criterio la credibilidad, se entendió que se logra cuando los descubrimientos son reconocidos como verídicos por aquellas personas que se desempeñaron como informantes clave, y por otros profesionales preparados a la temática estudiada (Noreña, *et al.*, 2012, pp. 263-274).

Así mismo, se cumplió el tercer criterio de transferibilidad puesto que se da la posibilidad de ampliar los resultados transfiriendo a otros contextos similares (Guba y Lincoln, 1982, pp. 233-252) a los que se utilizó en el proyecto de investigación, por el cual se realizó una descripción minuciosa de las características (lugar, contexto) de los objetos de estudio (piel y escamas del pescado) para que pueda ser aplicada con otras investigaciones científicas (Varela y Vives, 2016, pp. 191-198).

También se cumplió con el cuarto criterio de dependencia, ya que nuestro trabajo brindó información que permitió entender los distintos métodos de aprovechamiento del subproducto piel y escamas de pescado, para el cual se hizo uso de técnicas de análisis, de recolección de información que permitieron una evaluación reflexiva del desarrollo y los resultados obtenidos, pues el criterio de dependencia abarca la estabilidad de los datos y con ello la rastreabilidad de estos (Varela y Vives, 2016, pp. 191-198).

Por último se cumplió con el criterio de confirmabilidad, pues nuestra investigación proporcionó interés a que otros autores para que realicen investigaciones científicas sobre el aprovechamiento del subproducto del pescado (piel y escamas), para el cual se proporcionó un registro de los artículos analizados, así permitiendo la fiabilidad de nuestros resultados con la comprobación de otros autores, ya que se logra la confirmabilidad cuando otros autores pueden seguir la pista ( Domínguez y Rodríguez, 2013).

### **3.8. Método de análisis de datos**

Para la realización del análisis de los artículos científicos, antes se procedió a reducir la información, mediante la agrupación por orden y por categorías, de acuerdo con la matriz de categorización apriorística, con el fin de analizar los objetos de estudio (método, piel y escamas de pescado) (Hernández, 2012, p. 172), aparte de ello, se empleó el método de análisis cualitativo, mediante la codificación provisional, que describe como primera actividad la revisión de literatura relacionadas con el objeto de estudio mediante el uso de palabras clave, siguiendo con la codificación mediante filtros de selección para finalmente examinarlos (Saldaña, 2009, p. 224). Los artículos científicos fueron analizados críticamente en cuanto a sus semejanzas y diferencias, siendo el análisis crítico una de las condiciones básicas que se da a cualquier estudio para su correcta interpretación, lo que permitió realizar una verificación de los criterios de inclusión y exclusión establecidos anteriormente, para desarrollar la revisión sistemática (Araujo, 2012).

### **3.9. Aspectos éticos**

El desarrollo del trabajo de investigación tuvo en consideración los códigos de ética y la norma de referencias ISO 690 Y 690-2, de esa forma se pudo respetar los derechos de autor de las fuentes de información. Así mismo se empleó como herramienta el software antiplagio Turnitin (<https://www.turnitin.com/es>) , para la detección de plagio y verificar la

originalidad del proyecto de investigación (Ramírez y Jiménez, 2016), pues este servicio es uno de los más extensos en Internet que incluye millones de archivos entre ellos documentos de investigación ( Halgamuge, 2017), debido a que el plagio es la acción de apropiarse ideas de una persona sin el consentimiento de este (RAE, 2014). Por otro lado, se tuvo presente los lineamientos de investigación de la Universidad Cesar Vallejo así mismo la línea de investigación “tratamiento y gestión de los residuos” plasmados en la Resolución del consejo Universitario de la carrera de Ingeniería Ambiental N° 0200-2018/UCV (UCV, 2016).

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En esta sección, se sintetizó los artículos mediante la revisión sistemática enfocándose en tres temas principales, relacionados con el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado. Los temas principales son métodos óptimos en el aprovechamiento del subproducto piel y escamas del pescado, características de estos subproductos y los efectos medioambientales positivos en la aplicación de proyectos exitosos.

##### **4.1. Métodos empleados para el subproducto del pescado:**

Según el procedimiento del trabajo de investigación en la búsqueda de métodos para el aprovechamiento del subproducto piel o escamas del pescado, se identificaron 51 artículos que se encuentran en la Tabla 3, estos muestran el enfoque de la investigación en los últimos 4 años, siendo el método más empleado la hidrólisis química con 45 % (23 artículos), adsorción 16%(8 artículos), hidrólisis química y enzimática 12% (6 artículos), Hidrólisis enzimática 4% (2 artículos), Desproteínización 4% (2 artículos) y otros métodos 23% (10 artículos). Por ende, en términos de tendencia de métodos de aprovechamiento, se ha presentado más interés en la hidrólisis química (**figura 2**). Pues este método, resulta ser más económico y conserva las propiedades del colágeno (Pal y Suresh, 2017, pp. 32-40) así mismo permite un fácil análisis de la absorción UV, FTIR, Termo gravimétrico, solubilidad y otros.

**Tabla 3.** Métodos empleados en el subproducto piel de pescado.

<b>METODOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Adsorción	16%
Cocción por extrucción	2%
Desproteínización	4%
Extracción rápida	2%
Fermentación	2%
Hidrólisis Enzimática	4%
Hidrólisis Química	45%
Hidrólisis Química y Enzimática	12%
Inmersión	2%
Método Hidrotermal	2%
Polimeración por suspensión y catálisis	2%
Extrucción doble	2%
Electrodialisis	2%
Secado al horno	2%
Tamizado	2%

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Distribución de los métodos a nivel mundial

Fuente: elaboración Propia

#### **4.1.1. Escama de pescado:**

La región geográfica que más se enfocó en investigar métodos de aprovechamiento para la escama del pescado fue el continente asiático, con un 77 % de todos los artículos analizados. Los métodos de aprovechamiento para el subproducto escama, depende básicamente de la facilidad, rapidez en que se extrae el producto deseado, y la preservación de las propiedades de este residuo (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260). Para el trabajo de investigación se identificaron 21 artículos, donde demuestran una alternativa para el aprovechamiento de las escamas de pescado, iniciando con la utilización de escamas para el tratamiento de aguas residuales, mediante el método de la adsorción 38% (8 artículos), siendo este el método más empleado, como se visualiza en la figura 3, con respecto a los demás métodos; se empleó el método de la hidrólisis química, para extraer la gelatina, gel y hidroxiapatita de la escama de pescado 24% (5 artículos); también se utilizaron métodos como la Desproteínización 10% (2 artículos), cocción por extrucción, tamizado, inmersión, método hidrotermal, polimeración por suspensión y catálisis y extracción doble, todos los métodos con 1 artículo (ver tabla 4).

**Tabla 4. Métodos aplicados al subproducto escama del pescado.**

<b>N°</b>	<b>ESTUDIO</b>	<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>REFERENCIA</b>
1	De los desechos a la salud: Síntesis de andamios de hidroxiapatita a partir de escamas de pescado para la eliminación de iones de plomo	Asia	Desproteínización	Liu, W., <i>et al.</i> (2017)
2	Efecto de los procesos de pretratamiento en las propiedades fisicoquímicas de la hidroxiapatita sintetizada a partir de escamas del pescado <i>Puntius conchoni</i>	Asia	Desproteínización	Deb, P., <i>et al.</i> (2019)
3	Investigación de líquidos iónicos como disolvente de pretratamiento para extracción de biopolímero de colágeno de escamas de pescado de desecho utilizando COSMO-RS y experimento	Asia	Hidrólisis Química	Muhammad, N., <i>et al.</i> (2017).
4	Modificación de hidrolizados de gelatina de carpa herbívora ( <i>Ctenopharyngodonidellus</i> ) por reacción de Maillard: actividad antioxidante y volátiles compuestos	Asia	Hidrólisis Química	Chen, K., <i>et al.</i> (2019)
5	El parche de colágeno derivado de escamas de pescado promueve el crecimiento de vasos sanguíneos y linfáticos in vivo	Asia	Hidrólisis Química	Wang, JK., <i>et al.</i> (2017).
6	Evaluación comparativa de las características físico-químicas y la fibrilación capacidad de formación de escamas de carpa termoestables colágeno	Asia	Hidrólisis Química	Pal, GK y Suresh, PV, (2017)
7	Preparación de colágeno de escamas de pescado aminado y oxidado hidrogel híbrido de alginato de sodio para un espesor total mejorado cicatrización de la herida	Asia	Hidrólisis Química	Feng, X., <i>et al.</i> (2020).
8	Andamios compuestos de hidroxiapatita / quitosano extraídos de escamas de pescado fabricados por fundición por congelación: una estrategia innovadora para el tratamiento del agua	Asia	Adsorción	Liaw, B.-S., <i>et al.</i> (2020)
9	Bioadsorbente sintetizado de escamas de pescado para la eliminación de cromo (III)	África	Adsorción	Teshale, <i>et al.</i> (2019)

<b>10</b>	Evaluación de residuos de escamas de pescado como adsorbente ecológico y de bajo costo para la eliminación de un tinte azo: estudios de equilibrio, cinéticos y termodinámicos	Asia	Adsorción	Ooi, <i>et al.</i> (2019)
<b>11</b>	Material carbonoso mesoporoso de escamas de pescado como de bajo costo adsorbente para la adsorción de naranja reactivo 16	Asia	Adsorción	1 Marrakchi, F., <i>et al.</i> (2017)
<b>12</b>	Material de carbono mesoporoso rico en nitrógeno y de gran superficie procedente de la pesca Residuos para la adsorción eficaz de azul de metileno	Asia	Adsorción	2 Marrakchi, F., <i>et al.</i> (2017)
<b>13</b>	Uso de desechos de escamas de pescado modificadas de <i>Sardinella brasiliensis</i> como adsorbente de bajo costo para eliminar los tintes de los efluentes textiles	América	Adsorción	NIERO, G., <i>et al.</i> (2019)
<b>14</b>	Preparación, caracterización de biocarbón de escamas de pescado y sus aplicaciones en la eliminación del tinte aniónico índigo carmín de soluciones acuosas	África	Adsorción	ACHIENG, George O., <i>et al.</i> (2019)
<b>15</b>	Uso de escamas de pescado como adsorbente de materia orgánica presente en el tratamiento de lixiviados de vertederos	América	Adsorción	Poblete, R., <i>et al.</i> (2020)
<b>16</b>	Mejora de la adhesión celular, el crecimiento celular, la curación de heridas y la protección oxidativa mediante gelatinas extraídas de escamas de pescado de tilapia ( <i>Oreochromis sp.</i> ) Pretratadas por extrusión	Asia	Cocción por Extrucción	Huang, CY., <i>et al.</i> (2018)
<b>17</b>	Aplicación potencial de escamas de pescado como materia prima en termoquímica procesos para la generación de energía limpia	América	Tamizado	Silva, A. V. S., <i>et al.</i> (2019)
<b>18</b>	Evaluación comparativa de la interfaz entre poli (3-hidroxitirato-co -3-hidroxiacrilato) y escamas de pescado en compuestos: Preparación, caracterización y aplicaciones	Asia	Inmersión	Wu, C.-S., (2019).
<b>19</b>	Fabricación simultánea de nano puntos de carbono y nano partículas de hidroxiapatita de escamas de pescado para aplicaciones biomédicas	Asia	método hidrotermal	Athinarayanan, J., <i>et al.</i> (2020).



<b>20</b>	Uso de escamas de pescado ( <i>Sardina pilchardus</i> ) dentro de caucho monómero de etileno-propileno-dieno como relleno de base biológica	Asia	Polimeración por suspensión y catálisis	AKBAY, İsmail Kutlugün. <i>et al.</i> , (2018)
<b>21</b>	Composición y propiedades mecánicas de escamas de pescado catla reforzado-polipropileno compuesto - desde residuos biológicos hasta biomaterial	Asia	Extrusión doble	Aradhyula, TV, Bian, D., <i>et al.</i> (2020).

Fuente: Elaboración propia

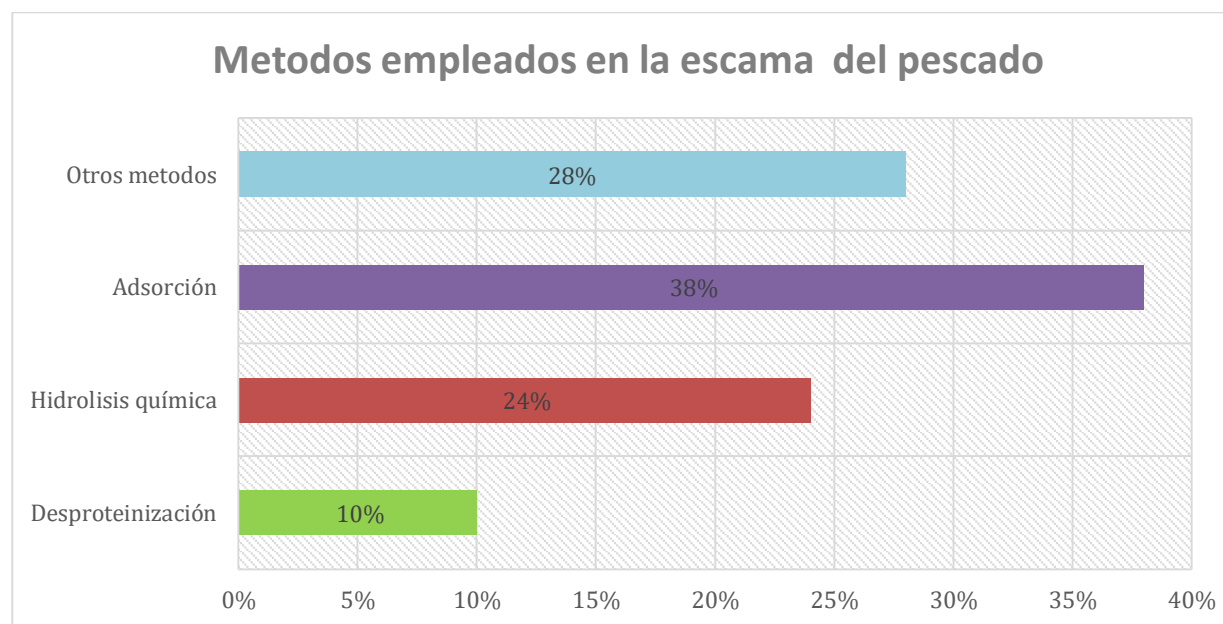


Figura 3. Se muestran los métodos más empleados para el aprovechamiento de la escama del pescado.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1. Hidrólisis química:

Con respecto al aprovechamiento de la escama del pescado mediante el método del hidrólisis química, solo el Continente Asiático ha realizado estas investigaciones, en el que se describe el proceso de hidrólisis química. Este proceso inicia con (Muhammad, *et al.*, 2017, pp. 258-264), (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260), (Pal y Suresh, 2017, pp. 32-40), (Feng, X., *et al.*, 2020), la extracción del colágeno de las escamas del pescado, pues el colágeno no modificado con agentes químicos tiene una rápida degradación, aproximadamente 2 días (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260); aprovechando el proceso de extracción del colágeno Chen, K., *et al.* (2019) utiliza el colágeno para extraer la gelatina. Estos procesos de extracción se muestran en la (figura 4).

Para la extracción del colágeno tipo 1 de la piel y escamas, se presentaron distintas posturas que difieren en la utilización de químicos (figura 3). Por ejemplo, (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260) y Chen, K., *et al.* (2019) inician su extracción utilizando hidróxido de sodio (NaOH), preparado a 0.5M y 0.1 M, haciendo cambios del químico cada 24 h y 3h respectivamente para eliminar otras proteínas no deseadas; en cambio (Pal y Suresh, 2017, pp. 32-40) para la eliminación de las proteínas no deseadas realiza un pretratamiento sometiendo a las escamas a aguas heladas de temperaturas -4°C, lavadas con agua destilada heladas y almacenándolas a -20°C en bolsas de polietileno cortadas en 0.5 cm. Por el contrario, Feng, X., *et al.* (2020) y Muhammad, N. *et al.* (2017), realizaron un lavado con agua destilada para luego ser secadas y molidas.

Siguiendo con el proceso de hidrólisis química (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260), (Pal y Suresh, 2017, pp. 32-40) y Feng, X., *et al.* (2020), desmineralizaron con ácido acético, en cambio, Chen, K., *et al.* (2019), utilizo Hidróxido de cloro (HCL) y Muhammad, N., *et al.* (2017) realizo una dilución con los químicos de acetato, 1 etil-3 metilimidazolio, y calentadas por 12h a 100°C, lo llevo a una centrifugación y por precipitado obtuvo la Hidroxapatita(HAp) inorgánica, la que fue eliminando en los siguientes procesos, para obtener un colágeno puro.

(Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260) y (Pal y Suresh, 2017, pp. 32-40) extrajeron el colágeno y lo trataron con cloruro de sodio (NaCl), de ahí (Pal y Suresh, 2017, pp.

32-40) centrifugo la muestra a 4°C, agrego ácido acético, lavó con agua destilada para dializarla y finalmente liofilizar el colágeno; en cambio (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260) realizó una reconstrucción de la sal con ácido acético 0.5 M, luego dializó con ácido acético 0.1 M, volviendo a dializar con agua destilada por 48h, y obtener el colágeno. Sin embargo Feng, X., *et al.* (2020), todavía paso por el proceso de filtración por succión, el filtrado lo dializa con agua desionizada por 3 días y finalmente se liofiliza el colágeno obtenido; Muhammad, N., *et al.* (2017) en cambio al sobrenadante de la centrifugación agrego NaCl 2M para precipitar el colágeno, separo el precipitado y al sobrenadante lo llevo a una centrifugación, lavado y evaporación, para finalmente agregar acetona y precipitar el NaCl, del líquido iónico, se filtra y se somete a una evaporación para obtener el líquido iónico solo. Chen, K., *et al.* (2019), para seguir con su obtención de la gelatina, realizó un lavado hasta volver la muestra débilmente ácida y pasar a la destilación, luego llevada a la autoclave por 2 h a 121°C y terminando con una filtración usando gasa y obteniendo así su objetivo.

De estos diferentes procesos de extracción del colágeno por el método de hidrólisis química, (Pal y Suresh, 2017, pp. 32-40) sigue una metodología más completa con respecto a los demás, obteniendo un colágeno 99% puro con estructuras bien mantenidas de triple hélice. Así mismo presenta la más alta absorbancia de UV de 232 nm. También se hallaron que todos los colágenos presentan en su estructura diferentes tipos de amida (amida A, amida B, amida I, amida II, amida III) (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260) con el análisis de espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR).

Los colágenos por su alta propiedad de degradación requieren tener una modificación química, estas pueden ser modificadas por metilación y reticulado con diglicidil éter (BDE), posteriormente probadas sumergiéndolas en una solución salina temporal con fosfato (Wang, *et al.*, 2017, pp. 246-260) dando un 7% de degradabilidad, siendo el más óptimo.

## OBTENCIÓN DEL COLAGENO DE LA ESCAMA

ESCAMA	LAVADO	SECADO	CORTADO/ MOLIDO	DESMINERA- LIZACIÓN	DILUCIÓN Y SECADO	CENTRIFUGA- CIÓN DOBLE	FILTRACIÓN	DIALIZA- CIÓN	LIOFILIZA- CIÓN	PRECIPITA- CIÓN	COLÁ GENO PURO
Muham mad, N. et al. (2017)	✓	✓	✓	X	✓	Obtiene HAp	X	X	X	✓	↑
Wang, JK. Et al.(2017)	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	Dialización doble	X	X	↑
Pal, GK y Suresh, PV (2017)	✓	✓	✓	✓	X	1centrifuga ción 1 lavado	X	✓	✓	X	↑
Feng, X.,et al. (2020)	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	X	↑
Chen, K., et al. (2019)	✓	✓	✓	✓	→ Obtiene COLAGEN	→ Lavado (muestra acida)	→ Destilación	→ Autoclave	→ Filtración	→ Obtiene GELATINA	

Figura 4. Procedimiento de la obtención del colágeno y la gelatina de la escama de pescado mediante la hidrólisis química.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2. Adsorción:

En el método de la adsorción en el aprovechamiento del subproducto escamas de pescado, la región geográfica predominante con el 63% de los artículos (5) es el continente asiático. En los artículos seleccionados (8 artículos) se describe el proceso de la adsorción, plasmado por diferentes posturas, que detallan la obtención de polvo de escamas de pescado, (ver figura 5), (Liaw, B.-S., *et al.*, 2020), (Teshale, F., *et al.*, 2019), (Ooi, J., *et al.*, 2019), (1 Marrakchi, F., *et al.*, 2017), (ACHIENG, George O., *et al.*, 2019), (Niero, G., *et al.*, 2019), (Poblete, R. *et al.*, 2020) y (2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017). Este proceso inicia con el lavado de las escamas del pescado, para la eliminación de las impurezas, se puede utilizar HCl 1 N por 24 h (Liaw, B.-S., *et al.*, 2020, pp. 713-718), agua de grifo y agua ionizada o destilada (Teshale, F., *et al.*, 2019) y (Ooi, J., *et al.*, 2019), (Poblete, R., *et al.*, 2020), (Marrakchi, F., *et al.*, 2017), (Achieng, George O., *et al.*, 2019), (Niero, G., *et al.*, 2019), de ahí las escamas son secadas a distintas temperaturas, por ejemplo, (Teshale, F., *et al.*, 2019) lo seca al aire libre a una temperatura de 65°C por 24 h, para dejarlas libres de humedad y crujientes; (Ooi, J., *et al.*, 2019) lo realiza en un horno a 50°C por 48 h ,(1 y 2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017) también lo lleva a un horno pero aumenta la temperatura a 60°C por 24h, en otro de sus artículos, lo realiza en una estufa a la misma temperatura, (Niero, G., *et al.*, 2019) a 80°C por 24 h, (George O., *et al.*, 2019) lo deja a temperatura ambiente por 3 días, (Poblete, R., *et al.*, 2020) lo lleva a un horno mufla a 700°C por 5 horas. En cambio, (Liaw, B.-S., *et al.*, 2020), antes de realizar el secado, realiza una decantación, un nuevo lavado con agua destilada, lo remoja en una solución de NaOH por 24h, de ahí pasa a hervirlo a 80°C por 20 min en agua, después de ese proceso recién lleva al secado a 40°C por 3 h. Luego son pasadas al molido de las escamas, a mano y en bolas 120 rpm, en donde el ya obtiene el polvo de colágeno.

(Teshale, F., *et al.*, 2019) realiza un molido mecánico y tamizados con un tamaño de fracción de 125 a 200  $\mu\text{m}$ , (Niero, G., *et al.*, 2019) y (Poblete, R., *et al.*, 2020) realizaron una trituración, donde (Poblete, R., *et al.*, 2020) obtienen un tamaño de 0.5 y 0.9 mm y, (Niero, G., *et al.*, 2019) al tamizarlas encuentra un tamaño de 0.088 a 0.117 mm. siendo este el menor tamaño de todos, (Ooi, J., *et al.*, 2019), al molerlo y tamizarlo encuentra un tamaño de 0.2 mm. De ahí el polvo de escama de escama

es mantenido en un desecador hasta utilizarlo (Niero, G., *et al.*, 2019) y (Ooi, J., *et al.*, 2019), (George O., *et al.*, 2019) en cambio realiza una pulverización a 100 Pa, de ahí lo somete a una Pirolisis en un ambiente inerte, lo enfría y lava hasta obtener un pH neutro, lo seca en un horno a 100°C por 2 h. y lo almacena en vidrios hasta su uso.

1 y 2 Marrakchi, F., *et al.* (2017) en sus dos artículos realiza una carbonización, en un horno eléctrico a 600°C en Nitrogeno (N<sub>2</sub>) por 90 min. Lo enfría bajo flujo de gas N<sub>2</sub> a T° ambiente con la finalidad de eliminar materia inorgánica y abrir los poros; (1 Marrakchi, F., *et al.*, 2017) realiza un proceso de lavado en HCl 1M, y enjuaga con agua destilada para filtrarlo y que quede una muestra neutra, pasa al secado a 105°C por 24 h y para después molerlo y tamizarlo (1 y 2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017) en un tamaño de 0.4 a 0.5 mm (2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017), donde obtienen el polvo de escama.

(Liaw, B.-S., *et al.*, 2020), (2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017) y (Teshale, F., *et al.*, 2019) Realizan un proceso más de activación química, para una mayor eficiencia, donde (Liaw, B.-S., *et al.* (2020) realiza un doble lavado primero con alcohol 50% y segundo agua destilada 30 min y para la eliminación de impurezas lo calcina a 1000°C por 2h. para luego tamizarlas en una malla de 200 y obtener polvo HAp. (2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017) somete al polvo de escama a una solución de NaOH por 4 h. pasa a secarlo en un horno a 105°C y lo activa en un reactor tubular, lo enfría a T° ambiente en N<sub>2</sub> y realiza un doble lavado, primero en HCl 1 mol/l y segundo en agua destilada hasta obtener pH 6.5, de ahí se lleva al secado a 105°C por 2 h y se almacena en boíles cerrados y (Teshale, F., *et al.*, 2019), realiza una activación acida (sulfúrico) y básica, lo filtra y lava repetidas veces hasta un pH neutro , para luego secarlas a Ambiente por 2 h. y en un horno a 80°C. de ahí son guardadas en polietileno.

## OBTENCIÓN DE POLVO DE ESCAMA

ESCAMA	LAVADO	REMOJO	SECADO	CARBONIZADO Y ENFRIADO	TRITURADO Y TAMIZADO	PULVERIZADO Y PIRÓLISIS	LAVADO Y SECADO	MOLIDO Y TAMIZADO	POLVO DE ESCAMA
Liaw, B.-S. et al. (2020)	✓ Decantación y lavado	✓ y Hervido	✓	X	X	X	X	✓	Polvo HAp
Teshale, F. ET AL (2019)	✓	Doble Remojo	✓	X	X	X	✓	✓	↑
Ooi, J. ET AL. (2019)	Triple lavado	X	✓	X	X	X	X	✓	↑
1 Marrakchi, F. ET AL (2017)	✓	X	✓	✓	X	X	✓	✓	↑
2 Marrakchi, F. ET AL (2017)	✓	X	✓	✓	X	X	X	✓	↑
Niero, G., et al. (2019)	✓	X	✓	X	✓	X	✓	X	↑
Achieng, George O., et al. (2019)	Doble lavado	X	✓	X	X	✓ y enfriado	✓	X	↑
Poblete, R. et al. (2020)	✓	X	✓	X	✓	X	X	X	↑

Figura 5. Procedimiento de la obtención de polvo de escama de diferentes autores.

Fuente: Elaboración propia

De estos diferentes procesos para la obtención del polvo de escamas de pescado por el método de la adsorción, se encontraron distintas posturas que mostraron los procedimientos para una buena eliminación de iones de metales pesados de las aguas residuales (Liaw, B.-S., *et al.*, 2020), demostrándose su eficacia mediante análisis infrarrojo por transformación de fourier (FTIR), que indican que los grupos principales son los hidroxilos, grupos carbonilos, fosfato y amina (Teshale, F., *et al.*, 2019), (George O., *et al.*, 2019); los rayos x ( XRD) muestran las proteínas, calcio y la cristalinidad; el análisis EDX muestra la relación de ca:P (hidroxiapatita), la presencia de nitrógeno y azufre (George O., *et al.*, 2019), la interacción con el pH también es un factor importante para determinar el medio en el que la adsorción es mayor; también el análisis térmico(TGA) y la eficiencia. Se determinó que las características de los poros eran mesoporosos (Teshale, F.*et al.*, 2019), (Ooi, J. *et al.*, 2019), (1 Marrakchi, F., *et al.*, 2017), (Achieng, George O., *et al.*, 2019), (Niero, G., *et al.*, 2019), (Poblete, R., *et al.*, 2020) y (2 Marrakchi, F., *et al.*, 2017) es gracias a ello que existe una adsorción del contaminante. Mostrando mejores resultados (Ooi, J., *et al.*, 2019) y (Teshale, F., *et al.*, 2019), en la aplicación de sus métodos, (Ooi, J., *et al.*, 2019) encuentra que para una dosis de 4g/l a un pH 6 hay una adsorción rápida con una eficiencia del 94.96% del colorante AB113 y (Teshale, F., *et al.*, 2019) demuestra que para una dosis de 0.8 g/l a un pH de 5 hay una eficiencia de 99.75% de adsorción del metal (cromo), mediante una adsorción exotérmica.

#### **4.1.1.3. Desproteínización:**

En este método la región geográfica única que realizó trabajos de investigación de desproteínización fue el continente asiático (2 artículos), para este método se mostraron dos posturas (Liu, W., *et al.*, 2017) y (Deb, P. y Deoghare, AB, 2019), que iniciaron su procedimiento de obtención de hidroxiapatita con el lavado y remojo



de las escamas en HCl por 24 h. (Liu, W., *et al.*, 2017) realiza un proceso de decantación antes de lavarlas con agua destilada y sumergirlo en NaOH por 24h. En cambio (Deb, P. y Deoghare, AB, 2019) deja a las escamas reposar durante 24 h. a una temperatura ambiente para eliminar los restos de HCl y luego empezar a enjuagarlas con agua destilada 5 veces, para después llevarlas a un horno de aire caliente 12 h a 50°C. (Liu, W., *et al.*, 2017) en cambio pasa a hervir las escamas en agua por 20 min, de ahí secarlas en un horno por 3 h. a 40°C para después ser molidas. (Deb, P. y Deoghare, AB, 2019) después de lavarlas, lo calcina la escama a 1000 °C en un horno mufla por 3h, se mantiene por 24 h dentro y así se obtiene HAp. En el siguiente procedimiento (Liu, W., *et al.*, 2017) lava el polvo de colágeno con alcohol al 50% por 30 in y luego con agua des ionizada y obtiene el polvo con HAp. En el último proceso (Deb, P. y Deoghare, AB, 2019) sumerge la muestra en NaOh 1N por 24 h, de ahí es lavada 3 veces y sumergido en HCL por 24h para después volver a lavar con agua destilada 5 veces y obtener HAp pura (ver figura 6).

### OBTENCIÓN DE HIDROXIAPATITA DE LA ESCAMA DE PESCADO

ESCAMAS	LAVADO Y REMOJO	LAVADO	REMOJO	HERVIDO	SECADO	REMOJO	MOLIDO	LAVADO	REMOJO	LAVADO	OBTENCIÓN DE HAP
Liu, W.et al. (2017)	✓ y decantación	✓	✓	✓	✓	X	✓ Obtiene polvo de colágeno	Doble lavado	X	X	
Deb, P. et al (2019)	✓ y enfriamiento	✓	X	X	✓	✓	X	Triple lavado	✓	Quíntuple lavado	

Figura 6. Procedimiento del método de la Desproteínización para la obtención de hidroxiapatita de la escama del pescado.

Fuente: Elaboración propia

De estos dos procesos de obtención de hidroxiapatita, (Deb, P. y Deoghare, AB, 2019), presenta una descripción más completa con respecto al otro artículo, demostrando las características fisicoquímicas de la HAp, mediante la espectroscopia infrarroja de transformación (FTIR), difracción de rayos X (XRD), análisis termogravimétrico (TGA), barrido electrónico microscopía de espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (SEM-EDX) y análisis de microscopía electrónica de transmisión (TEM), se demuestra la formación de HAp, pues hay una gran proximidad del calcio/fosforo; también se muestra una pérdida de peso máximo de 2.28%, lo que indica una estabilidad térmica. Por ende, este artículo demuestra que la HAp tratado con ácido, puede ser prometedor para el desarrollo de armazones óseos porosos y también para tratar el plomo como nos muestra (Liu, W., *et al.*, 2017).

#### **4.1.1.4. Otros métodos:**

La región geográfica que más ha realizado, estudios sobre el aprovechamiento de la escama del pescado con respecto a los métodos nombrados posteriormente es el continente asiático 83 % (5 artículos). Estos métodos son los siguientes: la cocción por extrucción (Huang, CY., *et al.*, 2018), tamizado (Silva, A. V. S., *et al.*, 2019), inmersión (Wu, C.-S., 2019), hidrotermal (Athinarayanan, J., *et al.*, 2020), proliferación por suspensión (AKBAY, İsmail Kutlugün. *et al.*, 2018) y extrusión doble (Aradhyula, TV, Bian, D., *et al.*, 2020). Estos métodos presentan una similitud en un pre tratamiento, pues son lavados para la eliminación de impurezas. Así mismo los siguientes procedimientos se asemejan a los métodos de adsorción y hidrólisis química, mas no han sido consideradas por los autores de los artículos ese método pues la combinación con otros químicos hace que sean levemente diferentes. (Huang, CY., *et al.*, 2018) mezcla inicialmente con NaOH, pasa a molerlo y almacenarlo, para remojarlos en agua y centrifugarlos, de ahí el sobrenadante es liofilizado y reacondicionado con ácido cítrico. (Silva, A. V. S., *et al.*, 2019), en cambio, no muestra una combinación con químicos, pues su método de tamizado, se basa en el secado, molienda y tamizado para obtener una granulometría de 0.363mm y 0.300mm. (Wu, C.-S., 2019), en su método de inmersión remoja la muestra en agua destilada, filtra y seca por dos días para luego molerlas y volver a secarlas en un horno al vacío por 12 h. (Athinarayanan, J., *et al.*, 2020) en su

método hidrotermal, después de lavar las escamas mezcla con agua Millig, para luego llevarlo al autoclave hidrotermal por 3 horas, y enfriarlo a temperatura ambiente , para dializarla y liofilizarla. Este método resulta no resulta muy rentable con respecto a los demás artículos. (AKBAY, İsmail Kutlugün. *et al.*, 2018) para realizar el método de la prolimeración por suspensión y catálisis, sigue un procedimiento más extenso, en el que lleva a las escamas a un secado, molienda, tamizado para obtener tamaños menos a 250 um, y ser mezcladas con keltan, negro carbón, oxido de zic aceite mineral, acido esteárico, TAC 50 y pecadox; de ahí pasar al amasamiento con rodillos y preparar un montículo de 2 mm y culcanizado en una prensa hidráulica térmica. (Aradhyula, TV, Bian, D., *et al.*, 2020), en si método de extracción doble, el lavado lo realiza en agua caliente con la finalidad de eliminar la capa resbaladiza de escamas y asi también reducir el olor que producen, pasa al secado a T° ambiente por 3 dias y eliminar la humedad, y sellarla con un horno de aire caliente, para luego ser molido. Estos diferentes métodos confirman el potencial de la escama del pescado, tanto en la extracción de la gelatina (Huang, CY., *et al.*, 2018), (AKBAY, İsmail Kutlugün. *et al.*, 2018), la presencia de carbono, hidrogeno y nitrógeno en sus compuestos (Silva, A. V. S., *et al.*, 2019), así como también la hidroxiapatita, en la relación de Ca:P (Athinarayanan, J., *et al.*, 2020) .

#### **4.1.2. Piel del pescado:**

Con respecto al subproducto piel de pescado, la región geográfica predominante en la investigación del aprovechamiento de este, fue el continente asiático con 83% de todos los artículos seleccionados. La piel del pescado es un subproducto rico en colágeno y gelatina, es así que esta revisión (30 artículos) (tabla 5) indica los métodos de aprovechamiento de estos componentes, pues la piel del pescado representa una cuarta parte del contenido de proteínas del animal. (Alves Ana, *et al.*, 2017). Así mismo la Figura 7 indica que el método de aprovechamiento más empleado a nivel mundial de este subproducto es mediante el hidrolisis química 66% (18 artículos) pues la utilización de ácidos y bases resultan ser más económicos, pero no amigables con el medio ambiente, seguidamente la hidrolisis química y enzimática 20%(6 artículos), hidrolisis enzimático 7%(2 artículos) y otros métodos 16%(4 artículos) que se visualizan en la tabla 4.

**Tabla 5. Métodos empleados en el aprovechamiento del subproducto piel de pescado.**

<b>N°</b>	<b>ESTUDIO</b>	<b>REGIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>METODO</b>	<b>REFERENCIA</b>
1	Andamio de colágeno de pescado bifásico para la regeneración osteocondral	Asia	Hidrólisis química	Haichao Zhou. <i>et al.</i> (2020)
2	Andamios a base de colágeno enriquecidos con glicosaminoglicanos aislados de piel de pescado <i>Salmo salar</i>	Asia	Hidrólisis química	Beata kaczmarek., <i>et al.</i> (2017)
3	Identificación de péptidos antioxidantes en hidrolizados enzimáticos de la gelatina de la piel de la carpa ( <i>Cyprinus Carpio</i> )	Europa	Hidrólisis química	Tkaczewska, J., <i>et al.</i> (2018)
4	Valorización de subproductos pesqueros: reológicos, texturales y propiedades microestructurales de las gelatinas de piel de caballa	Asia	Hidrólisis química	Khiari, Z., <i>et al.</i> (2017)
5	Caracterización bioquímica y estructural del colágeno de la piel del esturión ( <i>Huso huso</i> )	Asia	Hidrólisis química	Atef M., <i>et al.</i> (2020)
6	Desarrollo de hidrogeles compuestos de colágeno de tilapia y quitosano para entrega de nano cuerpos	Asia	Hidrólisis química	Fan, X., <i>et al.</i> (2020)
7	Efecto de los métodos de extracción en la preparación de microestructuras electrohiladas / electropulverizadas de colágeno de piel de tilapia	Asia	Hidrólisis química	Bi, C., <i>et al.</i> (2019)
8	Efecto de los métodos de extracción sobre las características estructurales, propiedades y capacidad de estabilización de emulsión de gelatinas de piel de tilapia	Asia	Hidrólisis química	Ting Zhang, <i>et al.</i> (2020)
9	Extracción y caracterización de colágeno solubilizado en pepsina de piel de cabeza de serpiente ( <i>Channa argus</i> ): efectos de los pretratamientos con peróxido de hidrógeno y estrategias de hidrólisis de pepsina	Asia	Hidrólisis química	Liu, W., <i>et al.</i> (2018).

<b>10</b>	Identificación de péptidos inhibidores de DPP-IV novedosos de la piel del salmón del Atlántico ( <i>Salmo salar</i> )	Asia	Hidrólisis química	Jin, R., <i>et al.</i> (2020)
<b>11</b>	Extracción, optimización y caracterización de colágeno de piel de lenguado	Asia	Hidrólisis química	Arumugam, GKS, Sharma, D., <i>et al.</i> (2018).
<b>12</b>	Valorización de piel de anguila marina descartada para extracción de colágeno como biomaterial azul imprimible en 3D para la ingeniería de tejidos	Asia	Hidrólisis química	Govindharaj, M., <i>et al.</i> (2019)
<b>13</b>	Fabricación y caracterización de compuestos de colágeno / gelatina a base de quitosano andamios de piel de pargo de ojos grandes <i>Priacanthus hamrur</i> para antimicrobianos y antiaplicaciones oxidantes	Asia	Hidrólisis química	Radhika, (2019)
<b>14</b>	Nano liposomas recubiertos de biopolímero como portadores de trucha arco irispéptidos antioxidantes derivados de la piel	Asia	Hidrólisis química	Leila Ramezanzade, <i>et al.</i> (2017).
<b>15</b>	Optimización de la extracción de colágeno de piel de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) y su hidrogel con ácido hialurónico	América	Hidrólisis química	Menezes, <i>et al.</i> (2020).
<b>16</b>	Películas de gelatina de piel de esturión comestibles: resistencia a la tracción y barrera a la luz UV mejorado al mezclarlo con esculine	Asia	Hidrólisis química	Liang, C., <i>et al.</i> (2017).
<b>17</b>	Preparación de gel fibrilar de colágeno auto ensamblado a partir de piel de tilapia y su formación en presencia de polisacáridos ácidos	Asia	Hidrólisis Química	Yan, M., <i>et al.</i> (2020).
<b>18</b>	Propiedades antibacterianas, mecánicas y físicas del colágeno – quitosano esponjas de fuente acuática	América	Hidrólisis química	Valenzuela-Rojo, RD, López-Cervantes, J., <i>et al.</i> (2020).

<b>19</b>	Atrapamiento nanoliposomal de peptídicos bioactivos fracción de hidrolizado de gelatina de pescado	Asia	Hidrólisis química y enzimática	Hosseini, SF., <i>et al.</i> (2017)
<b>20</b>	Aplicación de proteasas colagenolíticas bacterianas para la extracción de colágeno tipo I de la piel del atún patudo ( <i>Thunnus obesus</i> )	Asia	Hidrólisis química y enzimática	Ahmed, R., <i>et al.</i> (2018)
<b>21</b>	Desarrollo y caracterización de la piel de sepia ( <i>Sepia officinalis</i> ) películas de mezcla de gelatina-proteína aislada	Europa	Hidrólisis química y enzimática	Kchaou, H. <i>et al.</i> (2017)
<b>22</b>	Un estudio cuantitativo comparable sobre la conformación de múltiples jerarquías de ácido y colágenos solubilizados con pepsina de la piel de la carpa herbívora( <i>Ctenopharyngodon idella</i> )	Asia	Hidrólisis química y enzimática	Zhu, S., <i>et al.</i> (2019).
<b>23</b>	Estudio bioquímico del colágeno tipo I purificado de pieles calientes. mar teleósteos Mahi mahi ( <i>Coryphaena hippurus</i> ), con un enfoque en estabilidad térmica y física	Asia	Hidrólisis química y enzimática	Akita, M., <i>et al.</i> (2019).
<b>24</b>	Valorización de piel de anguila marina descartada para extracción de colágeno como biomaterial azul imprimible en 3D para la ingeniería de tejidos	Asia	Hidrólisis química y enzimática	Govindharaj, M., <i>et al.</i> (2019).
<b>25</b>	Fraccionamiento por electro membrana de péptidos antioxidantes dehidrolizados de proteínas de trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) subproductos	América	Hidrólisis enzimática	Suwal, S., <i>et al.</i> (2017)
<b>26</b>	Purificación y caracterización de la enzima convertidor de angiotensinapéptidos inhibidores de gelatina cutánea de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) producido por un reactor de membrana enzimático	Asia	Hidrólisis enzimática	Thuanthong, M., <i>et al.</i> (2017).
<b>27</b>	Propiedades estructurales de la gelatina extraída de desechos de piel de corvina ( <i>Johnius sp</i> )	Asia	Extracción rápida	D Pavan Kumar, M V., <i>et al.</i> (2017)

<b>28</b>	Caracterización de la gelatina obtenida de pieles de unicornio ( Aluterus monoceros ) y bacalao de arrecife ( Epinephelus diacanthus )	Asia	Secado al horno	Renuka, V., <i>et al.</i> (2019).
<b>29</b>	Conversión de desechos de piel de rodaballo en valiosas sustancias funcionales con un efecto de tecnología ecológica de fermentación amigable	Asia	Fermentación	Mondal, S., <i>et al.</i> (2017)
<b>30</b>	Extracción de piel de pez globo por electrodiálisis(Takifugu flavidus): una fuente prometedora de colágeno	Asia	Electrodiálisis	Chen, <i>et al.</i> (2019)

Fuente: Elaboración propia

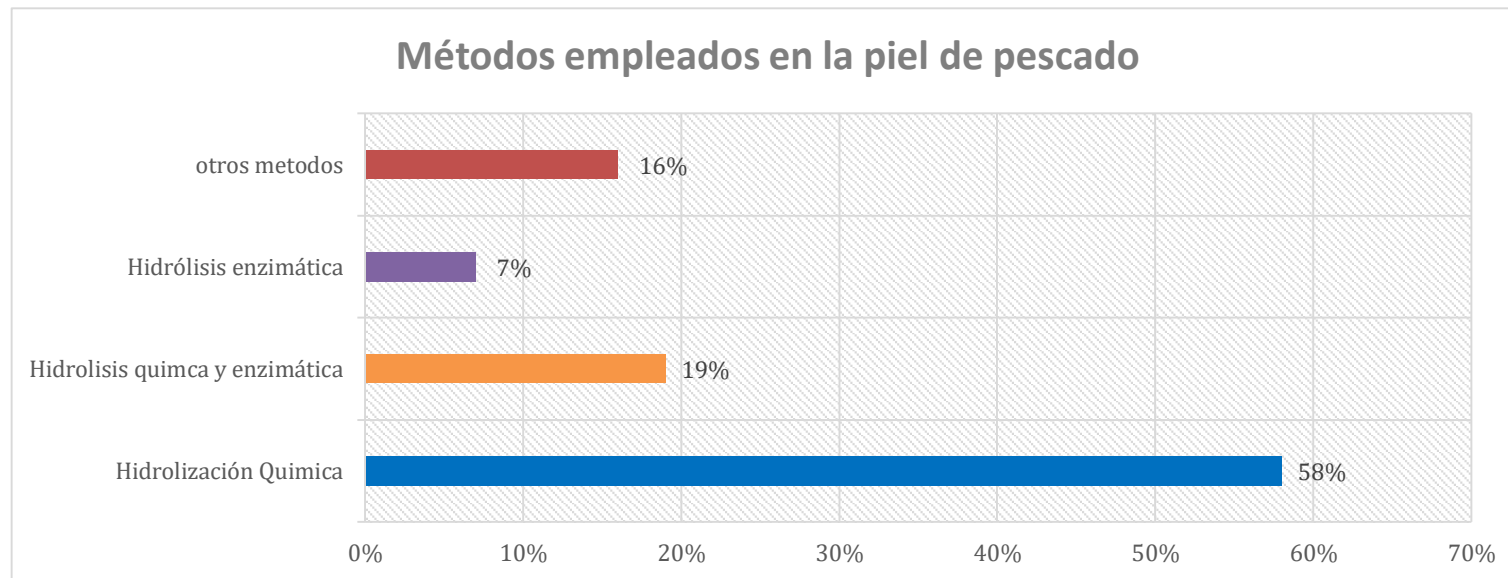


Figura 7. Métodos empleados para el aprovechamiento de la piel del pescado

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.1. Hidrólisis Química

La región geográfica, predominante es el continente asiático 83 % (15 artículos). Este método ha sido empleado por diferentes autores que difieren en algunos procedimientos que serán explicados posteriormente y se muestran en la tabla 6. Los procedimientos del hidrólisis química inician con un pre tratamiento, se lava con abundante agua repetidas veces para eliminar los tejidos adyacentes (Tkaczewska, J., *et al.*, 2018), (Haichao Zhou, *et al.*, 2020), (Leila Ramezanzade a., *et al.*, 2017). En cambio, (Khiari, Z., *et al.*, 2017), (Fan, X., *et al.*, 2020), (Jin, R., *et al.*, 2020), (Menezes, *et al.*, 2020), (Liang, C., *et al.*, 2017), (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018), (Valenzuela-Rojo, RD, López-Cervantes, J., *et al.*, 2020). realiza de frente un tratamiento alcalino con NaOH; del mismo modo (Atef M., *et al.*, 2020), (Beata kaczmarek., *et al.*, 2017), (Ting Zhang, *et al.*, 2020), (Atef M., *et al.*, 2020), (Khiari, Z., *et al.*, 2017), antes de combinarlo con NaOH, troza la piel de pescado y (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018) pasa a lavarlas hasta obtener un pH neutro. (Yan, M., *et al.*, 2020) en cambio, pasa a desgrasar la piel con una solución de alcohol butílico (Atef M., *et al.*, 2020), (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018) y NaOH; (Beata kaczmarek., *et al.*, 2017) desgrasa con acetona y lo precipita por 24h, con ello termina de eliminar pigmentos, (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020) desgrasa con butanol. (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), (Liu, W., *et al.*, 2018), (Ting Zhang, *et al.*, 2020) combina la piel con una solución acética a 0.5 M con una agitación a 4°C por 42h; (Radhika, 2019) con una solución de ácido láctico por 36 h, de ahí ya mezcla con NaOH. (Liang, C., *et al.*, 2017) centrifuga y desgrasa con isopropanol. Así mismo (Bi, C., *et al.*, 2019) primero descongela, en agua de grifo la piel, para luego ser cortada, lavada con agua (Radhika, 2019), (Jin, R., *et al.*, 2020), (Menezes, *et al.*, 2020), (Liang, C., *et al.*, 2017), (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018) ultra pura (Ting Zhang, *et al.*, 2020) y mezclada con etanol (Menezes, *et al.*, 2020) por 24h y ser nuevamente lavadas con agua destilada (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020). (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020) pasa a secarlo y almacenarlo. (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) después de remover las impurezas filtra y añade al filtrado NaCl, lo precipita; (Menezes, *et al.*, 2020) remoja en ácido acético y lo filtra en donde ya obtiene el colágeno.



En el siguiente paso de la extracción, (Haichao Zhou., *et al.*, 2020), realiza una centrifugación (Liu, W., *et al.*, 2018), (Radhika, 2019), (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) con una agitación constante en 24h, utiliza ácido acético (Ting Zhang, *et al.*, 2020) 1M, dializa y liofiliza (Radhika, 2019), (Jin, R., *et al.*, 2020), para así lograr obtener el colágeno (Bi, C., *et al.*, 2019), (Jin, R., *et al.*, 2020). (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) encuba la muestra a 4°C por 24h, y separa esa mezcla por centrifugación. En cambio, (Tkaczewska, J., *et al.*, 2018), después del tratamiento básico, realiza una extracción ácida, (Khiari, Z., *et al.*, 2017), (Bi, C., *et al.*, 2019), (Beata kaczmarek, *et al.*, 2017), (Radhika, 2019), (Leila Ramezanzade a., *et al.*, 2017), (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018), (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020) remojando en ácido (Leila Ramezanzade a., *et al.*, 2017) como alcohol butílico por toda una noche, de ahí lavarlo con agua fría (Fan, X., *et al.*, 2020) y obteniendo la gelatina (Khiari, Z., *et al.*, 2017) que fue recogida por centrifugación a 5000 g por 30 min para ser liofilizada. (Liang, C., *et al.*, 2017), en su extracción acida remojo concentraciones de piel en ácido acético ( Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018), (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020), cítrico, hidro-ácido clorhídrico, láctico, tartárico, fórmico y sulfúrico. (Liang, C., *et al.*, 2017) después lava hasta un pH neutro. (Atef M., *et al.*, 2020), después de desgrasar, sumerge el extraído en NaCl (Liu, W., *et al.*, 2018), (Radhika, 2019), (Menezes, *et al.*, 2020) con pH 7.5. (Menezes, *et al.*, 2020) continua con una precipitación y centrifugación para insolubilizarla con ácido acético y volver a precipitarla y centrifugarla (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020), (Khiari, Z., *et al.*, 2017) para separar la gelatina (Atef M., *et al.*, 2020), realizo la filtración (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018) a 45°C por 18h, (Atef M., *et al.*, 2020) realizó una centrifugación (Liang, C., *et al.*, 2017)) para luego dializar con ácido acético (Fan, X., *et al.*, 2020), (Menezes, *et al.*, 2020), enjugado (Radhika, 2019)) y liofilizado (Menezes, *et al.*, 2020), (Liang, C., *et al.*, 2017), (Fan, X., *et al.*, 2020) añade NaCl (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018), (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020) al sobrenadante, de ahí lo centrifuga (Radhika, 2019) otra vez, combina con ácido acético (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) y dializa (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020) con Na<sub>2</sub>, se lisa con ácido acético y se lava con agua fría para liofilizar el colágeno obtenido (Ting Zhang, *et al.*, 2020), (Liu, W., *et al.*, 2018), (Radhika, 2019), (Menezes, *et al.*, 2020), (Valenzuela-Rojo, *et al.*, 2020), (Beata kaczmarek, *et al.*, 2017) en cambio,

después de utilizar acetato de sodio combina con EDTA y cisteína, de ahí añade papaína, para luego centrifugar la mezcla y recién remojarlas en ácido acético y obtener el colágeno que será congelada y liofilizada (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), (Bi, C., *et al.*, 2019) añade un tipo más de extracción de colágeno por agua caliente, que consiste en remojar en agua ultra pura a 80°C por 6 h, de ahí llevarlo a una incubadora (Radhika, 2019) con agitación de baño de agua a 10rpm. (Leila Ramezanzade a., *et al.*, 2017) para obtener la gelatina (Liang, C., *et al.*, 2017), lava repetidas veces hasta un pH neutro, en el que extrae la piel hinchada en agua destilada y liofiliza. (Arumugam, GKS, Sharma, D., *et al.*, 2018) ajusta su muestra con NaOH, filtra, centrifuga, recoge los sedimentos y lo disuelve en ácido acético para dializarlo y obtener el colágeno en ese medio. (Tkaczewska, J., *et al.*, 2018) también describe una extracción ácido-básico, una vez obtenido la gelatina liofilizada, titula con HCl para obtener un pH 7 y corregir con NaOH, lo encuba a 95°C por 15 min, se enfría en hielo y centrifuga, para preservar las propiedades de la gelatina. (Khiari, Z., *et al.*, 2017) es el único que deshioniza usando perlas Rexyn a la gelatina a 150 rpm, luego lo evapora y liofiliza. (Atef M., *et al.*, 2020) menciona que, para aprovechar todo el colágeno del residuo no disuelto, se debe realizar de nuevo el mismo procedimiento ya descrito.

De todos estos diferentes procedimientos para la extracción del colágeno mediante el método de la hidrólisis química, los artículos que describen la utilización de ácido acético, tienen un menor efecto sobre la triple estructura helicoidal que presenta el colágeno (Bi, C., *et al.*, 2019). Es por ello que (Bi, C., *et al.*, 2019) demuestra en su estudio las comparaciones entre la utilización de ácido acético, extracción por agua caliente y la extracción de hidróxido de sodio para obtener el colágeno.

**Tabla 6.** Procedimientos de extracción de colágeno/gelatina de la piel de pescado-Método de hidrólisis química

PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN DE COLAGENO/GELATINA DE LA PIEL DE PESCADO																																																			
	RE	AG	LA	CO	DSP	AG	ME	RE	FI	AG	LA	CEN	DSE	SE	LA	RE	SE	LA	RE	AG	ME	IN	RE	PRE	DES	ME	FI	IN	CEN	LU	EVA	PRE	CEN	ME	AG	CEN	PRE	DIS	DI	DI	CON	DI	Z	LI	O						
Haichao Zhou., et al. (2020)						NaOH																	AC																									COLAGENO			
Atef M., et al.(2020)							NaOH													AC Y NaCl																							AC Y AD						POLVO DE COLAGENO		
Beata kaczmarek., et al. (2017)													AT													ATNA							AC+GAG																COLAGENO		
Fan, X., et al.(2020)	NaOH																															AC+P		NaCl+sob					AI				LZ(A C)						COLAGENO		
Bi, C., et al.(2019)										AD, EN					AC		AD-80°			NaOH																														COLAGENO	
Ting Zhang, et al. (2020)						NaOH									AC Y AD						PP																													COLAGENO	
Liu, W., et	AC Y PP																			NaCl																															COLAGENO





#### 4.1.2.2. Hidrólisis Química y Enzimática

La región geográfica predominante en la realización de investigaciones sobre el método del hidrólisis química y enzimática para el subproducto piel de pescado es el continente asiático con 83% (5 artículos). Sobre este método se presentaron 6 posturas, que difieren en algunos procedimientos (ver tabla 7). Por ejemplo. (Hosseini, SF., *et al.*, 2017), (Zhu, S., *et al.*, 2019) y (Akita, M., *et al.*, 2019) **inicia** la extracción, aplicando un pre tratamiento a la piel congelada, lo descongela, retira el tejido adherido, pasa a realizar trozos pequeños (Kchaou, H., *et al.*, 2017) y lo lava con agua helada, otros con agua desionizada (Govindharaj, M., *et al.*, 2019). (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) troza la piel en pequeños tamaños, logrando la retención de la humedad en la piel. En cambio, (Ahmed, R., *et al.*, 2018) primero muele la piel y para eliminar el aceite lo lleva a una temperatura de 40°C con Mpa de presión, de ahí pasa a desgrasarlo con NaOH (Kchaou, H., *et al.*, 2017), (Akita, M., *et al.*, 2019), (Hosseini, SF., *et al.*, 2017) en varias repeticiones (Hosseini, SF., *et al.*, 2017) cada 6 h. para luego lavarlas con agua destilada fría hasta que alcance un pH neutro. Kchaou, H., *et al.*, 2017), después de desgrasarlo agita la mezcla por 2h y cambia la solución cada 3 horas, con la finalidad de eliminar las proteínas no colágenas presentes en la piel (Zhu, S., *et al.*, 2019), (Akita, M., *et al.*, 2019), (Hosseini, SF., *et al.*, 2017), (Zhu, S., *et al.*, 2019) pasa a lavar minuciosamente con agua destilada hasta obtener un pH neutro (Hosseini, SF., *et al.*, 2017), y remueve las grasas utilizando alcohol isopropílico, de ahí un nuevo lavado con agua destilada, hasta neutralizar la extracción del colágeno. (Zhu, S., *et al.*, 2019) recoge los sobrenadantes para que estas los lleve al siguiente proceso.

Siguiendo con el proceso de la extracción del colágeno, (Hosseini, SF., *et al.*, 2017), aplica una hidrólisis ácida (Kchaou, H., *et al.*, 2017), (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), en el que remoja la piel en una solución (Kchaou, H., *et al.*, 2017) de ácido acético (Ahmed, R., *et al.*, 2018), (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) o también ser preparadas remojando en glicina HCl y ser llevada a hidrólisis parcial de colágeno T° 25°C (Kchaou, H., *et al.*, 2017), (Hosseini, SF., *et al.*, 2017) prosigue con el lavado con agua destilada hasta un pH neutro, en el que obtiene la gelatina de la piel, la cual lo extrae por destilación y se separó de la gelatina los fragmentos de piel residual utilizando dos capas de papel filtro, para después liofilizarlo. (Ahmed, R., *et al.*,

2018) después lo lleva a una agitación continua (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) por 3 días, pasa a centrifugarlo (Zhu, S., *et al.*, 2019), (Akita, M., *et al.*, 2019), enfría x 12h, precipita y el precipitado se extrae por centrifugación, para así disolverlo en ácido acético 0.5 mol/l, esta solución se dializa con 0.1 mol/l de ácido acético y lava agua destilada (Akita, M., *et al.*, 2019) para luego ser liofilizado. (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), sigue con la filtración y el precipitado separa el colágeno soluble en ácido (ASC). (Kchaou, H., *et al.*, 2017) en cambio mezcla los trozos resultantes con NaOH y lo solubiliza a 50°C por 18h, para después centrifugarla (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), (Akita, M., *et al.*, 2019) y eliminar el material insoluble y liofilizarla. (Zhu, S., *et al.*, 2019) después del centrifugado lo combina con sulfato de amonio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>) y obtener una concentración preparada de 1.5 M con un pH 7.5, esta solución lo dializa con pirofosfato acético de hidrógeno disódico, lo destila y liofiliza. (Govindharaj, M., *et al.*, 2019) después recoge el sobrenadante, añade NaCl (Akita, M., *et al.*, 2019), aísla el colágeno soluble en pepsina (PSC) (Zhu, S., *et al.*, 2019) y dializa con ácido acético (Zhu, S., *et al.*, 2019), y enjuga con agua por 3 días, para liofilizar el colágeno y obtener PSC en polvo. (Akita, M., *et al.*, 2019), después de añadir NaCl al sobrenadante, el precipitado es disuelto en ácido acético, para dializarla y liofilizarla, al residuo de este tratamiento de PSC lo remoja en ácido acético por 3 días, lo encuba y lo centrifuga (Zhu, S., *et al.*, 2019), para luego añadir NaCl al precipitado y disolverlo en ácido acético (Zhu, S., *et al.*, 2019), finalmente dializarlo con ácido acético a una menor concentración 0.1 m y agua destilada y lo liofiliza. Para la extracción de la proteína se realiza una trituración con un molinillo y se homogeniza con agua destilada en un pH 11.0 ajustando con NaOH 2m, esta mezcla se incuba con agitación, se centrifuga (Zhu, S., *et al.*, 2019) y se trata con HCl, se seca en un horno para desnaturalizar el colágeno triple, se centrifuga, se ajusta el pH con NaOH 2M y al filtrado se liofiliza, obteniendo la proteína (Kchaou, H., *et al.*, 2017).

En el último proceso, (Hosseini, SF., *et al.*, 2017) realiza una hidrólisis enzimática, disolviendo la gelatina liofilizada en agua destilada, lo somete a una hidrólisis enzimática utilizando alcalasa (enzima) en un pH 8 a 50°C, la enzima se inactiva al calentar la mezcla en un baño de agua a 90°C por 10 min, se centrifuga y almacena a -80°C. Para tratar los residuos de este proceso se lava con agua destilada, mezcla

con un amortiguador y agita continuamente, para después de 48 h. centrifugarla por 50 min, pasar a dializarla (Zhu, S., *et al.*, 2019) con 01 mol/l de ácido acético y agua destilada, finalmente liofilizarla (Ahmed, R. *et al.*, 2018), (Zhu, S., *et al.*, 2019). En la extracción ácido pepsina, se remoja con ácido acético, centrifuga, se extrae el ácido acético de la pepsina, se centrifuga y liofiliza y se extrae la proteína (Zhu, S., *et al.*, 2019)

Los procedimientos que se describieron anteriormente, son más extensos debido a que se realizan dos métodos para la extracción del colágeno, gelatina o proteína de la piel de pescado. Pues el uso de enzimas favorece la obtención de estos. Es por tal que la descripción y comparación de estas extracciones deben estar presentes en los procedimientos. (Zhu, S., *et al.*, 2019) establece esas diferencias y similitudes al extraer la proteína y (Ahmed, R., *et al.*, 2018) demuestra el rendimiento del colágeno en soluciones de pepsina y ácidos.



**Tabla 7. Procedimientos de extracción de colágeno/gelatina-método de hidrolisis química y enzimática**

PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCIÓN DE COLAGENO/GELATINA-METODO DE HIDROLISIS QUÍMICA Y ENZIMÁTICA																													
	LA	DE S	C O	L A	RE	A G	LA	RE	DS G	S O L	RE	A G	L A	P RE	R E	A G	FIL	CE N	L A	A G	CE N	M E	R E	CE N	DI	DIA	LI O		
Ahmed, R., et al. (2018)											Na Cl		A D		A C							Na Cl			A C	AC+AD		COLAGENO	
Zhu, S., et al. (2019).			M D		Na OH																							COLAGENO	
					AC+PP																								
					AC													X2											
Govindharaj, M., et al. (2019)					AC												GA+NaCl					Na Cl				AC+AD	X2	COLAGENO EN POLVO	
Akita, M., et al. (2019).					Na OH															A C		Na Cl			A C	AC+AD		COLAGENO TIPO 1	
Hossein, SF., et al. (2017)					Na OH		A D	AC					A D				PF	LI O		D I		HI		TR			CE N	GELATINA	
Kchaou, H., et					Na OH		GL -						CE N					LI O	T R I	H O	A G	CE N	R E	TR	CE N	FIL		GELATINA	



<b>LA:</b>	LAVADO
<b>DES:</b>	DESIONIZADO
<b>CO:</b>	CORTADO
<b>RE:</b>	REMOJO
<b>AG:</b>	AGITACIÓN
<b>DSG:</b>	DESENGRASADO
<b>TRI:</b>	TRITUACIÓN

<b>SOL:</b>	SOLUBILIZACIÓN
<b>PRE:</b>	PRECIITACIÓN
<b>FIL:</b>	FILTRACIÓN
<b>CEN:</b>	CENTRIFUGACIÓN
<b>ME:</b>	MEZCLA
<b>RE:</b>	REPOSO
<b>HO:</b>	HOMOGENIZACIÓ

<b>DI:</b>	DILUCIÓN
<b>DIA:</b>	DIALIZACIÓN
<b>LIO:</b>	LIOFILIZACIÓN
<b>PP:</b>	PEPSINA
<b>AD:</b>	AGUA DESTILADA
<b>AC:</b>	ACIDO ACETICO
<b>TR:</b>	TRATAMIENTO TÉRMICO

<b>MD:</b>	MOLIDO
<b>GL:</b>	GLICINA
<b>PF:</b>	PAPEL FILTRO
<b>GA:</b>	GASA
<b>HI:</b>	HIDRÓLISIS

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.2.3. Hidrólisis Enzimática

El método de la hidrólisis enzimática, es el método más amigable con el medio ambiente, pues en su proceso de extracción del colágeno o proteína, no resulta ser tan rentable, es así que la región geográfica que ha realizado estudios sobre este método es el continente americano y asiático (1;1; artículos). El procedimiento se inicia con la homogenización de la piel con agua destilada (Suwal, S., *et al.*, 2017), otros con el colágeno ya aislado lo disuelven en agua destilada y son llevados para la hidrolisis (Thuanthong, M., *et al.*, 2017); se agrega la enzima Alcalase (Suwal, S., *et al.*, 2017)., cuando la solución se calentó y este en un pH de 8.0 (Thuanthong, M., *et al.*, 2017); centrifuga y almacena a -20 °C la proteína (Suwal, S., *et al.*, 2017), (Thuanthong, M., *et al.*, 2017) procede con la liofilización y se mantienen a temperaturas bajas -20° hasta su uso (Ver figura 8).

De estos dos procedimientos de extracción de la proteína de la piel de pescado (Suwal, S., *et al.*, 2017) demuestra más a fondo el proceso a seguir en la hidrólisis enzimática, por la que es el más recomendado.

PROCEDIMIENTOS DEL HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA-PIEL DEL PESCADO											
	HOMOGENIZACIÓN	DILUCIÓN	HIDRÓLISIS	TITULACIÓN	TRATAMIENTO TÉRMICO	CENTRIGUGCIÓN	MEZCLA	PRE-HIDROLIZADO	LIOFILIZACIÓN	REPOSO	
Suwal, S. et al. (2017)	✓	✓	✓ Alcalaza	X	✓ 95°C	✓	X	X	X	X	➔ PROTEÍNAS
Thuanthong, M. et al. (2017).	X	✓	✓	✓ PH 8.0	X	X	✓ Alcalaza	✓	✓	✓	➔ COLÁGENO

Figura 8. Procedimiento del método de hidrólisis enzimática para la obtención de proteínas/colágeno de la piel del pescado.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.4. Otros métodos

La región geográfica predominante en la realización de otros métodos para el aprovechamiento de la piel del pescado es el continente asiático (100%), estos estudios se enfocaron en obtener la gelatina, proteína y posibles usos de tratamiento de aguas. Entre los métodos empleados está el secado al horno (Renuka, V., *et al.*, 2019), extracción rápida (D Pavan Kumar, *et al.*, 2017), fermentación (Mondal, S., *et al.*, 2017) y electrodiálisis (Chen, *et al.*, 2019). El método de la extracción rápida y el de secado al horno son similares en algunos procesos, el primero realiza un pre tratamiento con NaCl, pero antes se descongela y corta, de ahí se lava 2 veces, se agita y se seca a T° ambiente (D Pavan Kumar, *et al.*, 2017) y el segundo realiza un lavado para luego sumergirlo en NaOH hasta obtener un pH neutro (Renuka, V., *et al.*, 2019). En el primer caso las pieles lavadas se agitan suavemente y son llevados al extractor de calor (D Pavan Kumar, *et al.*, 2017), el segundo es mezclado con ácido fosfórico y enjuagado hasta un pH 7, posteriormente es mezclado con agua potable y llevado a un agitador, para luego ser filtrado, centrifugado, los sobrenadantes se secan y se obtiene la gelatina (Renuka, V., *et al.*, 2019), (D Pavan Kumar, *et al.*, 2017) en cambio espera q se enfríen para pasar a centrifugarlo, se filtra y liofiliza conectado a una bomba de vacío para finalmente ser almacenados en recipientes herméticos (D Pavan Kumar, *et al.*, 2017). De estos dos métodos, el secado al horno muestra mejores resultados al momento de obtener la gelatina (Renuka, V., *et al.*, 2019), así mismo este método es comparado con la hidrólisis química.

Con respecto al método de la Fermentación, estos utilizaron piel fermentado, para el cual prepararon un cultivo de semillas donde quepa la piel, lo calentaron a baño maría, lo homogenizaron, esterilizaron en un autocable. De ahí pasaron a preparar la cepa *Aspergillus oryzae* OAY1, estos fueron inoculados en medio de la piel estableciendo condiciones como 30° C a 180 rpm por 48 h. se agrega las semillas y se incuba por 168h a 30°C para después ser filtradas y centrifugadas, finalmente se obtiene que la piel fermentado tiene una gran cantidad de proteínas solubles y solubles en ácido (Mondal, S., *et al.*, 2017).

Como último método que cumplió con las categorías de selección, la electrodiálisis nombrada por el autor del artículo, este método se asemeja a la hidrólisis química

con la diferencia que inicialmente realiza una incubación de la piel en bicarbonato de sodio con agitación, lo enjuaga hasta llegar a un pH neutro, lo hidroliza en ácido acético centrifuga, para eliminar impurezas, lo sala con NaCl, vuelve a centrifugar, el precipitado es disuelto en ácido acético y obtiene una solución de colágeno, añade la purificación mediante la electrodiálisis equipado con membranas de intercambio catiónico de polipropileno, finalmente el colágeno se liofilizaron y se almacenaron, siendo este método de extracción, más rentable y amigable con el ambiente, pues presento una reducción del 95% de aguas residuales, con un rendimiento de 67.3.

#### 4.2. Características del subproducto piel y escamas.

Los resultados que se encontraron dentro los 51 artículos se identificó que el 58% (30 artículos) eran pertenecientes al uso de las pieles y el 42% (21 artículos) eran escamas como se muestra en la figura 9, los cuales al ser extraídos fueron usados para sus diferentes aplicaciones industriales, farmacéuticas, cosméticas y alimentarias, así como médicas. Por su alto valor en colágeno, gelatina e hidroxiapatita entre otros.

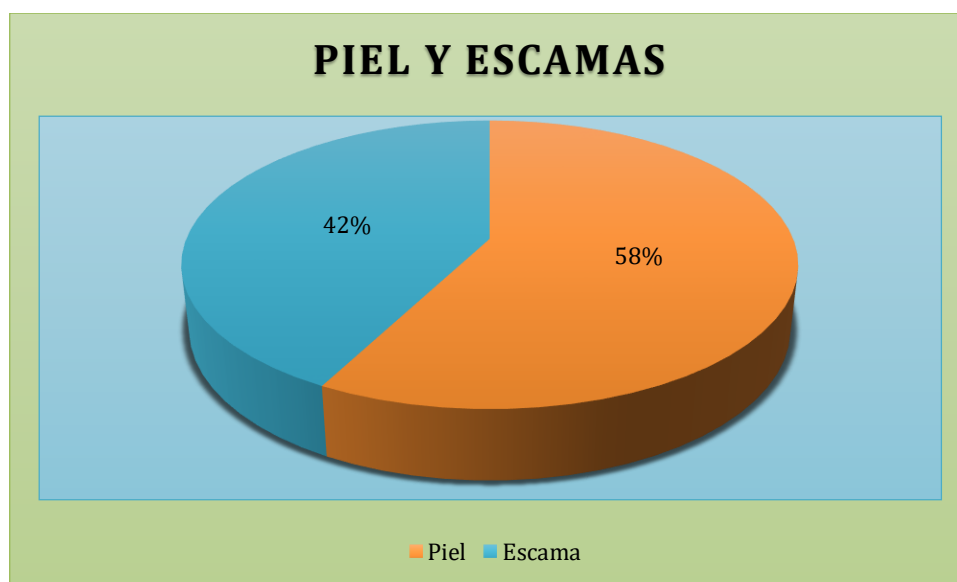


Figura 9. Características del sub producto piel y escamas

Fuente: Elaboración propia

(Muhammad, N., *et al.*, 2017), (Wang, JK., *et al.*, 2017), (Pal, GK y Suresh, PV, 2017) y (Feng, X., *et al.*, 2020) y (Chen, K., *et al.*, 2019), demostraron que el colágeno al ser extraído adquiere la apariencia de una hoja (figura 10), tras los análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM).

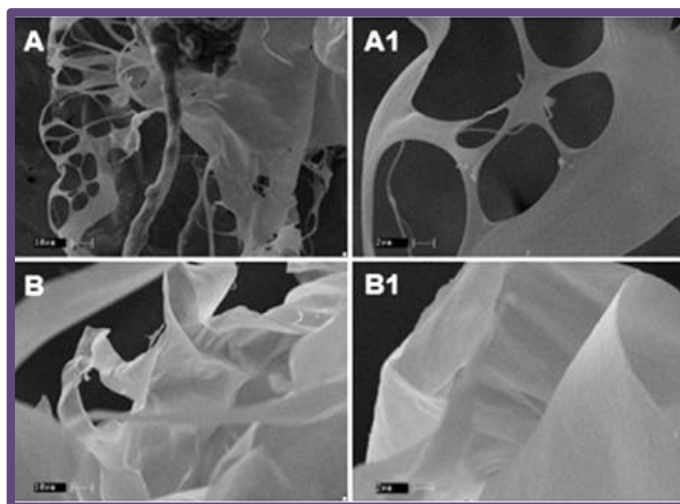


Figura 10. Micrografías electrónicas de barrido de colágenos liofilizados (adaptado de Pal,GK y Suresh,2017)

Fuente: Elaboración propia

También, (Muhammad, N., *et al.*, 2017), (Wang, JK., *et al.*, 2017), (Pal, GK y Suresh, PV, 2017) y (Feng, X., *et al.*, 2020) se demuestra que la fibrilógenesis ocurre en todos los colágenos, solo que esto depende de la especie del pescado. Los colágenos que mostraron tener un fibrillar gruesa, fueron especies de agua dulce (Pal, *et al.*, 2017), (Muhammad, N., *et al.*, 2017), (Wang, JK., *et al.*, 2017), (Chen, K., *et al.*, 2019), pues varían entre delgadas y gruesas como se muestra en la (figura 11). El fibrillar es importante pues sirve como soporte rígido para el colágeno, por ello se requiere un análisis SEM, cabe decir que es una propiedad favorable para la biomedicina.

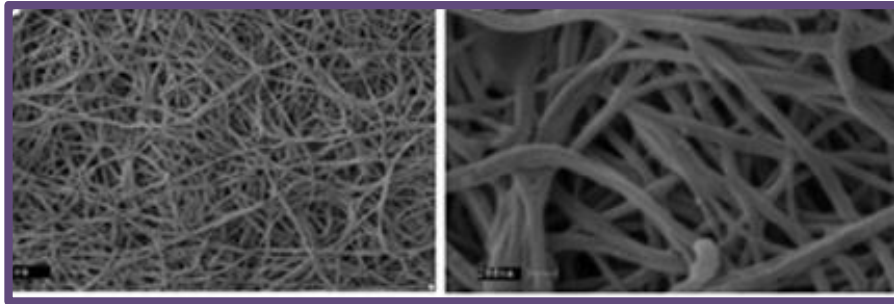


Figura 11. Fibrillas de colágeno ensambladas in vitro (adaptado de Pal, GK y Suresh, PV,2017)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1. Utilización del colágeno

Atef M. et al (2020), hace mención que la mayoría de los subproductos son ricos en proteínas obtenidas del procesamiento del pescado, especialmente la piel y huesos pueden ser utilizados como andamios y soportes, debido a sus atributos deseables baja antigenicidad, alta biodegradabilidad, biocompatibilidad y potencial incitador del crecimiento celular, comparado con el estudio realizado por (Kaczmarek, B., et al., 2020) que también usa piel para extraer colágeno y así fabricar andamios bicapa siendo excelente en su biocompatibilidad, con una capacidad de originar la proliferación y su restauración celular. Encontrando así similitud en estos artículos debido a que la utilización de pieles es importante para elaborar materiales como andamios por su compatibilidad y degradabilidad que presenta, así como su alto contenido de colágeno.

Por otro lado, (Teshale, F., et al., 2019), emplea las escamas de pescado para usarlo como bioadsorbente, encontrando una adsorción de cromo del 99, 75% utilizando 0.8 g de bioadsorbente en comparación con el estudio de (Achieng, George O., et al., 2019) que empleo 0.1g de adsorbente de las escamas de pescado para remover el 77% del índigo carmín un tinte de soluciones acuosas, demostrando así, la diferencia que presenta (Teshale, F., et al., 2019), encontrando una mejor adsorción del 99.75%. Así mismo (Ooi J., et al., 2017), Indicaron con éxito el secuestro del tinte azoico hechas de escamas de pescado con una concentración de 4g/L presento un rendimiento de adsorción del 95.35%, significando que es un gran potencial las escamas de pescado como

bioadsorbentes y muy rentable para las industrias que liberan sus efluentes con este tipo de tintes.

Monami Akita, *et al.* (2019), menciona que purificaron colágeno por pepsina y ácidos usando piles de mahi mahi (pez dorado) señalando experimentalmente que el colágeno de la piel del dorado presenta una alta estabilidad física obteniendo así colágeno tipo I, el cual presenta similitud con el estudio de (Ahmed, R., *et al.*, 2017), que obtuvo colágeno tipo I extrayendo con tratamiento de ácido y pepsina bacterianas de la piel del atún patudo, con un rendimiento del 188 g/kg presentando un mayor rendimiento en comparación a una extracción ácida sola con un rendimiento 134,5 g/kg. A diferencia del colágeno tipo I extraído de las escamas de carpa Catla que presenta un rendimiento de 38,21 mg/g empleando los mismos métodos para su extracción según (Gaurav Pal y Suresh, 2017).

Para la fabricación de andamios a partir de desechos de pescado se utiliza el colágeno, quitosano, hidroxapatita y gelatina como nos menciona (Radhika Rajasree.SR., *et al.*, 2016), que emplea el colágeno con un rendimiento del 17,7%, quitosano y la gelatina un rendimiento del 1,2% extraídos de piel del pargo, mezclando colágeno y solución de gelatina liofilizadas y reticuladas, presentando una porosidad de 81,02% la mezcla de gelatina-colágeno, la mayor densidad presento el andamio gelatina-colágeno-quitosano 0.0522 g/cm<sup>3</sup> y la capacidad de hinchamiento lo tiene la gelatina-quitosano con un 67%.

#### **4.3. Aplicaciones de los subproductos piel y escamas del pescado**

Resultados de las aplicaciones exitosas según base de datos, ver Anexo 3.



## APLICACIONES EXITOSAS DE LA ESCAMA Y PIEL

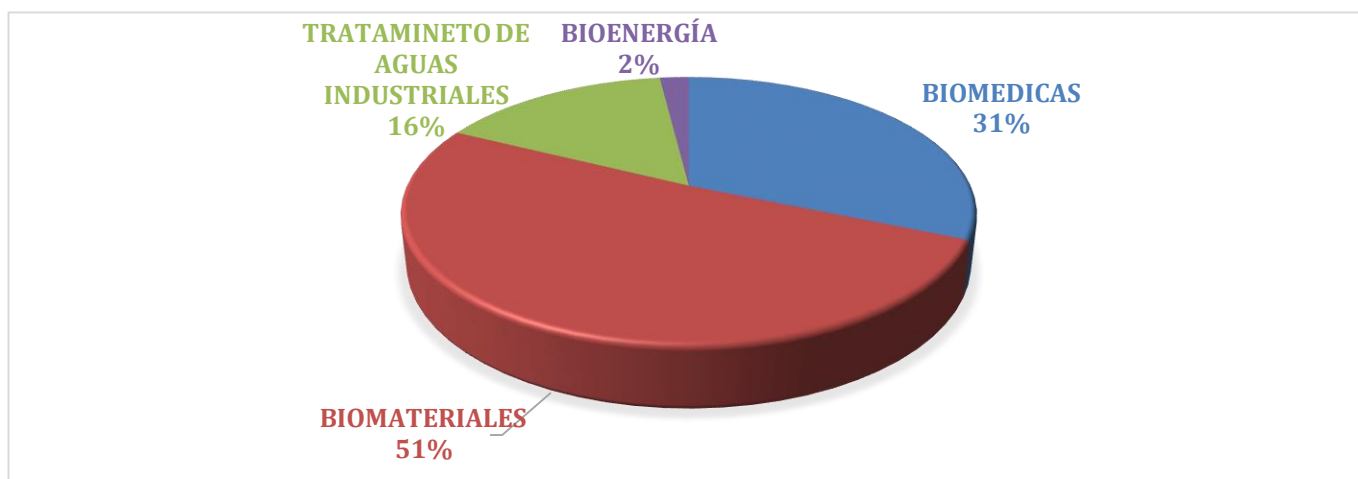


Figura 12. Porcentaje de las aplicaciones exitosas que se emplearon los subproductos

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°12, se muestra las aplicaciones exitosas reportadas por los artículos elegidos, observándose a biomateriales con un 51%, viene a ser la más resaltante, con la obtención de colágeno y gelatina como materia prima ya sea para elaboración de medicamentos farmacéuticos o material de envasado de alimentos utilizándose para fines de conservación (Liang, C., *et al.*, 2017), en comparación con los resultados de (Hosseini, SF., *et al.*, 2017), menciona que para mejorar los problemas relacionados con la aplicación directa de estos péptidos antioxidante en los alimentos se utilizaría un nano portador liposomal para la encapsulación de fracción peptídica de gelatina presentaría un enfoque útil en la oxidación de los alimentos, del mismo modo (Renuka, V., *et al.*, 2019) presenta un estudio similar con piel de unicornio extrayendo gelatina que se podría usar como alternativa de varios compuestos utilizados ya sea en alimento u otro tipo de industrias, por el cual mejoraría sus propiedades funcionales.

También se identificó el uso de la piel del pez globo, fue extraído colágeno encontrando valores por debajo de los límites permitidos por las normas nacionales chinos con un valor de 10 MU/g considerándose no tóxico, permitiendo al colágeno del pez globo sea seguro para el uso en alimentos materias primas, y en los cosméticos (Chen, *et al.*, 2019), presenta una similitud con el estudio de (Ting Zhang, *et al.*, 2020), manifestando que las emulsiones estabilizadas con la gelatina elaboradas a base de piel de tilapia demuestran aplicaciones prometedoras en

cuanto a las bebidas alimenticias, al igual que (Liang, C., *et al.*, 2017), revela que la agregación de esculina a la gelatina extraída del esturión se puede usar como material para envasar medicamentos, así como envasado de alimentos.

Según la revisión encontramos como resultado en aplicaciones exitosas a biomédicas en un 31% con el uso de hidroxapatita y colágeno, el cual se ha elaborado hidrogeles, andamios y parches con estos componentes como lo menciona (Govindharaj, M., *et al.*, 2019), que todos los hidrogeles hechos de colágeno de piel de anguila presenta una mayor proliferación celular y actividad metabólica en comparación con otros hidrogeles únicamente con alginato, comparando con (Fan, X., *et al.*, 2020), que extrajo colágeno de la piel de tilapia determina que los hidrogeles preparados a base de este colágeno se puede usar para los tratamientos de tumores haciendo uso en las terapias del cáncer.

Los andamios elaborados de colágeno y glicosaminoglicanos presentan biocompatibilidad y proliferación celular determinando así un potencial en las aplicaciones biomédicas (kaczmarek, B., *et al.*, 2017), en comparación con (Liu, W., *et al.*, 2017), (Athinarayanan, J., *et al.*, 2020), la hidroxapatita tiene a ser biocompatible permitiéndole ser un componente de los andamios, presenta similitud con el estudio de (Wang, JK., *et al.*, 2017), al elaborar parches de colágeno demostró la biocompatibilidad en sus diferentes parches que puede ser utilizado en el tratamiento de enfermedades relacionadas con la inflamación.

En el tratamiento de aguas residuales de las industrias (Teshale, F., *et al.*, 2019), menciona el bioadsorbente elaboradas de las escamas de pescado es un gran potencial para la eliminación del cromo (III) de las aguas residuales de curtiduría, removiendo un 99,75% en un pH 5, presenta similitud con el estudio de (Liaw, B.-S., *et al.*, 2020), que mostró la eliminación de iones de metales pesados de plomo (II) alcanzando una eliminación del 70% utilizando bioadsorbentes. Del mismo modo (Ooi, J., *et al.*, 2019), demostró las condiciones para el eliminar el tinte AB113 con una dosis de 4 g/L y un pH de 6 en la adsorción con escamas de pescados mixtos, siendo una alternativa de bajo costo para eliminar los tintes de los efluentes textiles (Niero, G., *et al.*, 2019).

## V. CONCLUSIONES

Se determinó que el 45% artículos revisados son del método de la hidrólisis química, 16% del método de la adsorción. Se concluye que para hallar el colágeno, gelatina y proteínas de la piel del pescado el método óptimo a utilizar es la hidrólisis química; para la escama del pescado el método más eficiente es la adsorción.

Los subproductos más utilizados fueron las pieles por ser ricos en proteínas obtenidas del procesamiento del pescado, debido a su alto contenido de colágeno y sus atributos deseables, baja antigenicidad, alta biodegradabilidad, biocompatibilidad y potencial incitador del crecimiento celular. presentando un mayor rendimiento de 188 g/kg. a diferencia del colágeno tipo I extraído de las escamas de carpa Catla que presenta un rendimiento de 38,21 g/kg empleando el mismo método.

El aprovechamiento de los subproductos del pescado tiene efectos medioambientales positivos, estos se utilizan en tratamientos de aguas residuales de las industrias utilizando las escamas de pescado con el método de adsorción mediante la eliminación del cromo (III) de las aguas residuales de curtiduría, removiendo un 99,75% en un pH 5, así mismo eliminando tintes azoicos de los efluentes textileras significando una alternativa de bajo costo para dicha eliminación.

## VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

- Determinar costos de los insumos, materiales y equipos a utilizar en extracción y análisis de los subproductos piel y escamas del pescado.
- Determinar si el tipo de pescado influye en el rendimiento del colágeno y gelatina.
- Estimar el rendimiento obtenidas de fuente de colágeno, hidroxiapatita o gelatina para una mejor investigación.
- De todos los artículos analizados si se quisiera realizar un trabajo sobre utilización de las escamas y ponerlo en marcha se recomendaría utilizar el método de adsorción siguiendo las metodologías de **Ooi, J., et al. (2019)** y **Teshale, F., et al. (2019)**, y para la piel del pescado la metodología de **Bi, C., et al. (2019)**.

## REFERENCIAS

ACHIENG, George O., *et al.* Preparation, characterization of fish scales biochar and their applications in the removal of anionic indigo carmine dye from aqueous solutions. *Water Science and Technology*, 2019, vol. 80, no 11, pp. 2218-2231.

AIT, BOULAHSEN M., *et al.* Optimization and characterization of gelatin and chitosan extracted from fish and shrimp waste. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences [online], January-May 2018. vol. 37, 02006 [cited: 30-05-2020]

Available from: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183702006>

AFIFAH A., *et al.* Utilisation of fish skin waste as a collagen wound dressing on burn injuries: a mini review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [online]. January-October 2019. Vol.335. [cited 2020-04-23], Sci. 335 012031

Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/335/1/012031>.

AHMED, R., *et al.* (2018). Application of bacterial collagenolytic proteases for the extraction of type I collagen from the skin of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) [online]. *LWT*. 2018, vol. 89, pp. 44–51. [cited 2020-09-23]

Available from: doi: 10.1016 / j.lwt.2017.10.024

AKBAY, İsmail, *et al.* Using fish scales (*Sardina pilchardus*) within ethylene-propylene-diene ter monomer rubber as bio-based filler. *Journal of Applied Polymer Science*, 2018, vol. 135, no 39, p. 46698. [cited 2020-09-24]

AKITA, Monami, *et al.* Biochemical study of type I collagen purified from skin of warm sea teleost Mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), with a focus on thermal and physical stability [online]. *Journal of Food Biochemistry*. 2019, Volume43, Issue11. [cited 2020-09-24]

Available from: doi: 10.1111 / jfbc.13013

ARAUJO, Miguel. Aplicaciones del análisis crítico y principales métodos existentes. Revista biomédica Madwave, 12 (2): 1, Febrero 2012.

ISSN: 0717-6384

ARADHYULA, T., *et al.* (2020). Compounding and the mechanical properties of catla fish scales reinforced-polypropylene composite—from biowaste to biomaterial [online]. Advanced Composite Materials. 2020. Vol. 29, issue 2, pp.115-128,doi: 10.1080 / 09243046.2019.1647981

ARUMUGAM, GKS, *et al.* Extraction, optimization and characterization of collagen from sole fish skin [online]. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2018, vol. 9, pp 19-26. [cited 2020-09-23]

Available from: doi: 10.1016 / j.scp.2018.04.003

ARIAS Fidias G. El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica. 6° ed. Caracas - Venezuela: Editorial Episteme, 2012. 66-67 pp. ISBN: 8900785299

ATHINARAYANAN, Jegan, *et al.* Simultaneous fabrication of carbon nanodots and hydroxyapatite nanoparticles from fish scale for biomedical applications [online]. Materials Science and Engineering: C. 2020, Volume 117, s/p. [cited 2020-10-20]

Available from: doi: 10.1016 / j.msec.2020.111313

ATEF Maryam, *et al.* Biochemical and structural characterization of sturgeon fish skin collagen (Huso huso). [online]. J Food Biochemistry 2020 Aug; vol. 44 (8) s/p. [cited 2020-09-23]

Available from: doi: 10.1111/jfbc.13256.

BHAGWAT, P. K., y DANDGE, P. B. Isolation, characterization and valorizable applications of fish scale collagen in food and agriculture industries. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology [online] July 2016 vol. 7, pp. 234–240. [cited: 24-06-2020]

Available

from:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S187881811630092>

[5](#)

BI, C., *et al.* (2019) Effect of extraction methods on the preparation of electrospun/electrosprayed microstructures of tilapia skin collagen. [online] *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2019, Volume 128, Issue 2, Pages 234-240 [cited: 24-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.jbiosc.2019.02.004

CABILDO Pilar *et al.* *Reciclado y tratamiento de residuos*. Universidad Nacional de educación a distancia Madrid, 2008. 390 pp. ISBN: 9788436260069

CASTELLS Xavier. *Reciclaje de residuos industriales*. Editorial Díaz de Santos. Cata. Barcelona- España. 2000. 59 pp. ISBN 9788479784379

CHEN, Junde, *et al.* Electrolysis Extraction of Pufferfish Skin (*Takifugu flavidus*): A Promising Source of Collagen [online]. *Marine drugs*. 2019, vol. 17, p. 25 [cited 28-10-2020]

Available from: doi:10.3390/md17010025

CHEN, Kangni, *et al.* Modification of gelatin hydrolysates from grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) scales by Maillard reaction: Antioxidant activity and volatile compounds [online]. *Food Chem.* 15; 295: pp 569-578 [cited 28-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.foodchem.2019.05.156

CRUZ, Phoco; SONIA, Magali. *Uso de cuatro niveles de ensilado de pescado en la dieta de cuyes (Cavia porcellus), sobre su rendimiento productivo en la etapa de engorde*. 2019.

Disponible

en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14855/Phoco%20Cruz%2c%20Magali%20Sonia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Degussa Health & Nutrition Holding France SAS. Procedimiento para preparar gelatina de pescado. España. 2 166 636, 16.04.2002 [fecha de consulta: 11 de mayo del 2020] Disponible en: [https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES5440421&\\_cid=P22-KA4JPF-24562-1](https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES5440421&_cid=P22-KA4JPF-24562-1)

DE MELO Weruska *et al.* Aproveitamento De Resíduos De Pescado: O Artesanato Com Escamas De Peixe. Revista Ciência Em Extensão [en línea]. 2016.Vol.12, nº2 [fecha de consulta: 21 de abril de 2020], pp.8-17 Disponible en: [https://ojs.unesp.br/index.php/revista\\_proex/article/view/1239](https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1239)

ISSN: 1679-4605

DIOGO Gabriela, *et al.* Marine Collagen/Apatite Composite Scaffolds Envisaging Hard Tissue Applications. Marine drugs [online]. June-August 2018. vol. 16, num. 8, 269 pp. [cited 31-05-2020]

Available from: <https://www.mdpi.com/1660-3397/16/8/269#cite>

Deb, P. y Deoghare, AB . Effect of Acid, Alkali and Alkali–Acid Treatment on Physicochemical and Bioactive Properties of Hydroxyapatite Derived from Catla catla Fish Scales. [online]. Arab J Sci Eng 44, pp 7479–7490 [cited 15-09-2020].

Available from: doi: 10.1007 / s13369-019-03807-9

DOMÍNGUEZ, Martha Lilia Parra; RODRÍGUEZ, Isías Iván Briceño. Aspectos éticos en la investigación cualitativa. [en línea]. 2010. [consultado el 25 de junio de 2020].

Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54032954/apa\\_etica.pdf?1501616397=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAspectos\\_eticos\\_en\\_la\\_investigacion\\_cual.pdf&Expires=1593135880&Signature=qjCwBChToYYjq9y24DJX3G](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54032954/apa_etica.pdf?1501616397=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAspectos_eticos_en_la_investigacion_cual.pdf&Expires=1593135880&Signature=qjCwBChToYYjq9y24DJX3G)



[U~eXhZ6SCoy5i5HeYNeELh8fqI5rvA-  
eJfZne3s9yP406FRSGAfRxmATdNqCE7IZuqhMRvIZLyAUU8OUB8POF  
AcRqD96RsZ4dw8h5vxoS3YF~~fs0bp~-qOxf-RCKtNVxhEEaD-  
EfmCuf3WIsEov4aoyRm-  
X1SQMFJEQgCTrWq09jTZwv9oMsom1miSMiul4TqlwZ6Q7r-  
JLIYC9uldjDT6mXnNVLBc143aXz308l1EAK5GxYAKQ6n2toodaRLCtCbF  
zzVNB~W23JTLIUmnL6l9Z0YIE6hkYqMsTW56Gr03~w8dBOzGteN6e5o  
Suhsw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.111261)

Eiras, BJCF; Medeiros Júnior, EF; Alves, MM. Development of an artisanal tanning method of the acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) skin and its transfer through a workshop to a community in the city of Bragança, PA, Brazil. *Semina: Ciências Agrícolas*, Londrina [online], mar./abr. 2015. v. 36, n. 2, p. 1123-1134 [cited 30-05-2020].

Available from: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.111261>

ISSN: 1679-0359

ELLIOTT, Diane. Integumentary System. En su: *Publication of an organization other than the use geological survey, USA*. Academic Press. 2000. p. 95-108.

FAN, X., *et al.* Development of tilapia collagen and chitosan composite hydrogels for nanobody delivery, [online]. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2020, vol. 195, 111261 ISSN 0927-7765 [cited 30-09-2020]. Available from: doi: 10.1016 / j.colsurfb.2020.111261

FENG, X., *et al.* Preparation of aminated fish scale collagen and oxidized sodium alginate hybrid hydrogel for enhanced full-thickness wound healing [online]. *Int J Biol Macromol*. 2020, vol. 164 pp. 626-637 7765 [cited 30-09-2020].

Available from: doi: 10.1016 / j.ijbiomac.2020.07.058

Ferreira, I., Urrutia, G. y Alonso, P. Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. Revista Española de Cardiología. 2011. 64(8), 688-696.

Fijul SM., Ur Rashid Taslim y Negulescu Ioan. Gelation of Textile Dye Solution Treated with Fish Scales. Gels MDPI AG [online]. June-july 2019. vol. 5 issue 3, 37 pp. [cited 30-05-2020].

Available from:  
<https://doaj.org/article/d5df9a6e8ace43d99a4ddc4b8cd384bd>

ISSN: 2310-2861

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Acuicultura. [en línea]. 2020. [consultado el 25 de junio de 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Producción y utilización del ensilado de pescado Manual sobre cómo convertir los desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante. Roma. [en línea]. 2018. [consultado el 25 de junio 2020].

Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=5vtqDwAAQBAJ&pg=PA14&dq=el+ensilado&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiAvuHBwK\\_pAhXhmeAKHUfXDPUQ6AEIODA C#v=onepage&q=el%20ensilado&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=5vtqDwAAQBAJ&pg=PA14&dq=el+ensilado&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiAvuHBwK_pAhXhmeAKHUfXDPUQ6AEIODA C#v=onepage&q=el%20ensilado&f=false)

ISBN 9789251306055

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). El estado mundial de la pesca y la agricultura. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. 6.<sup>ta</sup> ed. Roma, 2018. 220 pp.

ISBN: 9789251306888

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Pesca de captura, Escuelas de Campo y de Vida para Jóvenes Agricultores – Guía del facilitador. [en línea]. 2014. [consultado el 25 de junio 2020].

Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3584s.pdf>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries N°. 4 Suppl. 2 Rome. 2003. 112 pp. [cited 2020-05-05].

Available from: <http://www.fao.org/3/y4470e/y4470e00.pdf>)

GIRALDO German, LOANGO Nelsy y MEJÍA Clara. Laboratorio de bioquímica una visión práctica. Ediciones Elizcom. Armenia-Colombia, 2010. 91 pp.

ISBN: 9789589932568

GOVINDHARAJ, M., *et al* (2019). Valorization of discarded Marine Eel fish skin for collagen extraction as a 3D printable blue biomaterial for tissue engineering [online]. Journal of Cleaner Production. September 2019, Volume 230, 1, Pages 412-419 [cited 2020-09-25].

Available from: doi: 10.1016 / j.jclepro.2019.05.082

GOODIER Chris, AUSTIN Simon, SOETANO Robby y DAINY Andrew. Causal mapping and scenario building with multiple organisations. Futures, [online].2010, vol. 42, no 3, p. 219-229. . [cited 2020-05-05].

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001632870900181>

5

GOUGH, David, OLIVER, Sandy and THOMAS, James. An introduction to systematic reviews. Teller Road Thousand Oaks, California. 2012. 16 pp. ISBN 9781849201803.

GUBA, Egon G.; LINCOLN, Yvonna S. Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. ECTJ, 1982, vol. 30, no 4, p. 233-252. [accessed June 25, 2020].

Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02765185>

HALGAMUGE, Malka N. The use and analysis of anti-plagiarism software: Turnitin tool for formative assessment and feedback. Computer Applications in Engineering Education, vol. 25, no 6, May 7, 2017. [accessed June 25, 2020].

Available from: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64692>

HERNANDEZ MARTIN, Zenaida. Métodos de Análisis de datos: Apuntes. [en línea]. Iberus. 2012. 172pp [consultado el 25 de junio de 2020]. Disponible en:

[https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD\\_710/Lib489791.pdf](https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf)

ISBN: 978-84-615-7579-4

HERNANDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodologías de la Investigación. 6ta. ed. México. McGraw-Hill. 2014. 589 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

Hleap Zapata, José Igor y Gutiérrez Castañeda, Claudio Alejandro. Hidrolizados de pescado – producción, beneficios y nuevos avances en la industria. Una revisión. Acta Agronómica [en línea]. 2017, 66(3), 311-322 [fecha de Consulta 25 de Abril de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169951832003>

ISSN: 0120-2812.

HOSSEINI, SF., *et al.* Nano-liposomal entrapment of bioactive peptidic fraction from fish gelatin hydrolysate [online], *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017, vol. 105, pp. 1455-1463. [cited 30-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.ijbiomac.2017.05.141

HUANG, Chun-Yung, *et al.* Isolation and characterization of fish scale collagen from tilapia (*Oreochromis sp.*) by a novel extrusion–hydro-extraction process. *Food chemistry*, 2016, vol. 190, pp. 997-1006.

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615009589>

HUANG, Chun-Yung, *et al.* Enhancement of Cell Adhesion, Cell Growth, Wound Healing, and Oxidative Protection by Gelatins Extracted from Extrusion-Pretreated Tilapia (*Oreochromis sp.*) Fish Scale [online], *Moléculas*. 2018, vol. 23 (10), p. 2406 [cited 2020-05-05].

Available from <https://doi.org/10.3390/molecules23102406>

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ (IMARPE). Tercera encuesta estructural de la pesquería artesanal en el litoral peruano. Resultados generales. Volumen 45, Número 3, Julio - Septiembre 2018.

ISSN 0378-7702

IÑARRA, B., BALD, C., SAN MARTÍN, D., ORIVE, M., CEBRIÁN, M. y ZUFÍA, J. Guía para la valorización de subproductos de la acuicultura. AZTI, Derio. España. 2018, 44 páginas.

ISBN 978-84-944022-5-8

JIN, Ritian, *et al.* (2020). Identification of novel DPP-IV inhibitory peptides from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. [online]. *Food Research International*. 2020, vol. 133, s/p [cited 30-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.foodres.2020.109161

KARIM, AA; BHAT, Rajeev. Gelatina de pescado: propiedades, desafíos y perspectivas como alternativa a las gelatinas de mamíferos. *Hidrocoloides alimentarios*, 2009, vol. 23, no 3, p. 563-576.

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X08001446>

KACZMAREK, Beata, *et al.* Collagen-based scaffolds enriched with glycosaminoglycans isolated from skin of *Salmo salar* fish. [online]. *Polymer Testing*. 2017 vol. 62, pp 132-136. [cited 30-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.polymertesting.2017.06.022

KCHAOU, H., *et al.* Development and characterization of cuttlefish (*Sepia officinalis*) skin gelatin-protein isolate blend films [online]. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017, vol. 105, pp. 1491-1500. [cited 22-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.ijbiomac.2017.06.056

Khiari, *et al.* Valorization of fish by-products: rheological, textural and microstructural properties of mackerel skin gelatins. [online] *J Mater Cycles Waste Manag*. 2017 vol. 19, pp 180–191. [cited 30-09-2020]

Available from: <https://doi.org/10.1007/s10163-015-0399-2>

KIM, Se-Kwon; VENKATESAN, Jayachandran. Introduction to seafood processing by-products. En *Seafood Processing By-Products*. Springer, New York, NY, 2014. p. 1-9.

KUPRINA Elena, *et al.* Development of functional product enriched with collagen hydrolysate from fish processing waste [online]. *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences. 2020; 164: 06026. [cited 30-05-2020]

Available

from:

<https://doaj.org/article/ab989abd00f543058f9b549b52a5e01b>

ISSN: 2267-1242

LÉVY LEBOYER Claude, (tr.) PRIETO Jose Maria. (1997). Gestión de las competencias: Como analizarlas, como evaluarlas, como desarrollarlas. Barcelona, España: Ediciones Gestión 2000,1997. 162 pp.

ISBN: 84-8088-178-X

Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados. España, Jefatura del Estado «BOE». núm. 181, de 29 de julio de 2011 pp. 85650 [fecha de consulta: 07 de mayo de 2020],

Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/normativa-y-planificacion/>

LIANG, C., *et al.* (2017). Edible sturgeon skin gelatine films: Tensile strength and UV light-barrier as enhanced by blending with esculine [online]. Journal of Functional Foods, vol. 37, pp 219-228 [cited 30-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.jff.2017.07.051

LIAW, Bor, *et al.* From Waste to Health: Synthesis of Hydroxyapatite Scaffolds From Fish Scales for Lead Ion Removal [online]. JOM. 2017, vol. 69, pp. 713–718 [cited 30-09-2020].

Available from: <https://doi.org/10.1007/s11837-017-2270-5>

LIU, Wen, *et al.* From Waste to Health: Synthesis of Hydroxyapatite Scaffolds From Fish Scales for Lead Ion Removal [online]. JOM. 2017, vol 69, pp. 713–718 [cited 15-10-2020].

Available from: <https://doi.org/10.1007/s11837-017-2270-5>

LIU, W., *et al.* (2018). Extraction and characterization of pepsin-solubilized collagen from snakehead (*Channa argus*) skin: Effects of hydrogen

peroxide pretreatments and pepsin hydrolysis strategies [online]. *Process Biochemistry*. 2019, Volume 76, Pages 194-202 [cited 30-09-2020]

Available from: doi: 10.1016 / j.procbio.2018.10.017

MATHEWS, Christopher, VAN, Kensal y AHERN, Kevin. *Bioquímica*. 3ra. ed. Madrid: Pearson Educación S.A., 2002. 192-195 pp.

ISBN: 8478290532

MARRAKCHI, F., *et al.* Mesoporous carbonaceous material from fish scales as low-cost adsorbent for reactive orange 16 adsorption. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* [online]. February 2017 vol. 71, pp. 47–54. [cited 2020-05-05].

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1876107016305363>

MENEZES, M. *et al.* Optimization of the collagen extraction from Nile tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) and its hydrogel with hyaluronic acid [online]. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2020, Volume 189, s/p. [cited 2020-10-05].

Available from: doi: 10.1016 / j.colsurfb.2020.110852

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). Plan Nacional de Acción Ambiental. [en línea]. 2011-2021. [consultado el 25 de junio de 2020].

Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana\\_2011\\_al\\_2021.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf)

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN (PRODUCE). Reaprovechamiento de Residuos Hidrobiológicos. [en línea]. 2014. [consultado el 25 de junio del 2020].

Disponible en: <https://www.produce.gob.pe/documentos/pesca/dgsp/notas-informativas/reaprovechamiento-de-recursos.pdf>



MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (PRODUCE). Embarcaciones Pesqueras. [en línea].2020. [consultado el 25 de junio del 2020].

Disponible en: <https://www.produce.gob.pe/index.php/shortcode/servicios-pesca/embarcaciones-pesqueras>.

MIRANDA, Rafael y Escala Carmen. Guía de identificación de restos óseos de los ciprínidos presentes en España. Escamas, opérculos, cleitros y arcos faríngeos [En línea]. Publ. Biol. Serie Zoológica, Universidad de Navarra. España 2002, vol 28 pp 38-42. [Fecha de consulta: 24 de Junio del 2020]. Disponible en: <https://dadun.unav.edu/handle/10171/8272>

ISSN: 0213-313X

MONDAL, Sudip, *et al.* Comparative characterization of biogenic and chemical synthesized hydroxyapatite biomaterials for potential biomedical application [online] Materials Chemistry and Physics. 2019, Volume 228, Pages 344-356 [cited 2020-10-05].

Available from: doi: 10.1016 / j.matchemphys.2019.02.021

MORCILLO Gloria, CORTÉS Estrella y GARCÍA José. Biotecnología y alimentación. Universidad Nacional de Educación a distancia, Madrid. 2013, s/n pp. [Fecha de consulta: 11 de Mayo de 2020].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=nu-SaMjyva4C&pg=PT158&dq=el+metodo+enzimatico&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiMI TG1q\\_pAhXyT98KHbSmC8gQ6AEIeDAJ#v=onepage&q=el%20metodo%20enzimatico&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=nu-SaMjyva4C&pg=PT158&dq=el+metodo+enzimatico&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiMI TG1q_pAhXyT98KHbSmC8gQ6AEIeDAJ#v=onepage&q=el%20metodo%20enzimatico&f=false)

ISBN: 9788436266658

Muhammad, N., *et al.* (2017). Investigation of ionic liquids as a pretreatment solvent for extraction of collagen biopolymer from waste fish scales using COSMO-RS and experiment [online]. Journal of Molecular Liquids. 2017, vol. 232, pp 258-264. [cited 2020-10-05].

Available from: doi: 10.1016 / j.molliq.2017.02.083

NIERO, G., *et al.* Using modified fish scale waste from *Sardinella brasiliensis* as a low-cost adsorbent to remove dyes from textile effluents [online]. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 2019, vol. 54, no 11, p. 1083-1090. [cited 2020-10-02].

NOREÑA-PEÑA, Ana, *et al.* Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*. [en línea]. 2012. vol. 12. no 3. p. 263-274. [consultado el 20 de junio de 2020].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4322420>

Ooi, J., *et al.* Assessment of fish scales waste as a low cost and eco-friendly adsorbent for removal of an azo dye: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Bioresource Technology* [online]. December 2017 vol. 245, pp. 656–664. [cited 2020-05-05].

Available from:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852417314670>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. [en línea].2015. [consultado el 25 de junio del 2020].  
Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

OLSEN, Ragnar L.; TOPPE, Jogeir; KARUNASAGAR, Iddya. Challenges and realistic opportunities in the use of by-products from processing of fish and shellfish. *Trends in Food Science & Technology*, [online]. 2014, vol. 36, no 2, p. 144-151. [accessed June 25, 2020].

Available from:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422441400023>

5

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (OEFA).  
Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental - Planefa. [en línea].  
2020. [consultado el 25 de junio 2020].

Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/planefa/planefa-2020>

Pavan Kumar, M. *et al.* Structural properties of gelatin extracted from croaker fish (*Johnius sp*) skin waste [online]. International Journal of Food Properties. 2017, vol. 20: sup3, pp. 2612-2625, [accessed 15-10-2020].

Available from: DOI: 10.1080 /10942912.2017.1381702

Pal, GK y Suresh, PV. Comparative assessment of physico-chemical characteristics and fibril formation capacity of thermostable carp scales collagen [online]. Materials Science and Engineering: C. 2017, Volume 70, Pages 32-40. [accessed 15-10-2020].

Available from: doi: 10.1016 / j.msec.2016.08.047

PÉREZ, Juan y GARCIA Ana. Modelos adaptativos en zoología (manual de prácticas) 5. Esqueletos: hidrostatos, exoesqueletos y endoesqueletos. Reduca Biología. Vol. 2, (2) p. 54-69. , 2009.

ISSN: 19893620

PÉREZ PASCUAL José María. Hostelería técnica de calidad y servicio. Ediciones hotel S. L. Madrid, 2001. 176 pp.

ISBN: 8492111666.

POBLETE, R., et la. Use of fish scales as an adsorbent of organic matter present in the treatment of landfill leachate [online]. Journal of Chemical Technology & Biotechnology. 2020, vol. 95, pp 1550-1558. [accessed 15-10-2020].

QUINTERO Julian y ZAPATA José. Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta [en línea].

Información Tecnológica, Agosto 2016. vol.28(1), 109-120. [fecha de consulta :24 de Junio de 2020].

Disponible

en:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-07642017000100011&lng=en&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-07642017000100011&lng=en&nrm=iso)

ISSN 07180764

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). Definición de “plagio”. [en línea]. 23.<sup>a</sup> edición. 2014. [consultado el 25 de junio 2020].

Disponible en: <https://dle.rae.es/plagio>

RADHIKA, S., *et al.* Fabrication and characterization of chitosan based collagen/ gelatin composite scaffolds from big eye snapper *Priacanthus hamrur* skin for antimicrobial and anti oxidant applications [online], *Materials Science & Engineering C*. 2019, vol. 107, s/p. ISSN 0928-4931. . [cited 2020-09-15].

Available from: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110270>

RAMÍREZ BACCA, Renzo; JIMENEZ PATIÑO, Hernan David. Plagio y "auto-plagio". Una reflexión. *Revista de Historia Regional y Local, Revista de Historia Regional y Local HiSTOReLo*. [en línea]. vol 8. N° 16. Julio-diciembre de 2016. [consultado el 25 de junio del 2020].

Disponible

en:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64692/56075-294370-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISSN: 2145-132X

RAMEZANZADE, Leila, *et al.* Nano-liposomal entrapment of bioactive peptidic fraction from fish gelatin hydrolysate [online]. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017, vol. 105, pp 1455-11463. [cited 2020-09-21].

Available from:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813017312126>

ROBERT W. y GILVERY. Conceptos bioquímicos. Editorial reverté S. A. España, 1977. 57 pp.

ISBN: 84291736668

Rustad, Turid; Storro, Ivar y Slizyte, Rasa. Possibilities for the utilisation of marine by-products. International Journal of Food Science & Technology. [online]. 2001-2014. [cited 2020-04-25].

Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02736.x>

SALDAÑA, Johnny. The Coding Manual for Qualitative Researchers. British Library. SAGE. 2009. 224pp.

ISBN: 978-1-84787-548-8

SHARPE, Paul. Fish scale development: Hair today, teeth and scales yesterday? Current Biology. Vol. 11 (18) p: 751 – 752, 2001.

SIERRA LOPERA, Leidy Maritza, *et al.* BYPRODUCTS OF AQUACULTURE PROCESSES: DEVELOPMENT AND PROSPECTIVE USES. REVIEW. Vitae [online]. 2018, vol.25, n.3 [cited 2020-04-25], pp.128-140

Available from:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042018000300128&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042018000300128&lng=en&nrm=iso)

ISSN: 0121-4004.

SILVA, A. *et al.* Potential application of fish scales as feedstock in thermochemical processes for the clean energy generation [online]. Waste Management. 2019, vol. 100, pp. 91–100 [cited 2020-09-28].

Available from: doi:10.1016/j.wasman.2019.09.007

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL (SINIA). Decreto Legislativo N° 1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. [en línea]. 2017. [consultado el 26 de junio 2020].

Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-gestion-integral-residuos-solidos>

SOUSA, Arthur; MOURA, Lilian y CRUZ, Glauber. Potential application of fish scales as feedstock in thermochemical processes for the clean energy generation. Waste Management [online]. December 2019, vol.100, pp.91-100 [cited 2020-04-26].

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X19305847>

SUWAL, S., *et al.* (2018). Electro-membrane fractionation of antioxidant peptides from protein hydrolysates of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) byproducts [online]. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2018, vol. 45, pp. 122-131. [cited 2020-09-28].

Available from: doi: 10.1016 / j.ifset.2017.08.016

RENUKA, V., *et al.* Characterization of gelatin obtained from unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*) and reef cod (*Epinephelus diacanthus*) skins [online]. LWT, 2019, vol. 116. s/p [cited 2020-09-28].

Available from: doi:10.1016/j.lwt.2019.108586

TESHALE, F., *et al.* Synthesized Bioadsorbent from Fish Scale for Chromium (III) Removal [online]. Micron. 2020, Vol.130, s/p [cited 2020-09-26].

Available from: doi:10.1016/j.micron.2019.102817

TING Zhang, *et al.* (2020). Effect of extraction methods on the structural characteristics, functional properties, and emulsion stabilization ability of

Tilapia skin gelatins. [online] Food Chemistry, 2020, vol. 328, s/p [cited 2020-09-26].

Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127114>

TKACZEWSKA, J., *et al.* Identification of Antioxidant Peptides in Enzymatic Hydrolysates of Carp (*Cyprinus Carpio*) Skin Gelatin. *Molecules* [online], 2018. Vol 24, p 97. [cited 2020-09-26].

Available from: <https://doi.org/10.3390/molecules24010097>

THUANHONG, Mantaka, *et al.* Purification and characterization of angiotensin-converting enzyme-inhibitory peptides from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatine produced by an enzymatic membrane reactor [online]. *Journal of Functional Foods*. 2017, vol. 36, pp. 243-254. [cited 2020-09-26].

Available from: doi: 10.1016 / j.jff.2017.07.011

The Skin. En: *Encyclopedia of fishes. Fifth Edition. Anatomy of fishes.* Nueva Delhi, India. 2002. p. 181-187.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO (UCV). Dirección de investigación.[en línea].2016.[consultado el 25 de junio de 2020].

Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/paginas/ucv/investigacion>

VALENZUELA, RD, *et al.* Antibacterial, mechanical and physical properties of collagen - chitosan sponges from aquatic source [online]. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2020, vol. 15, s/p. [cited 2020-10-03].

Available from: doi: 10.1016 / j.scp.2020.100218

VARELA RUIZ, Margarita; VIVES VARELA, Tania. Autenticidad y calidad en la investigación educativa cualitativa: multivocalidad. *Investigación en educación médica*, [en línea]. 2016, vol. 5, no 19, p. 191-198. [consultado el 24 de junio de 2020].

Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v5n19/2007-5057-iem-5-19-00191.pdf>

VIERA Sara, *et al.* Fish sarcoplasmic proteins as a high value marine material for wound dressing applications. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. [online]. Junio 2018, vol. 167, pp. 310–317. [cited 2020-05-03].

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927776518302066>

VILLAMIL Oscar, VÁQUIRO Henry y SOLANILLA José. Fish viscera protein hydrolysates: Production, potential applications and functional and bioactive properties. *Food Chemistry* [online]. June 2017, vol. 224, pp. 160-171. [cited 2020-04-29].

Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616320830>

WANG, JK, *et al.* (2017). Fish scale-derived collagen patch promotes growth of blood and lymphatic vessels in vivo [online]. *Acta Biomaterialia*. 2017, Vol. 63, pp. 246-260. [cited 2020-09-29].

Available from: doi: 10.1016 / j.actbio.2017.09.001

Windsor, M; Barlow, S. 1984. *Introducción a los subproductos de pesquería*. Editorial Acribia, Zaragoza. España. 204 p.

ISBN: 978-84-200-0523-2

Wonganu Benjamaporn. Application of Gelatin Derived from Waste Tilapia Scales to an Antibiotic Hydrogel Pad. *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences [online]. 2020. 141. [Cited 31-05-2020].



Available

from:

<https://doaj.org/article/d309a18f465441c594d90cb0511670de>

ISSN: 2267-1242

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). Global Biodiversity Strategy. Raisa Scriabine, USA, 1992. 227 pp. [cited 31-05-2020].

Available from: [http://pdf.wri.org/globalbiodiversitystrategy\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/globalbiodiversitystrategy_bw.pdf)

ISBN 0-915825-74-0

WU, Chin-San. . Comparative assessment of the interface between poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) and fish scales in composites: Preparation, characterization, and applications [online]. Materials Science and Engineering: C. 2019, Volume 104, s/p. [cited 29-10-2020].

Available from: doi: 10.1016 / j.msec.2019.109878

YAN, M., *et al.* Preparation of self-assembled collagen fibrillar gel from tilapia skin and its formation in presence of acidic polysaccharides [online]. Carbohydrate Polymers. 2020, Volume 233, s/p [cited 29-10-2020].

Available from: doi: 10.1016 / j.carbpol.2020.115831

Zhou, H., *et al.* Biphasic fish collagen scaffold for osteochondral regeneration, Materials & Design [online]. 2020 vol. 195 108947. ISSN 0264-1275 [cited 21-09-2020].

Available from: doi: 10.1016 / j.matdes.2020.108947

ZHU, S., *et al.* A quantitative comparable study on multi-hierarchy conformation of acid and pepsin-solubilized collagens from the skin of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) [online]. Materials Science and Engineering: C. 2019, vol. 96, pp. 446–457. [cited 30-09-2020].

Available from: doi: 10.1016 / j.msec.2018.11.043

## ANEXOS

### Anexo 1. Principales opciones de aprovechamiento del subproducto de pescado

CATEGORÍA DE PRODUCTO	PRODUCTO DEL APROVECHAMIENTO DEL SUBPRODUCTO DE PESCADO
<b>ALIMENTACIÓN HUMANA</b>	Nuevos productos de pescado
	Surimi
	Pulpa de pescado
	Aromas
	Caldos
	Gelatina
	Agentes de textura
<b>BIOPRODUCTOS</b>	Pulpa de pescado
	Péptidos bioactivos
	Quitina/quitosano
	Condroitin sulfato
	Colágeno
	Gelatina
	Pigmentos (Astaxantina)
	Enzimas
	Vitaminas liposolubles
	Ácido hialurónico
	Insulina
	Minerales
	Peptonas
	Fosfolípidos
	Ácidos grasos poliinsaturados
	Protamina
	Esteroles
Glucógeno	
Conchina	
<b>ALIMENTACIÓN ANIMAL</b>	Harina de pescado
	Aceite de pescado
	Harina de crustáceos
	Alimentación de animales de peletería
	Cebo
	Concentrado de proteínas
	Hidrolizado de proteínas
	Ensilado
	Sustrato para crecimiento de insectos
	concha Molida
<b>USOS INDUSTRIALES</b>	Cuero

	Aceite de pescado
	Minerales
	Quitina/quitosano
	Esencia de perla
<b>ENERGÍA</b>	Biogás
	Biodiesel
<b>USOS AGRONÓMICOS</b>	Fertilizante
	Compost
	Enmiendas

Fuente: Adaptado de Iñarra, B., Bald, C., San Martín, D., Orive, M., Cebrián, M. & Zufía, J. (2018)

**Anexo 2.** Matriz de recopilación de artículos indexados por continente

LUGAR	AÑO	TITULO	PALABRAS CLAVE	SUBPRODUCTO	PROBLEMA	MÉTODO	TECNICAS ESTADISTICAS	RESULTADOS	CONCLUSIONES	ENFOQUE	RECOMENDACIONES	BUSCADOR DEL ARTÍCULO	REFERENCIA
ÁFRICA	2020			piel									
				escamas									
	2019			piel									
				escamas									
	2018			piel									
				escamas									
	2017			piel									
			escamas										
2016			piel										
			escamas										
2015			piel										
			escamas										
ASIA	2020			piel									
				escamas									
	2019			piel									
				escamas									
	2018			piel									
				escamas									
	2017			piel									
			escamas										
2016			piel										
			escamas										
2015			piel										
			escamas										
AMÉRICA	2020			piel									
				escamas									
	2019			piel									
				escamas									
2018			piel										
			escamas										

Fuente: Elaboración propia.

Continuación de la matriz de recopilación de artículos indexados por continente.

LUGAR	AÑO	TITULO	PALABRAS CLAVE	SUBPRODUCTO	PROBLEMA	MÉTODO	TECNICAS ESTADISTICAS	RESULTADOS	CONCLUSIONES	ENFOQUE	RECOMENDACIONES	BUSCADOR DEL ARTÍCULO	REFERENCIA
AMÉRICA	2018			escamas									
	2017			piel									
					escamas								
	2016			piel									
					escamas								
2015			piel										
EUROPA	2020			escamas									
				piel									
	2019			escamas									
					piel								
	2018			escamas									
					piel								
	2017			escamas									
					piel								
2016			escamas										
				piel									
OCEANÍA	2020			escamas									
				piel									
	2019			escamas									
					piel								
	2018			escamas									
					piel								
	2017			escamas									
				piel									
2016			escamas										
				piel									
2015			escamas										
				piel									

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3.** Matriz resumen de los artículos resisados

Autor	Estudio	Área Geográfica	Lugar	Método	Subproducto Del Pescado	Proceso	Resultados	Calidad Del Artículo	Enfoque
Liu, W.et al. (2017)	De los desechos a la salud: Síntesis de andamios de hidroxiapatita a partir de escamas de pescado para la eliminación de iones de plomo	ASIA	TAIWAN	DESROTACIÓN	Escama	Las escamas se sumergieron en HCl 1-N durante 24 h, seguida por decantación y lavados repetidos por destilado de agua. De ahí sumergido en NaOH 1-N durante 24 h.	El colágeno fue extraído de las escamas del pescado de Tilapia en forma de polvo, siguiendo el tratamiento se identifican los componentes principales oxido, fosforo y calcio. Asi mediante la relación Ca/P se asimila a la hidroxiapatita estiquiométrica.	Q1	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
						Se hirvieron a 80 ° C en agua por 20 min, se secaron a 40 ° C en el horno por 3 h, de ahí es molido a polvo.	Se obtiene los adamios sintetizados tomando como materia prima la hidroxapatita presente en el polvo de la escama de pescado mediante la técnica de colada helada.		
						el polvo es molido con bolas fresadoras a una velocidad de rotación de 120 rpm por 24h y el crudo en un mortero, de ahí es lavado con alcohol al 50% vol y agua deshionizada por 30 min, finalmente es calcinado a 1000°C por 2h en un horno de caja al ire libre.	La adsorción de polvo de escama de pescado, en una concentración de iones de plomo muestra una adsorción más del 90 % en 20 min.		
							La adsorción de andamios utilizando la hidroxiapatita derivado		

						<p><b>Preracion de la lechada por congelación:</b> polvo de pescado+agua desionizada + aglutinantes(1% PVA Y PEG)+ dispersante iónico. Son llevados a un enfriador programado a 2°C/min a 10°C/min, pasando al secado por congelación con el liofilizador presión 200 mTorr y 80°C, y sintetizado a 1300 °C por 2 h en un horno de caja al aire libre.</p>	<p>de la escama del pescado en polvo, muestran una excelente remoción del plomo mayor de 99.9 %</p>		
<p><b>Deb, P. y Deoghare, AB (2019)</b></p>	<p>Efecto del tratamiento con ácido, álcali y alcali-ácido sobre la fisicoquímica y propiedades bioactivas de la hidroxiapatita derivada de Catla catla Escamas de pescado</p>	<p>ASIA</p>	<p>India</p>	<p><b>ADSORCIÓN</b></p>	<p>Escamas</p>	<p><b>Pretratamiento:</b> sumergiendo la balanza en una solución de 1 (N) HCl durante 24 h a temperatura ambiente (30° ± 3 °C)</p>	<p>Análisis comparativo sobre el porcentaje de rendimiento de la Hap con 50g sintetizada por tres procesos de pretratamiento diferentes  Álcali con un rendimiento del 15.30%  Ácido rendimiento 19.63%  Ácido-álcali un rendimiento de 12.77%</p>	<p>Q2</p>	<p>TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES</p>
						<p><b>Tratamiento ácido:</b> Después de 24 h, las escamas se eliminan de la solución de HCl y se enjuagan con agua destilada agua repetidamente durante cinco veces y se mantiene en un horno de aire caliente durante 12 h a 50°C</p>			
						<p>la calcinación de la escama de pescado seco se realiza a 1000°C con una velocidad de calentamiento de 10°C min<sup>-1</sup> en un horno de mufla utilizando un crisol de alúmina durante 3 h.</p>			
						<p>Las muestras calcinadas se mantienen en el interior del horno durante 24 h para enfriar y obtener cerámica HAp.</p>			

						<p><b>Tratamiento alcalí:</b> sumergiendo las escamas de pescado en una solución de NaOH 1 (N) durante 24 h</p> <p><b>Tratamiento alcalino-ácido:</b> se tratan con una solución de NaOH 1 (N) durante 24 h</p> <p>Las escamas luego se enjuagan con agua destilada 3 veces y nuevamente sumergido en una solución de 1 (N) HCl durante 24 h</p> <p>se someten a un lavado a fondo con agua destilada cinco veces</p>			
<b>Haichao Zhou. et al. (2020)</b>	Andamio de colágeno de pescado bifásico para la regeneración osteocondral	ASIA	CHINA	Hidrolización Química	PIEL	lavó, cortó y agitó en una solución de NaOH 0,1 M durante 24 h y luego se sumerge en ácido acético 1 M durante otras 6 h con agitación continua.	Obtención de esponjas de colágeno	Q1	BIOMEDICAS
						extracción por centrifugación con pepsina al 0.8% con agitación 24 h.	Todos los andamios de (colágeno de pescado con condroitina sulfato), (colágeno de pescado con hidroxapatita) y bicapa mostraron estructuras de esponja porosa con apariencia blanca.		
						Se precipita con ácido acético 1M, dializado y liofilizado.			
<b>Tkaczwska,</b>	Identificación de	EUROPA	SUIZA	HIDROLISI	PIEL	<b>Pre tratamiento:</b> Limpieza para la eliminación de tejido adyacente y molido.	Se extrae la gelatina de la piel del pescado y se procede a extraer el	Q1	BIOMATERIALES



<b>J. et al. (2018)</b>	péptidos antioxidantes en hidrolizados enzimáticos de la gelatina de la piel de la carpa (Cyprinus Carpio)			S QUI MICA		<b>Tratamiento básico:</b> remojo en 0.1 M de NaOH por 6 h, con agitación continua, con una relación 1:8(p/v), cambiando la solución cada 3 h para luego lavarse hasta que tenga un Ph 7.	hidrolizado de gelatina, esta presenta una alta concentración de proteínas y un bajo contenido de grasas y agua. el contenido de proteínas oscila entre el 60% y el 90% . El alto contenido de proteínas de la piel de carpa destaca su uso potencial en la industria alimentaria funcional.		
						<b>Extracción ácida:</b> Remojo en alcohol butílico 10%, por toda la noche, lavado con agua a una T° 4°C, extraendo la gelatina utilizando la relación sólido /agua 1:15 por 4 horas . La gelatina es recojida por centrifugación a 5000 g por 30 min, para ser liofilizada.			
						<b>Extracción ácido-básico:</b> disuelve 10 g de la gelatina liofilizada en 150 ml de agua a 50°C, titular con HCl para un pH 7 por un tiempo de 3 h., corregir el pH cada 15 min con NaOH 1M.			
						Se incubó a 95°C por 15 min, se enfriaron en hielo y centrifugaron a 8000 xg por 15 min a 10°C.			
<b>Khiari, Z. et al. (2017)</b>	Valorización de subproductos pesqueros: reológicos	ASIA	JAPAN	Hidrolisis química	piel	<b>Tratamiento alcalino:</b> tratar con NaOH 0.1 N x 30 min a 4°C, por 3 veces.	La composición de la piel de caballa comprende 64,6% de agua, 2,3% de ceniza, 18,6% de proteína y 13,7% de grasa. Por lo que fue posible la extracción de la gelatina, siendo el que tiene mayor rendimiento la que fue preparada a una concentración de 50 mM en	Q2	BIOMATERIALES
						<b>Tratamiento ácido :</b> Se utilizaron concentraciones de 25,50 o 100 nM de diferentes ácidos, por 4 h a 4°C, luego es lavado con agua destilada.			
						La gelatina se extrajo a 45°C durante 18h con agua destilada, siguiendo se filtro.			

	texturales y propiedades microestructurales de las gelatinas de piel de caballa					Se deshidronizo usando Perlas Rexyn al mezclar con la gelatina a 150 rpm hasta que la conductividad sea menor de 50 lsiemens/cm, luego se evaporo a 45°C y liofilizo. Se realizaron bajo agitación continua a 150 rpm con una relación de materia prima / disolvente de 1/3 (p / v)	comparacion a las otras concentraciones .		
<b>Atef M. et al.(2020)</b>	Caracterización bioquímica y estructural del colágeno de la piel del esturión (Huso huso)	ASIA	IRAN	Hidrolisis química	PIEL	<b>PRE-TRATAMIENTO ALCALINA:</b> Trozar la piel (1.0 x 1.0 cm <sup>2</sup> ), sumergir en 0.5 M de NaOH proporción 1:10 (p / v), agitación continua por 48 h. La solución alcalina reemplazar después de 24 h, enjuagar con agua destilada.  Desgrasar la piel con un 10% (p / v) de alcohol butílico, proporción de 1:10, por 48 h, enjuar con agua destilada hasta pH natural  <b>AISLAMIENTO ASC Y PSC ÁCIDA:</b> Se convina con Acido acetico 0.5 m(p/v) proporción 1:15 por 48 h, filtrar en 2 capas de gasa .  Al extraído agregar NaCl concentrado en 2.6M en lapresencia de 0,05 M de Tris-HCl (pH 7,5). Se recolecta por centrifugación a 10 000 g por 30min a 4°C. La solución se dializo con 0.1 M de acido acetico por 24 h luego dialiado con agua destilada po 48 h. La solución final se liofilizó	Se obtuvo el polvo del colágeno soluble acuoso (ASC) teniendo un rendimiento de 9.98 % (peso húmedo). Así mismo se obtuvo el colágeno soluble en pepsina (PSC) con un rendimiento de 9.08%(peso húmedo).	Q3	BIOMEDICAS

						Al residuo no disuelto, se le disuelve con pepsina en presencia de ácido acético 0.5 M y 20 unidades/g de pepsina por 48 h. Se sigue el mismo procedimiento anterior de ASC.	Rendimiento final de ambos colágenos fue del 19,06% (peso húmedo),		
<b>Beata Kacmarek et al. (2017)</b>	Andamios a base de colágeno enriquecidos con glicosaminoglicanos aislados de piel de pescado <i>Salmo salar</i>	ASIA	CHINA	Hidrólisis química	piel	<b>Pretratamiento</b> se cortó en trozos pequeños y se desgrasó en acetona durante 48 h	la adición de glicosaminoglicanos mejora las propiedades del colágeno a base de andamios	Q1	BIOMÉDICA CAS
						El precipitado obtenido se secó a 60 °C durante 24 h.			
						<b>Hidrólisis ácida</b> 100 mM de amortiguador de acetato de sodio (pH 5.5)			
						y se añadió (20 ml por 1 g de precipitado) que contenía 5 mM EDTA y 5 mM de cisteína			
						. Se añadió papaína a la solución preparada, y se incubó durante 1 h a 60 °C			
						La mezcla obtenida se centrifugó a 10 000g durante 15 min.			
						la concentración del 1% fue preparada en 0,1 M ácido acético y GAG en agua destilada			
						se mezcla de GAG se añadió en la proporción de peso 1 y 5% y se mezcló en agitador magnético.			
						Las mezclas se colocaron entonces en poliestireno estéril placas, congeladas y liofilizadas.			

<b>Fan, X. et al.(2020)</b>	Desarrollo de hidrogeles compuestos de colágeno de tilapia y quitosano para entrega de nanocuerpos	ASIA	CHINA	Hidrólisis química	Piel	<b>Extracción de colágeno por ácidos.</b> Se añadió NaOH (0,1 M, 400 ml) a 3,5 g	La tasa de masa de HCC se vio afectada por el pH en el momento de la preparación, que fue de 29,1% a pH 7 en 36 h. Por En comparación, las proporciones de masa residual de HCC a valores de pH de 6 y 5 eran solo aproximadamente 8,4% y 0, respectivamente. Además, la estabilidad del HCC también se vio afectada por la concentración de estos dos componentes. El HCC10 catalizado por 10 mg mL <sup>-1</sup> de colágeno de piel de tilapia y 10 mg mL <sup>-1</sup> de quitosano fue más estable que el HCC5 catalizado por 5 mg mL <sup>-1</sup> de colágeno de piel de tilapia y 10 mg mL <sup>-1</sup> de quitosano	Q1	BIOMEDICAS
						agitar durante 36 horas y cambiar la solución cada 12 h			
						centrifugación y se limpió con agua destilada fría hasta neutralizarla			
						el sedimento se suspendió con 400 mL de solución de isopropanol al 10% (v / v) y agitado durante 36 h			
						centrifugado a 5.000 g durante 5 min.			
						resuspendió con 400 ml de solución de ácido acético 0,5 M que contiene 0,7 g de pepsina digerida en 48h.			
						centrifugó a 12.000 g durante 30 min			
						Se añadió un total de 4,45 M NaCl al sobrenadante hasta que la concentración de NaCl alcanzó 0,85 M; reposa 24h.			
						centrifugar a 10.000 g durante 30 min			
						resuspendió en 300 ml de ácido acético 0,1 M y se dializó con Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0,02 M durante 36 h			
se lisó con ácido acético 0,5 M durante 36 h y agua destilada fría durante 72 h y se liofilizó									
<b>Bi, C. et al.(2019)</b>	Efecto de los métodos de extracción en la preparación de	ASIA	China	Hidrólisis química.	piel	<b>Extracción de colágeno</b> las pieles se descongelaron en agua del grifo a temperatura ambiente y se cortaron en unas piezas de 5 x 5 mm con unas tijeras.	Este trabajo demuestra que los métodos de extracción tienen un efecto obvio en la preparación de estructuras cruzadas del colágeno de la piel de tilapia y proporcionan una forma de maximizar la utilización de los recursos de los desechos del procesamiento de tilapia.	Q2	BIOMATERIALES
						Se lavaron trozos de piel (50 g) con agua ultra pura a temperatura ambiente durante 30 min, mezclada con 2 volúmenes (v / w) etanol durante 24 h			

	microestructuras electrohiladas / electropulverizadas de colágeno de piel de tilapia					<p>las piezas de piel se lavaron con agua ultrapura tres veces</p> <p>los colágenos fueron extraídos por los siguientes.</p> <p><b>Extracción por ácido acético</b> (1000 mL de ácido acético 0,5 M durante 24 h en la habitación temperatura)</p> <p><b>Extracción por agua caliente</b> (1000 mL 80 C de agua ultrapura durante 6 h en incubadora con agitador de baño de agua oscilante a 10 rpm)</p> <p><b>Extracción por hidróxido de sodio</b> (1000 ml de NaOH 0,12 M durante 24 h a temperatura ambiente)</p> <p>se filtró y dializo durante 72 h utilizando casetes de diálisis y liofilizó</p>	La piel de tilapia es un buen recurso para la producción de colágeno. También puede resolver el problema de la eliminación de residuos y, en, Además, crea un producto de valor agregado.		
<b>Ting Zhang et al, (2020)</b>	Efecto de los métodos de extracción sobre las características estructurales, propiedades y capacidad de estabiliza	ASIA	China	Hidrólisis química	piel	<p><b>Pre tratamiento</b></p> <p>5 g de trozos de piel (5x5 mm) se pusieron en un vidrio triangular</p> <p>empapado en 0,1 M de NaOH, con una proporción de piel a solución de 1:10 (w/v), durante 1 h.</p> <p>los trozos de piel de Tilapia fueron sacados y el agua circundante fue removida</p> <p><b>hidrolisis acida</b></p> <p>piel de tilapia fueron tratados con 50 mL de ácido acético 0,05 M durante 3 h a temperatura ambiente</p> <p>Los trozos de piel se enjuagaron con agua ultrapura hasta que el agua fuera neutra</p>	Las microestructuras obtenidas se recogieron en un cubreobjetos y se observaron mediante óptica microscopía, como se muestra en la Fig.4. Para colágeno extraído por método ácido, se fabricaron microesferas electropulverizadas utilizando Solución de colágeno al 1%. Una gran cantidad de uniformes largos Las microfibras electrohiladas se fabricaron utilizando el 5%, 11 y soluciones de colágeno al 18%. Además, el diámetro de la microfibras aumentado con el aumento de	Q1	BIOMATERIALES

	ción de emulsión de gelatinas de piel de tilapia					El pH se ajustó a pH 2.0 usando una solución de ácido acético 1 M.	colágeno concentración. El 25% , 34% y 43% de colágeno		
					<b>Hidrólisis enzimática</b> La enzima pepsina (0,02 g) se añadió con un nivel de 5 unidades/g de piel				
					La solución con los trozos de piel de Tilapia fue entonces incubada en un oscilante (120 rpm) a 55°C durante 6 h.				
					se filtraron y liofilizaron				
<b>Liu, W. et al.(2018).</b>	Extracción y caracterización de colágeno solubilizado en pepsina de Piel de cabeza de serpiente ( Channa argus ): efectos de los pretratamientos con peróxido de hidrógeno y	ASIA	China	Hidrólisis química	piel	<b>Extracción ácida:</b> se suspendieron en ácido acético 0,5 M de pepsina	colágeno	Q2	BIOMATERIALES
						centrifugado a 9000 g durante 15 min a 4 ° C			
						adición de NaCl a una concentración final de 0,7M.			
						se dializaron y liofilizaron			
						lavado con agua fría desmineralizada			
						la piel desproteinizada se suspendió en alcohol butílico al 10%.(1:30 p / v) durante 48h.			
						<b>Extracción ácida:</b> La piel pretratada se suspendió en 0,5 M de ácido acético, cítrico, hidro-ácido clorhídrico, láctico, tartárico, fórmico y sulfúrico (1:25 p / v) a 4 ° C para 24, 48 y 72h			
						se filtro y se centrifugó(10,000 × g , 4 ° C)			
						se sometió a fijación por 2,0 M de NaCl.			
						r centrifugación.(10.000 xg , 4 ° C)			
se dializo por 48h y liofilizó									

	estrategias de hidrólisis de pepsina								
<b>Radhika (2019)</b>	Fabricación y caracterización de compuestos de colágeno / gelatina a base de quitosano andamios de piel de pargo de ojos grandes Priacanthus hamrur para antimicrobianos y antiaplicaciones oxidantes	ASIA	India	Hidrólisis química	piel	<b>Extracción ácida:</b> 50 g de piel de Priacanthus hamrur fueron empapado en ácido láctico al 5% a 4 ° C a 7 ° C por 36 horas.	cólageno	Q1	BIOMED ICAS
						mezcló con una solución de NaOH 0,1 M se mantuvo a 5 ° C			
						lavarla hasta que el agua de lavado se vuelva neutra			
						centrifugó a 7800 xg durante 15 minutos a 5 ° C.			
						el precipitado se liofilizó	Gelatina		
						<b>Extracción ácida:</b> se trituró y añadió una solución de NaCl 0,1 M a temperatura 4 ° C durante 3 minutos tres veces.			
						enjuagó con agua fría y NaOH			
						se extrae agitando la piel en agua a 45 ° C durante 60 minutos			
						centrifugación a 10000 xg durante 30 minutos a 15 ° C			
						se liofilizó y luego se almacenó a 4 ° C			
<b>Jin, R. et al. (2020)</b>	Identificación de péptidos inhibidores	ASIA	China	Hidrólisis química	piel	se remojaron por separado en un volumen seis veces mayor de 0,2% (p / v) de NaOH, 0,2% (v / v) de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y 1% (p / v) de C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> durante 2 h a 21 ° C	Colágeno	Q1	BIOMED ICAS

	s de DPP-IV novedosos de la piel del salmón del Atlántico (Salmo salar)					lavó agua destilada hasta pH neutro extrajo en agua destilada a $45 \pm 2^\circ \text{C}$ durante la noche liofilizado y almacenado a $-20^\circ \text{C}$			
<b>Leila Ramezanzade a. et al.(2017)</b>	Nanoliposomas recubiertos de biopolímero como portadores de trucha arco iris péptidos antioxidantes derivados de la piel	ASIA	Iran	Hidrolisis química	piel	se lavo y corto en trozos La piel limpia se empapó en una solución alcalina fría.(0,19 mol / L, NaOH) Las pieles limpias se remojaron en ácido frío (0,21 mol / L, acéticoácido) antes se lava hasta dejar pH neutro lapieles hinchadas se extrajo en agua destilada a $50^\circ \text{C}$ y se liofilizo	Gelatina	Q1	BIOMATERIALES
<b>Govindharaj, M. et</b>	Valorización de piel de anguila	ASIA	India	hidrolisis química	piel	Se añadió una solución de ácido acético 0,5 M a la piel de anguila rota con agitación continua a $4^\circ \text{C}$ durante 42h	colágeno	Q1	BIOMEDICINAL



<b>al.(2019)</b>	marina descartada para extracción de colágeno como biomaterial azul imprimible en 3D para la ingeniería de tejidos					Después de revolver, Las mezclas se filtraron a través de una gasa			
						añadiendo NaCl 0,9 M al filtrado.			
						La precipitación separa el ácido colágeno soluble (ASC) cuando se somete a centrifugación a ~ 6000 rpm durante 1 h.			
						Después de la incubación a 4 C para 24 h, la mezcla se separó por centrifugación a 8000 rpm para 1 h a 4 C y el sobrenadante fue recogido			
						PSC fue salado añadiendo NaCl			
						el aislado El PSC se mezcló bien y se dializó contra el ácido acético 0.1 M más tarde con agua a 4 C durante tres días.			
						Finalmente, el colágeno obtenido fue liofilizado y liofilizado para obtener PSC en polvo			
<b>Menezes, et al. (2020)</b>	Optimización de la extracción de colágeno de piel de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) y su	AMÉRICA	Brasil	hidrolisis química	piel	<b>Extracción ácida:</b> Se agitaron durante 48 h. a 4 ° C en una solución acuosa de NaOH 0,1 mol / L	colágeno	Q1	BIOMÉDICAS
						se lavaron con agua destilada hasta pH 7			
						el paso de desproteínización, etanol al 20% en agua La proporción se agitó durante 24 h a 4°C			
						se sumergieron en ácido acético y se filtro			
						adición de NaCl a colágeno filtrado, seguido de precipitación y centrifugación			

	hidrogel con ácido hialurónico					esolubilizó en ácido acético precipitación y centrifugación e redisolvió en ácido acético para realizar el paso de diálisis y se liofilizó			
<b>Liang, C., et al. (2017)</b>	Películas de gelatina de piel de esturión comestibles: resistencia a la tracción y barrera a la luz UV mejorado al mezclarlo con esculina	ASIA	China	Hidrolisis química	piel	<b>Extracción ácida:</b> con 0,1 M de NaOH que contiene 1% de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (v/v)	Gelatina	Q1	BIOMATERIALES
						se centrifuga a velocidad de 400 rpm. Durante 24 h.			
						solución se cambió 3 veces cada 8 h se desgrasó con isopropanol al 10% (v/v) durante 4 h			
						lavar con agua destilada hasta pH neutro			
						se empapó en 0,05 M ácido acético durante 4 h a 4 ° C luego se lavo para pH neutro			
						sumergió en 10 veces agua destilada se centrifugó a 15.000 g durante 30 min luego se liofilizo			
<b>Arumugam, GKS, Sharma, D. et al. (2018)</b>	Extracción, optimización y caracterización de colágeno de piel de lenguado	ASIA	India	Hidrolisis química	piel	<b>Pretratamiento:</b> se trató con NaOH 0,3 M en una proporción de 1/10(p/v) para eliminar proteínas no colágenas.	Se determinaron las condiciones óptimas para obtener el mayor rendimiento de colágeno para ser, una concentración de ácido acético de 0,54 M, una concentración de NaCl de 1,90 M, una relación disolvente / sólido de 8,97 ml / g y tiempo de 32,32 h. El rendimiento máximo de	Q2	BIOMATERIALES
						agitó continuamente durante 4 horas y se cambió la solución de NaOH por 60 min.			
						se lavaron luego con agua destilada hasta se alcanzó un pH neutro			

						<p>la piel se desgrasó durante 30 h pormanteniéndolo en un solvente de butanol al 20% en la proporción de 1 g en 10 ml</p> <p>ada 10 h se cambió la solución de butanol. Luego se lavara con agua destilada</p> <p><b>Tratamiento ácido:</b> Se transfirió al matríz con ácido acético luego fue filtrado</p> <p>el volumen final del filtrado tomado como 7 ml, 0,05 M de tris-HCl</p> <p>luego se agrego NaCl en solución y el pH se ajustó con NaOH 5M alcanzando ph ácido</p> <p>El filtrado así obtenido se centrifugó a 130 xg durante 40 min.</p> <p>el sedimento se recogió y se disolvió en un 5 ml de solución de ácido acético y dializado frente a 1 l de ácido acético 0,1 M durante 24 h</p> <p>se dializaron adicionalmente en agua destilada durante uno tras 24 h</p>	colágeno de $19,27 \pm 0,05$ mg / g de piel de pescado se logró bajo el óptimo condiciones.		
<b>Valenzuela-Rojo, et al. (2020)</b>	Propiedades antibacterianas, mecánicas y físicas del colágeno - quitosano esponja	AMÉRICA	méxico	hidroquímica	piel	<p>Todos los procedimientos fueron realizado a 20 C.</p> <p>Para la eliminación de proteínas distintas del colágeno, las pieles se sumergieron en una solución 0,1 N de NaOH durante 48 h, con la solución cambia cada 24 h.</p> <p>Mientras tanto, el desengrasado se realizó con Butanol al 10% durante 48 h, con cambio de butanol a las 24 h</p> <p>Después, Las pieles se lavaron con agua destilada para su eliminación y se secaron para almacenamiento</p>	El grosor del colágeno, quitosano y esponjas de alginato está en el rango de 1.56-2.04 mm y ellas muestras presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ )	Q2	BIOMATERIALES

	s de fuente acuática								
<b>Yan, M. et al.(2020).</b>	Preparación de gel fibrilar de colágeno autoensamblado a partir de piel de tilapia y su formación en presencia de polisacáridos ácidos	ASIA	China	Hidrólisis química	piel	se desgrasaron con una solución de alcohol butílico al 10% (v / v)	colágeno solubilizado en pepsina	Q1	BIOMEDICAS
						con NaOH 0,1 M solución. Para eliminar pigmentos			
						Los dos procesos por separado duraron 24 horas y la solución se cambiaba cada 8h.			
						solución de ácido acético 0,5 M que contiene 0,5%(p / p) pepsina porcina			
						El extracto fue centrifugado, salado, dializado y liofilizado			
<b>Muhammad, N. et al.(2017).</b>	Investigación de líquidos iónicos como disolvente de pretratamiento para extracción de biopolímero de	ASIA	China	Hidrólisis Química	escamas	SE lavaron y trituraron se agregaron 10 g de acetato de 1-etil-3-metilimidazolio en una botella de reactivo de 30 ml seguido de la adición de 0,5 g de escamas	colágeno	Q1	BIOMATERIALES
						Se mantuvo en baño de aceite calentado durante 12 h a 100 ° C			
						La HAp inorgánica se obtuvo como precipitado por centrifugación de la mezcla de reacción a 11000 rpm durante 30 minutos			
						se recogió el sobrenadante se añadió una solución de NaCl (2 M)			

	colágeno de escamas de pescado de desecho utilizando COSMORS y experimento					se centrifugo a 11000 rpm. Se sometio a un evaporador rotatorio			
						se añadio acetona para precipitar el NaCl del líquido iónico			
						despues se filtro, evaporó se añadio diclorometano para disolver el liquido iónico y precipitar sobrante Nacl			
<b>Wang, JK. Et al.(2017).</b>	El parche de colágeno derivado de escamas de pescado promueve el crecimiento de vasos sanguíneos y linfáticos in vivo	ASIA	Singapur	hidrolisis química	escamas	<b>Pretratamiento</b> hidróxido de sodio 0,5 M (NaOH; ≥98,0%, Sigma-Aldrich) al 10% p / v durante 48 h,	Parches de colageno	Q1	BIOMED ICAS
						ácido etilendiaminotetraacético 0,5 M (EDTA; ≥99,0%, Bio-rad) al 10% p / v durante 48 h			
						<b>Hidrólisis ácida</b> ácido acético 0,5 M (99,8 - 100,5%, Sigma-Aldrich) durante 48 h			
						cloruro de sodio 0.9 M (NaCl; ≥99.0%, Sigma-Aldrich) paraprecipitar el colágeno			
						El proceso de extracción se repitió 5 veces			
						se reconstituyó luego en 50 ml de ácido acético 0,5 M y posteriormente se dializó			
						liofilizó			

<b>Pal, GK y Suresh, PV (2017)</b>	Evaluación comparativa de las características físico-químicas y la fibrilación capacidad de formación de escamas de carpa termoestables colágeno	ASIA	India	Hidrolisis química	escamas	<b>Extracción ácida</b> el desmineralizado y Los residuos de escamas desgrasadas se sometieron a extracción ASC con 0,5 mol de ácido acético L <sup>-1</sup> en una proporción de sólido a líquido de 1:10 (p / v) durante 72 h	colágeno	Q1	BIOMATERIALES
						centrifugaron a 20.000 RPM durante 60 min a 4 ° C			
						añadiendo NaCl a la concentración final de 2.6 mol L <sup>-1</sup> en presencia de 0.05 mol L <sup>-1</sup> Tris (hidroximetil)aminometano (pH 7,0).			
						centrifugación a 20.000 RPM durante 60 min a 4 ° C			
						volumen imum de 0,5 mol L <sup>-1</sup> de ácido acético. Agua destilada			
						El dializado Las soluciones se liofilizaron			
<b>Chen, K., et al. (2019)</b>	Modificación de hidrolizados de gelatina de carpa herbívora ( Ctenopharyngodonidellus ) por reacción de	ASIA	China	hidrolisis química	escamas	se trataron con una solución de NaOH 0,1 M y se agita durante 6 h. la solución se cambia cada 3 h.	gelatina	Q1	BIOMATERIALES
						se lavaron con agua hasta que se neutralice			
						se remojaron en una solución de HCl 0,4 M para desmineralización durante 90 min			
						e lavaron con agua destilada. agua hasta que estén débilmente ácidas			
						se calentó a 121 ° C durante 2 h usando un autoclave			

	Maillard: actividad antioxidante y volátiles compuestos								
<b>Feng, X., et al. (2020)</b>	Preparación de colágeno de escamas de pescado aminado y oxidado hidrogel híbrido de alginato de sodio para un espesor total mejorado cicatrización de la herida	ASIA	China	Hidrólisis química	escamas	<p><b>Extracción ácida:</b> Molido después 10 g de polvo de escamas de pescado con 80 mL de agua destilada</p> <p>el valor de pH se ajustó a 2,5, 3 y 4 con ácido acético</p> <p>la temperatura se fijó en 4 °C, 35 °C y 60 °C</p> <p>reacción se fijó en 1 h, 2 h, 3 h y 4 h, se filtración por succión</p> <p>el filtrado se dializó durante 3 días luego se liofilizó</p>	colágeno	Q1	BIOMEDICAS
<b>Liaw, B.-S. et al.</b>	Andamios compuestos	ASIA	TAIWAN	Adsorción	Escama	Se sumerge las escamas en 1-N HCl durante 24 h, decantación, lavado con agua destilada, sumergido en 1 N NaOH por 24h.	Para los minerales extraídos de fuentes biológicas, la constitución del análisis es crucial para verificar	Q1	TRATAMIENTO DE AGUAS

<b>(2020 )</b>	tos de hidroxapatita / quitosano extraídos de escamas de pescado fabricados por fundición por congelación: una estrategia innovadora para el tratamiento del agua					Hierva a 80°C por 20 min en agua, secado a 40°C POR 3h, molienda a mano y bolas a una velocidad de 120 rpm por 24h, lavado con alcohol de 50 vol. Y agua dest. Por 30 min, calcinación a 1000°C por 2 horas y tamizado por una malla de 200, siendo polvo HA.	la pureza y cristalinidad, mostrando que el polvo de escamas de pescado crudo y polvo calcinado fueron identificados por el estándar HA(hidroxapatita).		INDUSTRIALES
<b>Teshale, Fetal (2019)</b>	Bioadsorbente sintetizado de escamas de pescado para la eliminación	ÁFRICA	ETIOPÍA	ADSORCIÓN	ESCAMA	<p>lavar, remojar por 24h, limpiar con agua ionizada, dejadas al aire por 48h, llevadas al horno 65 °C POR 24H.</p> <p>Llevadas a un mortero mecánico, tamizado con un tamiz octágono en tamaño 125-200 um.</p> <p>Se activo con 10g escama con 150 ml de ácido sulfúrico 01 M, separa la parte líquida con un</p>	El resultado indica que el hidroxilo y los grupos carbonilo son los principales grupos funcionales en la superficie de escamas de pescado crudo implicadas en la absorción de cromo (III) por el pescado modificado. Los principales grupos funcionales presentes en la superficie de sintetizados las	Q2	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES



	n de cromo (III)					filter, lavado hasta un pH 7, secado a t° ambiente por 2h y a 80°C en el horno.	escamas de pescado eran hidroxilo, carbonilo y fosfato. Estas observaciones tienen un buen acuerdo con los datos de la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) para las escamas de tilapia utilizadas para eliminar el colorante azoico		
<b>Marra kchi, F. et al (2017)</b>	Material carbonoso o mesoporoso de escamas de pescado como de bajo costo adsorbente para la adsorción de naranja reactivo 16	ASIA	Malasia	Adsorción	escamas	colocaron en un horno a 60 ° C durante 24 hora	escamas carbonizadas	Q1	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
						bajo N 2 (99,99%) a un caudal de 100 cm <sup>3</sup> / min y una velocidad de calentamiento de 10 ° C / min.			
						mantuvo a 600 ° C durante 90 min en un recipiente tubular			
						preparado CFS se enfrió bajo N 2 de flujo de gas			
						se lavó CFS con HCl 1 M			
						enjuagado con agua destilada caliente hasta dejar neutro			
Secaron a 105 ° C durante 24 horas y posteriormente se molido y tamizado									
<b>Niero et al.(2019)</b>	Utilización de residuos de	AMÉRICA	Brasil	Adsorción	Escamas	lavaron varias veces en funcionamiento agua	El adsorbente mostró más del 90% de eliminación para ambos tintes en el primeros 15 min más del 80% de adsorción de ambos tintes	Q2	TRATAMIENTO DE AGUAS
						en 0.1M solución de HCl y se lavó de nuevo en agua destilada			
						se secaron en un horno a 80°C durante 24 horas			

	escamas de pescado modificadas de <i>Sardinella brasiliensis</i> como adsorbente de bajo costo para eliminar tintes de efluentes textiles					<p>triturado con un mortero y maza, y tamizado para lograr un rango de tamaño de grano de 0.088 a 0.177 mm.</p> <p>El material tamizado se lavó varias veces en destilado de agua para eliminar las partículas finas y otras impurezas y se seca nuevamente en un horno a 80°C durante 24 h</p> <p>Después del secado, el polvo biosorbente se mantuvo en un desiccador</p>	<p>fue observado a valores de pH entre 1.0 y 5.0. Se observaron bandas de absorción intensiva a 600 y 1020 <math>\text{cm}^{-1}</math> correspondiente al modo vibracional del ion fosfato en la red de hidroxiapatita, así como absorbancias a 875, 1420 y 1448 <math>\text{cm}^{-1}</math> correspondiente a el enlace C=O de los grupos carbonato incorporados en la estructura de apatita.</p>		INDUSTRIALES
<b>Marra kchi, F., et al. (2017)</b>	Material de carbono mesoporoso rico en nitrógeno y de gran superficie procedente de la pesca Residuos para la	ASIA	Malasia	adsorción	escamas	<p>se lavaron con agua destilada mediante secado a 60 ° C en estufa</p> <p>se carbonizó por calentamiento en un reactor vertical tubular de acero inoxidable a 600 ° C durante 90 min en nitrógeno (99,995%) flujo (100 cm<sup>3</sup> / min)</p> <p>enfriar bajo un flujo de gas N<sub>2</sub> y muele y se tamiza</p> <p>El carbón resultante se impregnó con NaOH durante 4 h</p> <p>secando a 105 ° C en un horno</p> <p>se activo mediante un reactor tubular horizontal de acero inoxidable a 800 ° C durante 90 min</p> <p>se dejó enfriar en N<sub>2</sub> flujo de gas</p>	carbon de escamas de pescado	Q1	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES

	adsorción eficaz de azul de metileno					se lavó con HCl (1.0 mol / L) seguido de agua destilada caliente hasta pH~6,5.			
						secar a 105 ° C en un horno durante 24 horas			
<b>ACHIE NG, George O., et al.(2019)</b>	Preparación, caracterización de biocarbón de escamas de pescado y sus aplicaciones en la eliminación del tinte aniónico índigo carmín de soluciones acuosas	ÁFRICA	Kenia	Adsorción	Escamas	Pre tratamiento: lavadas con agua de grifo a 25°C y enjuagada varias veces con agua desionizada, luego secado al ambiente.	Se preparó el biochar de escamas de pescado a diferentes temperaturas de 200 C, 300 C, 400 C, 600 C y 800 C.	Q2	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
						Pulverización: El material seco es pulverizado a 100 Pa	En este estudio, los valores de pH del biochar de los adsorbentes variaron de 6.48 a 8.42.		
						Las escamas pulverizadas (25g) se colocaron en un bote de combustión de porcelana (50 mL), tapado y sometido a pirólisis lenta en un ambiente inerte (Flujo de N2 de 100 mL / min) a una velocidad de calentamiento de 10 C por minuto a 200 C, 300 C, 400 C, 600 C y 800 C, luego entra al horno por 60 min.	también hay una disminución en el contenido de % H de la biochar a medida que aumentaba el pH y la temperatura de pirólisis.		
						Se enfría y es lavado con agua desionizada hasta un pH 6.7, se seca en el horno a 100°C por 2 h.	Los adsorbentes estaban compuestos principalmente por C, O, Ca y P. eficiencia de 56,60% a pH 2 a 49,55% a pH 10 Los resultados indican que la eficiencia de remoción (% R) aumentó con un aumento en la cantidad de adsorbente. Como un ejemplo para FSB @ 600 C, la eficiencia de eliminación (% R) significativamente (p < 0.05) aumentó de 52.70% en un		

							adsor-dosis doblada de 0,05 ga 74,40% a 0,20 g		
<b>Ooi, et al. (2017)</b>	Evaluación de los desechos de escamas de pescado como adsorbente ecológico y de bajo costo para eliminación de un colorante azo: estudios de equilibrio, cinéticos y termodinámicos	ASIA	Malasia	Absorción	Escamas	se limpian repetidamente con agua del grifo para eliminar la piel de pescado y la suciedad de la superficie	se utilizó la dosis de adsorbente de 4 g / L en experimentos. El máximo de las capacidades de adsorción de MFS fueron 145,3-157,3 mg / g a 30-50 ° C	Q1	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
						se enjuagaron con agua caliente y finalmente con agua desionizada fría			
						MFS limpios se sometieron a secado en un horno (Memmert, Alemania) a 50 ° C durante 48 h.			
						se molieron en un molino ultracentrífuga			
						equipado con un tamiz de anillo de 0,2 mm y tamizado con un agitador de tamiz vibratorio			

Poblete, R., et al. (2020)	Uso de escamas de pescado como adsorbente de materia orgánica presente en el tratamiento de lixiviados de vertederos	AMÉRICA	Chile	Adsorción.	escamas	<p><b>Pre tratamiento:</b> lavado y secado a 105°C, luego es activado terminamente a 700°C por 5 h em un horno mufla.</p>	Obtención del carbon activado	Q1	TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
						<p><b>Trituración:</b> Las escamas pasan a ser trituradas en un tamaño de 0.5 y 0.9 mm.</p>	<p>El carbon activado producido fue un material mesoporoso, siendo el área de poros acumulada 1.57 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> con una superficie BET de 1.8329 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>. El ancho de poro promedio de adsorción (4 V / A por BET) fue de 12,79833 nm.</p>		
Hosseini, SF., et al. (2017)	Atrapamiento nanoliposomal de péptidos bioactivos fracción de hidrolizado de gelatina de pescado	ASIA	IRAN	Hidrólisis química y enzimática	piel	<p><b>Pretratamiento</b> despegado y congelado a -20 °C hasta su uso. La piel congelada se descongeló durante la noche a 4 °C</p>	<p>Se encontró que el tamaño de partícula de los nanoliposomas cargados con péptidos estaba en el rango de 134-621 nm, con un potencial de 0.06-8.65 mV y un índice de polidispersidad de 0.27-0.49, cuando el péptido inicial contenido fue de 0-10 mg / ml.</p>	Q1	BIOMATERIALES
						<p>Se retira el tejido adherido, luego se corta en trozos pequeños (1 cm × 1 cm) y se lava con agua fría (~ 4°C)</p>			
						<p><b>Hidrólisis alcalina</b> luego remojado en solución alcalina fría (0.19 mol / L, NaOH) con una relación piel / solución de 1: 7(p / v) durante 3 h.</p>			
						<p>se repitió tres veces para eliminar las proteínas no colágenas y pigmentos</p>			
						<p>, luego se lavan con agua destilada fría</p>			

						<p><b>Hidrolisis ácida</b>  las pieles limpias se empaparon en ácido frío (0,21 mol / L, ácido acético) con una relación piel / solución de 1: 7 (p / v)</p> <p>se lava con agua destilada hasta pH neutro.</p> <p>La gelatina de las pieles hinchadas se extrajo en destilado agua a 50 °C durante 16 ± 2 h.</p> <p>La gelatina solubilizada se separó de los fragmentos de piel residuales utilizando una tela de filtro de dos capas y papel de filtro</p> <p>, luego liofilizado</p> <p><b>Hidrólisis enzimática</b>  Se disolvió gelatina liofilizada (5%, p / p) en agua destilada</p> <p>y sometido a hidrólisis enzimática utilizando alcalasa con una relación enzima / sustrato de 1: 100 (p / p)</p> <p>en condiciones óptimas de pH y temperatura (pH 8, 50 °C) durante 4 h.</p> <p>La enzima fue inactivado calentando la mezcla en un baño de agua a 90 °C durante 10 min</p> <p>antes de que la mezcla seacentrifugado a 7000 × g durante 20 min a 4 °C</p> <p>se almacenaron a -80°C</p>			
							La resultante del grado de hidrolisis (DH) fue del 46,5 ± 0,34%		
<b>Ahmed, R., et al. (2018)</b>	Aplicación de proteasas colagenolíticas bacterianas	ASIA	KOREA	Hidrolisis química y enzimática	piel	<p><b>Pretratamiento</b>  Las pieles fueron molidas y luego el aceite se eliminó a 40 ° C con 25 Mpa presión</p> <p>La piel desengrasada se trató con 0,1 mol / L de NaOH en una relación muestra / solución alcalina de 1:10 (w / v)</p>	El rendimiento de CL se expresó en base al peso de CL liofilizado, en comparación con el peso de la piel seca y desengrasada	Q1	BIOMATERIALES

as para la extracción de colágeno tipo I de la piel del atún patudo (Thunnus obesus)	mática	La mezcla se agitó continuamente (200 rpm) durante 24 h y la solución alcalina se cambió cada 6 h.		
		se lavó la piel con agua destilada fría hasta que el lavado el agua alcanzó un pH neutro		
		<b>Extracción de Colágeno ASC</b> La piel desproteinizada se trató con 0,5 mol / L de ácido acético en una relación sólido / disolvente de 1:40 (p / v).		
		con agitación continua (200 rpm) durante 3 días		
		centrifugación de la mezcla a 10000 g durante 50 min		
		la adición de NaCl a una concentración final de 2 mol / L y reposo 12 horas		
		Los precipitados fueron recolectados por centrifugación a 10000 g durante 30 min, .		
		y luego se disuelve en un pequeño volumen de 0,5 mol / L ácido acético		
		La solución se dializó frente a 0,1 mol / L de ácido acético y agua destilada luego liofilizado.		
		<b>Extracción de CL usando CP (CSC)</b> Los residuos no disueltos obtenidos del proceso de extracción de CL con ácido acético,		Los CL extraídos con FORC005 y FRCY9-2 se denominaron CSC1 y CSC2, Se encontró glicerol y sacarosa como fuentes de carbono adecuadas para FORC005 y FRCY9-2 Los rendimientos de CL extraídos por CP de FORC005 y FRCY9-2762 fueron 53,4 y 42,6 g / kg
		fueron lavado con agua destilada		
		se mezcla con un amortiguador de 50 mmol / L Tris-HCl que contiene 4mmol / L CaCl 2 (pH 7,5) (muestra: disolvente = 1:10) y CP (FORC005 o FRCY9-2) a 100 U / g		
		La mezcla se agitó continuamente (200 rpm) durante 48 ha 4°C		

						. Luego, se centrifugó a 10000 g durante 50 min			
						La solución se dializó frente a 0,1 mol / L de ácido acético y agua destilada luego liofilizado.			
<b>Kchao u, H., et al. (2017)</b>	Desarrollo y caracterización de la piel de sepia (Sepia officinalis) películas de mezcla de gelatina-proteína aislada	EUR OPA	francia	Hidrolisis química y enzimática	piel	<b>Pretratamiento</b> se cortó primero en trozos pequeños (1 cm × 1 cm) y se remojó en NaOH 0,05 M(1:10, p / v)	Primero, se extrajeron gelatina y proteína aislada de piel de sepia con un rendimiento de 2,7% y 14,2% respectivamente	Q1	BIOMATERIALES
						La mezcla se agitó durante 2 h a temperatura ambiente (25 ± 2 ° C) y alcalina			
						La solución se cambió cada 30 minutos para eliminar las proteínas no colágenas.			
						<b>hidrolisis ácida</b> Las pieles preparadas se remojaron en amortiguador de glicina-HCl 100 mM, pH 2.0 con un sólido / solvente proporción de 1:10 (p / v)			
						y sometido a hidrólisis parcial de colágeno durante 18 h, temperatura 25°C			
						la mezcla se elevó a 7,0 usando NaOH 10 M			
						la piel tratada se solubilizó a 50°C durante 18 h			
						La mezcla se centrifugó a 8000 rpm durante 20 min a 4 ° C usando una centrifuga refrigerada para eliminar el material insoluble			
						se recogió y se liofilizó			
						<b>Extracción de proteína</b> la piel se trituró hasta uniformidad utilizando un molinillo (KENWOOD / pro 1600) y homogeneizado con agua destilada en una proporción de 1: 3			
						El pH se ajustó a 11,0 usando NaOH 2 M			



						<p>la mezclase incubó con agitación continua a temperatura ambiente durante 30 min</p> <p>se centrifugó a 8000 rpm durante 15 minutos a temperatura ambiente (<math>25 \pm 2</math> ° C).</p> <p>se sometió a un tratamiento ácido con una solución de HCl (1 M) apH 2,0 durante 15 minutos.</p> <p>A esto le siguió un tratamiento térmico a 50 ° C durante 1 hora paradesnaturalizar la estructura de colágeno de triple hélice</p> <p>se centrifugó a 8000rpm durante 20 min a temperatura ambiente (<math>25 \pm 2</math> ° C)</p> <p>el pH se ajustó a 7,0 usando NaOH 2 M. Finalmente, el filtrado resultante se liofilizó</p>			
<b>Zhu, S.,et al. (2019)</b>	Un estudio cuantitativo comparable sobre la conformación de múltiples jerarquías de ácido y colágenos solubilizados con	ASIA	china	Hidrolisis química y enzimática	piel	<p>Las pieles de pescado se descongelaron con agua corriente y luego secortar en fragmentos de 1 cm × 1 cm y sumergir en 0,01 M NaOH solución durante 24 h con una relación sólido-líquido de 1:20 (p / v) a 4 ° C para eliminarproteínas no colágenas</p> <p>La solución de tratamiento se cambió cada 8h</p> <p>posteriormente sese lavó minuciosamente con agua destilada hasta que el valor de pH fue neutro</p> <p>el proceso de desengrasado se realizó revolviendo las pieles para8 h en alcohol isopropílico al 10% (v / v) seguido de lavado en destiladoagua hasta neutralidad para la extracción de colágeno</p>	Se encuentra que la piel de la carpa herbívora tiene un contenido de humedad (62,07%), La segunda composición más alta de la hierba. La piel de carpa es la proteína $32,42 \pm 0,14$	Q1	BIOMATERIALES

pepsina de la piel de la carpa herbívora ( Ctenopharyngodon idella )					<p><b>ácido-ácido (método AA):</b> Los sobrenadantes se recogieron a 4 ° C y el residuo se volvió a extraer bajo las mismas condiciones durante 24 h,</p>			
					centrifugación a 10.000 rpm durante 10 min a 4 ° C			
					ambos extractos se combinaron y salado añadiendo (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> para obtener una concentración final de 1,5 M después de ajustar el valor de pH a 7,5			
					La solución resultante se colocó en tubos de diálisis Contra pirofosfato acético de dihidrógeno disódico 0,04 M estéril agua ácida y destilada durante 2 días y se liofilizo			
					<b>pepsina-pepsina (método PP):</b> empapó completamente en 0.5 M ácido acético que contiene pepsina durante 24 horas a 4 ° C			
					centrifugan a 10.000 rpm durante 10 min.			
					volvió a extraer en ácido acético 0,5 M			
					centrifugación a 10.000 rpm durante 10 min a 4 ° C.			
					se dializo y liofilizo			
					<b>método ácido-pepsina (método AP):</b> se empapó completamente en 0,5 M ácido acético con una relación sólido-líquido de 1:50 (p / v) durante 24 h			
					centrifugado a 10.000 rpm durante 10 min			
					extraer en ácido acético 0,5 M que contenía pepsina durante 24 h			
					centrifugación a 10.000 rpm durante 10 min a 4 ° C			

						liofilizado			
<b>Govin dharaj , M., et al.(2019)</b>	Valorización de piel de anguila marina descartada para extracción de colágeno como biomaterial azul imprimible en 3D para la ingeniería de tejidos	ASIA	india	hidrolisis química y enzimática	piel	<b>pre tratamiento:</b> se lavaron varias veces con agua desionizada y envasado	La anguila y la eficiencia de rendimiento de la extracción fue de alrededor de ~ 4.2%	Q1	BIOMEDICINAL
						Brevemente, las pieles de anguila recolectadas se rompieron en piezas pequeñas y se retuvo la humedad de la superficie de la piel antes de iniciar el proceso			
						<b>hidrolisis acida :</b> Se añadió una solución de ácido acético 0,5 M a la piel de anguila rota			
						con agitación continua a 4 C durante 42h			
						Después de revolver, Las mezclas se filtraron a través de una gasa			
						añadiendo NaCl 0,9 M al filtrado.			
						La precipitación separa el ácido colágeno soluble (ASC) cuando se somete a centrifugación a ~ 6000 rpm durante 1 h.			
						Después de la incubación a 4 C para 24 h, la mezcla se separó por centrifugación a 8000 rpm para 1 h a 4 C y el sobrenadante fue recogido			
						PSC fue lavado añadiendo NaCl			
						el aislado El PSC se mezcló bien y se dializó contra el ácido acético 0.1 M más tarde con agua a 4 C durante tres días.			
Finalmente, el colágeno obtenido fue liofilizado y liofilizado para obtener PSC en polvo									

Akita, M., et al.(2019).	Estudio bioquímico del colágeno tipo I purificado de pieles calientes .mar teleósteos Mahi mahi ( Coryphæna hippurus ), con un enfoque en estabilidad térmica y física	ASIA	Japón	Hidrólisis química y enzimática	piel	ASC: Todos los procesos se llevaron a cabo a 5 ° C. Cinco gramos de piel	los rendimientos de mmASC y mmPSC fueron del 5,9% y4,0%, respectivamente	Q3	BIOMATERIALES
						cortó por separado en trozos pequeños y se trató conHidróxido de sodio 0,1 M (NaOH) en una proporción de 1:10 (p / v)			
						durante un día paraeliminar las proteínas y los lípidos no colágenos			
						se centrifugó a 10.000 xg durante 15 min se llevo dos veces			
						Se eliminó el sobrenadante y seel residuo se lavó con agua destilada fría para neutralizar			
						El residuo se agitó durante tres días con 10 volúmenes de 0,5 M de ácido acético.ácido y centrifugado a 10.000 × g durante 20 min			
						Se añadió NaCl alsobrenadante a una concentración final de 0,9 M.			
						el precipitadose disolvió en ácido acético 0,5 M, se dializó contra ácido acético 0,1 My agua destilada sucesivamente y liofilizada.			
						PSC: El residuo de la piel del pescado después del tratamiento con ácido acético sedigerido con 1 mg / ml de pepsina			
						solución en ácido acético 0,5 M a 4 ° C. Después de tres días de incubación, las mezclas se centrifugaron a 10.000 xg durante 35 min			
NaCl fueañadido al precipitado hasta una concentración final de 0,9 M									

						el precipitado se disolvió en ácido acético 0,5 M, se dializó contra Ácido acético 0,1 M y agua destilada sucesivamente y liofilizados			
<b>Suwal, S., et al. (2017)</b>	Fraccionamiento por membrana de péptidos antioxidantes dehidrolizados de proteínas de trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) subproductos	AMERICA	EEU	Hidrólisis enzimática	piel	se homogeneizaron con agua destilada en una proporción de 1: 4 p / v	Proteínas	Q1	BIOMATERIALES
						La solución homogénea se hidrolizó con Alcalase al 3% a 55°C por 15 min.			
						La solución se calentó a 95 °C durante 15 min			
						centrifugado a 15.000 xg durante 15 min			
						se almacenaron a -20 °C			
<b>Thuanthong, M., et al. (2017)</b>	Purificación y caracterización de la enzima convertidora de angiotensinapéptidos inhibidores	ASIA	tailandia	hidrólisis enzimática	piel	<b>hidrólisis enzimática:</b> El colágeno aislado (5 g) se disolvió en 1 L de agua destilada en un vaso de precipitados a 50 ° C y luego se transfirió al tanque de hidrólisis	La actividad inhibidora de la ECA del polvo liofilizado final de el hidrolizado de colágeno de piel de tilapia (EMR) fue de 1,60 ± 0,20 mg /mL	Q1	BIOMATERIALES
						Una vez alcanzada la temperatura, el pH se ajustó a 8.0.			
						se añadió alcalasa al tanque de hidrólisis pre-hidrolizado durante 60 min			
						Se recogieron 10 h de hidrólisis en el EMR, se liofilizó y se mantuvo a -20 ° C hasta su uso			

	s de gelatina cutánea de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> )producido por un reactor de membrana enzimático								
<b>Huang , CY., et al. (2018)</b>	Mejora de la adhesión celular, el crecimiento celular, la curación de heridas y la protección		TAIWAN	Cocción por Extrucción	ESCAMA	Mezcla con NaOH 0.1 N, y lavar con agua a Ph 7, secar a 50°C, molido en polvo pasado por una malla de 20 , almacenados en bolsas de aluminio. A 4°C.	Se extrae la gelatina , y esta presenta una estructura laminar, lo que indica que posee características de formación de película. Se midió la diferencia de color en los 3 preacondicionamientos dando que el FS2 es mas blanco, cave decir que el color no ifluye en las propiedades de la gelatina, las morfologías de estas gelatinas no se alteraron significativamente.	Q1	BIOMEDI CAS

	n oxidativa mediante gelatinas extraídas de escamas de pescado de tilapia ( Oreochromis sp.) Pretratadas por extrusión	ASIA				<p>Los polvos son empapados con agua bidestilada a proporción 1:10(p/v), agitado a 50°C por 1h, son centrifugados a 10.200xg por 10 min, los sobrenadantes se recogieron y liofilizaron.</p> <p>Son precondicionados con agua biodespilada (FS2), ácido cítrico al 1.26% (FS12) y precondicionamiento con solución de ácido acético al 9,37% (FS14).</p>	Los valores de pH de las soluciones FS2, FS12 y FS14 fueron $7.75 \pm 0.04$ , $7.20 \pm 0.00$ y $6.20 \pm 0.00$ , respectivamente. El acondicionamiento PS2 muestra una mayor fuerza de gel.		
<b>D Pavan Kumar, et al. (2017)</b>	Propiedades estructurales de la gelatina extraída de desechos de piel de corvina ( Johnius sp )	ASIA	INDIA	EXTRACCIÓN RÁPIDA	piel	<p><b>Pre-tratamiento con NaCl:</b> son descongeladas y cortadas de 1cm3, con una solución de NaCl 0.75 M, en una relación de 1:6 (p/v) por 10 min a 4°C.</p> <p>Se lava y se repite el proceso 2 veces, después se agita despacio y se lleva la temperatura a ambiente.</p> <p>Las pieles lavadas se agitan suavemente por un periodo corto y es llevado al extractor por calor, una vez frías se lleva a la centrifugación a 10.000 xg a 25°C por 15 min y se filtra y se liofiliza por 24 h a 45°C conectado a una bomba de vacío. La gelatina se almacena en recipientes herméticos.</p>	Se extrae la gelatina, encontrándose como un rendimiento óptimo a una temperatura de 85 ° C durante 60 minutos con una relación piel: agua de 1: 6 era óptima para la extracción de gelatina. La conversión de colágeno en gelatina depende de los parámetros de procesamiento, pretratamiento	Q2	BIOMATERIALES

Renuka, V., et al.(2019).	Caracterización de la gelatina obtenida de pieles de unicornio ( Aluterus monoceros ) y bacalao de arrecife ( Epinephelus diacanthus )	ASIA	INDIA	Secado al horno	piel	<p><b>PRE-TRATAMIENTO:</b> Lavado con abundante agua, sumergido en NaOH 0.2 M proporción 1:10(p/v) por 5 h. a 4°C. se repite hasta alcanzar un pH 7</p>	La Gelatina de piel de chaqueta de cuero de unicornio de las tres diferentes temperaturas de secado en horno tenían 88% de proteína, 0.18–0.29% de grasa y 0.60–0.71% de ceniza. No hubo diferencia significativa entre las proteínas entre las tres diferentes temperaturas de secado.	Q1	BIOMATERIALES
						<p><b>EXTRACCIÓN:</b> Se mezcla con ácido fosfórico, proporción 1:10 por 2 h, cambiando la solución cada 1 h. Se enjuaga hasta un Ph 7, después se mezcla con agua potable una proporción 1:2 a 50°C por 18h en el agitador orbital con la velocidad de 160 rpm</p>			
						<p>Se filtra en gasa y vacío con papel filtro, El filtrado se centrifuga a 5000 rpm por 10 min a 20 ° C). Los sobrenadantes se secaron al vacío a diferentes temperaturas (50 ° C, 60 ° C y 70 ° C).</p>			
Mondal, S., et al. (2017)	Conversión de desechos de piel de rodaballo en valiosas sustancias funcionales con un efecto ecológico tecnológica de	ASIA	CHINA	Fermentación	piel	<p><b>Hidrolizado de piel fermentado</b></p> <p>Para preparar el cultivo de semillas, matraz Erlenmeyer de 250 mL que contiene 100 mL de medio en una capa de piel / agua</p>	los hidrolizados de fermentación cutánea se preparan utilizando Saccharomyces cerevisiae , Aspergillus oryzae y Streptococcus thermophilus , que se han considerado como cepas seguras en los alimentos. industria (Avisos GRAS; FAO / OMS, 1987) Después de la fermentación durante 24 h, el contenido de proteínas solubles y solubles en ácido alcanzó un máximo de 63,46 y 62,63 mg / ml el contenido de soluble y 258	Q2	biomateriales
						<p>Se utilizó una ración de 2/3 (p / v) y se calentó en un baño de agua hirviendo durante 30 min.</p>			
						<p>se homogeneizaron y esterilizaron en autoclave a 121 ° C durante 20 min antes de la fermentación</p>			
						<p>Para Aspergillus oryzae OAY1</p>			
						<p>, el inóculo se preparó transfiriendo dos asas de esporas en 5 ml de Tween 80 al 0,2% (6 × 10<sup>4</sup> CFU / ml) y se inocularon en medio de la piel</p>			



	fermentación amigable					<p>Las condiciones de incubación se establecieron como: 30 ° C, 180 rpm durante 48 h</p> <p>se agregaron 10 mL de cultivo de semillas en un medio que contenía piel y agua destilada a una ración de 1/3 (p / v)</p> <p>y se incubó a 30 ° C, 180 rpm durante 168 h . Después de la fermentación,</p> <p>los cultivos se filtra e inmediatamente se centrifugó a 8.000 g durante 10 min</p>	Las proteínas solubles en ácido son 40,68 mg / mL y 39,68 mg / mL		
<b>Chen, et al. (2019)</b>	Extracción de piel de pez globo por electrodiálisis (Takifugu flavidus): una fuente prometedora de colágeno	ASIA	China	Electrodiálisis	Piel	<p>se incubó en 150 L de 0,1 mol / L de sodio.bicarbonato durante 3 h con agitación continua y luego enjuague con agua fría hasta un pH neutro fue alcanzado</p> <p>El material resultante se hidrolizó en 120 L de ácido acético 0,5 mol / L durante 24 h y luego se centrifugó a 10.000 x g durante 15 min para eliminar las proteínas y los pigmentos no colágenos.</p> <p>fue salado del sobrenadante en presencia de 0,5 mol / L de NaCl, seguido de 20 min de Centrifugación de 10.000 x g</p> <p>El precipitado resultante se disolvió en 0,5 mol / L de ácido acético para producir 100 L de solución de colágeno crudo</p> <p>Purificó mediante electrodiálisis equipado con membrana de intercambio catiónico de polietileno</p> <p>El proceso las condiciones de electrodiálisis fueron las siguientes: compartimento de alimentación, 150 L de NaCl al 3% (p / v</p>	<p>Descubrimos que la electrodiálisis tiene mejores resultados económicos y ambientales que los tradicionales diálisis, ya que redujo significativamente el tiempo de purificación y las aguas residuales (~ 95%) manteniendo alto rendimiento de extracción (67,3 ± 1,3 g / 100 g de peso seco, p &lt;0,05)</p>	Q2	Biomateriales

						150 L de agua destilada; potencial eléctrico, 80 V / cm; caudal, $\leq 1 \text{ m}^3 / \text{h}$ ; electrodiálisisduración, 2 h			
						Los productos de purificación se liofilizaron y se almacenaron a $- 20^\circ \text{C}$			
<b>Silva, A. V. S., et al.(2019)</b>	Aplicación potencial de escamas de pescado como materia prima en termoprocésos para la generación de energía limpia	AMÉRICA	Brazil	Tamizado	Escama	Lavado, secado a $70^\circ \text{C}$ por 48h, molienda, tamizado y granulometría de 0.363 mm y 0.300mm.	Humedad en aproximadamente el 11%, Este valor se considera apropiado para la aplicación de biomasa en combustión, porque Los biocombustibles con alto contenido de humedad presentan un valor calorífico inferior,el contenido de cenizas de aproximadamente el 46% es superior a los valores encontrado por la presencia de un alto contenido de silicio u otros componentes inorgánicos, principalmente metales alcalinos. Los niveles de C, H y N comprende el 20,16% para carbon; 3,37% para hidrógeno y 6,81% para nitrógeno.	Q1	Bioenergética