

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

**“OBTENCIÓN DEL COLÁGENO A PARTIR DE LOS RESIDUOS
DEL BONITO (*Sarda chiliensis chiliensis*) MEDIANTE HIDRÓLISIS
ALCALINA”**

AUTORES

**CAROLINE ESTHEFANY CAMACUARI CUADRADO
KATHERINE GABRIELA JACAY GONZALES**

ASESOR:

**Dr. VÍCTOR RAÚL COCA RAMÍREZ
C.I.P. 48044**

**VÍCTOR RAÚL COCA RAMÍREZ
INGENIERO QUÍMICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48044**

HUACHO – PERÚ

2021

“OBTENCIÓN DEL COLÁGENO A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL BONITO (*Sarda chiliensis chiliensis*) MEDIANTE HIDRÓLISIS ALCALINA”

05

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	15%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Nacional JoseFaustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	4%
3	eprints.utar.edu.my Fuente de Internet	2%
4	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	vsip.info Fuente de Internet	<1%
6	ri-ng.uaq.mx Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

A nuestros padres quienes nos han apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser unas personas de bien, su ayuda ha sido fundamental en todo el proceso, por los ejemplos de perseverancia y constancia, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

AGRADECIMIENTO

Nuestras vidas están llenas de retos y una de ellas es la universidad, gracias a Dios que nos permitió terminar esta etapa que es la base para el desarrollo de nuestra vida laboral.

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo y cariño que nos brindaron en cada paso de nuestra carrera universitaria.

Al igual agradecemos a nuestra alma mater y profesores por el conocimiento que adquirimos durante los 5 años de universidad y en especial a nuestro asesor de tesis el Ing. Raúl Coca Ramírez por guiarnos en la realización de este proyecto de tesis y a la Sra. Mary Luz Loayza por los ánimos que nos brindaba durante la carrera universitaria y los consejos de perseverancia.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.1. Problema General	1
1.2.2. Problemas específicos.....	1
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivo Específicos	2
1.4. JUSTIFICACIÓN	2
1.5. DELIMITACIÓN	3
1.6. VIABILIDAD	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	4

2.1.1. Antecedentes Internacionales	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.2. BASES TEÓRICAS	10
2.2.1. Colágeno	10
2.2.2. Estructura del colágeno.....	11
2.2.3. Fuente de colágeno	13
2.2.4. Mecanismo de obtención industrial de colágeno.....	16
2.2.5. Características fisicoquímicas del colágeno obtenido de pescado. ...	18
2.2.6. Equilibrio térmico	19
2.2.7. Ejemplos de Extracción	22
2.2.8. Extracción de colágeno solubilizado con pepsina (PSC)	25
2.2.9. Aplicaciones del colágeno	26
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	27
2.4.1. Hipótesis General.....	28
2.4.2. Hipótesis Especificas	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	29
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	29
3.1.1. Tipo.....	29
3.1.2. Nivel	29
3.1.3. Diseño	29
3.1.4. Enfoque.....	31
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	31
3.2.1. Población	31
3.2.2. Muestra	31
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	31

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	33
CAPITULO IV. RESULTADOS	34
4.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LOS RESIDUOS.....	34
4.2. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO.....	38
4.3. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA AL COLÁGENO OBTENIDO	40
CAPITULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1. DISCUSIONES	44
5.2. CONCLUSIONES	44
5.3. RECOMENDACIONES	45
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	46
6.1. BIBLIOGRAFÍA.....	46
ANEXOS.....	48
ANEXO 02: PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE COLÁGENO	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura molecular de una triple hélice de colágeno de tipo I.....	13
Ilustración 2. Diagrama enfocado en el mecanismo de extracción de colágeno.	30
Ilustración 3. % de humedad en los residuos.....	34
Ilustración 4. % de cenizas en los residuos	35
Ilustración 5. % de Grasas en los residuos	35
Ilustración 6. % de humedad en los residuos.....	36
Ilustración 7. Caracterización fisicoquímica de la muestra 1	36
Ilustración 8. Caracterización fisicoquímica de la muestra 2.....	37
Ilustración 9. Caracterización fisicoquímica de la muestra 3.....	37
Ilustración 10. Gráfica del rendimiento vs tiempo de Extracción (0,3 molar)	38
Ilustración 11. Gráfica del rendimiento vs tiempo de Extracción (0,6 molar)	39
Ilustración 12. % de humedad en los residuos.....	40
Ilustración 13. % de cenizas en los residuos	41
Ilustración 14. % de cenizas en los residuos	41
Ilustración 15. % de proteínas en los residuos.....	42
Ilustración 16. Caracterización fisicoquímica de la muestra 1	42
Ilustración 17. Caracterización fisicoquímica de la muestra 2.....	43
Ilustración 18. Caracterización fisicoquímica de la muestra 3.....	43
Ilustración 19. Residuos de pescado empleados para la obtención de colágeno.	52
Ilustración 20. Peso de la materia prima.....	53
Ilustración 21. Masa del Hidróxido de potasio empleado	53
Ilustración 22. Mezcla de la disolución de KOH.....	54

Ilustración 23. Hidrolisis Alcalina.....	54
Ilustración 24.Lavado con ácido acético y neutralización.....	55
Ilustración 25. Colágeno obtenido.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización	32
Tabla 2. Caracterización fisicoquímica de los residuos.	34
Tabla 3. Cálculo de rendimiento a una concentración de 0,3 molar.	38
Tabla 4. Cálculo de rendimiento a una concentración de 0,6 molar.	39
Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de los restos del colágeno	40

RESUMEN

Actualmente a nivel nacional se recolectan 80 millones de toneladas de pescado al año y aproximadamente el 32% se convierte en desperdicio. Esta cantidad de desechos es un recurso útil para la extracción de colágeno. Sin embargo, el mecanismo de obtención de colágeno no es del todo claro, más que todo del porcentaje de obtención de colágeno presente al extraerlo. Este estudio se centra más que todo en la caracterización de los residuos de pescados emitidos por el mercado de Huacho con el fin de determinar el rendimiento adecuado y la buena caracterización de colágeno obtenido en condiciones adecuada. Entre la materia prima empleada encontramos piel de pescado, escamas, huesos y aletas, los cuales pasaran por un mecanismo de tratamiento para posteriormente someterlas a Hidrolisis Alcalina, con el fin de extraer todo el colágeno presente en los residuos.

El método empleado en la investigación nos permite determinar de manera eficiente los efectos de la concentración de ácido acético (M), el pH, la temperatura de extracción ($^{\circ}$ C) y el tiempo de extracción (h) en respuesta a el rendimiento de colágeno extraído (%). Inicialmente se obtuvo la materia prima directamente del mercado de Huacho, posteriormente se sometió al lavado, seguidamente se sometió a la hidrolisis Acida con ácido acético, este ácido presento un pH de 2,96 a 3,19 en el intervalo de 0,3 y 0,6 M, lo cual fue capaz de producir altos rendimientos de colágeno. El tiempo de hidrolisis optima fueron de 9 horas, mientras que el de extracción solo 90 minutos, dándonos un porcentaje de 12.43% cuando se empleó a 0.3 M y 14,78 cuando se utilizó a 0,6 M, en las mismas condiciones.

Palabras claves: Colágeno, Hidrolisis, optimo, molaridad.

ABSTRACT

Currently at the national level 80 million tons of fish are collected per year and approximately 32% of it becomes waste. This amount of waste is a useful resource for collagen extraction. However, the mechanism for obtaining collagen is not entirely clear, especially the percentage of obtaining collagen present when it is extracted. This study focuses mainly on the characterization of the fish residues emitted by the Huacho market in order to determine the adequate yield and the good characterization of collagen obtained under adequate conditions. Among the raw material used we find fish skin, scales, bones and fins, which will go through a treatment mechanism to later subject them to Alkaline Hydrolysis, in order to extract all the collagen, present in the anchovy remains.

The method used in the research allows us to efficiently determine the effects of acetic acid concentration (M), pH, extraction temperature ($^{\circ}$ C) and extraction time (h) in response to collagen yield. extracted (%). Initially, the raw material was obtained directly from the Huacho market, later it was subjected to washing, then it was subjected to acid hydrolysis with acetic acid, this acid presented a pH of 2.96 to 3.19 in the range of 0.3 and 0.6 M, which was able to produce high yields of collagen. The optimal hydrolysis time was 9 hours, while the extraction time was only 90 minutes, giving us a percentage of 12.43% when it was used at 0.3 M and 14.78 when it was used at 0.6 M, under the same conditions.

Keywords: Collagen, Hydrolysis, optimal, molarity.

INTRODUCCIÓN

El colágeno es un polímero de proteína animal más rico y abundante del cuerpo humano, constituyendo aproximadamente el 30% de la proteína total del cuerpo animal. Este colágeno no solo se encuentra en la gran cantidad de animales terrestres existentes, sino que también se encuentran en diversos animales marítimos, como por ejemplo el bonito, que presenta colágeno en vísceras, piel, colas, escamas y espinazo, lo cual es énfasis de estudio debido a que cuando se comercializa en los diversos mercados a nivel nacional, solo su carne es consumida, mas no las partes en las cuales se presentan el colágeno, debido a que estas son desechadas a la basura, desperdiciando así una gran fuente de proteína y por ende generando una contaminación visual e ambiental.

La finalidad de este estudio es aprovechar de manera adecuada los residuos del pescado bonito, con el fin de obtener colágeno a partir de un proceso denominado hidrolisis alcalina, en especial de las partes que presentan una gran proporción de colágeno, empleando un mecanismo amigable con el medio ambiente.

En el apartado 1, se plasmará la problemática del estudio, resolviendo así el principal enfoque de la investigación, así mismo se verán los principales problemas y objetivos a cumplir, sin dejar de lado la justificación, delimitación y viabilidad del estudio.

En el apartado 2, se enfocará en la recolección de estudios parecidos a la investigación, generando así la gran mayoría de información relevante, las cuales están descritas como antecedentes nacionales e internacionales, posteriormente se dará énfasis a algunas bases teóricas sobre la investigación realizada.

En el apartado 3, se mencionará la metodología realizada, el diseño que se empleó para su realización y los diversos materiales e instrumentos que se emplearon dentro de la investigación.

En el apartado 4, se mostrará en tablas todos los resultados obtenidos de manera resumida con la finalidad de dar un adecuado entendimiento al lector.

En el apartado 5, se observarán las conclusiones y discusiones realizadas de la investigación.

Finalmente, en el apartado 6 se mostrará las referencias bibliográficas en la cuales se basó la investigación.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática

Actualmente a nivel nacional e internacional se ha producido un aumento masivo respecto al interés de diversas especies de pescados, esto se debe más que todo a las propiedades nutricionales y beneficiosas que presentan las proteínas presentes en la gran mayoría de peces, en especial el bonito, cuyo valor proteico es óptimo en comparación con otras especies que habitan el mar del pacifico.

Hoy en día para ser precisos, el mercado de Huacho produce grandes cantidades de restos orgánicos del pescado bonito, posterior a su venta, esos residuos no son aprovechados con su totalidad, debido a que son arrojados de manera directa a la basura, generando así una contaminación visual y ambiental, lo cual es peligroso, debido al impacto ambiental que origina esta acción.

Una de las alternativas más adecuadas, consientes y por ende menos costosas para la utilización de los residuos de pescado, es la obtención de colágeno puro, debido a que los residuos de pescado presentan colágeno en gran abundancia en las vísceras, colas, piel, cabezas y escamas, así mismo el mecanismo de obtención es económico y por ende no contaminante, siendo este un proceso amigable con el medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo extraer el colágeno a través de los restos de pescado emitidos por el mercado de Huacho ubicado en la provincia de Huaura?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué forma se realizará un análisis fisicoquímico de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura?

- ¿De qué forma se encontrar el rendimiento adecuado respecto al mecanismo de obtención de colágeno a través de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura?
- ¿De qué forma se realizará un análisis fisicoquímico al colágeno obtenido empleando como materia prima los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Extraer el colágeno a través de los restos de pescado emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Realizar un análisis fisicoquímico de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.
- Encontrar el rendimiento adecuado respecto al mecanismo de obtención de colágeno a través de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.
- Realizar un análisis fisicoquímico al colágeno obtenido empleando como materia prima los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.

1.4. Justificación

Dicho estudio se justifica debido a que brinda un aporte respecto a la situación actual que consiste en la mala gestión de los restos pescado, en especial el bonito y como estos mismo original una polución visual y ambiental, así mismo también brinda un aporte vital en función al producto obtenido, ya que este puede ser empleado como ingrediente en diversos productos, debido a que presenta un valor agregado por los

componentes beneficiosos que posee como las proteínas y grasas.

1.5. Delimitación

La investigación se ejecutará de manera empírica en los recintos de la UNJFSC, de acuerdo con todas las normativas implicadas dentro del laboratorio y siguiendo los protocolos establecidos en la bibliografía, durante el tiempo establecido de 6 meses, huacho, 2021.

1.6. Viabilidad

La viabilidad es óptima y correcta, debido a que el investigador posee los recursos monetarios sustentables para culminar la investigación, no obstante, este también será guiado y asesorado por profesionales respecto al tema tratado, así mismo también tendrá el tiempo necesario.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

De acuerdo con (Nuñez, 2011) en su respectiva investigación, concluyo lo que se observa en breve:

- Respecto a sus datos fisicoquímicos obtenidos del residuo, este indico de manera óptima y adecuada que los parámetros obtenidos brindan un excelente mecanismo de hidrolisis alcalina con la finalidad de producir y obtener colágeno de una pureza mayor. (Nuñez, 2011)
- Respecto al residuo de piña empleado he utilizado en el mecanismo de hidrolisis, este indica de manera absoluta que la materia prima empleado no es apropiada para el mecanismo de hidrolítico de “Wet blue”, debido a que se necesitan proporciones extensas para la obtención de actividad enzimática empleada respecto a la cantidad de enzima empleada. (Nuñez, 2011)
- El dato obtenido respecto al rendimiento adquirido es de 46,45 %, esta fue calculada de manera oportuna en la fase de purga, lo cual se consideró como optima y buena respecto al mecanismo. (Nuñez, 2011)
- Ahora bien, de acuerdo con el colágeno obtenido se presentaron optimas y buenas características engrasante, las cuales son evidenciadas de manera rotunda en las propiedades finales del cuero obtenido. (Nuñez, 2011)
- Otro beneficio obtenido he encontrado respecto al colágeno, indica que este mismo puede ser de remplazo para el aceite de pata empleado como un agente engrasante, debido a que presenta y posee propiedades parecidas al cuero culminado. (Nuñez, 2011)
- Empleando ese método, se puede lograr reducir de manera óptima el impacto

negativo ocasionado a este residual provocado directamente al ambiente.
(Nuñez, 2011)

Según (Buñay, 2017) en su respectiva investigación, llegó a las posteriores conclusiones:

- Los porcentajes empleados respecto a la Pepsina para la obtención de colágeno tuvieron una relación en función a la composición de las propiedades fisicoquímicas presentadas en este, afectándolo de manera estadística en su composición. (Buñay, 2017)
- Al emplearse un porcentaje aproximado del 5 por ciento de la enzima pepsina, el producto final obtuvo unas óptimas y beneficiosas respuestas en función a las siguientes características, las cuales son el N₂ de 13; la proteína del 78 por ciento; la relación m/v de 0,35 g/ml y finalmente una conductividad de 20,24 $\mu\text{s/cm}$. (Buñay, 2017)
- Los datos microbiológicos obtenidos indicaron de manera óptima que a más proporción de la enzima pepsina mayor es la visibilidad presente de aerobios, por ende, luego de los datos obtenidos indicaron que el colágeno presenta un 23 UFC/g con una desviación estándar de 43; lo cual se incrementó a 42 UFC/g con una desviación estándar de 88, esto se dio cuando se empleó la enzima pepsina al 5.99%. (Buñay, 2017)
- Empleando el 5,99 % de la enzima pepsina en función a la obtención de colágeno respecto a las patas de pollo; se adquirió un rendimiento mayor, el cual fue del 63%; así mismo también se observó el costo más económico en función a la producción, siendo este de 0,20 dólares x gramo; y por ende la mayor renta económica posible de 2.10. (Buñay, 2017)

De acuerdo con (Collaguazo, 2018); en su investigación empírica, concluyó lo

siguiente:

- El mecanismo unitario empleado para la obtención de colágeno empleado en esta tesis fue la extracción solido-liquido, lo cual se obtuvo teniendo como base inicial las escamas de pescado para ser más precisos las especies de *Lutjanus campechanus* y *Labrus bergylta*; con una eficiencia mayor del 55 %, lo cual es considerada como una herramienta innovadora con el fin de obtener colágeno a partir de los residuos y así de igual manera brindar un producto con características fundamentales y beneficiosas para el sector farmacéutico. (Collaguazo, 2018)
- La obtención de colágeno y la valoración de sus características que brindadores unas óptimas condiciones, los cuales son plasmados en la tabla 10 y son visualmente observados en el grafico 2, se obtuvo con precisión las del ensayo 3, en donde se obtiene una extracción D1:2 mm; una T° de 89°C, un R1 de 90:10; lo cual nos brinda un porcentaje proteico del 40,70 por ciento. (Collaguazo, 2018)
- Ahora bien, las dimensiones de la partícula son un adecuado parámetro que permite determinar la eficiencia del proceso de obtención solido – liquido, estos datos se observan de manera objetiva en el cuadro 11, el diámetro determinado y calculado de la partícula que brindo un óptimo y adecuado rendimiento de entre todas fue la de 2 milímetros, esto se debe a que mientras mayor sea el contacto en función al solvente, mayor será la extracción respecto a la formación del colágeno. (Collaguazo, 2018)
- El gran porcentaje de concentración del colágeno obtenido fue gracias a los parámetros mencionados, como un pH de 8,4 y una T° constante de 90° C; estos datos se observan en el cuadro 8, posterior a la realización de una

media de 8 pruebas. (Collaguazo, 2018)

- De acuerdo con el cuadro número 6, este nos indica en función a los colores del colágeno obtenido en cada proceso; respecto a la primera temperatura, se observan colores transparentes y de color plomo, no obstante, en la segunda temperatura, los colores observados dentro de las muestras son más oscuros como el café y amarillento, esto se debe a que se obtiene una mayor ruptura de la escama y por ende este se torna del color de la parte del centro que es plomo oscuro, este cambio en función al color es debido a la presencia de CaCO_3 dentro de la muestra, así como también el $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, las cuales están formadas el colágeno. (Collaguazo, 2018)
- Así mismo también se obtuvo una eficiencia del 60 por ciento de colágeno, lo cual indica que el residuo empleado para la hidrolisis cuenta con un óptimo enriquecimiento de la misma proteína, la cual es posible aprovechar para la producción de colágeno, y por ende productos a base de este, lo cual resalta por ser óptimo y beneficioso a comparación de otros colágenos obtenidos con materia prima de porcino y bovino. (Collaguazo, 2018)
- Ahora bien, en el análisis microbiológico se deduce que el mecanismo de obtención de colágeno es demasiado bueno, debido a que no presento alguna anomalía respecto a la aparición de colonias que originan microorganismos, esto más que todo se debe a los parámetros de almacenamiento, al mecanismo de lavado con el CH_3COOH y también por su extracción a una T° de 90°C . (Collaguazo, 2018)
- En la parte microbiológica se concluye que el proceso de extracción del colágeno es muy bueno porque no presento pruebas positivas para la presencia de colonias formadoras de microorganismos, esto se debe a las

condiciones de almacenamiento frío, al proceso de lavado con ácido acético y su extracción a 90 °C. (Collaguazo, 2018)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según (Huaman, 2018) ; en su indagación empírica, mostro las siguientes conclusiones:

- Los datos obtenidos posterior a los parámetros fisicoquímicos muestran un porcentaje del 64,20% de humedad, 22,15% de proteína, 6,25% de grasa y 4,79% de cenizas, estos no indican alguna idoneidad respecto a la materia prima empleada para ser validados en función a la obtención de colágeno. No obstante, estos datos obtenidos se ubican en un rango determinado y optimo respecto a la literatura indagada, así como se observa en el cuadro 4.1. (Huaman, 2018)
- Los parámetros óptimos en función a la concentración son de 0.25 Molar, empleando como base el NaOH, durante un periodo de 360 minutos, este con el fin de obtener un adecuado rendimiento y eficiencia respecto a la obtención de colágeno. (Huaman, 2018)
- El periodo adecuado y factible respecto a la obtención de colágeno fue de 180 minutos, respecto a lo nombrado se indica que el periodo del mecanismo para una óptima hidrolisis es de 540 minutos, posterior a la extracción. (Huaman, 2018)
- La eficiencia del mecanismo adecuado fue del 12,11%; con parámetros a nivel de laboratorio, lo cual es óptimo, debido a que se encuentra dentro de lo planeado en la fase de la formulación y como las bases teóricas de la indagación realizada. (Huaman, 2018)
- Los datos obtenidos respecto a los parámetros fisicoquímicos en función al

colágeno nos mostraron unos resultados óptimos los cuales fueron: respecto a la proteína este fue del 76%; respecto a las grasas este fue del 2.5%; respecto a las cenizas este fue del 7,3%, los cuales son conocidos y adecuados respecto a los del cuadro 4.5 y los valores de la literatura, por ende, se deduce que el mecanismo es aplicable y apta para el sector alimentario. (Huaman, 2018)

De acuerdo con (Cisneros, 2019) en su indagación realizada, llego a las siguientes conclusiones:

- Los datos obtenidos indican de manera óptima que fue viable obtener colágeno a través de la piel de paiche cuyo nombre científico del pez empleado como materia prima es *Arapaima gigas*. (Cisneros, 2019)
- Las medidas optimas y adecuadas respecto al KOH, el tiempo de ablandado y la potencia gel en las diversas fases de obtención de colágeno fueron: para la fase del ablandamiento con KOH de 1 normal, durante un periodo de 12 h en un equilibrio de 1:5. En la fase de neutralización se disminuyó de manera drástica el pH a 7.2 con varios lavados para ser más precisos 9 con diferente tiempo de 12 minutos en cada uno. En la fase de la obtención se indicó de manera oportuna que la temperatura óptima para la obtención de colágeno es de 70° C durante un periodo de 180 minutos con la misma relación mencionada anteriormente. (Cisneros, 2019)
- La potencia gel resultante en función al producto obtenido fue aproximadamente de 960 gr/cm². (Cisneros, 2019)
- La estructura química proximal del producto obtenido fue del 89% de proteínas y el restante solamente de agua. (Cisneros, 2019)
- La eficiencia obtenida del producto posterior a la deshidratación fue del

6.99% desde piel lavada y purificada con escamas. (Cisneros, 2019)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Colágeno

La sustancia denominada colágeno es la estructura vital que presenta en la gran mayoría de cuerpos de origen animal, debido a que esta formada por tres cadenas polipeptídicas. La función principal del colágeno en la gran mayoría de seres vivos es la de ayudar a reforzar los huesos, el estiramiento de tendones y piel y posteriormente a la sanación de heridas en nuestra piel.

Actualmente subsisten 28 ejemplos de colágeno, entre los cuales se clasifican en tipo I hasta el número XXVIII (Gordon y Hahn, 2010). De acuerdo a su composición supramolecular, se catalogan en colágenos generadores de fibrillas, entre los cuales están los de tipo I, II, III, V y XV, otros tipos de colágeno es el de membrana basal el cual se representa como un colágeno tipo IV, así mismo colágeno micro fibrilar, que se observa como colágeno tipo VI, otro colágeno que también pertenece a la lista es el denominado colágeno de anclaje, que es de tipo VII, colágeno micro fibrilar tipo VI, otros colágenos son los formadores de enlaces hexagonales, los cuales son de tipo VIII y X, finalmente el colágeno FACIT, que es de tipo IX, XII, XIV, XIX, XX y XXI, y otros colágenos tipos XXVIII. Gelse et al., 2003; Gordon y Hahn, 2010).

Grupos del colágeno

Absolutamente todos los colágenos mencionados presentan una característica en peculiar, esta es la extensa complejidad de su estructura molecular, así como la variedad en su composición, variantes de empalme y presentación de dominios que no poseen forma helicoidal añadido. Los colágenos formadores de fibrillas son la familia más grande y extensa de colágenos que comprende el 90% del colágeno total. La fibrilla de las clases de colágeno I y V presentan un rol muy importante en la estructura del hueso,

no obstante, los colágenos II y XI son más que toda una porción de la matriz del cartílago.

Los parámetros como la resistencia que presenta a la tracción y así mismo el equilibrio estable respecto a la torsión del colágeno influyen de manera negativa en la estabilidad e integridad de los tejidos, (Mark, 1999; Gelse et al., 2003). El colágeno IV forma estructuras en forma de láminas que constituyen la membrana basal. El colágeno VI es un colágeno micro fibrilar que contiene enlaces cruzados de disulfuro que contribuyen a la red de filamentos de cuentas delgadas interconectados con otras fibrillas y células de colágeno (Mark et al., 1984; Rest y Garrone, 1991; Gelse et al., 2003).

El colágeno de tipo VII se congrega en fibrillas de anclaje que se unen a las membranas basales epiteliales y atrapan las fibrillas de colágeno del estroma subyacente para unir las dos estructuras (Rest y Garrone, 1991). Los colágenos asociados a fibrillas con triple hélices interrumpidas (FACIT), como el colágeno de tipo IX, XII y XIV, se conectan como moléculas individuales con enormes fibrillas de colágeno y pueden funcionar para controlar el diámetro de las fibrillas de colágeno (Rest y Garrone, 1991; Gelse et al., 2003).

Los colágenos de los tipos VIII y X tienen formas agregadas supramoleculares de celosía hexagonal (Sawada et al., 1990; Kwan et al., 1991; Gordon y Hahn, 2010). No obstante, los diversos tipos de colágeno XIII, XVII, XXIII y XXV, presenta una estructura de transmembrana. (Gordon y Hahn, 2010)

2.2.2. Estructura del colágeno

Absolutamente todas las partes de la familia del colágeno presentan en su composición una triple hélice que se estructura en función a tres cadenas alfa, como se puede apreciar en la ilustración 1. Estructuralmente, la triple hélice derecha puede

crearse mediante tres cadenas polipeptídicas idénticas (homotrómeros) como en los colágenos de tipo II, III, VII, VIII, X y otros.

Sin embargo, los tipos de colágeno más abundantes como I, IV, V, VI, IX y XI son especies heteroméricas, es decir, la triple hélice derecha que está formada por dos o más cadenas diferentes (heterotrómeros). Cada tres cadenas α de la molécula crea una extensa hélice izquierda y tiene un paso de 18 residuos de aminoácidos por turno (Fallas et al., 2009). Las tres cadenas α que forman la superhélice derecha tienen un residuo escalonado entre cadenas adyacentes, y están dispuestas como en una superenrolla alrededor de un eje central común en un estilo diestro para producir la estructura de triple hélice.

El dominio colágeno de triple hélice se caracteriza por una glicina en cada tercera posición de la cadena polipeptídica que crea una estructura repetida (Gly-X-Y) n . Las cadenas α se ensamblan alrededor de un eje central de manera que todos los residuos de glicina se colocan en el medio de la triple hélice, mientras que las cadenas laterales más grandes de otros aminoácidos se colocan en las posiciones externas.

Esto permite que las cadenas de péptidos se compacten firmemente en el eje central de la molécula mientras se evitan choques estéricos en el centro del ensamblaje. La X y las posiciones Y están frecuentemente ocupadas por prolina e hidroxiprolina. Dependiendo del tipo de colágeno, ciertos residuos de prolina y lisina se alteran por hidroxilación enzimática postraduccional.

Los colágenos formadores de fibrillas tienen una longitud de aproximadamente 1000 residuos de aminoácidos y una estructura de triplete Gly-X-Y perfecta. Para los colágenos no fibrilares, todos tienen al menos una interrupción en las triples hélices (Gordon y Hahn, 2010). N-péptido o N-propéptido es el extremo amino de un colágeno fibrilar. Normalmente consta de al menos un pequeño dominio de triple hélice, llamado

hélice menor.

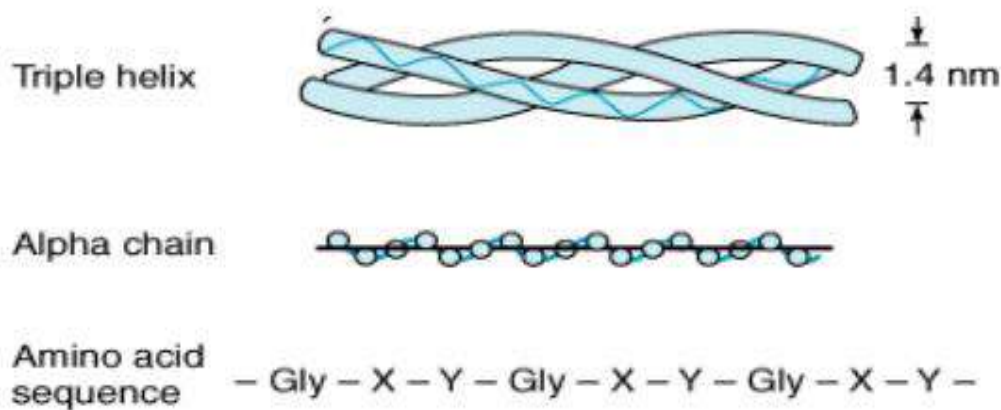


Ilustración 1. Estructura molecular de una triple hélice de colágeno de tipo I

Una vez hecha la triple hélice principal, se procesan los extremos amino y carboxilo. Las moléculas procesadas se alinean en una disposición de un cuarto de escalón en la fibrilla en crecimiento. Los colágenos de tipo V y XI nuclean respectivamente fibrillas de colágenos de tipo I y II (Kadler et al., 2008; Gordon y Hahn, 2010).

El diámetro de las fibrillas está regulado por los N-péptidos del colágeno tipo V y XI que se retienen después del procesamiento (Birk, 2001; Gordon y Hahn, 2010). La regulación del diámetro de las fibrillas es muy importante para la función normal de los tejidos.

2.2.3. Fuente de colágeno

Las pieles bovinas y porcinas son las principales fuentes industriales para la producción de colágeno. A partir de la década de 1930, la primera materia prima que se utilizó para la producción de colágeno fue la piel porcina, y hasta el día de hoy, la materia prima más significativa para las producciones industriales a gran escala sigue siendo la piel porcina (Gómez-Guillen et al., 2011).

Se ha informado que los colágenos de piel porcina contienen encefalopatía espongiiforme bovina (EEB), mientras que el colágeno de pescado tiene un menor riesgo de adquirir patógenos desconocidos como la EEB (Yamauchi, 2002). Además, los sentimientos religiosos de los creyentes judíos e islámicos que prohíben el consumo de la carne de cerdo, mientras que los hindúes prohíben el consumo de productos derivados de la vaca, han provocado pesimismo y preocupación entre los consumidores por utilizar colágeno de mamíferos como fuente (Karim y Bhat, 2009).

Por lo tanto, se han realizado muchas investigaciones para encontrar una fuente alternativa de colágeno. Hasta ahora, se encontró que el colágeno de desecho de pescado tiene las características más similares al colágeno de mamíferos. (Nagai y Suzuki, 2000)

A lo largo de la década, se investigó una gran cantidad de especies de peces como alternativas a la fuente de colágeno. Absolutamente todas las especies analizadas indicaron diversas características respecto a su T° de desnaturalización. Por ende despertó el interés en diferentes grupos de investigadores con el fin de optimizar de una manera eficiente las condiciones de obtención y los rendimientos, de igual manera la caracterización fisicoquímica de los mismos.

Estos colágenos se extrajeron principalmente de la piel de pescado y los desechos de huesos. El bacalao, el salmón del Atlántico y el abadejo de Alaska son especies de aguas frías que han sido investigadas por sus propiedades fisicoquímicas y funcionales.

Se informó que las especies de agua fría tienen temperaturas de desnaturalización significativamente más bajas (alrededor de 4-17 ° C) en comparación con las especies tropicales (alrededor de 18-29 ° C).

El colágeno de pescado que se sugirió como ingredientes potenciales en la

fabricación de alimentos funcionales, cosméticos, aplicaciones biomédicas y farmacéuticas se obtuvo de la trucha y la merluza (Montero y Borderias, 1991), el pargo de rayas pardas (Jongjareonrak et al., 2005), el pescado braseado (Wang, An, et al., 2008), abadejo de lucioperca (Yan et al., 2008) y chaqueta de cuero de unicornio (Ahmad y Benjakul, 2010).

Los desechos de pescado consisten en un 5% de escamas de pescado (Wang y Regenstein, 2009) y son los principales residuos de la industria pesquera. Los despojos de pescado de productos semielaborados de arenque marinado o salado o salmón ahumado en frío se investigaron como fuente de colágeno y se encontró que fumar no cambiaba la temperatura de desnaturalización del colágeno y presentaba temperaturas de desnaturalización más altas en comparación con los colágenos de pieles marinadas o saladas (Kolodziejska et al., 2008; Gomez-Guillen et al., 2011).

También se estudió el colágeno de huesos de cocodrilo que se produjeron como enormes desechos en China, Tailandia y el sur de los Estados Unidos. Estos colágenos eran colágenos de tipo I que tenían características intrínsecas casi similares a las de las especies de peces tropicales como el tambor negro y la cabeza de oveja (Wood et al., 2008; Gómez-Guillen et al., 2011).

Una fuente indiscutible de colágeno en gran abundancia considerada es el pepino de mar, cuyas aplicaciones abarcan en su gran parte a las farmacéuticas (Liu et al., 2010) en el cual se halló que presentaba una característica similar al de tipo I, no obstante, presentaba un porcentaje de aminoácido relativamente bajo comparándolo a los peces de agua fría. Los subproductos avícolas también se utilizaron para la producción de productos de alto valor a base de colágeno como se extrajeron los colágenos tipo I y tipo III (Cliche et al., 2003; Gomez-Guillen et al., 2011).

2.2.4. Mecanismo de obtención industrial de colágeno

El compuesto de colágeno presentado de forma insoluble debe pasar por un mecanismo de tratamiento con la finalidad de poder realizar una adecuada obtención del mismo. El mecanismo de pretratamiento es una fase en donde se completa elevando su temperatura, mezclándolo en una base o ácido a 46°C a más. (Karim y Bhat, 2009; Gomez-Guillen et al., 2011).

El pretratamiento químico romperá los enlaces no covalentes, escindiendo los enlaces cruzados covalentes intra e intermoleculares que causan que la estructura de la proteína se altere, creando por lo tanto suficiente hinchazón y solubilidad del colágeno (Stainsby, 1987; Bailey y Light, 1989; Karim y Bhat, 2009; Gomez-Guillen et al., 2011).

El mecanismo termino que se realiza posterior al pretratamiento, desfragmento las uniones de hidrogeno y los grupos covalentes, lo que origina que su triple hélice presente un equilibrio. Por ende, se genera una transformación de hélice a espiral y por lo consiguiente la transforma en gelatina soluble. (Djabourov et al., 1993).

Los parámetros de mecanismo de obtención como por ejemplo el pH, tiempo o temperatura influyen de manera directa en el tamaño del grupo polipeptídico y de igual manera en las características funcionales del compuesto denominado gelatina (Karim y Bhat, 2009).

La materia base empleada para la obtención de colágeno están compuestas por la piel de porcina, bovina y huesos que normalmente se emplean para obtener gelatina, lo cual es la estructura hidrolizada de colágeno a nivel industrial. La obtención de colágeno o gelatina difiere entre las materias bases empleadas para su obtención.

En primera instancia, absolutamente todas las materias bases a emplear en el mecanismo de obtención de colágeno se cortan, lavan y limpiar, esto con la finalidad de

eliminar compuesto que no sean colágenos. Posteriormente, los compuestos de colágeno crudos se aplican a mecanismos adicionales con la finalidad de obtener gelatina clase A o clase B, esto mas que todo va a ser en función a su fuente inicial.

La gelatina de tipo A (punto isoeléctrico a pH 6 - 9) se produce a partir de un tratamiento ácido y es más apropiada para colágenos menos reticulados covalentemente (o conocidos como colágeno joven) de piel de cerdo y pescado. La gelatina de tipo B (punto isoeléctrico a aproximadamente pH 5) se extrae del tratamiento alcalino y ácido (Stainsby, 1987; Karim y Bhat, 2009; GMAP, 2013).

El mecanismo mencionado con anterioridad es el más eficiente y óptimo para la piel de bovino, debido a que la molécula de la sustancia denominada colágeno es extensa y presenta una mayor reticulación covalente, que también es reconocida como colágeno antiguo o viejo. Los compuestos de clase A y B se regularizan posterior a la extracción, filtración, licuado y mezcla. (Karim y Bhat, 2009; GMAP, 2013).

Mediante el mecanismo de obtención, la materia base se someten a un tratamiento con agua moderada, a temperaturas controladas, con la finalidad de adquirir la gelatina. Este compuesto se precipita con cloruro de sodio con la finalidad de limpiar y purificar el producto que se obtiene a través del filtro. Así mismo también es importante recalcar que puede contener centrifugación e intercambio iónico, con la finalidad de suprimir todos los materiales inorgánicos.

Seguidamente, el fluido se somete a un evaporador de vacío multifásico, con la finalidad de suprimir el agua, para obtener una disolución viscosa. Se aplica una esterilización instantánea a alta temperatura para evitar la posibilidad de contaminación microbiana. Posteriormente, la gelatina se convierte en gel enfriándola en un votador, picando y depositándola como un lecho en una cinta de tejido abierto que pasa por una cámara de secado. Una corriente de aire seco filtrado fluye hacia la cámara y a través de

la cinta, que seca la gelatina.

Después de las pruebas físicas y microbiológicas, las partículas de gelatina se trituran, muelen y mezclan para producir gelatina de calidad comercial para aplicaciones específicas. El compuesto denominado gelatina, posteriormente se analiza para su óptima aprobación, se envasa, recolecta y suministra. (De Wolf, 2003; Karim y Bhat, 2009; GMAP, 2013).

2.2.5. Características fisicoquímicas del colágeno obtenido de pescado.

La estructura de los diversos aminoácidos y el equilibrio térmico presente son los parámetros importantes que abarcan en sus características principales del colágeno. Las propiedades difieren entre las diversas especies de pescados. Los aminoácidos ubicados dentro del colágeno presentan un papel importante en función al equilibrio térmico. El trió de hélice de colágeno está conformada de sucesiones repetidas de X-Y GLy, en donde los puntos X e Y son denominados prolina e hidroxiprolina, mientras que el punto GLy simplemente representa a las glicinas.

Los aminoácidos mencionados como la prolina e hidroxiprolina, generan la aparición de grupos de hidrogeno entre los restos de hidroxiprolina concernientes a las perspectivas X e Y de grupos adyacentes (Berisio et al., 2004). Por lo tanto, una mayor cantidad de aminoácidos en un colágeno contribuiría a una mayor estabilidad térmica, por ejemplo, en la piel de pargo de rayas marrones contiene 212 residuos por 1000 residuos de aminoácidos, tendría una alta temperatura de desnaturalización de 31,50 ° C (Jongjareonrak et al., 2005) en comparación con el colágeno de piel de carpa herbívora con un contenido de aminoácido de 186 residuos / 1000 residuos muestra una temperatura de desnaturalización de 24,60 ° C (Duan et al., 2009).

Del mismo modo, las estructuras con una elevada conformidad de aminoácidos presentaron datos elevados en función a la temperatura de desnaturalización, a pesar que

las especies tenían hábitats diferentes. Entre ejemplos tenemos los peces denominados *Oreochromis niloticus* Tilapia (Sujithra et al., 2013), los cuales presentaban unas propiedades aproximadamente similares al colágeno de los mamíferos, entre la cual se indica que el primero presentaba un equilibrio térmico de 32°C mientras el segundo de 36.90° C. Por ende, se deduce por lógica que el colágeno de pescado con propiedades aproximadas a la de los mamíferos presentarían una optima alternativa de colágeno en la gran mayoría de áreas en las que se aplica.

2.2.6. Equilibrio térmico

El equilibrio térmico es la característica que presenta las moléculas en función a su estabilidad a una elevada temperatura. Las moléculas que presentan una elevada estabilidad, tienden por ende una alta resistencia a descomponerse a elevadas temperaturas. Para el colágeno, el equilibrio térmico esta dada por la temperatura de desnaturalización mas conocida como sus siglas Td. Esta se halla analizando la viscosidad del colágeno, debido a que la Td se determina con la temperatura cuando la viscosidad fraccional es 0,5 (Nagai y Suzuki, 2000a; Nagai et al., 2010).

Una característica prometedora del colágeno de pescado es que tiene una Td cercana al colágeno de mamíferos, ya que una alta estabilidad térmica en el colágeno aumentaría su aplicabilidad para uso industrial farmacéutico y alimentario, ya que puede reemplazar el colágeno de mamíferos que se utiliza en la industria alimentaria y farmacéutica (Nakagawa y Tagawa, 2000; Lee et al., 2001; Rodziewicz-Motowidlo et al., 2008; Singh et al., 2011). Absolutamente todas las especies tanto de peces como de mamíferos presentan una Td distinta, la cual está en función a su entorno ambiental y su temperatura corporal. (Rigby, 1968; Kittiphattanabawon et al., 2005; Singh et al., 2011). Además, también se sugiere que se correlacione con su contenido de aminoácidos y las interacciones complejas determinadas por estos aminoácidos, como la reticulación de

los aminoácidos y el grado de hidroxilación de la prolina (Kittiphattanabawon et al., 2005; Rodziewicz -Motowidlo et al., 2008; Singh et al., 2011).

En la gran mayoría de estudios respecto al tema, se indicaron que los peces tropicales presentan una Td mucho mas elevada respecto a los peces de agua fría, no obstante, la Td de la gran variedad de veces es menor a la de los mamíferos, como por ejemplo el colágeno obtenido del porcino, que presenta una temperatura de 36°C. Piel de peces de agua fría como Merluza (10 ° C) (Ciarlo et al., 1997), Abadejo de Alaska (16,8 ° C) (Kimura y Ohno, 1987) y piel de bacalao (15 ° C) (Rigby, 1968) tienen una Td relativamente baja.

Para los peces subtropicales, la Td fue de 26,5 ° C (lubina japonesa), 25,6 ° C (jurel) y 25,0 ° C (tiburón toro) (Nagai y Suzuki, 2000a). Colágeno de peces tropicales, como el pargo patudo (30,4 ° C), el pargo rayado marrón (31,5 ° C) (Jongjareonrak et al., 2005; Zhang et al., 2007) y la piel de bagre rayado (39,3 ° C) (Singh et al. al., 2011), reveló tener una Td alta.

Así mismo, la Td presente en la piel con un olor peculiar a oleaje cuya temperatura es de 31,5 ° C, (Nagai et al., 2010) fue elevada, presentando una diferencia de 4,3°C menor a la de la piel de porcina. Las espinas de pescado mostraron tener una Td alta con los ejemplos de 30 ° C para la lubina japonesa, 29,7 ° C para el atún listado y ayu, 29,5 ° C para la dorada y el jurel (Nagai y Suzuki, 2000a) y 30,8 ° C para pargo patudo (Jongjareonrak et al., 2005).

Mientras que la Td de las escamas de sardina a 28,5 ° C, la dorada a 28,0 ° C y la lubina japonesa a 28,0 ° C fueron más bajas que la Td de estas espinas respectivamente (Nagai et al., 2004). Además, el colágeno de la aleta caudal de la lubina japonesa fue de 28 ° C, lo que mostró ser 9 ° C más bajo que el colágeno porcino (Nagai y Suzuki, 2000a). Sin embargo, la Td de las pieles, espinas y aletas de los peces

tropicales es más alta que la de las especies de peces de agua fría porque la Td está correlacionada con el medio ambiente y la temperatura corporal del pez.

Al comparar los aminoácidos de colágeno, que estabilizan térmicamente la molécula de colágeno, entre las especies de peces tropicales y de agua fría, un alto contenido de aminoácidos (hidroxiprolina y prolina) de la piel de un pez tropical, que es el bagre rayado (206 residuos / 1000 residuos) (Singh et al., 2011) fue obvio cuando se comparó con colágenos de especies de peces de agua fría que son la piel de bacalao (154 residuos / 1000 residuos) (Duan et al., 2009).

El compuesto denominado hidroxiprolina es de vital importancia para conservar los trímeros presentes en el colágeno equilibrado. Se deducirá que la T° de desnaturalización se incrementaría respecto al aumento de proporción de hidroxiprolina del compuesto de colágeno (Liu et al., 2007). Al comparar el contenido de hidroxiprolina, la piel del bagre rayado tiene una mayor cantidad de contenido de hidroxiprolina (86-91 residuos / 1000 residuos) (Singh et al., 2011) que la piel de pargo rojo (81 y 86 residuos / 1000 residuos, respectivamente) (Jongjareonrak et al., 2011). al., 2005), pero tenía un contenido de hidroxiprolina menor en comparación con el colágeno de piel de ternera (94 residuos / 1000 residuos) (Ogawa et al., 2003; Jongjareonrak et al., 2005).

Además, se sugirió que el colágeno de la piel del bagre rayado tiene una Td más alta, ya que tiene un mayor entrecruzamiento en comparación con otros peces como la piel del pargo rojo. La reticulación se produce debido a la presencia de contenido de aminoácido en el colágeno. Por ende, mientras mas se incrementa la proporción de aminoácidos, el equilibrio térmico del colágeno aumenta a consecuencia de este. (Nagai et al., 2010).

2.2.7. Ejemplos de Extracción

En conclusión, hay dos formas de obtención menudamente empleadas para la extracción de colágeno empleando como base la piel, escamas y aletas de peces. El primer mecanismo de obtención es empleando un solubilizado con ácido y el segundo mecanismo es empleando un solubilizado con pepsina.

La diferencia entre estos métodos de extracción es que el último implica el uso de pepsina porcina para escindir el telopéptido reticulado en regiones sin romper la integridad de la triple hélice (Zhang et al., 2007). No obstante, la eficiencia, la estructura química y los parámetros de colágeno obtenido, empleando ambos mecanismos, diferenciarían entre sí.

Extracción de colágeno solubilizado en ácido (ASC)

La extracción de colágeno solubilizado en ácido (ASC) se adapta generalmente de los métodos informados por Nagai et al. (2000). Absolutamente todo el mecanismo de obtención se efectuó a una T° de 4°C. La piel, la espina, la escamas en primer lugar se someten a un mecanismo alcalino, empleando NaOH a 0,1 M con la finalidad de eliminar las proteínas no colágenas, la grasa y por ende las sustancias no solubles.

A continuación, se enjuagó a fondo con agua destilada hasta neutralizar el pH, seguido de un tratamiento con alcohol en la piel para disolver diversas sustancias olorosas. Después de eso, se llevó a cabo un tratamiento con ácido con ácido acético 0,5 M para extraer el colágeno seguido de la sal. El sedimento obtenido por centrifugación se dializaría y liofilizaría. La espina se descalcifica y por ende se elimina la grasa con una mezcla de EDTA a 0,5 molar, eso es anterior a los mecanismos con álcali y alcohol, para obtener colágeno, posteriormente se aplica la liofilización (Duan et al., 2009).

Las escamas se tratan primero con NaOH y luego se lavan con agua destilada, antes de descalcificarlas con EDTA. Luego, los residuos se extraerían con tratamiento

ácido, salazón y liofilización (Duan et al., 2009). Para la extracción de colágeno de aleta, después del tratamiento con alcohol, se producen colágeno soluble en ácido y colágeno insoluble en ácido. El colágeno soluble en ácido se somete a los tratamientos con álcali y alcohol, mientras que el colágeno insoluble en ácido se descalcifica y desgrasa primero antes de proceder a los pasos de los tratamientos con álcali y alcohol, salazón y liofilización (Nagai et al., 2000).

Últimamente, se han efectuado diversas investigaciones con la finalidad de obtener colágeno a través de organismos acuáticos, con el propósito de emplearlos en el sector alimentario, cosmética y en la medicina. El colágeno extraído de las pieles, espinas, escamas y aletas de pescado dio como resultado diferentes cantidades de rendimiento obtenido debido al diferente contenido de hidroxiprolina y al grado de reticulación del colágeno.

Según las investigaciones, la obtención de colágeno de las diversas clases de colágeno oscilo hasta el 51%. Se extrajo una cantidad de 10,94% de colágeno de las pieles de bigeyesnapper (Kittiphattanabawon et al., 2005), las pieles de bagre de canal y el oleaje arrojaron un 24,00% sobre el peso seco (Liu et al., 2007; Nagai et al., 2010), carpa la piel rindió 41,30% en peso seco (Duan et al., 2009), 49,80% de jurel, 50,10% de tiburón toro y 51,40% de lubina japonesa (Nagai y Suzuki, 2000).

El colágeno óseo fue 42,30% (atún listado), 40,70% (lubina japonesa), 53,60% (ayu), 40,10% (dorada) y 43,50% (jurel) (Nagai y Suzuki, 2000a), pero el colágeno óseo del pescado carpa contenía un 1,06% de colágeno en peso seco (Duan et al., 2009) y un 1,60% de huesos de pargo patudo en peso seco (Kittiphattanabawon et al., 2005). Mientras que las escamas de pescado (pez carpa) rindieron 1.35% (en peso seco) (Duan et al., 2009), las escamas de sardina rindieron 50.90%, la dorada rindió 37.50% y la lubina japonesa rindió 41.00% (Nagai et al., 2004).

El rendimiento de colágeno de la piel del pargo patudo fue del 10,90%, que es un rendimiento superior al del colágeno óseo del pargo patudo (1,60%). Fue debido al mayor contenido de hidroxiprolina en la piel que en el hueso (Kittiphattanabawon et al., 2005).

Así mismo la eficiencia del colágeno está en función a las diversas especies de peces. Los distintos rendimientos de colágeno obtenidos a través de las diversas especies podrían ser en función a que el colágeno esta conformado de una manera distinta. Cada especie de pez ha sido informado que tienen diferentes composiciones de aminoácidos, tales como contenidos de aminoácidos (hidroxiprolina), que afectan la estructura del colágeno. Por ende, se indica que el colágeno óseo presenta compuestos más extensos que la piel con un nivel mayor de hidroxilación de aminoácidos (Kittiphattanabawon et al., 2005).

En algunos casos las especies presentes de diversos peces originaron una proporción menor de colágeno, en este caso como por ejemplo las escamas del pez carpa, debido a que solo se obtuvo un porcentaje de 1% a diferencia de otros peces y especies marinas que lograron obtener un rendimiento del 50%, esto mas que todo fue gracias a la presencia de un menor grado de cruzamiento. Los dos extremos terminales de una molécula de colágeno no son helicoidales, mientras que las otras partes son helicoidales.

La solubilidad del colágeno en soluciones ácidas aumentaría cuando las moléculas de colágeno se reticulan débilmente entre sí en la región de los telopéptidos (Foegeding et al., 1996). Por lo tanto, se sugiere que las especies de peces con bajas cantidades de colágeno extraído tienen un menor grado de reticulación entre las moléculas de colágeno, en comparación con otros peces marinos que producen mayores cantidades de colágeno ácido solubilizado (ASC) después de la extracción (Duan et al.

2009)

2.2.8. Extracción de colágeno solubilizado con pepsina (PSC)

Las extracciones de colágeno con la ayuda de pepsina son similares en general, a veces se aplican modificaciones menores en determinadas condiciones. Jongjareonrak y col. (2005) indicaron una descripción detallada del mecanismo de obtención de pepsina en donde se le añadió a los restos separados posterior a la recuperación de colágeno por medio ácido con una mezcla de precipitación de cloruro de sodio.

En la obtención de colágeno solubilizado con el compuesto denominado pepsina, fue añadida en el mecanismo de obtención, que da énfasis a la separación de sus extremos no helicoidales del colágeno. En consecuencia, las propiedades fisicoquímicas del colágeno se modifican, pero las proteínas no colágenas se hidrolizan y se logra un aumento de la solubilidad del colágeno (Cheng et al., 2009).

Se afirmó que cuando se aplicó pepsina, las regiones reticuladas en el telopéptidos del colágeno se rompieron sin interrumpir la integridad de la triple hélice (Zhang et al., 2007). Diversas investigaciones indicaron que la obtención de colágeno solubilizado con la enzima pepsina provocaría una eficiencia mayor con unas características muy similares. Por ejemplo, el 85,50% de PSC se produjo a partir de piel de pez plano en comparación con el 57,30% de colágeno solubilizado en ácido (ASC). Tanto la PSC como la ASC de la piel de peces planos tuvieron temperaturas de desnaturalización similares de 26,70 ° C y 26,60 ° C respectivamente (Heu et al., 2010).

Sin embargo, algunos hallazgos muestran una tendencia inversa en la que ASC tuvo un rendimiento más alto y un valor de temperatura de desnaturalización similar en comparación con PSC. Un ejemplo claro es en la obtención de colágeno del pescado pargo rojo efectuada por Jongjareonrak et al. (2005). Los rendimientos de piel de colágeno del secuestrador rojo de rayas pardas ASC y PSC fueron 9,00% y 4,70%,

respectivamente (sobre una base de peso húmedo) tuvieron temperaturas de desnaturalización de 30,52 ° C y 30,46 ° C respectivamente.

No obstante, otra investigación indico que la obtención de PSC presento un rendimiento mínimamente superior y que de igual modo una T° de desnaturalización parecida respecto a la diferencia de la obtención por ASC. Esto se demuestra mediante la extracción de colágeno de la piel de la tilapia del Nilo, ya que el colágeno extraído con ácido (ASC) produjo un 38,84%, mientras que el colágeno extraído con pepsina (PSC) resultó con un rendimiento del 48,21%.

No obstante, ambos colágenos tienen temperaturas de desnaturalización de 34,29 ° C y 34,32 ° C, respectivamente (Potaros et al., 2009). Cuando se utilizó un mayor porcentaje de pepsina durante más tiempo, el rendimiento de PSC fue menor. Esto se debió a que cuando se usaba una gran cantidad de pepsina, el colágeno finalmente se escindía, lo que afectaba la integridad de la triple hélice. En consecuencia, debe usarse una cantidad moderada de pepsina para obtener un mayor rendimiento.

2.2.9. Aplicaciones del colágeno

Durante las últimas dos décadas, ha habido una tendencia mundial de alerta creciente sobre los aspectos financieros, comunitarios y ecológicos de la aplicación más favorable de los subproductos pesqueros y de su importancia en la disminución de desechos. Durante el año 2015, la cantidad de tamaño del mercado a nivel global respecto a la gelatina fue de 411,5 kilo toneladas.

Los alimentos y bebidas abarcan un énfasis grande, debido a que consiste en el 28% del mercado global de gelatina. Así mismo la piel de cerdo indico un porcentaje de 41% respecto al mismo mercado, indicando de manera índole que Europa es el mercado mas grande representado por el 42% de todos los ingresos mundiales. Se prevé que Asia Pacífico tendrá el crecimiento más rápido a una tasa de crecimiento anual compuesta

(CAGR) del 6,0% de 2016 a 2024. Se prevé una perspectiva positiva en el sector de la salud para Tailandia y Malasia, ya que se espera que el volumen de ventas de productos farmacéuticos aumente el uso de gelatina en el futuro (Grand View Research, 2016).

El uso de subproductos pesqueros se convirtió en una industria importante en muchos países, con una conciencia cada vez mayor en el tratamiento de subproductos de una manera segura e higiénica. El colágeno y la gelatina se utilizan en varios campos que incluyen las industrias alimentaria, biomédica y cosmética (Gomez-Guillen et al., 2002; Kim y Mendis, 2006).

2.3. Definiciones Conceptuales

Proteínas simples

Son cadenas de aminoácidos, entre su mayoría reducidos, donde la cantidad máxima es de cuatro.

Proteínas compuestas

Son cadenas mucho más complejas, estas cadenas presentan entre su composición compuestos orgánicos e inorgánicos, así también tienen algunos aminoácidos presentes en sus ramificaciones.

Proteínas fibrosas

Son compuestos formados por varias cadenas denominados polipéptidos, los cuales se acomodan entre sí, con la finalidad de crear una microfibrilla, comúnmente estos compuestos se encuentran en el tejido conjuntivo de cualquier individuo.

Colágeno

El colágeno es un compuesto formado por diferentes cadenas de aminoácidos que su vez forman una estructura compleja denominada péptidos, esta sustancia es gelatinosa y su masa es aproximadamente de 4999 g.

Residuos de pescado

Son restos obtenidos luego de la elaboración o tratamiento de pescados dentro de una industria, estos restos pueden ser aprovechados de una manera adecuada y oportuna, debido a los beneficios que presentan en su estructura.

Hidrolisis Alcalina

Es un mecanismo de reacción enfocado al remplazo nucleofílico, en donde se emplea una base cualquiera, en su mayoría se utiliza el KOH o NaOH, permite descomponer de manera directa las proteínas.

Análisis fisicoquímico

Es el estudio de las características presentes en una muestra, con la finalidad de determinar diversos parámetros importantes en la investigación, como el porcentaje de Humedad, proteínas, cenizas y grasas presentes en dicho compuesto.

2.4.1. Hipótesis General

Extraer el colágeno a través de los restos de pescado emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.

2.4.2. Hipótesis Especificas

- Realizar un análisis fisicoquímico de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.
- Encontrar el rendimiento adecuado respecto al mecanismo de obtención de colágeno a través de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.
- Realizar un análisis fisicoquímico al colágeno obtenido empleando como materia prima los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho ubicada en la provincia de Huaura.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo

La indagación es de tipo cuantitativa experimental.

3.1.2. Nivel

De acuerdo con el nivel, este es de tipo cuasiexperimental, a escala de laboratorio.

3.1.3. Diseño

El diseño empleado en la indagación es empírico, siguiendo el siguiente mecanismo mencionado; primero se recolecta la materia prima del mercado de Huacho; aproximadamente 20 kilogramos de materia prima (restos de bonito) los cuales son emitidos por el mismo mercado, luego de su recolección, se somete a lavado y limpiado de los restos, seguidamente se sometió al cortado, molienda y licuado con agua durante 20 minutos con el fin de obtener una homogeneidad uniforme, posteriormente se sometió a una hidrólisis alcalina empleando KOH, empleando concentraciones de 0,3 y 0,6 molar por diferentes tiempo, los cuales fueron 3,6 y 9 horas cada muestra, posteriormente se sometió a la extracción de colágeno empleando tiempos de 30, 60 y 90 respectivamente, los cuales fueron adecuados y óptimos para calcular el rendimiento del mecanismo de obtención de colágeno y finalmente se determinó la caracterización fisicoquímica adecuada para el producto obtenido.

No obstante, en breve se muestra de manera detallada un diagrama enfocado al procedimiento seguido en la investigación empírica.

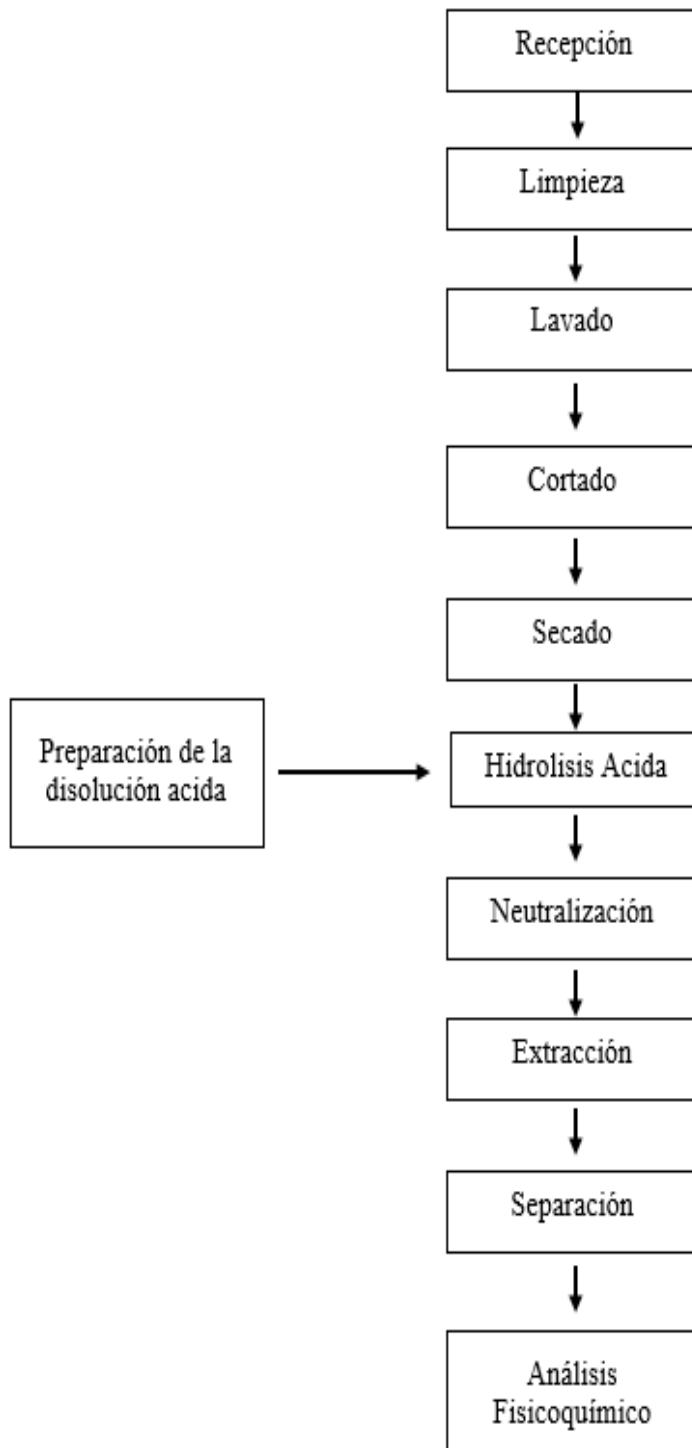


Ilustración 2. Diagrama enfocado en el mecanismo de extracción de colágeno.

3.1.4. Enfoque

El enfoque de la indagación es más que todo aplicativo y por ende cuantitativo.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población está enfocada y abarcada en su totalidad por los 20 kilogramos recolectados del mercado de Huacho.

3.2.2. Muestra

La muestra fue dividía en diversas submuestras para sus respectivos análisis y caracterización, cada submuestra estaba compuesta de 80 gramos, en total se obtuvieron alrededor de 24 submuestras.

3.3. Operacionalización de las variables

Variable Dependiente: Extracción de colágeno

Variable Independiente: Residuos de pescados

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Extracción de colágeno	El colágeno es un compuesto formado por diferentes cadenas de aminoácidos que su vez forman una estructura compleja denominada péptidos, esta sustancia es gelatinosa y su masa es aproximadamente de 4999 g.	Respecto a la extracción de colágeno se emplearon diversos mecanismos entre los más relevantes esta la hidrolisis con KOH a diferentes tiempos y concentraciones, con el fin de determinar el rendimiento óptimo y adecuado.	Tiempo (Hidrolisis) Tiempo (Extracción)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3 horas ✓ 6 horas ✓ 9 horas ✓ 30 minutos ✓ 60 minutos ✓ 90 minutos
Residuos de pescado	Son restos obtenidos luego de la elaboración o tratamiento de pescados dentro de una industria, estos restos pueden ser aprovechados de una manera adecuada y oportuna, debido a los beneficios que presentan en su estructura.	Con el fin de recolectar los residuos y someterlos a los diversos análisis, se emplearon la recolección directa dentro de la misma empresa Mercado de Huacho posteriormente el mecanismo mencionado en la metodología.	Caracterización (materia prima) % Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ % Humedad ✓ % Cenizas ✓ % Proteínas ✓ % Grasas ✓ Bajo ✓ Medio ✓ Alto

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Respecto a las técnicas utilizadas y abarcadas dentro de la indagación, las cuales fueron el análisis observación directa, la observación no directa y sobre todo la deducción lógica, así mismo también se utilizaron literatura bibliográfica con el fin de conocer el mecanismo a emplear, así mismo se emplearon libretas, calculadoras, laptop, multímetro, pH metro y programas de Microsoft como Word, Excel y power point.

3.5. Técnicas para el procesamiento de información

Respecto a las técnicas utilizadas con la finalidad de manejar el procesamiento de información se emplearon los diferentes diagramas respecto al mecanismo de obtención de colágeno, así mismo también se aplicaron programas informáticos con el fin de plasmar los resultados de manera didáctica e idónea.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización fisicoquímica de los residuos

La caracterización se enfocó en tres muestras de treinta gramos de materia prima.

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica de los residuos

	% Humedad	% Cenizas	% Grasas	% Proteínas
muestra 1	57.44%	12.02%	10.22%	20.32%
muestra 2	58.23%	11.43%	10.12%	20.22%
muestra 3	54.35%	12.21%	11.32%	22.12%

Fuente: Elaboración propia

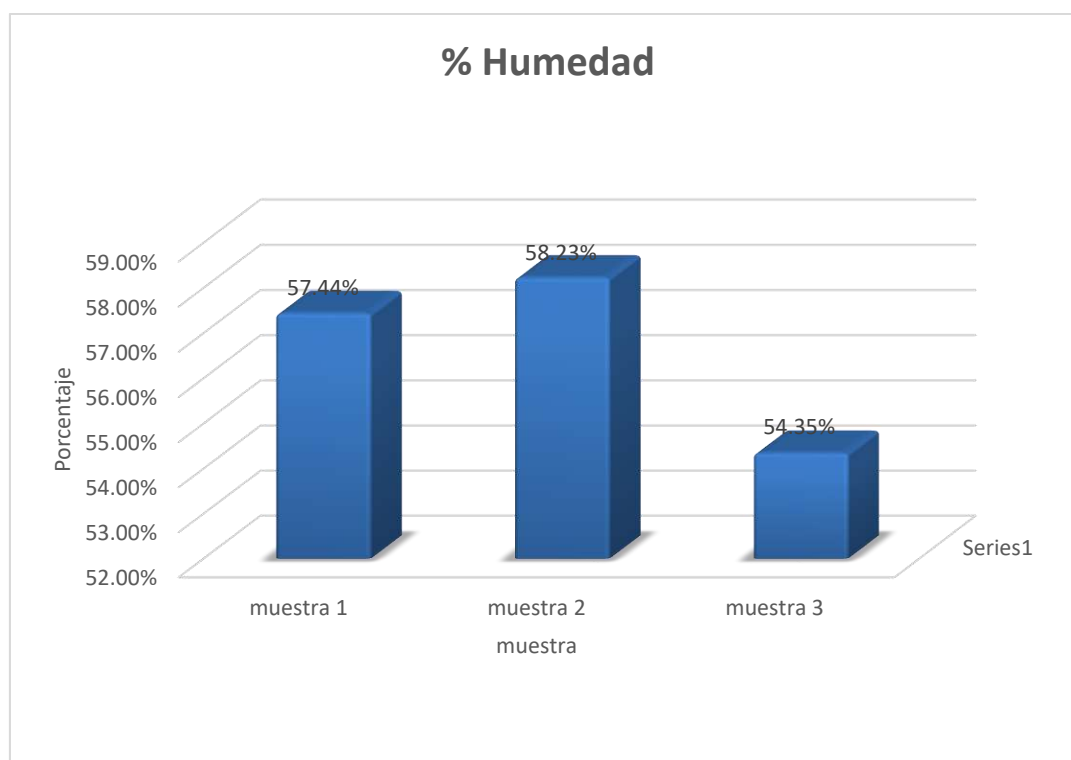


Ilustración 3. % de humedad en los residuos

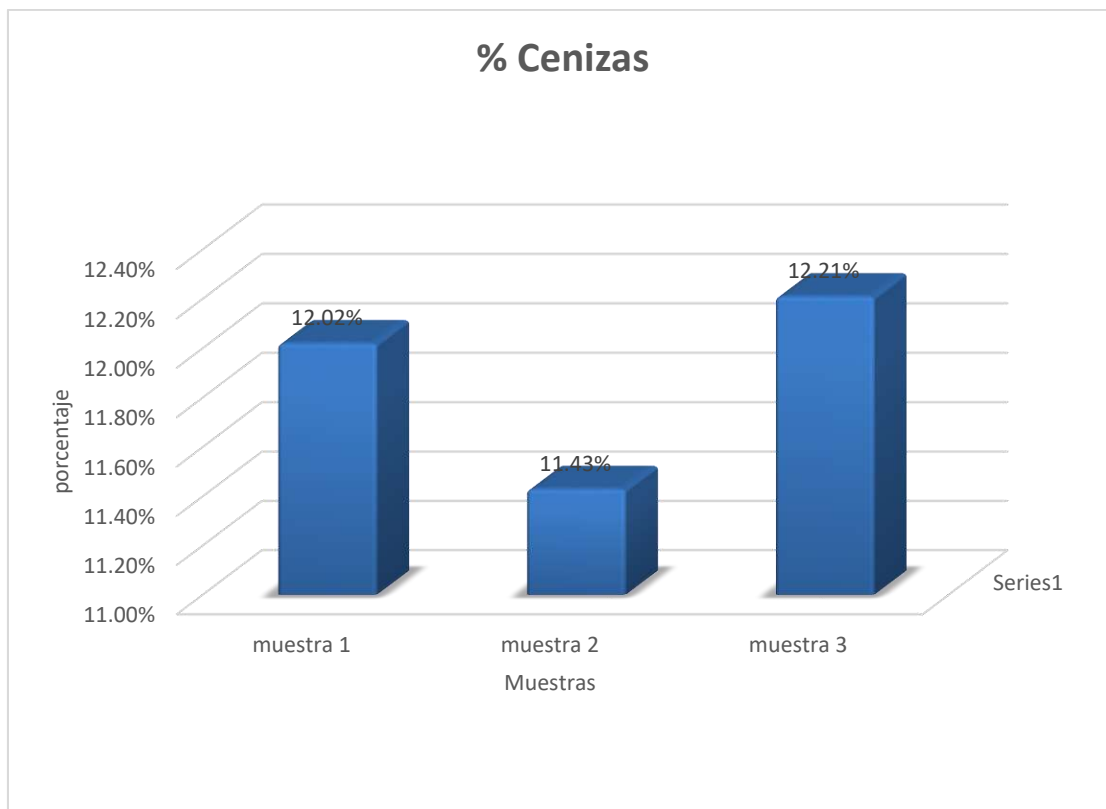


Ilustración 4.% de cenizas en los residuos

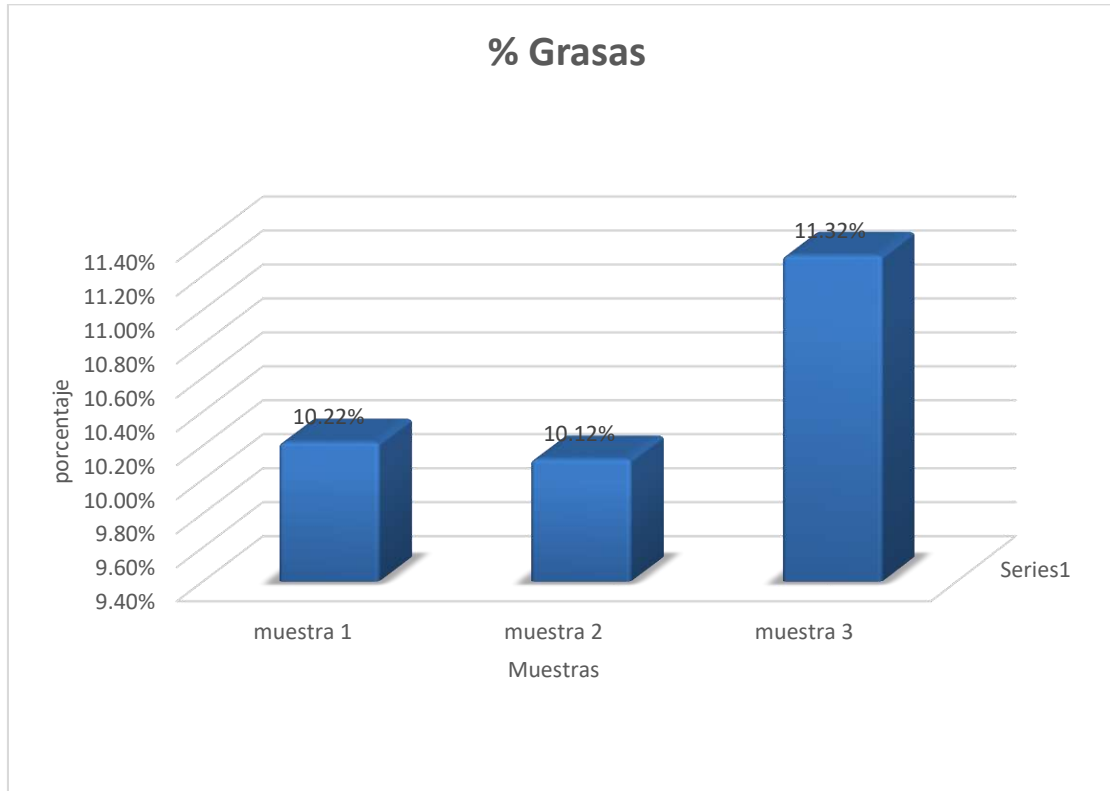


Ilustración 5.% de Grasas en los residuos

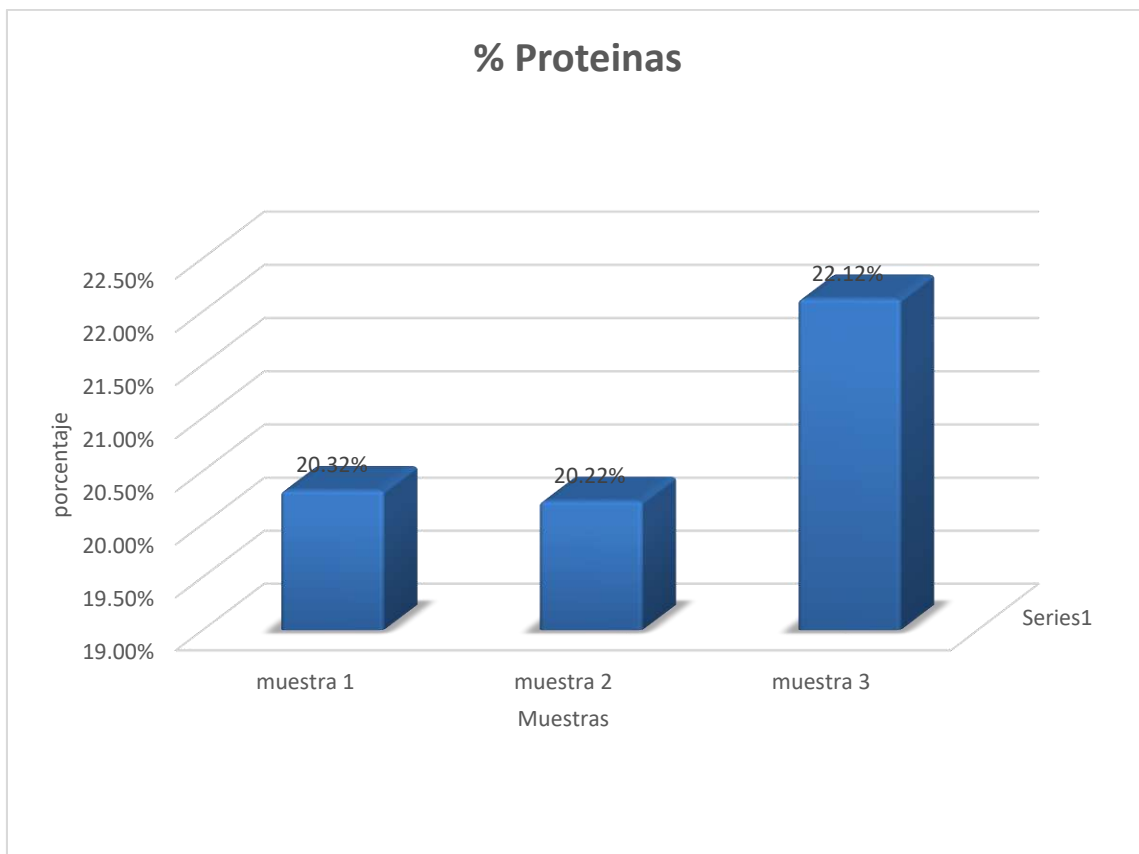


Ilustración 6. % de humedad en los residuos

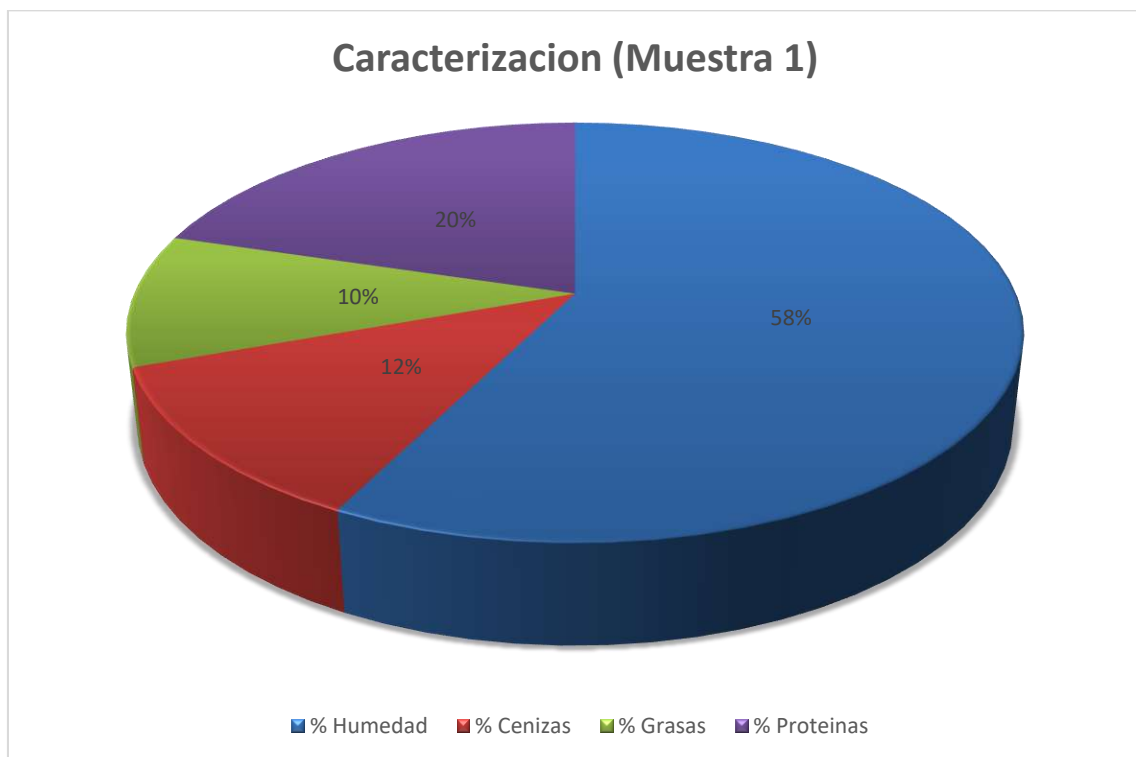


Ilustración 7. Caracterización fisicoquímica de la muestra 1

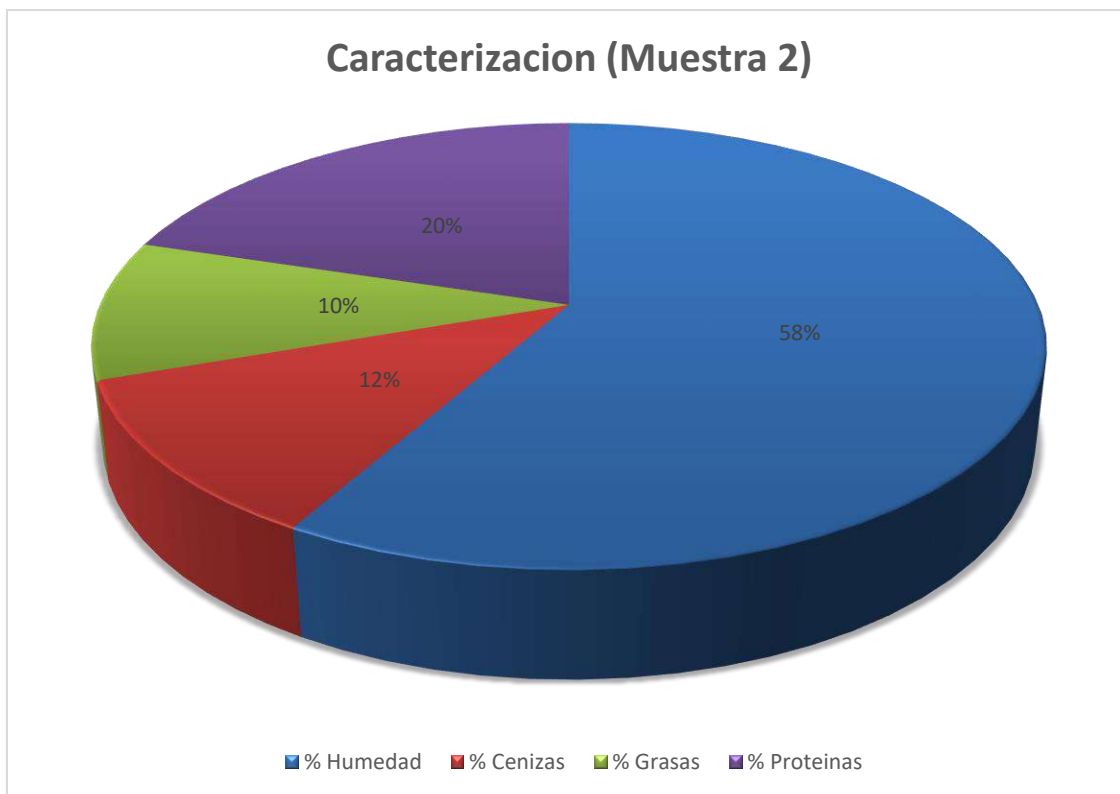


Ilustración 8. Caracterización fisicoquímica de la muestra 2

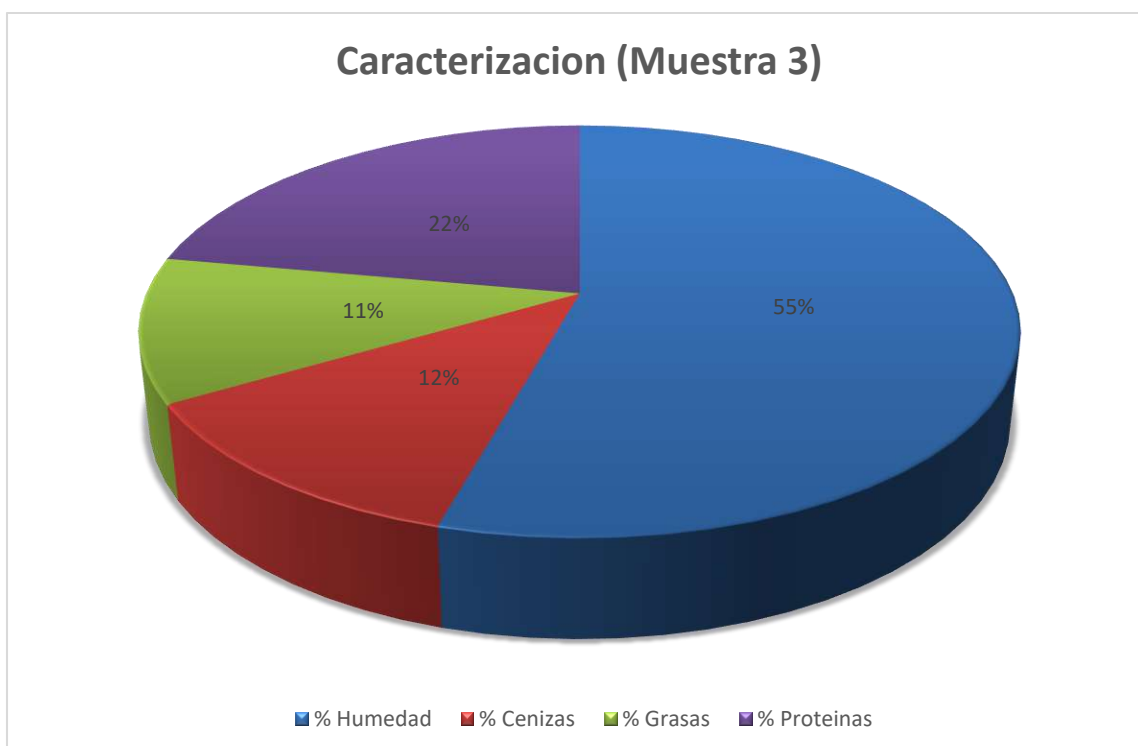


Ilustración 9. Caracterización fisicoquímica de la muestra 3

4.2. Determinación del rendimiento

Posterior a la caracterización fisicoquímica, se sometió a realizar un análisis del rendimiento de cada muestra de colágeno obtenido a diferentes concentraciones, tiempo de hidrolisis y tiempo de extracción, así como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 3. *Cálculo de rendimiento a una concentración de 0,3 molar.*

Concentración	Hidrolisis	Extracción	Rendimiento
0,3	3	30	4.21
		60	6.34
		90	8.71
	6	30	6.98
		60	7.26
		90	8.15
	9	30	8.11
		60	9.45
		90	12.43

Fuente: Elaboración propia

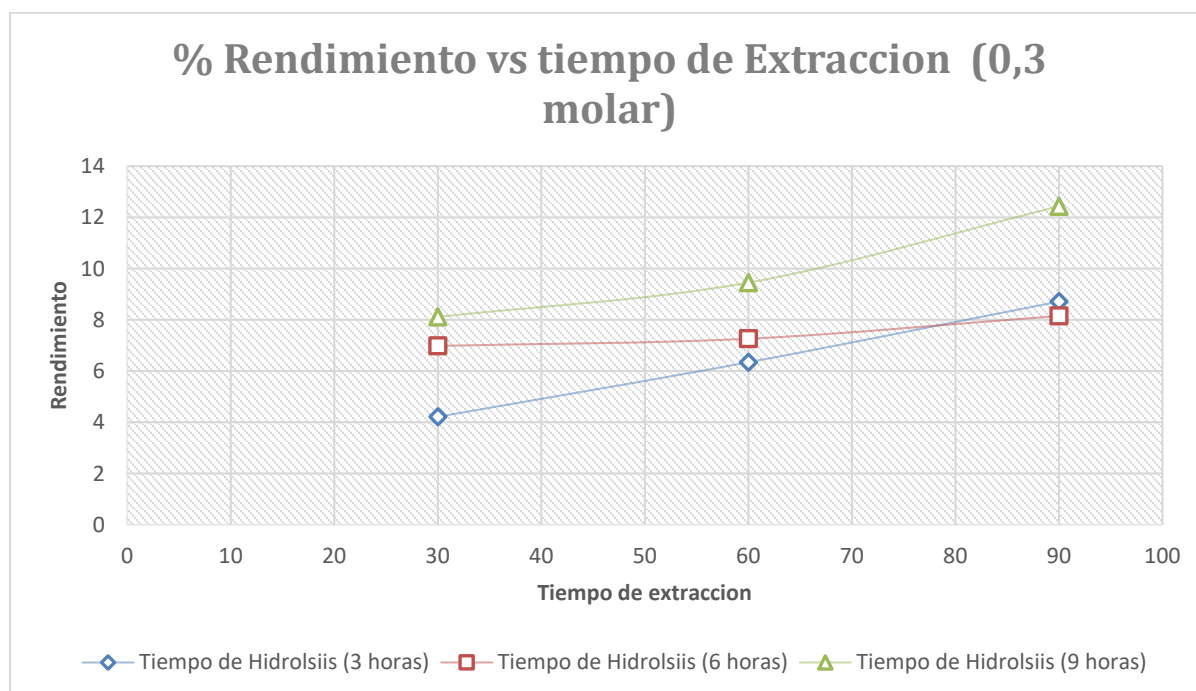


Ilustración 10. Grafica del rendimiento vs tiempo de Extracción (0,3 molar)

Tabla 4. Cálculo de rendimiento a una concentración de 0,6 molar.

Concentración	Hidrolisis	Extracción	Rendimiento
0,6	3	30	9.24
		60	10.43
		90	11.89
	6	30	10.54
		60	12.56
		90	13.53
	9	30	11.24
		60	12.54
		90	14.78

Fuente: Elaboración propia

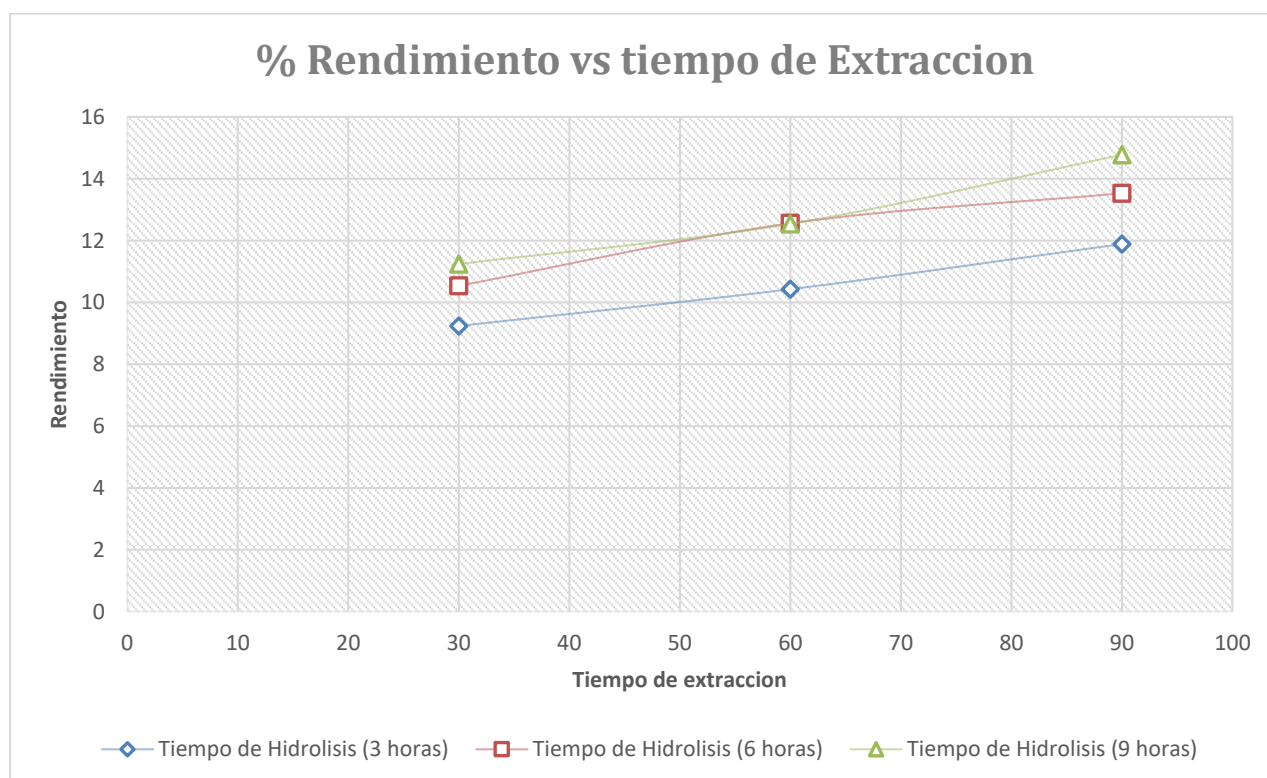


Ilustración 11. Grafica del rendimiento vs tiempo de Extracción (0,6 molar)

4.3. Caracterización fisicoquímica al colágeno obtenido

Tabla 5. Caracterización fisicoquímica de los restos del colágeno

	% Humedad	% Cenizas	% Grasas	% Proteínas
muestra 1	11.12%	6.76%	8.34%	73.78%
muestra 2	10.95%	6.43%	8.32%	74.30%
muestra 3	13.05%	6.58%	7.87%	72.50%

Fuente: Elaboración propia

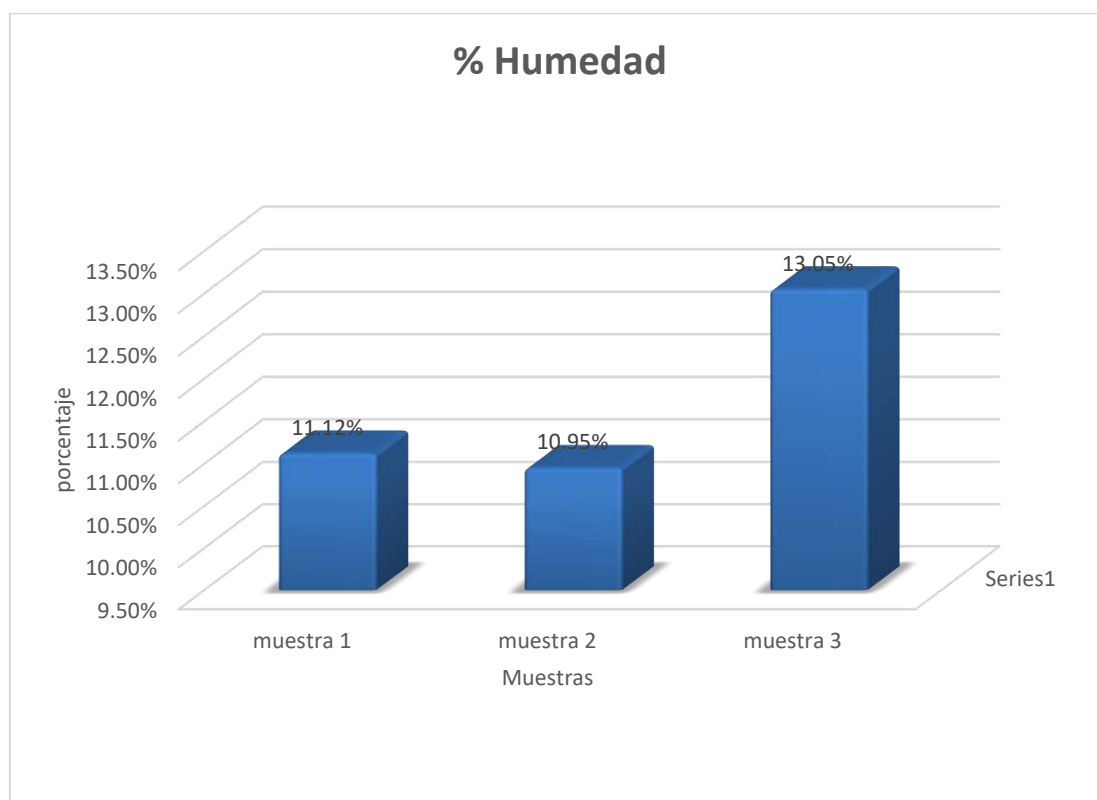


Ilustración 12.% de humedad en los residuos



Ilustración 13.% de cenizas en los residuos



Ilustración 14.% de cenizas en los residuos

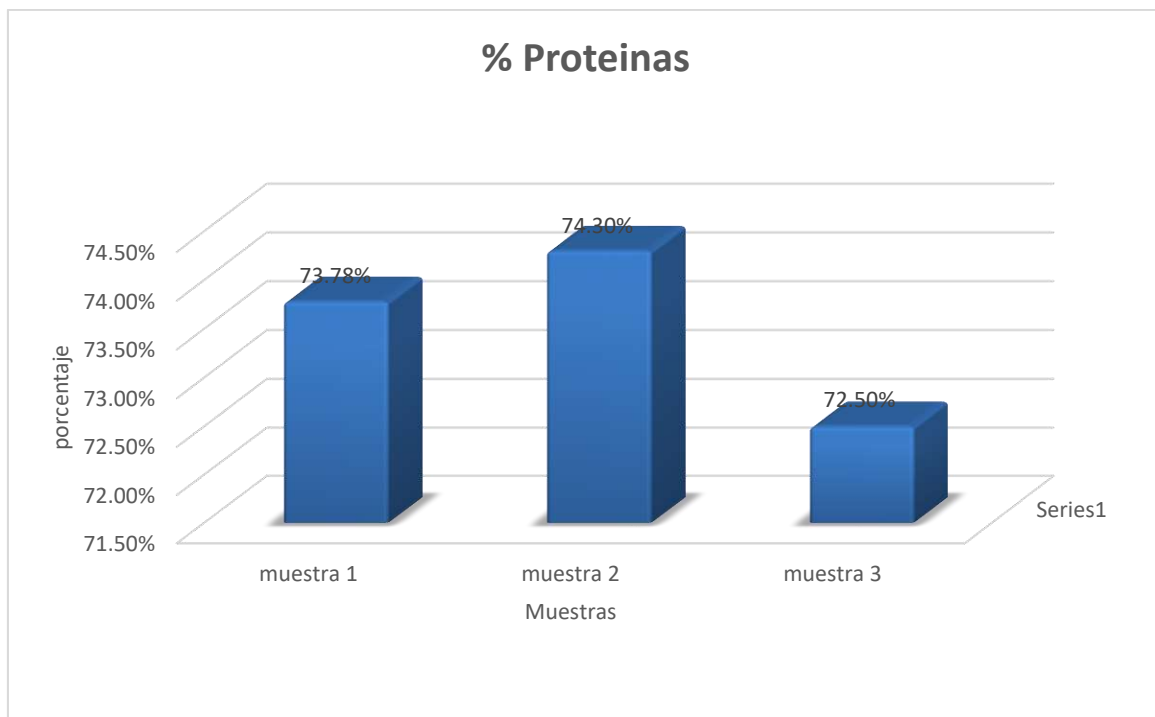


Ilustración 15. % de proteínas en los residuos

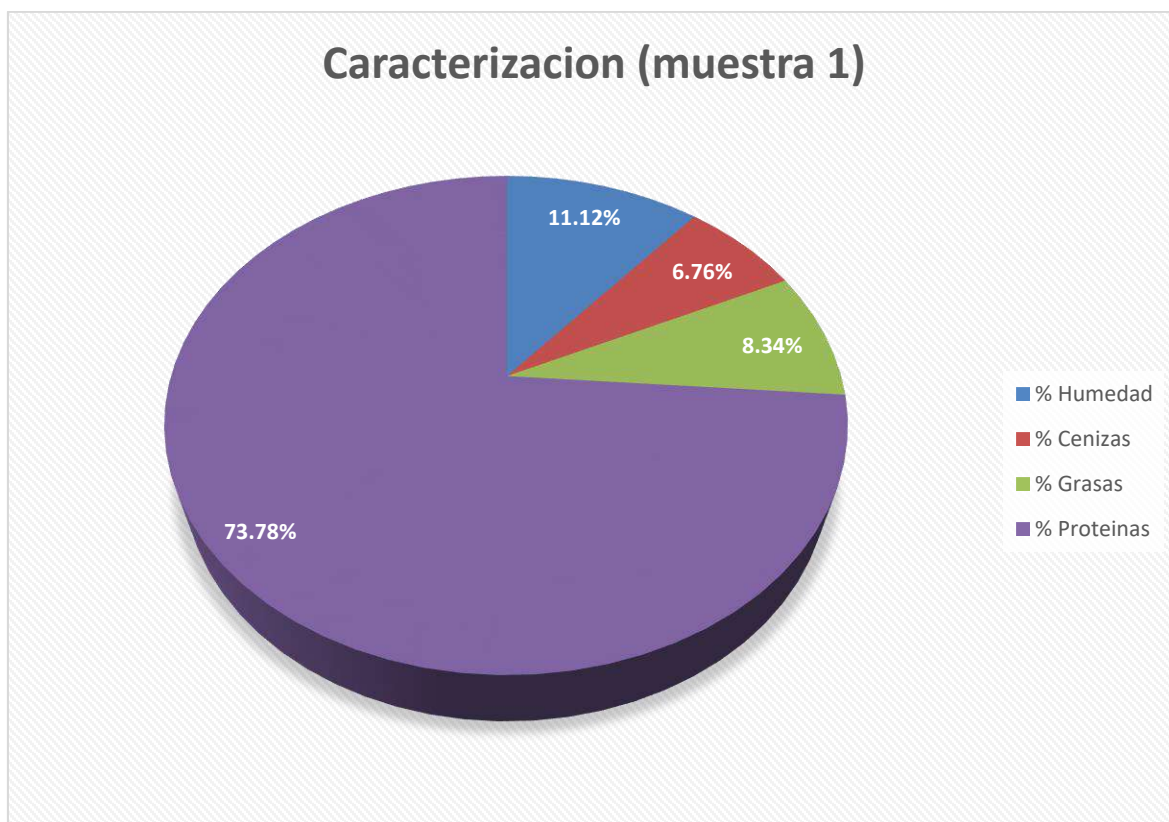


Ilustración 16. Caracterización fisicoquímica de la muestra 1

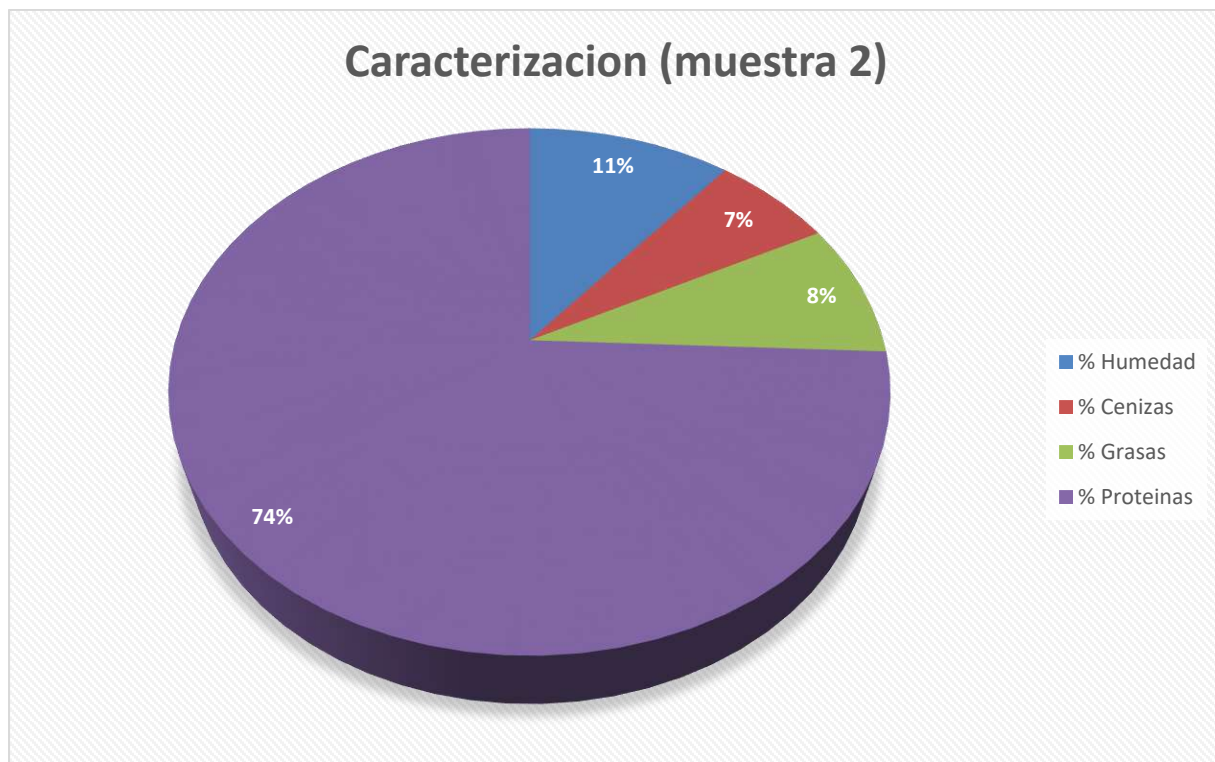


Ilustración 17. Caracterización fisicoquímica de la muestra 2

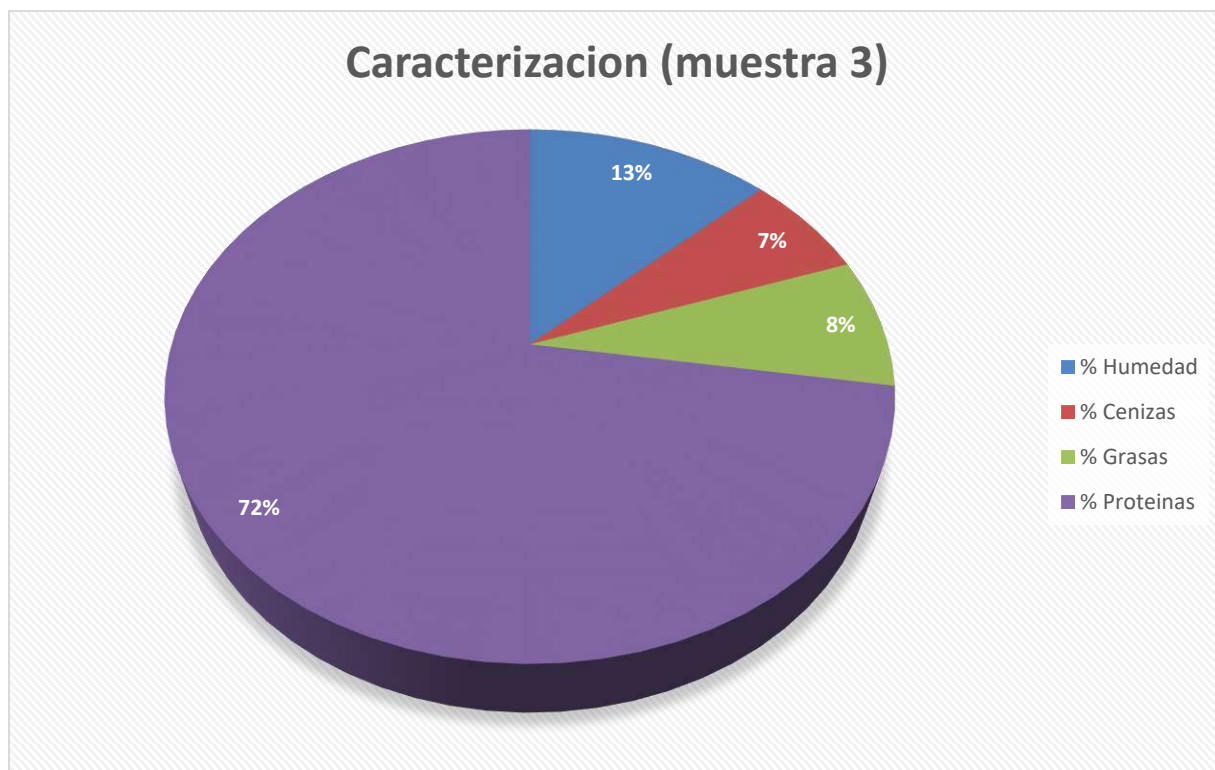


Ilustración 18. Caracterización fisicoquímica de la muestra 3

CAPITULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones

- De acuerdo con (Buñay, 2017) cuyos resultados adquiridos y plasmados en su investigación fueron a través de las patas de pollo empleando diversos porcentajes de enzima, se está en desacuerdo, debido a que sus resultados no fueron los deseados respecto a los empleados en la presente investigación, esto más que todo es debido al método empleado y la materia prima utilizada.
- Según (Nuñez, 2011) , los resultados presentados tienen una relación coherente con los resultados obtenidos en la investigación, por ende, se presenta una respectiva concordancia, no obstante, el método empleado por el investigador fue diferente del nuestro, ya que empleo una enzima; esto da a entender de manera oportuna que el método empleado a cada materia prima influye de manera significativa respecto a la obtención de colágeno.

5.2. Conclusiones

- Respecto a las conclusiones, estas indican de manera adecuada que fue optimo la extracción y obtención de colágeno a partir de los restos de pescados emitidos por el mercado de Huacho.
- De acuerdo con el análisis fisicoquímico de los restos de pescado, estos presentaron una variación respecto al porcentaje de proteínas puras dentro de sí mismos siendo un aproximado de 20.89 %, el porcentaje aproximado de agua dentro de los restos de pescado fue del 56.67%, siendo este el de mayor presencia, el porcentaje de cenizas fue de 11.89%, y finalmente de grasas que fue de 10.55%.
- Respecto al rendimiento obtenido en cada proceso de obtención de colágeno fue variante, siendo el más optimo a una concentración de 0,3 molar, un tiempo de

hidrolisis de 9 h y un tiempo de extracción de 90 min fue de 12.43%; mientras que el rendimiento más bajo que fue de 4.21% se obtuvo a una hidrolisis de 3 h y un tiempo de extracción de 30 min.

- El rendimiento mayor obtenido a una concentración de 0.6 molar, fue a un tiempo de 9 h y un tiempo de extracción de 90 minutos siendo este 14.78%, siendo este el más óptimo, no obstante, el rendimiento más bajo a 0,6 molar estuvo dado por las condiciones de 3 h y 30 minutos, cuyo dato es 9.24%.
- Respecto al análisis fisicoquímico del colágeno obtenido este indico una óptima y adecuada cantidad de proteínas encontradas dentro de la misma siendo este un promedio del 73.53%, mientras que el porcentaje de grasas fue del 8.18%, mientras que el agua encontrada dentro del colágeno fue del 11.71%, y finalmente el porcentaje de cenizas fue del 11.89%.

5.3. Recomendaciones

- Se recomienda emplear otros métodos no contaminantes y amigables con el medio ambiente para la obtención de colágeno a partir de residuos de pescados de cualquier especie.
- Así mismo también se recomienda emplear el método de hidrolisis alcalina en diferentes especies de pescado, con la finalidad de realizar una comparación para determinar cuál es el pescado más rico en proteínas.
- Finalmente se recomienda combinar métodos de hidrolisis acida, básica y enzimática con el fin de obtener mejores resultados referente a la investigación de la obtención de colágeno.

CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Bibliografía

- Buñay, M. P. (2017). *Obtencion de colageno de las patas de pollo con la aplicacion de niveles de 2,4,6% de pepsina*. RioBamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7786/1/27T0386.pdf>
- Cisneros, E. J. (2019). *Aprovechamiento de la piel de paiche (Arapaima gigas) para la obtencion de colageno*. Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3945/barrenechea-cisneros-ernesto-joel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Collaguazo, C. D. (2018). *Obtención y caracterización de colágeno a partir de las escamas de pescados rojo y pardo*. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17289/1/T-UCE-0017-IQU-025.pdf>
- Daza, T. E., & Torres, W. P. (2017). *Obtención y caracterización de un hidrolizado de colágeno purificado producido mediante el uso de la enzima delvolase*. Lima. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6244099>
- Gelse, Poschl, & Aigner. (s.f.). *Collagens – structure, function, and biosynthesis*.
- Guillen, G. (2000). *Structural aspects of fish skin collagen which forms ordered arrays via liquid crystalline states*.
- Huaman, C. A. (2018). *Obtencion de colageno por el metodo de hidrolisis alcalina a partir de (TARSOS) de pollo provenientes de la indrustria avicola en la region de Arequipa*. Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7216/IQmahuca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nagai. (2000). *Isolation and characterization of collagen from Rhizostomous Jellyfish (Rhopilema asamushi)*.

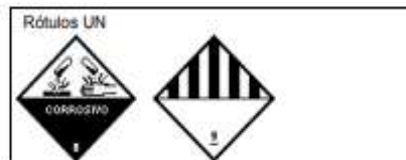
Nagai. (2004). *Fish scale collagen. Preparation Fish scale collagen. Preparation* .

Neocell. (2014). *Fish collagen – 2,000mg – 120 tablets*. Obtenido de <http://www.neocell.com/products-fish-collagen-ha-120.php>

Núñez, M. F. (2011). *Obtencion de colageno por hidrolisis Alcalina-Enzimatica del residuo de "WET BLUE" en el proceso de curticion*. RioBamba. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1630/1/236T0048.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Ficha de Seguridad del KOH

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
HIDROXIDO DE POTASIO**


Fecha Revisión: 15/08/2012

SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del Producto:	HIDROXIDO DE POTASIO
Sinónimos:	Hidrato de potasio; Potasa cáustica; Lejía.
Fórmula:	KOH
Número interno:	
Número UN:	1813
Clase UN:	8 9.2
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.
Teléfonos de Emergencia:	

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES				
Componente	CAS	TWA	STEL	%
Hidróxido de Potasio	1310-58-3	N.R. (ACGIH 2004)	C 2 mgm3 (ACGIH 2004)	85-100
Uso:	Elaboración de jabón; blanqueador; elaboración de ácido oxálico y sales potásicas; reactivo en química analítica; medicina (caústico); cerillas; grabados; en alimentos, en forma de álcali; electrólito en baterías alcalinas de almacenaje y algunas pilas de combustible; absorbente de dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno; reactivo de laboratorio.			

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:**

Apariencia: Sólido blanco a amarillo. ¡Peligro! Corrosivo. Reacciona con el agua. Nocivo si se ingiere. Causa severas quemaduras de piel y ojos. Produce quemaduras severas de tracto respiratorio y digestivo. El producto es destructivo para todos los tejidos corporales.

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

Inhalación:	El polvo o niebla, puede causar síntomas en el tracto respiratorio, posiblemente incluye tos, sofocación, dolor en la nariz, boca y garganta. Lesiones en el tabique nasal y quemaduras en las membranas mucosas. Si las cantidades inhaladas son grandes, se puede presentar edema pulmonar, a menudo con un período latente de 5 a 72 horas. Los síntomas pueden incluir tensión en el pecho, disnea, salivación espumosa, cianosis y desvanecimiento.
Ingestión:	Quemaduras severas en los labios, lengua, boca, garganta, esófago y estómago, puede producir vómito con sangre y mucosa, severo dolor abdominal. La caída rápida de la presión sanguínea indica efecto gástrico y perforación del esófago. El daño del estómago y esófago puede avanzar por 2 o 3 semanas. La muerte puede ocurrir por peritonitis después de un mes de la ingestión. Cuando el paciente se recupera de los efectos inmediatos, contracción del esófago puede ocurrir semanas, meses o varios años después.

Piel:	El contacto directo con solución al 4% puede causar sensación irritación severa en horas siguientes al contacto. La extensión del daño depende de la duración del contacto. Si no es removido de la piel puede causar ulceración. Se presentan dolor y quemaduras en general.
Ojos:	El contacto directo con el sólido o soluciones pueden causar dolor, quemaduras posiblemente severas. El grado de daño depende de la concentración y duración del contacto, puede causar edema, destrucción y opacificación del epitelio corneal e iritis.
Efectos crónicos:	Inhalación: Dependiendo de la concentración y duración de la exposición, repetida o prolongada puede causar inflamación y cambios ulcerativos en la boca y posiblemente malestares gastrointestinales y bronquiales, daño pulmonar. Piel: Contacto repetido o prolongado puede causar dermatitis. Ojos: Contacto repetido o prolongado en bajos niveles puede causar conjuntivitis. Ingestión: N.R.
SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS	
Inhalación:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial (En lo posible evitar el método boca a boca). Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito, si éste se presenta inclinar la víctima hacia adelante. Si está inconsciente no dar a beber nada. Buscar atención médica inmediatamente.
Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica inmediatamente.
Ojos:	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.
Nota para los médicos:	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.
SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO	
Punto de inflamación (°C):	N.A
Temperatura de autoignición (°C):	N.A
Limites de inflamabilidad (%V/V):	N.R.
Peligros de incendio y/o explosión:	No es combustible, pero el contacto con agua o humedad puede generar suficiente calor para encender los materiales combustibles. Los materiales corrosivos en contacto con metales y agua pueden generar hidrógeno el cual es inflamable. Los contenedores pueden explotar al sumergirse a calentamiento. Durante un incendio se forman gases tóxicos y corrosivos.
Medios de extinción:	Polvo químico seco, dióxido de carbono, agua en forma de rocío o espuma. Elegir el agente adecuado según el tipo de fuego de los alrededores. No se recomienda emplear agua en grandes chorros.
Productos de la combustión:	Óxidos de potasio.
Precauciones para evitar incendio y/o explosión:	Evitar la exposición al calor o altas temperaturas. Proteger contra la humedad y ventilar el área. Evitar el contacto con materiales incompatibles. Mantener alejado de productos combustibles. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de corrosión.
Instrucciones para combatir el fuego:	Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Retirar los contenedores expuestos al fuego si es posible.

SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. Usar agua en forma de rocío para reducir la acumulación de vapores. El material sólido puede barrerse y recogerse. Neutralizar los residuos y lavar el área con agua. Las soluciones pueden ser neutralizadas con ácidos como el acético o clorhídrico. Lave hacia un drenaje para su recuperación y tratamiento final. Lave la zona con abundante agua.

SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo:	Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. No permita que el material alcance temperaturas superiores a los 360°C. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. No usar agua en el área de trabajo. Si va a hacer reaccionar con agua se recomienda adicionar lentamente el hidróxido de potasio al agua y no lo contrario, dado que se puede reaccionar violentamente.
Almacenamiento:	Lugares ventilados, frescos, secos y señalizados. Lejos de fuentes de calor e ignición. Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados. Inspeccione periódicamente las áreas de almacenamiento para detectar daños y fugas en los contenedores. Almacenar los contenedores por debajo del nivel de los ojos en caso de ser posible. Restringir el acceso a personas no autorizadas. Almacenar en el área correspondiente a corrosivos. Mantener protegido de la humedad.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCIÓN PERSONAL

Controles de ingeniería:	Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.
---------------------------------	--

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección de los ojos y rostro:	Utilizar gafas protectoras contra productos químicos y/o un protector de cara completo donde el contacto sea posible.
Protección de piel:	Guantes, overol, delantal o protector de calzado según la operación que se esté realizando. Materiales resistentes: Buenos: Caucho de butilo, caucho natural, neopreno, PVC, nitrilo, neopreno/estireno/butadieno caucho (SBR), SBR. Regulares/malos: Vitón, poliuretano.
Protección respiratoria:	Utilizar protector de cara completo, con respirador con filtro para partículas o polvo, dependiendo de los límites de exposición durante la jornada laboral.
Protección en caso de emergencia:	Equipo de respiración autónomo (SCBA) y ropa de protección TOTAL.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia, olor y estado físico:	Sólido en fragmentos, terrones, barras, lentejas o escamas con fractura cristalina o rombohedral, sin olor, de color blanco - amarillo claro, deliquescente.
Gravedad específica (Agua=1):	2.044
Punto de ebullición (°C):	1320
Punto de fusión (°C):	360
Densidad relativa del vapor (Aire=1):	N.A.
Presión de vapor (mm Hg):	1 mm Hg / 719°C
Viscosidad (cp):	N.R.
pH:	13.5 (Solución 0.1 M).
Solubilidad:	Apreciable en agua (>10%). Soluble en alcohol y glicerina, insoluble en amoníaco y éter.

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química:	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manipulación. Absorbe
-----------------------------	---

	rapidamente humedad y dióxido de carbono del aire.
Condiciones a evitar:	Calor, llamas, fuentes de ignición, contacto con el agua e incompatibles.
Incompatibilidad con otros materiales:	La reacción con agua puede generar suficiente calor para encender materiales combustibles. Con ácidos fuertes: puede ocurrir reacción violenta con liberación de calor y presión que podrá explotar el contenedor. Con metales: su reacción puede producir hidrógeno que es inflamable. Con materiales combustibles, materiales orgánicos, zinc, aluminio, estaño, dióxido de carbono; componentes organohalógenados: puede reaccionar para formar espontáneamente componentes combustibles. Con anhídrido maléico y componentes orgánicos nitro y cloro puede reaccionar explosivamente.
Productos de descomposición peligrosos:	Hidrógeno, Monóxido de carbono, Óxidos de potasio.
Polymerización peligrosa:	No ocurrirá.
SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	
DL50 (oral, rata) = 273 mg/Kg DL50 (oral, rata macho) = 365 mg/Kg; severa irritación en piel de humano = 50 mg/24 horas DL50 (piel, conejo) = 5 mg/24 horas. El producto se ha clasificado como no carcinógeno por ACGIH, NIOSH, ATP e IARC. Es investigado por efectos mutagénicos. No hay información disponible sobre , teratogenicidad, neurotoxicidad y efectos reproductivos.	
SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA	
Hidróxido de potasio: TLM: 80 ppm/Pez mosquito/ 24 hr./ Agua dulce. No existe información relacionada con efectos al medio ambiente, bioacumulación en los seres vivos, demanda de oxígeno, biodegradabilidad y persistencia en el ambiente.	
SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN	
Debe tenerse presente la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos para su adecuada eliminación.	
SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE	
Etiqueta blanco y negro con el número 8 y la leyenda "Corrosivo". No transporte con sustancias explosivas, sólidos que liberan gases inflamables en contacto con el agua, comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Etiqueta blanca y negra con el número 9 y la leyenda: Sustancia peligrosa para el medio ambiente.	
SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA	
1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional. 2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. 3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga. 4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.	
SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES	
La información relacionada con este producto puede no ser válida si es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y la aplicación de esta información para su uso particular.	
Bibliografía	

Anexo 02: Procedimiento para la obtención de colágeno

Para la obtención de colágeno lo primero que se hizo fue recolectar la materia prima del mercado de Huacho; aproximadamente 20 kilogramos de materia prima (restos de bonito) los cuales son emitidos por el mismo mercado, luego de su recolección, se sometió a lavado y limpiado de los restos, seguidamente se sometió al cortado, molienda y licuado con agua durante 20 minutos con el fin de obtener una homogeneidad uniforme, posteriormente se sometió a una hidrolisis alcalina empleando KOH, empleando concentraciones de 0,3 y 0,6 molar por diferentes tiempo, los cuales fueron 3,6 y 9 horas cada muestra, posteriormente se sometió a la extracción de colágeno empleando tiempos de 30, 60 y 90 respectivamente, los cuales fueron adecuados y óptimos para calcular el rendimiento del mecanismo de obtención de colágeno y finalmente se determinó la caracterización fisicoquímica adecuada para el producto obtenido, en breve se muestran las imágenes de todo el proceso de obtención de colágeno:



Ilustración 19. Residuos de pescado empleados para la obtención de colágeno.



Ilustración 20. Peso de la materia prima.



Ilustración 21. Masa del Hidróxido de potasio empleado



Ilustración 22. Mezcla de la disolución de KOH



Ilustración 23. Hidrolisis Alcalina



Ilustración 24. Lavado con ácido acético y neutralización.



Ilustración 25. Colágeno obtenido

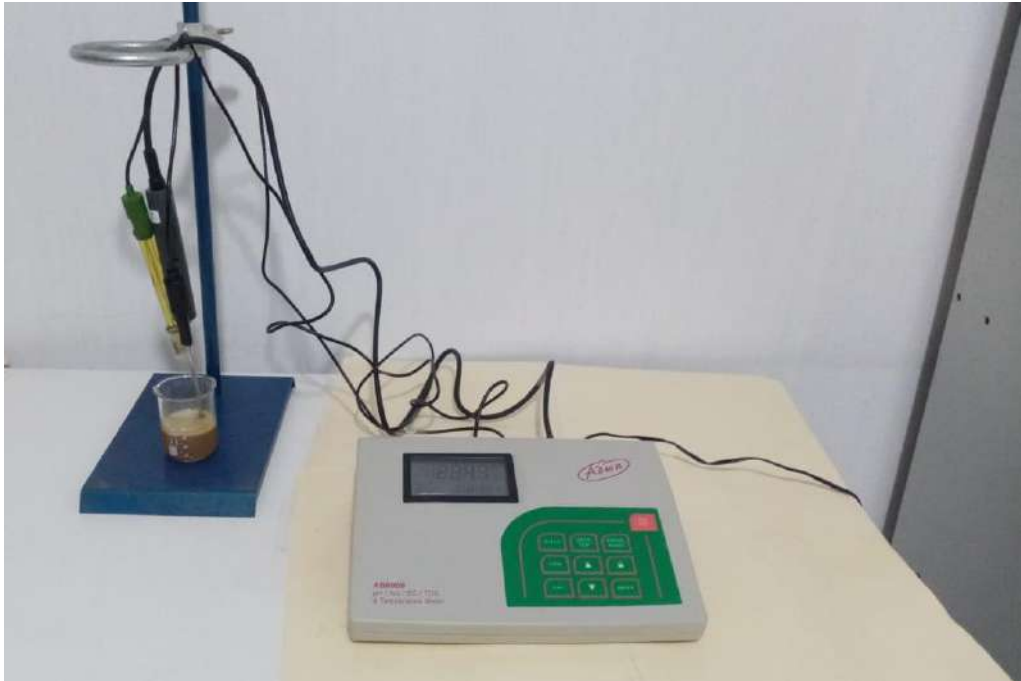


Ilustración 26. Análisis fisicoquímico del colágeno obtenido.