

Desarrollo de un Deshidratado a Partir del Aprovechamiento de Subproductos de Pescadería en la Cadena de Restaurantes Doña Petrona Del Mar de la Ciudad de Bucaramanga.

Lady Viviana Jaimes Ariza, Juan Camilo Serrano Osma

Proyecto de investigación Presentado Como Requisito Para Obtener El Título De Profesional De Ingeniero De Alimentos

Directora

Ms.C Martha Barrera Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías E Ingenierías

Ingeniería De Alimentos

Bucaramanga

2020

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 16 de mayo de 2020

Dedicatoria

Dedico este proyecto primeramente a Dios que me dio las fuerzas y la sabiduría para poder realizarlo, a Él sea la gloria, la honra y el honor por siempre... Gracias infinitas

A mis padres que con su amor y cuidados me sostuvieron en todo el proceso. Sus consejos nunca faltaron y fueron de gran ayuda en todo momento.

A toda mi familia, amigos y docentes que contribuyeron con palabras de ánimo, con enseñanzas y conocimientos para seguir luchando y no desistir ante las adversidades.

De una manera muy especial a Benjamín Flórez Flórez por creer en esta investigación y brindar su apoyo económico para que este trabajo fuera una realidad.

Lady Viviana

Dedicatoria

Dedicado con todo mi amor y cariño a mi amada esposa por su sacrificio y esfuerzo, por su ayuda incondicional y por creer en mi capacidad, a mi amada hija quien ha sido siempre mi fuente de inspiración y motivación impulsándome a ser principio y fin de superación, a mis amados padres por sus palabras de aliento y persistencia en seguir adelante y finalmente a todos mis tutores y compañeros a quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas al igual de todas las demás personas que estuvieron a mi lado durante este tiempo de carrera y preparación.

Juan Camilo

Agradecimientos

Queremos manifestar nuestros agradecimientos a todas las personas que durante todo este tiempo de una u otra forma me han apoyado en la consecución de este éxito profesional:

A la directora del trabajo de grado Martha Barrera, por su experiencia, enseñanza, confianza, orientación, gran sentido humano y por orientarnos y guiarnos en el desarrollo del proyecto.

Al docente del programa de ingeniería de Alimentos ingeniero Lucas Fernando Quintana por su confianza y apoyo durante el desarrollo de las diferentes actividades académicas.

A todos los docentes del programa de ingeniería de Alimentos por todas sus enseñanzas y gran sentido humano.

A todos y a todas aquellas personas que se me escapan en este momento.

Infinitas Gracias...

Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Marco teórico y contextual	17
1.1 Generalidades	17
1.2 Especies de pescado utilizadas en el proceso de elaboración del deshidratado de pescado	19
1.2.1 Corvina	19
1.2.2 Mero-variedad Berrugate/Cherna.	20
1.2.3 Róbalo del pacifico	20
1.2.4 Bagre variedad Cajaro.	21
1.3 Subproductos de pescado y sus aplicaciones	22
1.3.1 El pescado y sus residuos.	22
1.3.2 Caldo o deshidratado.	23
1.4 Proceso de Deshidratación	24
1.4.1 Generalidades.	24
1.4.2 Deshidratación con aire caliente.	25
1.4.3 Cinética de secado.	27
1.4.4 Condiciones del proceso.	31
1.4.5 Otros parámetros de proceso a considerar	32
1.5 Principales constituyentes del pescado	32
1.5.1 Proteínas	33

1.5.2 Lípidos	36
1.6 Marco legal	45
1.6.1 Leyes	45
1.6.2 Decretos	46
1.6.3 Resoluciones	49
2. Objetivos	50
2.1 Objetivo General	50
2.2 Objetivos Específicos	50
3. Materiales y métodos	51
3.1 Materia prima	51
3.2 Maquinaria y equipos	51
3.3 Método de procesamiento	53
3.3.1. Proceso de elaboración del deshidratado de residuos de pescado.	54
3.4 Diseño Experimental	57
3.4.1 Experimento 1	58
3.4.2 Experimento 2	59
3.4.3 Experimento 3	60
3.4.4 Experimento 4	61
3.4.5 Experimento 5	62
3.5 Métodos de Análisis	62
3.5.1 Materia prima.	63
3.5.2 Producto final.	66
4. Resultados y discusión	71

4.1 Caracterización Residuos de Pescado	71
4.1.1 Caracterización Cualitativa.	71
4.1.2 Caracterización Cuantitativa. Se detalla en la tabla 9.	71
4.2 Determinación de variables de Control	77
4.3 Caracterización del Producto terminado	84
4.3.1 Caracterización Cualitativa.	84
4.3.2 Caracterización Cuantitativa.	97
4.4 Ficha técnica del producto terminado	104
5. Conclusiones	106
6. Recomendaciones	109
Referencias	110
Apéndices	117

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Curva de secado.	28
<i>Figura 2.</i> Curva de velocidad de secado.	31
<i>Figura 3.</i> Metabolización de ácidos grasos poliinsaturados ω -6 y ω -3.	40
<i>Figura 4.</i> Diagrama de flujo elaboración del deshidratado.	57
<i>Figura 5.</i> Deshidratación de residuos de pescado por liofilización.	58
<i>Figura 6.</i> Deshidratación de residuos de pescado en deshidratador artesanal.	59
<i>Figura 7.</i> Deshidratación de residuos de pescado en deshidratador por convección.	60
<i>Figura 8.</i> Deshidratación de residuos de pescado en horno combinado Rational.	61
<i>Figura 9.</i> Curva de Secado residuos de pescado humedad-tiempo.	81
<i>Figura 10.</i> Masa del Producto vs Tiempo.	82
<i>Figura 11.</i> Velocidad de secado.	83
<i>Figura 12.</i> Prueba de preferencia.	87
<i>Figura 13.</i> Prueba de preferencia por ordenamiento.	88
<i>Figura 14.</i> Prueba de preferencia por ordenamiento.	90
<i>Figura 15.</i> Olor.	92
<i>Figura 16.</i> Color de la muestra	94
<i>Figura 17.</i> Sabor de la muestra.	95
<i>Figura 18.</i> Textura.	96

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Consumo de pescado en algunos países</i>	17
Tabla 2. <i>Uso de las diferentes partes no comestibles del pescado</i>	18
Tabla 3. <i>Principales Constituyentes (porcentaje) del Músculo de Pescado y de Vacuno</i>	33
Tabla 4. <i>Clasificación de Proteínas</i>	34
Tabla 5. <i>Clasificación de los Lípidos</i>	37
Tabla 6. <i>Cantidad Máxima Recomenada de Grasas Totales y Grasas Saturadas (en % y g) en Planes de Alimentación con Distinto Aporte Calórico</i>	45
Tabla 7. <i>Análisis microbiológico deshidratado de pescado</i>	70
Tabla 8. <i>Características de los residuos de pescado:</i>	71
Tabla 9. <i>Caracterización cuantitativa de residuos de pescado</i>	72
Tabla 10. <i>Composición proximal en materia prima (residuos de pescado-especies objeto de estudio)</i>	73
Tabla 11. <i>Ácidos grasos presentes en materia prima (residuos de pescado-especies objeto de estudio)</i>	75
Tabla 12. <i>Ácidos grasos encontrados en los residuos de pescado</i>	75
Tabla 13. <i>Variables de control en proceso de deshidratación en residuos de estudio</i>	79
Tabla 14. <i>Variables de control del proceso</i>	80
Tabla 15. <i>Características del deshidratado de residuos de pescado</i>	84
Tabla 16. <i>Prueba preferencial</i>	86

Tabla 17. <i>Prueba de preferencia por ordenamiento</i>	89
Tabla 18. <i>Olor de las muestras</i>	92
Tabla 19. <i>Color de las muestras</i>	93
Tabla 20. <i>Sabor de las muestras</i>	95
Tabla 21. <i>Textura de las muestras</i>	96
Tabla 22. <i>Composición proximal del deshidratado de residuos de pescado</i>	97
Tabla 23. <i>Resultado (en porcentaje) de Humedad, Proteínas y Grasas Totales en Materia Prima y Deshidratado</i>	98
Tabla 24. <i>Cantidad Diaria de Proteína Recomendada para Cubrir las Necesidades de la Población con la Dieta Mixta Latinoamericana</i>	99
Tabla 25. <i>Ácidos grasos presentes en deshidratado de pescado</i>	101
Tabla 26. <i>Cuantificación de ácidos Grasos Encontrados en el deshidratado</i>	101
Tabla 27. <i>Ficha Técnica Deshidratado de Residuos de Pescado</i>	105

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Modelo de evaluación sensorial	117
Apéndice B. Registro fotográfico pruebas de secado	121
Apéndice C. Certificación de la realización del Proyecto de Investigación	126

Resumen

Título: Desarrollo de un deshidratado a partir del aprovechamiento de subproductos de pescadería en la cadena de restaurantes doña Petrona del mar de la ciudad de Bucaramanga.

Autores: Lady Viviana Jaimes Ariza - Juan Camilo Serrano Osma

Descripción

La industria pesquera representa una cadena de producción de gran importancia en la economía mundial, pero, grandes cantidades de residuos se generan anualmente, lo que resulta en pérdidas económicas e impactos negativos en el medio ambiente.

Los residuos agroindustriales de la industria pesquera generan alrededor de 2.400 toneladas/año, teniendo en cuenta que este dato es solo del puerto de Buenaventura es importante buscar alternativas de aprovechamiento debido que en general el pescado, presenta un contenido calórico bajo, buena fuente de proteína de alta calidad, ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas hidrosolubles y liposolubles, entre otros. Los residuos de pescado se pueden usar de manera eficiente para múltiples propósitos: mejorar las propiedades funcionales de los alimentos, proporcionar nutrientes esenciales, obtención de gelatina, uso cosmético y en la industria de la bisutería, permitiendo el procesamiento integral de este producto.

Aunque es innegable el impacto positivo que deja el turismo y la venta de servicios alimentarios, también se puede ver un impacto negativo en el sector, especialmente a nivel ambiental, de ahí la importancia de buscar mediante la investigación la manera de hacer la actividad más sostenible y sustentable a nivel ambiental, social y económico. En los servicios alimentarios de los hoteles solo se aprovechan una mínima parte, generalmente, estos residuos

son utilizados para ensilajes de uso animal y agrícola, para consumo humano es minúscula la utilización de los mencionados residuos, de ahí la importancia de la investigación dadas las necesidades nutricionales de la población y la tendencia mundial de combatir el hambre.

En la presente investigación inicialmente se realiza la caracterización cualitativa y cuantitativa de los residuos utilizados demostrando que se pierden en las operaciones unitarias del procesamiento del pescado en promedio casi la mitad del mismo y que estos residuos pueden tener constituyentes nutricionales incluso mejores que el filete que consumimos. Por lo tanto, el deshidratado a partir de los residuos generados por la cadena de restaurantes Doña Petrona del mar de la ciudad de Bucaramanga resulta ser una alternativa nutricional excepcional y que contribuye en el mejoramiento del medio ambiente y a la tendencia cero emisiones.

Una vez elaborado el producto se encontró que por sus valores en proteína, grasas y ácidos grasos esenciales puede ser replicado como suplemento dietario y contribuir al mejoramiento de la nutrición en población vulnerable; es decir 50g del deshidratado desarrollado es capaz de aportar los nutrientes necesarios para suplir los aportes nutricionales de otros alimentos básicos, lo que lo convierte en un alimento de alto valor nutritivo. Además, sensorialmente se halló aceptable en cuanto olor, color, sabor y textura para el consumo humano.

Palabras claves: Caracterización, Residuos, Deshidratado, Corvina, Mero, Robalo, Bagre.

Abstract

Title: Development of a dehydrated from the use of fishing subproducts in the doña Petrona del mar restaurants chain of the city of Bucaramanga.

Authors: Lady Viviana Jaimes Ariza - Juan Camilo Serrano Osma

Description

The fishing industry represents a production chain of great importance in the world economy, but large quantities of waste are generated annually, resulting in economic losses and negative impacts on the environment. (Hleap et al., 2017)

The agro-industrial residues of the fishing industry generate around 2,400 tons / year, taking into account that this data is only from the port of Buenaventura, it is important to look for use alternatives because, in general, the fish has a low caloric content, a good source of protein. high quality, essential fatty acids, minerals, water-soluble and fat-soluble vitamins, among others. Fish waste can be used efficiently for multiple purposes: improving the functional properties of food, providing essential nutrients, obtaining gelatin, cosmetic use and in the jewelry industry, allowing the integral processing of this product.

Although the positive impact of tourism and the sale of food services is undeniable, it is also possible to see a negative impact on the sector, especially at the environmental level, hence the

importance of researching how to make the activity more sustainable and environmentally, socially and economically sustainable. In hotel food services, only a minimal part is used, generally, this waste is used for silage for animal and agricultural use, for human consumption the use of the mentioned waste is minuscule, hence the importance of research given the needs nutritional values of the population and the global trend of fighting hunger.

In the present investigation, the qualitative and quantitative characterization of the waste used is initially performed, demonstrating that almost half of it is lost in the unit operations of fish processing, and that this waste may have nutritional constituents even better than the fillet we consume. Therefore, dehydrated from the waste generated by the Doña Petrona del Mar restaurant chain in the city of Bucaramanga turns out to be an exceptional nutritional alternative that contributes to the improvement of the environment and the zero emissions trend.

Once the product was made, it was found that due to its protein, fat and essential fatty acid values, it can be replicated as a dietary supplement and contribute to the improvement of nutrition in vulnerable populations; In other words, 50g of the dehydrated product developed is capable of providing the necessary nutrients to supply the nutritional contributions of other basic foods, which makes it a food of high nutritional value. Furthermore, it was sensorially acceptable in terms of smell, color, flavor and texture for human consumption.

Key words: Characterization, Residues, Dehydrated, Corvina, Mere Fish, Robalo, Catfish.

Introducción

Este documento presenta los resultados obtenidos del proyecto de investigación “*Desarrollo de un Deshidratado a Partir del Aprovechamiento de Subproductos de Pescadería en la Cadena de Restaurantes Doña Petrona Del Mar de la Ciudad de Bucaramanga*”, que buscaba transformar los subproductos en un alimento que pueda aportar a diferentes enfoques sostenibles: a nivel ambiental, ya que aporta a la reducción de la cantidad de “residuos” generados por los procesos de faenado y operaciones unitarias propias de la pescadería, a nivel tecnológico, con la elaboración de un deshidratado que conserva las proteínas y ácidos grasos esenciales de alto valor biológico. A nivel social, desarrollando un producto sostenible, de alto valor nutricional y bajo costo.

El cumplimiento de estos tres enfoques se da gracias a los procesos de deshidratación por convección realizados a los subproductos obtenidos como cabezas, piel, aletas, espinazos y colas procedentes de las operaciones de fileteados, troceados, corte y alistamientos de especies de peces como la Corvina, Mero en variedad Cherna y Berrugate, Robalo nacional del pacifico y Bagre de variedad cajaro.

La investigación se llevó a cabo teniendo en cuenta 5 experimentos, con el fin de determinar el más adecuado. Inicialmente los intentos se basaron en ensayos de pruebas y error teniendo en cuenta referentes de otras deshidrataciones realizadas con éxito, buscando determinar variables de control tiempo, temperatura.

Se efectúa una caracterización fisicoquímica de los residuos en mención para determinar su aptitud para el proceso de deshidratado, asimismo, se determina su composición en macro y micro elementos, utilizando técnicas como la cromatografía de gases de esteres metílicos de ácidos grasos, buscando que mediante la deshidratación se pueda desarrollar un deshidratado que cumpla

con requerimientos nutricionales, microbiológicos y sensoriales para poder ser utilizado como alternativa alimentaria o de enriquecimiento de caldos y salsas. Las curvas de deshidratación se evaluaron a partir de 5 experimentos teniendo en cuenta las variables tiempo-temperatura (diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial).

Asimismo, en la caracterización del producto deshidratado se determinó que en su composición en macro y micronutrientes, las proteínas y los ácidos grasos esenciales tipo omega 3 y 6 con los precursores de DHA, EPA se encuentran presentes en cantidades tales que pueden suplir necesidades nutricionales diarias.

La composición en el alimento deshidratado es comparable con porcentajes encontrados en filetes de pescado azules y mariscos. Son importantes estos hallazgos ya que los alimentos con Omega 3, 6 y 9, no son accesibles a población vulnerable, incluso a clase media en nuestro país. Estos micronutrientes son de interés nutricional ya que el cuerpo no los produce de forma natural y se ha comprobado que previenen enfermedades cardiovasculares, y neurológicas. Además de poseer propiedades que evitan la inflamación y aumentan el colesterol bueno.

Por lo expuesto los resultados de la investigación son importantes como aporte a los objetivos de desarrollo sostenible de hambre cero y cero emisiones, asimismo, a las líneas de investigación del programa ingeniería de alimentos, los lineamientos UNADISTAS y los valores institucionales.

1. Marco teórico y contextual

1.1 Generalidades

El mundo gira en torno a las necesidades y la prevención de las enfermedades que surgen debido a la ingestión de alimentos con un desequilibrio nutricional en cuanto al abuso o déficit de nutrientes esenciales. Las autoridades de salud y nutrición recomiendan el consumo de pescados grasos o “azules” (que contiene entre 18 y 20 % de proteína de alto valor biológico y más del 5% de ácidos grasos poliinsaturados), ya que constituyen la alternativa más sabrosa y nutricionalmente más adecuada para obtener ácidos grasos omega 3, pero, las estadísticas del bajo consumo de pescado en muchos países según Valenzuela y Valenzuela (2014), no arrojan un alentador panorama (ver tabla 1), este fenómeno se da porque este producto no es de fácil adquisición, se deteriora con rapidez, tiene bajo rendimiento como alimento pues en su preparación no se aprovechan la cabeza, la cola y las vísceras.

Tabla 1.

Consumo de pescado en algunos países

País	Consumo (Kg/cápita/año)
Islandia	90
Portugal	76
Japón	64
Noruega	53
España	44
Venezuela	12.5

Tabla 1. (Continuación)

País	Consumo (Kg/cápita/año)
Uruguay	10.4
Argentina	9.5
Brasil	8.3
México	8.0
Perú	7.0
Chile	5.8
Colombia	4.8

Fuente: (Valenzuela & Valenzuela, 2014)

No todo lo que se obtiene del mar se utiliza adecuadamente y se pueden resaltar aspectos tales como descartes de especies por diversas flotas pesqueras, que se dan por captura no intencional de algunas especies de peces, llamada captura incidental o secundarias y los subproductos y/o desperdicios generados en tierra al procesar especies de peces para obtener el filete o músculo en diferentes presentaciones, lo que ocasiona un aumento de desperdicios generados en tierra de los pescados se pueden obtener nuevos productos y utilizar integralmente los mismos como lo (cabeza, vísceras, piel, etc.) o que son arrojados de nuevo al mar. Con estas partes no comestibles muestra la tabla 2. (Bucio, 2015)

Tabla 2.

Uso de las diferentes partes no comestibles del pescado

Partes no comestibles	% en peso del pescado	Usos y tendencias
Cabeza	9-12	Harinas, aceite y pigmentos
Resto de musculo	15-20	Harina, aceite, enzimas
Piel	1-3	Harinas, colágeno, gelatina, pigmentos, cuero

Tabla 2. (Continuación)

Partes no comestibles	% en peso del pescado	Usos y tendencias
Vísceras	12-18	Harina, aceites, enzimas, lecitinas, hidrolizados, compuestos bio-activos (proteasas, péptidos, polipéptidos)
Espinas	9-15	Harinas, gelatina, colágeno hidroxapatita

Nota: Principales usos de los residuos de pescado

Fuente: (Bucio, 2015)

Aunque gran parte de estos subproductos del pescado se utilizan para la producción de harina de pescado y de aceites, se considera que este tipo de utilización es ineficiente ya que con el uso de tecnologías emergentes es posible una disposición más inteligente y rentable de estos. (Bucio, 2015)

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, este proyecto de investigación constituye una alternativa para un mejor aprovechamiento de los residuos generados por la cadena de restaurante Doña Petrona del mar de la ciudad de Bucaramanga para posteriormente ser replicado.

Partiendo de las especies de pescado utilizadas en los procesos productivos del restaurante Doña Petrona a continuación, se hace una breve descripción de ellas:

1.2 Especies de pescado utilizadas en el proceso de elaboración del deshidratado de pescado

1.2.1 Corvina. Bajo el nombre común corvina se conoce a diferentes tipos de peces marinos de la familia Sciaenidae dentro del orden Perciformes, las especies más conocidas son la corvina o perca regia (*Argyrosomus regius*), la corvina negra (*Sciaena umbra*) y la corvina o pelada blanca (*Cynoscion phoxocephalus*). Es un pescado blanco de agua salada, se trata de un pez muy voraz

de dieta fundamentalmente carnívora, que se alimenta de crustáceos, moluscos, gusanos y peces. (Roseo, Gomez, & Rogen, 2016).

Asimismo, posee un importante contenido de ácidos grasos omega 3, proteína, fósforo, hierro y calcio, con menos de 90 calorías por cada 100 gramos y es ideal para cualquier dieta baja en grasa y la prevención de problemas cardiovasculares.

1.2.2 Mero-variedad Berrugate/Cherna. El nombre de mero, junto con el de cherna y cabrilla son términos genéricos que se le da a unas 163 especies de peces marinos, clasificados científicamente dentro de la familia taxonómica de *Ephinephelidae*, los cuales eran agrupados tradicionalmente dentro de la familia *Serranidae*. (García, 2019). Dentro de la familia del Mero son muchas las especies existentes, su tamaño varía entre desde los tres metros del Mero Australiano hasta los 10 cm de las especies más pequeñas y pesa entre 2 y 300 kilos

Es un pescado semigraso de agua salada, su carne es de las más apreciadas para la gastronomía, de excelente calidad blanca y firme, considerada de buen sabor por los consumidores, con un precio alto y estable en el mercado nacional e internacional. Se alimenta de cangrejos, sepias y otras presas, las especies comerciales son de mediano (18-45 cm) a gran tamaño (>80 cm), aporta una interesante cantidad de grasas poliinsaturadas y monoinsaturadas, su contenido de proteínas no es muy elevado, pero son consideradas de alto valor biológico por contener aminoácidos esenciales (García, 2019).

1.2.3 Róbalo del pacífico. El róbalo es una especie de importancia económica significativa en Colombia, se distribuye a lo largo de las costas tropicales y subtropicales del Pacífico y el Atlántico americano, son peces demersales, semi-cuadriláteros, eurhalinos que se alimentan de crustáceos y

peces pequeños, se pesca artesanalmente en Buenaventura (principal puerto pesquero de Colombia en la costa del Pacífico) representando el 80% del total de pescado consumido en el país, con una captura anual promedio de entre 400 y 500 mil toneladas vendidas frescas, congeladas o curadas (Castellanos, Tangua, & Mercado, 2018).

Es un pescado blanco de agua salada, semigraso, aporta 1.3 gramos de grasa por cada 100 gramos de carne, con un elevado porcentaje de proteínas de alto valor biológico frente a la mayoría de pescados, así como de vitaminas y minerales, por lo que la OMS recomienda su consumo. (Castellanos, Tangua, & Mercado, 2018)

1.2.4 Bagre variedad Cajaro. El pescado Cajaro (*Phractocephalus hemiliopterus*), especie pimelodo (Siluriformes) pertenece a los grandes bagres de la Amazonía colombiana, es uno de los diez principales que sustentan la pesquería de la región. Su dieta consiste en peces, camarones y cangrejos, en cautiverio este bagre se alimenta de mejillones, gambas, trozos de pescado, lombriz de tierra e incluso de pellets para bagres.

La carne de bagre posee baja cantidad de calorías, un alto contenido de ácidos grasos omega 3 y omega 6, un alto contenido de proteínas que ayudan a construir masa muscular y mejorar la eficacia del sistema inmunológico, además es fuente de vitamina B12 que ayuda en la prevención de problemas digestivos y fortalece el sistema nervioso. (Sotelo, Filomena, & Rodriguez, 2008).

Todos los pescados mencionados después del procesamiento producen desechos en la cadena de restaurantes doña Petrona que es en realidad materia prima valiosa a partir de la cual se puede producir harina de pescado, aceite de pescado, entre otros productos. Partiendo de la calidad nutricional de los pescados anteriormente mencionados, en esta investigación se pretende elaborar un deshidratado que conserve dichas características nutricionales.

Para poner en contexto el tema se detallarán a continuación algunos conceptos:

1.3 Subproductos de pescado y sus aplicaciones

1.3.1 El pescado y sus residuos. El procesamiento de pescado para el consumo humano da lugar a subproductos en forma de cabezas, vísceras, esqueletos, pieles y otros como colas, aletas, escamas, carne picada, sangre, etc. Este material puede constituir hasta 70% de pescado y mariscos después del procesamiento, donde el rendimiento del filete de pescado depende de la especie y suele estar en el rango del 30 al 50% del pescado (Olsen, Toppe, & Karunasagar, 2014).

Es así como la Agroindustria Pesquera representa una cadena de producción de gran importancia en la economía mundial, sin embargo, grandes cantidades de subproductos se generan anualmente, lo que redundaría en pérdidas económicas y en impactos negativos sobre el medio ambiente. No obstante, los residuos pueden ser utilizados de manera eficiente para múltiples propósitos: mejorar las propiedades funcionales de los alimentos, potentes antioxidantes, proteger la salud de las personas y proporcionar los nutrientes esenciales. Esto ha despertado el interés de los investigadores y las industrias de todo el mundo mediante el estudio de nuevas especies, procesos y tecnologías que conduzcan a materializarse en productos con potencial de mercado (Hleap & Gutierrez, 2017).

Asimismo, esta industria pesquera se ha convertido en uno de los eslabones más importantes en la economía de varios países alrededor del mundo, se estima que la producción mundial de recursos pesqueros es de 157.969 millones de toneladas, de las cuales 86.2% (136200 millones de toneladas) son para consumo humano, considerándose el restante 13.8% (21700 millones de toneladas) para usos no alimentarios como lo indica la FAO (2014). Según Matak, Tahergorabi &

Jaczynski (2015) la mencionada industria produce grandes volúmenes de subproductos, que generalmente son descartados o utilizados para ser procesados como harina de pescado, sin embargo, estos subproductos contienen proteínas y lípidos, los cuales son una importante fuente de nutrientes, por lo tanto, pueden ser utilizados en el desarrollo de productos alimenticios destinados al consumo humano.

El manejo de subproductos pesqueros genera poco beneficio sobre la industria pesquera en términos de eliminación de residuos, según He, Franco & Zhang (2013), lo cual hace necesario su aprovechamiento para minimizar los impactos económicos y ambientales. (Hleap & Gutierrez, 2017)

Se puede encontrar que a partir de los subproductos de la industria acuicultora (vísceras, cabezas, colas, esquelones), principalmente del salmón, utilizado para la obtención de harina y aceite, es posible extraer fosfolípidos mediante el uso de hidrólisis controlada con enzimas proteolíticas que liberan los fosfolípidos desde las estructuras proteicas de las membranas de las cuales forman una matriz, con interesante contenido de ácidos grasos omega-3, dichos fosfolípidos se precipitan selectivamente y se concentran hasta porcentajes variables según el requerimiento de concentración que se desee. (Valenzuela & Valenzuela, 2014).

1.3.2 Caldo o deshidratado. De acuerdo con las definiciones del Código Alimentario Argentino (CAA), con el nombre de *caldo*, se designa a la conserva alimenticia que resulta de la cocción de carnes, vegetales y sustancias ricas en proteínas. El producto también puede obtenerse a partir de la reconstitución de mezclas de sustancias alimenticias deshidratadas.

Además de los ingredientes mencionados, en su elaboración está permitido emplear grasas alimenticias, hidrolizados de proteínas, extracto de levadura, extractos de vegetales, especias (y/o

sus extractos o destilados) y sal de cocina. Entre otros aditivos se utilizan saborizantes, aromatizantes, colorantes y exaltadores de aroma y sabor (Franco, 2011).

1.4 Proceso de Deshidratación

1.4.1 Generalidades. La invención de los alimentos concentrados y deshidratados se le atribuyen al francés del siglo XVIII llamado Nicolas Appert, que los empleaba como un extracto de carne, sus primeras aplicaciones fueron de tipo militar para abastecer de alimentos a las tropas napoleónicas, otras versiones mencionan al barón y químico alemán Justus Von Liebig como su inventor. Comercialmente fue elaborado por la Liebig's Extracto f Meat Company desde fines del siglo XIX y posteriormente comercializado por la empresa Maggi en 1908 y por la británica Oxo 1910 (Ruiza, Fernández, & Tamaro, 2004).

Desde la antigüedad se ha reconocido que los alimentos con mayor contenido de humedad son los más perecederos, de tal manera que el control en el contenido de humedad en un producto es una herramienta para su conservación. Es común pensar que la mayor estabilidad de productos naturales está asociada con contenidos totales de humedad mínimos, la operación de deshidratación conlleva una apreciable reducción del peso y volumen de los alimentos que se deshidratan, consiguiéndose así una importante reducción de los costos de transporte y almacenamiento de estos productos, se puede decir entonces que la máxima reducción de volumen es la que se consigue al convertir alimentos líquidos en alimentos en polvo, sobre todo si el polvo obtenido se prensa en bloques o tabletas. (Fito, Andrés, Barat, & Albors, 2016).

Otro de los objetivos que se persigue con la deshidratación de alimentos es la transformación de estos en materias primas adecuadas para el mezclado y formulación de nuevos productos, como

es el caso de las sopas deshidratadas, frutas y cereales para el desayuno, etc. (Castellanos, Tangua, & Mercado, 2018)

En muchas partes del mundo, el secado del pescado se realiza todavía al aire libre, usando la energía del sol (secado solar) para evaporar el agua. Los modernos avances diseñados para acelerar este proceso se han centrado en la utilización de temperatura elevada para incrementar la velocidad de evaporación, mayor velocidad del aire para arrastrar el vapor de agua y aumentar el gradiente de transferencia de calor por superficie y la reducción de tamaño (atomización) en el caso de sólidos suspendidos en líquidos para reducir la distancia a través de la cual el vapor de agua debe difundir. La selección de una técnica para deshidratación de alimentos depende básicamente de dos condiciones: costos de operación y características del producto final.

En la presente investigación se utiliza la técnica de deshidratación en bandeja con aire caliente por sus ventajas comparativas con relación a otras técnicas en cuanto a la preservación de la calidad nutricional del producto, pero, teniendo en cuenta que aunque existe suficiente literatura sobre los aspectos relativos al estudio y tratamiento teórico de las operaciones de secado, el mejor resultado se logra mediante el estudio experimental sistemático del producto dadas sus particularidades y características biológicas.

1.4.2 Deshidratación con aire caliente. Los alimentos son sometidos a un proceso que elimina el contenido de agua por la acción del calor, logrando que el agua sea removida mediante el secado convectivo, en el que el calor se transfiere al sólido por una corriente de aire caliente que además de transmitir el calor necesario para la evaporación del agua, es también el agente transportador del vapor de agua que se elimina al sólido.

En los secadores convectivos, el aire caliente es impulsado a través del secador por medio de

ventiladores. Las fuentes de energía utilizadas para calentar el aire son muy variadas, entre ellas el gas natural ofrece mayor flexibilidad y una respuesta más rápida a menor coste, y también permite trabajar a temperaturas más altas. (Virrueta, 2018)

La remoción de humedad de un sólido involucra la existencia simultánea de transferencia de calor y de masa. Con respecto a estos fenómenos el sistema deberá mantener el máximo gradiente admisible de temperatura y de vapor entre el aire y las partes interiores del sólido.

Adicionalmente, para lograr la uniformidad en las características del producto obtenido, el sistema debe suministrar condiciones óptimas de transferencia de calor y masa bajo condiciones controladas, por lo expuesto en la investigación se controlaron variables tales como tiempo y temperatura de manera experimental hasta llegar a la optimización del proceso. Asimismo, para mejorar la distribución del aire este fue controlado mediante un ducto. Se consideró las etapas del ciclo de secado teniendo en cuenta que el material alcanzara los 52°C en la primera hora (ICTA, 1987)

1.4.2.1 Secadores directos continuos: Los secadores directos continuos de bandejas son un tipo de secador continuo, de interés en la presente investigación. También se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad. Un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas (Virrueta, 2018).

La transferencia de calor para la desecación se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. El líquido vaporizado se arrastra con el medio de desecación; es decir, con los gases calientes. Los secadores directos se llaman también secadores por convección

(Virrueta, 2018).

1.4.3 Cinética de secado. Se define la velocidad de secado por la pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial $(-dX/dt)$ operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (temperatura, presión, humedad y velocidad) permanecen constantes con el tiempo (Tello, 2003).

Analíticamente, la velocidad de secado se refiere a la unidad de área de superficie de secado, de acuerdo con la ecuación:

$$M = \left(\frac{S}{A}\right) \left(\frac{-dx}{dt}\right)$$

Dónde:

S = peso de sólido seco.

A= área de la superficie expuesta.

M= velocidad de secado

1.4.3.1 Curvas de secado: Para reducir el contenido de humedad en el secado de diversos materiales de proceso, por lo general se estima el tamaño del secador necesario, las diferentes condiciones de operación de humedad y la temperatura del aire empleado, y el tiempo necesario para lograr el grado de secado. No es posible predecir el contenido de humedad de equilibrio de diversos materiales, por lo que es necesario determinarlo por vías experimentales. De la misma manera, puesto que el conocimiento de los mecanismos básicos de las velocidades de secado es bastante incompleto, en muchos casos es indispensable obtener algunas mediciones

experimentales de las velocidades de secado (Tello, 2003).

Este tipo de curva nos muestra el contenido de humedad a través del tiempo en el proceso de secado. En el periodo inicial de secado, el cambio de humedad en el material está ilustrado en la curva A-B. Al terminar este primer periodo el secado toma una forma lineal del tipo $\bar{E} = \varphi(\tau)$, en este periodo la velocidad de secado es constante (recta B-C). El secado se mantiene igual por un periodo de tiempo hasta que llega a un punto crítico (Punto

C) donde la línea recta tiende a curvarse y a formar una asíntota con el contenido de humedad X_{eq} donde es el valor mínimo de humedad en el proceso de secado, esto quiere decir que el punto E jamás es tocado.

La recta (B-C) es llamado *el periodo de velocidad de secado constante*, y al siguiente periodo de secado se conoce como *el periodo de caída de velocidad del secado*. (UDLAP, 2008). La curva de secado se muestra en la figura 1.

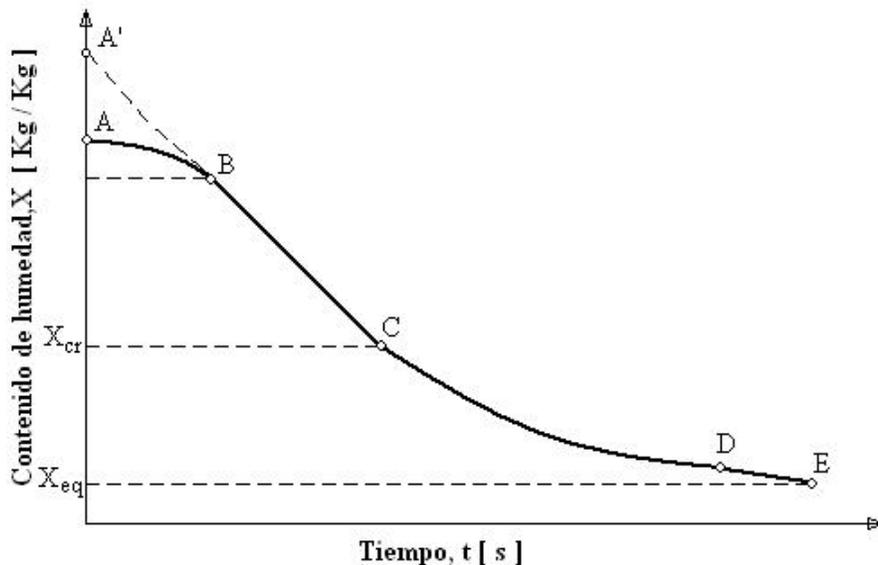


Figura 1. Curva de secado. Adaptada de: (UDLAP, 2008)

1.4.3.2 Curva de velocidad de secado: Este tipo de curva indica con qué velocidad se seca el material. Este diagrama es muy útil para diferentes propósitos. Este diagrama tiene la función $w_D = f(X)$, donde muestra la cantidad de humedad removida desde el material secado por unidad de tiempo por unidad de superficie secada.

$$w_D = \frac{mdx}{A dt}$$

O como:

$$N = \frac{dx}{dt}$$

En esta gráfica también pueden verse los periodos de velocidad constante y caída en la velocidad de secado. La explicación de la forma de la curva de secado está conectada con el fenómeno de transferencia de masa y calor. Antes del secado la superficie del material está cubierta con una capa delgada de líquido la cual puede ser tratada como humedad desatada, libre o capilar. La evaporación empieza con el contacto con el aire. Considerando la resistencia de la transferencia de masa, tenemos las condiciones externas y la capa circulante de gas; limitando la velocidad de secado. Así la velocidad de evaporación puede expresarse como el coeficiente de transferencia de masa y un gradiente de humedad del aire.

$$w_D = Kg(Y_s - Y)$$

Donde Y y Y_s son la humedad del ambiente circulante. El coeficiente de transferencia de masa

k_g para una velocidad de gas constante en relación con el material, permanecerá constante. La humedad Y_s corresponde a las condiciones de saturación en la temperatura de la capa de líquido (T_s). Como la evaporación de la humedad requiere de la misma cantidad de calor latente de evaporación, la superficie del líquido después de algún tiempo alcanzará una temperatura de equilibrio (Periodo inicial de secado), así la cantidad de calor proveída hacía la superficie desde el aire circulante será igual al calor necesario para el cambio de fase. La humedad Y_s permanece constante. Como resultado de los parámetros constantes del proceso, la humedad del aire Y no cambia. La velocidad de evaporación entre los puntos B y C será constante e igual a $w_{D\ cr}$. Este valor es igual a la velocidad de evaporación en una superficie libre. Sin embargo, se ha demostrado que $w_{D\ cr}$ depende del tipo de material secado y usualmente es menor que el 30% de los valores obtenidos en el proceso de la evaporación de líquidos en una superficie libre.

Como ya es bien sabido en el periodo inicial de secado, el cuerpo a secar y su superficie están cubiertas con una capa de líquido, teniendo una temperatura menos a la temperatura de equilibrio T_s y como resultado, la velocidad de secado en el rango entre los puntos A y B se incrementa hasta que la temperatura de la superficie alcanza el valor correspondiente a la línea B-C. Es más raro cuando el secador es alimentado con material húmedo a una temperatura $T > T_s$. Entonces el periodo inicial de secado está representado por la línea punteada A'-B. Usualmente el periodo de secado inicial es muy corto y en la práctica puede ser despreciado.

Cuando $X < X_{cr}$ la cantidad de humedad que alcanza la superficie del cuerpo a secar empieza a caer gradualmente. Como resultado, la presión de vapor arriba de la superficie del material también empieza a decrecer y la velocidad de secado decrece. Entonces nosotros encontramos el periodo de caída de la velocidad de secado (Curva C-D) en este periodo la velocidad de secado es controlado por el transporte de la humedad del material (condiciones internas) la cuales

dependen del gradiente de la concentración de humedad. (UDLAP, 2008). En la figura 2 se muestra la curva de velocidad de secado:

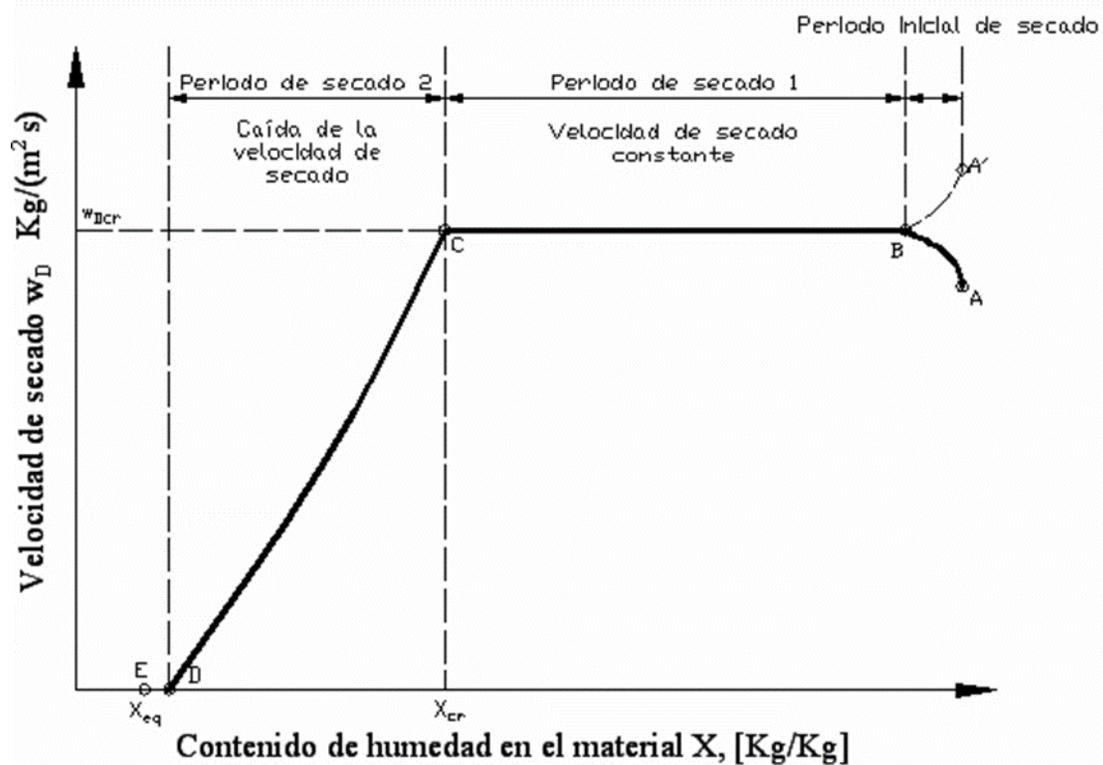


Figura 2. Curva de velocidad de secado. Adaptada de: (UDLAP, 2008)

1.4.4 Condiciones del proceso. La temperatura, humedad y velocidad del aire tienen efecto predominante sobre la velocidad de secado y la economía del proceso.

El efecto combinado de humedad y temperatura es determinado por las relaciones psicrométricas, para un buen número de alimentos se ha determinado que la velocidad de evaporación es directamente proporcional a la velocidad del aire y a la depresión del bulbo húmedo, sin embargo, cuando la humedad relativa es inferior al 40% esta relación no aplica (ICTA, 1987). Las temperaturas límites estarán determinadas por los cambios bioquímicos.

1.4.5 Otros parámetros de proceso a considerar

El calor específico (c): es el calor necesario para aumentar en 1°C la temperatura de 1Kg de aire seco más el vapor de agua que contenga.

El volumen específico: es el volumen total de 1kg de aire seco más el vapor contenido en el a temperatura y presión específicas.

La temperatura de rocío: es aquella a partir de la cual el vapor contenido en una mezcla de aire/vapor de agua condensa.

La temperatura y humedad son muy importante en las etapas iniciales del secado porque el agua se evapora libremente de la superficie del pescado cuando esta se encuentra a la temperatura del bulbo húmedo.

1.5 Principales constituyentes del pescado

La composición química de los peces varía considerablemente entre las diferentes especies y también entre individuos de una misma especie, dependiendo de la edad, sexo, medio ambiente y estación del año.

En la tabla 3 se pueden observar en términos de porcentaje, los principales constituyentes del músculo de pescado y de vacuno, como la investigación se basa en los residuos se tomarán los datos como referencia.

Tabla 3.

Principales Constituyentes (porcentaje) del Músculo de Pescado y de Vacuno

Constituyente %	Pescado (filete)			Carne vacuna (músculo aislado)
	Mínimo	Variación normal	Máximo	
Proteínas	6	16-21	28	20
Lípidos	0,1	0,2 – 25	67	3
Carbohidratos		< 0,5		1
Cenizas	0,4	1,2-1,5	1,5	1
Agua	28	66-81	96	75

Fuentes: (Stansby, 1962); (Love, 1970)

1.5.1 Proteínas

1.5.1.1 Definición Las proteínas son cadenas de aminoácidos que se unen entre sí por enlaces peptídicos (aminas), son los principales polímeros estructurales y funcionales de los seres vivos. Cada especie animal e incluso cada tejido tiene sus propias proteínas características, la mayor parte de las cuales son materia constitutiva de los tejidos blandos del organismo (transmisión nerviosa, contracción muscular y motilidad celular) y otras desempeñan su misión actuando como enzimas, que catalizan todos los procesos bioquímicos, transportando vitaminas, minerales, oxígeno y combustibles. Una pequeña fracción tiene acción hormonal e inmunológica, participando en la coagulación sanguínea, en las defensas inmunológicas y como hormonas y moléculas reguladoras (Garrett & Grisham, 2010)

1.5.1.2 Clasificación: Las proteínas se pueden clasificar de acuerdo como lo muestra la tabla 4:

Tabla 4.

Clasificación de Proteínas

	Simples- por hidrolisis se descomponen en aminoácidos	
u Composición	jugadas- por hidrolisis dan otros compuestos. Además de los aminoácidos pueden ser:	Glucoproteínas - Lipoproteínas Nucleoproteínas Fosfoproteínas Metaloproteínas
rma tridimensional	as- forman fibras largas, se utilizan en la naturaleza para formar materiales estructurales:	- Músculos - Tendones - Uñas - Cuernos - pezuñas
	ilares- están enrolladas en formas compactas y casi esféricas. Solubles en agua y se mueven dentro de las células:	-Enzimas -Hormonas -De transporte
Su función	Estructurales (querastina, elastina, colágeno) De transporte (hemoglobina) Protectoras (anticuerpos: inmunoglobulina) Hormonales (insulina) Enzimáticas (qimotripsina: catalizadores biológicos)	

Estructura

Primaria	Se llama así a la secuencia de aminoácidos en una proteína.
Secundaria	Describe la orientación, en un patrón regular, de los diferentes segmentos de una proteína.
Terciaria	Describe el enrollamiento total de la proteína en una forma general tridimensional.
Cuaternaria	Se refiere a la reunión de varios péptidos o proteínas en grandes estructuras agregadas.

Fuente: Departamento de fisicoquímica Universidad Nacional de México. (UNAM)

Ahora bien, la carne de pescado es una fuente de proteína de alto valor biológico y en varios países, como Europa y Asia, es la proteína animal más consumida. En cuanto a la cantidad y calidad de las proteínas de pescado, el contenido es siempre alto, oscilando entre el 15% y el 25%, aun así, a pesar de que la fracción proteica es bastante constante en la mayoría de las especies, se han observado (FAO, 1998).

El pescado tiene todos los aminoácidos esenciales y es rico en lisina, un iniciador de aminoácidos del proceso digestivo. La digestibilidad es alta, superior al 95%, dependiendo de la especie, superior a la de la carne en general y la leche, debido a la mínima cantidad de tejido conectivo. El valor biológico es cercano a 100, determinado por la alta absorción de los aminoácidos esenciales.

Los músculos de los peces están formados por varios grupos de proteínas: los que forman la fracción sarcoplasmática, que realizan funciones bioquímicas en las células; las proteínas miofibrilares del sistema contráctil; y proteínas del tejido conectivo, principalmente responsables de la integridad muscular. El músculo del pez es funcionalmente similar al de los mamíferos, pero existen diferencias importantes en la longitud de la fibra muscular (más corta en el pez) y la

inserción de fibra en el miocomato, que corresponde a las particiones del tejido conectivo que separan las fibras musculares longitudinales. (De Paiva & Goncalves, 2012)

En los peces las proteínas del tejido conectivo (colágeno), constituyen el 3 por ciento del total de las proteínas en teleósteos y cerca del 10 por ciento en elasmobranquios. Asimismo, la composición de aminoácidos es aproximadamente la misma que en las correspondientes proteínas del músculo de mamíferos, a pesar de que las propiedades físicas pueden ser ligeramente diferentes.

La estructura de las proteínas de los peces es fácilmente modificada mediante procesos tecnológicos y variables físicas, es así que la congelación y la deshidratación cambian las características de solubilidad de las proteínas miofibrilares, asimismo, tratamientos con altas concentraciones salinas o calor pueden ocasionar la desnaturalización, causando cambios irreversibles en la estructura nativa de la proteína.

Cuando las proteínas son desnaturalizadas bajo condiciones controladas, sus propiedades pueden ser utilizadas con propósitos tecnológicos. Un buen ejemplo es la producción de productos a partir de surimi, en los cuales se emplea la capacidad de las proteínas miofibrilares para formar geles. Las proteínas forman un gel muy resistente cuando se añade sal y estabilizantes (Suzuki, 1981).

1.5.2 Lípidos

1.5.2.1 Definición: El término lípido (del griego *Lípos*, “grasa”) se refiere a cualquier sustancia apolar natural que sea en parte o del todo insoluble en agua, pero soluble en disolvente apolares como cloroformo, disulfuro de carbono, éter o etanol caliente. En términos generales las principales funciones biológicas de los lípidos son:

- Ser componentes de membranas.
- Una forma fundamental de almacenamiento de carbono y energía.
- Precursores de otras sustancias importantes.
- Aislantes que previenen choques térmicos, eléctricos y físicos.
- Recubrimientos protectores que evitan infecciones y pérdidas o entradas excesivas de agua.
- Vitaminas y hormonas en algunos casos. (Bohinski, 1998)

1.5.2.2 Clasificación: La clasificación de los lípidos se puede observar en la tabla 5:

Tabla 5.

Clasificación de los Lípidos

Lípidos		Componentes
Lípidos simples	1. Acilgliceroles	$\xrightarrow[H_2O]{Hidrólisis}$ Glicerol + ácidos grasos
	2. Ceras	\longrightarrow Glicerol + ácidos grasos (ambos de cadena larga)
Lípidos compuestos	3. Fosfoacilgliceroles	\longrightarrow Glicerol + ácidos grasos + HPO_4^{2-} + otras formas de HOR
	4. Esfingomielinas	\longrightarrow Esfingosina + ácido graso + HPO_4^{2-} + colina
	5. Cerebrósidos	\longrightarrow Esfingosina + ácido graso + azúcares simples
	6. Gangliósidos	\longrightarrow Esfingosina + ácido graso + 2-6 azúcares simples, uno de los cuales es ácido siálico

Nota: los lípidos 3 y 4 también se conocen como *Fosfolípidos* debido a la presencia de fosfato. Los lípidos 4, 5 y 6 también se denominan *Esfingolípidos* porque contienen Esfingosina. Los lípidos 5 y 6 también se llaman *Glicolípidos* porque contiene carbohidrato.

Fuente: (Bohinski, 1998)

Los lípidos son importantes para el consumidor porque el sabor de la grasa deja una sensación de saciedad y carne cocida en la boca (Sabor suave y succulento, “jugoso”). Además, contribuyen al aroma del pescado. Los lípidos por si mismos tienen un sabor suave, por lo que es de gran cuidado su tendencia a desarrollar sabor extraño durante su conservación en congelación, esto es debido a la oxidación en especial de los fosfolípidos insaturados (Santaella, 2011).

La fracción lipídica algunas especies tropicales presentan una marcada variación estacional en su composición química. La corvina (*Micropogon furnieri*) y el "pescada-foguete" (*Marodon ancylodon*) capturados en la costa brasileña, presentaron contenidos de grasa del 0,2 - 8,7 por ciento y 0,1 - 5,4 por ciento, respectivamente. Por otra parte, el contenido de grasa de estas especies varía con el tamaño, asimismo, el contenido de lípidos en filetes de pescado magro es bajo y estable, por su parte el contenido de lípidos en filetes de especies grasas varía considerablemente (FAO, 1998).

Las especies de pescado pueden ser clasificadas en magras o grasas dependiendo de la forma como estos son almacenados para reserva energética. Los pescados magros usan el hígado para depósito de energía y las especies grasas almacenan lípidos en células grasas en todas partes del cuerpo.

Los lípidos de los peces están compuestos por ácidos grasos de cadena larga con un alto grado de insaturación, los depósitos grasos del pez contienen ácidos grasos con cinco o seis dobles enlaces (Stanshy & Hall, 1967).

1.5.2.3 Ácidos Grasos en el pescado: Son componentes comunes de varios lípidos y las sustancias que confieren a estos últimos su carácter apolar. Un ácido graso es un ácido carboxílico alifático de cadena larga. (El calificativo de *graso* se debe a que están presentes en las grasas).

Existe gran número y variedad de ácidos grasos, destacándose dos grupos principalmente: los ácidos grasos saturados que tienen cadenas lineales de hidrocarburos con número de par de átomos de carbono unidos entre sí por enlaces simples y los ácidos grasos insaturados cuando los hidrocarburos están unidos por uno o más enlaces dobles, lo que indica el grado de insaturación: monoinsaturados cuando solo tiene un doble enlace y poliinsaturado cuando tiene más de un doble enlace. Adaptado de (Bohinski, 1998).

Las grasas son una importante fuente de energía y cumplen funciones tan importantes como la formación de las membranas celulares y el transporte de las vitaminas A, D, E y K. Hay dos tipos fundamentales, las insaturadas, que son las más saludables, entre las que destaca, por sus propiedades cardiosaludables el Omega 3 (EPA/DHA), y las saturadas, cuyo consumo debe moderarse.

Los ácidos grasos poliinsaturados son de gran interés en estudios e investigaciones, ya que aportan beneficios que favorecen la salud y bienestar del ser humano. Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL) son componente dietarios que participan en múltiples procesos fisiológicos, donde cumplen un rol estructural en fosfolípidos de membranas celulares y son sustratos para mediadores de diversos mediadores fisiológicos. Dentro de los AGPICL encontramos dos grupos principales: los ácidos grasos omega 3 (ω -3) y omega 6 (ω -6), los cuales son ácidos grasos esenciales (AGE) para el ser humano debido a que carecemos de maquinaria enzimática necesaria para biosintetizarlos. (Valenzuela, Tapia, & González, 2011).

En la figura 3 se puede observar el metabolismo de los dos grupos de ácidos grasos poliinsaturados considerados de mayor importancia desde el punto de vista nutricional (omega 3 y 6)

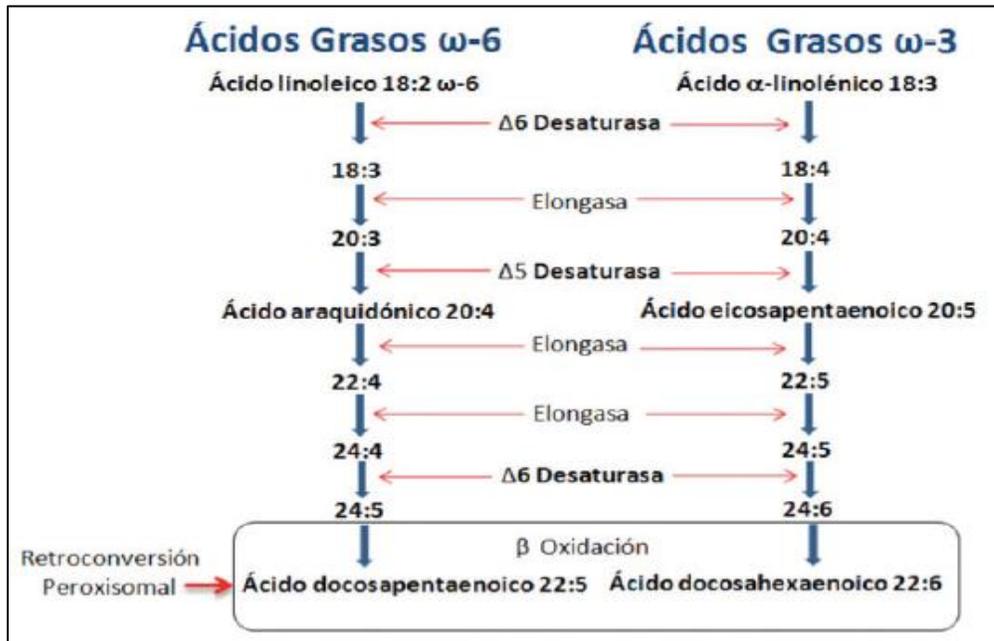


Figura 3. Metabolización de ácidos grasos poliinsaturados ω -6 y ω -3. Adaptada de: (Valenzuela *et al.*, 2011).

Los beneficios derivados del consumo habitual de los ácidos grasos omega-3 de origen marino están suficientemente documentados con sólida y abundante literatura científica que respalda su efectividad. Estos ácidos grasos son principalmente el ácido eicosapentaenoico (C20:5, EPA) y el ácido docosahexaenoico (C22:6, DHA). Originalmente, se atribuyó al EPA, a través de su transformación en diferentes eicosanoides (compuestos derivados de 20 átomos de carbono), los beneficios cardiovasculares (efectos hipotriglicéridémicos, hipocolesterolémicos, antitrombóticos, antiinflamatorios, antiarrítmicos, entre otros) y al DHA una importante función en el desarrollo, función y protección del sistema nervioso. A la luz del conocimiento actual, la interpretación de los efectos individuales de ambos ácidos grasos es mucho más compleja. La postura científica más reciente refiere los efectos fisiológicos de los ácidos grasos omega-3 a derivados metabólicos del DHA (docosanoídeos o derivados de 22 átomos de carbono, resolvinas y neuroprotectinas)

posicionando al EPA sólo como un intermediario en la formación del DHA. De hecho, nuestro organismo no acumula EPA, salvo que lo consumamos en cantidades relativamente importantes. Independientemente que sea el EPA o el DHA, o ambos ácidos grasos, o sus derivados metabólicos los que aportan los beneficios de salud atribuidos a estos ácidos grasos, la recomendación es consumirlos con frecuencia (entre 250 mg a 2 g/día) ya que sus efectos biológicos representan un beneficio para nuestra salud y nutrición. (Valenzuela & Valenzuela, 2014)

Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPICL ω -3) de origen marino, como el EPA y el DHA, han demostrado ser eficaces en el tratamiento y prevención de varias enfermedades, tales como cardiovasculares, neurodegenerativas, cáncer, enfermedad inflamatoria intestinal, artritis reumatoidea e injuria por isquemia/reperfusión. Estos ácidos grasos participan directamente en la modulación de la respuesta inmune, disminuyendo la inflamación y el daño anatómico – funcional generado por esta, demostrándose el efecto antiinflamatorio y citoprotector de los AGPICL ω -3. Tanto el EPA como el DHA, luego de ser ingeridos, se incorporan rápidamente a los fosfolípidos de las membranas celulares donde pueden ser liberados por enzimas lipooxigenasas y ciclooxigenasas, originando productos con potentes propiedades citoprotectoras y especialmente antiinflamatorias. La evidencia clínica y epidemiológica de múltiples estudios permite establecer que el consumo de EPA y DHA puede contribuir a la prevención y/o tratamiento de una serie de patologías, especialmente aquellas donde la inflamación juega un papel preponderante en su desarrollo. El EPA y el DHA presentan propiedades antiinflamatorias, vía la generación ya sea de agentes anti-inflamatorios, como las resolvinas, o a través del bloqueo de agentes pro-inflamatorios. (Valenzuela, Tapia, & González, 2011)

La reducción de los lípidos plasmáticos, especialmente los triglicéridos (TG) generada por el consumo de AGPICL ω -3, es uno de los efectos con mayor evidencia tanto en humanos como en animales. (Valenzuela, Tapia, & González, 2011)

Otras investigaciones se han centrado en los efectos neuroprotectores de los AGPICL ω -3 en la enfermedad de Alzheimer, debido a que los pacientes de esta enfermedad tienen bajos niveles de DHA plasmáticos y en sus membranas celulares. En un modelo animal (ratón con enfermedad Alzheimer) al administrar una dieta enriquecida con AGPICL ω -3 (EPA + DHA) se observó una reducción en la acumulación del péptido β -amiloide (péptido con acciones neurotóxicas) en más de un 70% de los casos. (Catalan *et al.*, 2002). Los efectos neuroprotectores de los AGPICL ω -3 se deben a múltiples factores y pueden estar relacionados con una serie de efectos moleculares a nivel neuronal, especialmente en el sistema nervioso central (SNC). Por ejemplo, *in vitro*, los AGPICL ω -3 han demostrado ser capaces de prevenir la acumulación neuronal de calcio, bloqueando una señal que puede desencadenar una cascada de eventos celulares que inducen lesión y apoptosis neuronal. Si bien los AGPICL ω -3, por su estructura química (con numerosos dobles enlaces), son más vulnerables al estrés oxidativo (desarrollo de oxidación), en las células en general y especialmente las neuronas, pueden reducir el daño ocasionado por el estrés oxidativo a través de las neuroprotectinas (docosanoides derivados del DHA). Además, los AGPICL ω -3 pueden regular la expresión de genes neuroprotectores, como es el caso de la expresión del gen antiapoptótico Bcl2. Los efectos neuroprotectores de los AGPICL ω -3 en pacientes con neuropatía diabética pueden ser atribuibles a varias causas, incluido; (i) el mantenimiento del flujo sanguíneo al tejido nervioso, (ii) la preservación de la actividad de la bomba sodio-potasio ATPasa, (iii) cambios en la composición lipídica de la membrana neuronal y (iv) modificación del metabolismo de los lípidos en las neuronas. Actualmente se postula que los AGPICL ω -3, especialmente el

DHA, pueden ser utilizados como parte del tratamiento de múltiples neuropatologías, además de la neuropatía diabética y la enfermedad de Alzheimer, entre las que destacan la enfermedad de Parkinson, la esclerosis múltiple, la depresión y la esquizofrenia. (Valenzuela, Tapia, & González, 2011)

Un área de gran interés para el potencial uso clínico de los AGPICL ω -3 es el cáncer y la caquexia relacionada con el cáncer. Estudios en ratones y en cultivos de células han demostrado que las dietas que contienen EPA y DHA retrasan tanto el crecimiento, la metástasis de los tumores primarios y los implantes de carcinoma humano en células mamarias, según Valenzuela *et al.* (2011). La caquexia, es un síndrome complejo de anorexia, pérdida de peso y pérdida de tejido (especialmente muscular), que se observa en muchos pacientes con cáncer. La presencia de caquexia es un indicador de mal pronóstico que complica el tratamiento farmacológico del cáncer y aumenta la toxicidad de los medicamentos. En este sentido se ha propuesto que el uso de suplementos nutricionales ricos en AGPICL ω -3 permitiría aumentar el apetito, disminuir la pérdida de peso, aumentando la masa magra, proporcionando así una mejor calidad de vida al paciente. (Barber, Ross, Voss, Tisdale, & Fearon, 1999).

A nivel alimentario-nutricional se hace necesario implementar estrategias para aumentar el consumo de AGPICL ω -3 en Colombia, para cual se deberá fomentar el consumo de alimentos ricos en EPA y DHA o desarrollar otro tipo de productos alimenticios que contengan estos ácidos grasos con concentraciones nutricional y terapéuticamente útiles para los seres humanos por estas razones la investigación resulta relevante ya que se elaborará un producto deshidratado con una composición nutricional óptima desde el punto de vista del aporte en ácidos grasos esenciales y proteína de alto valor biológico.

Alrededor de un 25% de la grasa en el cerebro de los humanos y los animales es DHA y esta proporción parece ser independiente de la alimentación según M.A. Crawford and A.J. Sinclair. (1992) lo cual indicaría que juega un papel muy importante en las membranas neurales. Muchas investigaciones publicadas actualmente muestran el beneficio de un aumento en el consumo de DHA para la función cerebral. El DHA es el ácido graso preferido para la construcción y el funcionamiento correcto de las membranas particularmente para aquellos en tejidos muy activos como los nervios y músculo activo.

Un aumento en el consumo de EPA y DHA ha demostrado tener múltiples beneficios para la salud. Numerosas investigaciones dan cuenta de ello entre ellos se destacan: James H. O’Keefe, MD; Carl J. Lavie, MD; Roberto Marchioli, MD; y William S. Harris, Phd. (2008)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) revisó sus recomendaciones sobre el consumo de grasas esenciales, y destacó la importancia de incluir grasas cardiosaludables en la alimentación diaria para la obtención de energía y la necesidad de sustituir las grasas saturadas –presentes en las carnes grasas, productos lácteos enteros y derivados, como la manteca– por insaturadas como aceite de oliva y pescado.

Tras su última revisión, la OMS recomendó consumir entre 20 y 35% de grasas total, de las que entre 6 y 11% deben ser poliinsaturadas –con 2.5 y 9% de omega 6, y 0.5 y 2% de omega 3–; entre 15 y 20% monoinsaturadas y menos de 10% grasas saturadas.

La organización informó que hay suficiente evidencia de que la sustitución de grasas saturadas por grasas poliinsaturadas reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular. Y señaló que la evidencia apunta hacia una posible relación entre el consumo de grasas poliinsaturadas y una reducción del síndrome metabólico y la diabetes. (Enfasis, 2010)

En la siguiente tabla de la FAO evidenciamos la cantidad máxima de grasas totales y grasas saturadas en (% y g) en planes de alimentación con distinto aporte calórico:

Tabla 6.

Cantidad Máxima Recomendada de Grasas Totales y Grasas Saturadas (en % y g) en Planes de Alimentación con Distinto Aporte Calórico

Calorías totales	Grasas totales		Grasas saturadas			
	25%	g	30%	g	10%	g
1600	400	44	480	53	160	17
1800	450	50	540	60	180	20
2000	500	55	600	66	200	22
2200	550	61	660	73	220	24
2400	600	66	720	80	240	26

Fuente: (FAO, Necesidades Nutricionales del ser humano) Necesidades nutricionales

1.6 Marco legal

1.6.1 Leyes

09 de 1979: Normas generales que sirven de base a disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar o mejorar las condiciones que se relacionan a la salud humana. Por la cual se dictan medidas sanitarias de los productos de pesca, específicamente en los artículos comprendidos entre el 370 y el 374 donde se habla del manejo ante-mortem, post-mortem y transporte.

13 de 1990: Por el cual se dicta el estatuto general de pesca. Tiene por objeto regular el manejo integral y la explotación racional de los productos pesqueros con el fin de asegurar su aprovechamiento sostenido. El artículo tercero declara la actividad pesquera de utilidad pública e interés social, entendiendo por actividad pesquera el proceso que comprende la investigación, la extracción, cultivo, procesamiento y comercialización de los recursos pesqueros.

1.6.2 Decretos

2278 de 1982: Derogado por el artículo 98, Decreto Nacional 1500 de 2007. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979 en cuanto al sacrificio de animales de abasto público o para consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne. En el artículo 5 se denomina animales de abasto público o para consumo humano, los bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, aves, conejos, animales producto de la caza y otras especies que el ministerio de salud declare aptas para dichos fines.

2162 de 1983: Por el cual se reglamenta parcialmente el título V de la ley 09 de 1979, en cuanto a producción, procesamiento, transporte y expendio de los productos cárnicos procesados. El artículo primero se aclara que los productos cárnicos procesados que se elaboren, empaquen, comercialicen o consuman en el territorio nacional deberán someterse a las disposiciones de este decreto y a las complementarias que en desarrollo del mismo dicte el ministerio de salud.

2256 de 1991: Por el cual se reglamenta la ley 13 de 1190. Asegura el manejo integral de la actividad pesquera y acuícola, así como el fomento de la explotación racional de los recursos pesqueros. El decreto entre los ítems de interés para el estudio reglamenta:

- la investigación, la extracción, el procesamiento y la comercialización,
- el servicio estadístico pesquero,
- las infracciones, prohibiciones y sanciones.

60 de 2002: Por el cual se promueve la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos típicos de Control Crítico-Haccp en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación. Es importante en el proyecto tener en cuenta todo lo relacionado con la inocuidad del producto para asegurar la calidad del mismo.

1500 de 2007: Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación.

El sistema está basado en el análisis de riesgos y tiene por finalidad proteger la vida, la salud humana y el ambiente, además de prevenir las prácticas que puedan inducir a error o engaño a los consumidores.

Teniendo en consideración que la carne es un alimento de alto riesgo en salud pública y que es necesario elevar el estatus sanitario del país para mercados exigentes, es importante tener en cuenta este decreto para nuestro estudio.

El Decreto 1500 de 2007 fue modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011 y 917 de 2012. Se aclara que Decreto 1500 de 2007 entra en vigencia a partir del 2016.

A continuación, se detallan los artículos modificados por los mencionados decretos:

2965 de 2008: Por el cual se modifican los artículos 20, 21 y 60 del Decreto 1500 de 2007 y se dictan otras disposiciones.

4974 de 2009: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007 modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380 y 4131 de 2009.

2380 de 2009: Por el cual se modifican los Decretos 1500 de 2007 y 2965 de 2008 y se dictan otras disposiciones.

4131 de 2009: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008 y 2380 de 2009.

3961 de 2011: se adoptan medidas transitorias con respecto a las plantas de beneficio y desposte de bovinos, bufalinos y porcinos. No habla directamente de actividad pesquera, pero se encuentra dentro del decreto 1500 de 2007.

917 de 2012: Prorroga del Decreto 1500 de 2007

4181 de 2011: Por el cual se escinden unas funciones del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y se crea la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP.

En el artículo tercero la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP tendrá por objeto ejercer la autoridad pesquera y acuícola de Colombia, para lo cual adelantará los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de estos recursos.

1.6.3 Resoluciones

1389 de 2004: Por la cual se prohíbe el uso de Sistemas Agregadores de Peces (Fish Agregating Devices), FADs, en todas las pesquerías que se realicen en aguas jurisdiccionales colombianas e internacionales cuando se utilicen embarcaciones de bandera colombiana.

Resolución 2674 de 2013: por la cual se modifica el artículo 126 del decreto ley 019 de 2012. Que el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012, establece que los alimentos que se fabriquen envasen o importen para su comercialización en el territorio nacional, requerirán de notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social.

Se establecen los requisitos sanitarios en actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar un deshidratado a partir del aprovechamiento de subproductos de pescadería en la cadena de restaurantes Doña Petrona del mar de la ciudad de Bucaramanga.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar cuantitativa y cualitativamente los residuos generados de las operaciones unitarias de pescadería en el restaurante Doña Petrona de la ciudad de Bucaramanga.
- Determinar las variables de control en la curva de deshidratación de los residuos de estudio.
- Caracterización del producto deshidratado obtenido para determinar su composición en macro y micronutrientes con énfasis en ácidos grasos esenciales.
- Cuantificar algunos nutrientes esenciales presentes en el alimento desarrollado.

3. Materiales y métodos

La metodología utilizada en este proceso de investigación es experimental, inicialmente se realiza una caracterización mediante observación in situ y toma de datos de los residuos generados por la utilización de diferentes tipos de pescados como corvina, mero variedad cherna y Berrugate, robalo nacional del pacífico, bagre variedad cajaro en el Centro de acopio de los restaurantes Doña Petrona del mar de la ciudad de Bucaramanga, para la cuantificación y clasificación de estos.

3.1 Materia prima

Residuos generados por la utilización de diferentes tipos de pescados como corvina, mero variedad cherna y Berrugate, robalo nacional del pacífico, bagre variedad cajaro (cabeza, aletas, espinazo, piel y cola).

3.2 Maquinaria y equipos

La maquinaria y equipos utilizados para la realización de la presente investigación son detallados a continuación:

- **Balanzas electrónicas:** marca Scout Pro con precisión de 1 gr.
- **Liofilizador de laboratorio:** marca CHRIST BK-FD20, automático con refrigeración en cascada. El proceso de pre congelación es in situ mediante la colocación del material en el armario de secado.

- **Deshidratador por convección:** Deshidratador de bandejas con capacidad de 50 Kg por bache y con potencia de 2 HP. La capacidad del aire para eliminar el agua de un alimento depende de la temperatura y del contenido de agua en este que se expresa como humedad absoluta (HA) en Kilogramos o humedad relativa (HR) expresada en porcentaje (%), que representan la relación existente entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de vapor e saturación a la misma temperatura multiplicado por cien. Hay que tener en cuenta en este proceso que los índices de difusión del agua varían de acuerdo al producto y que este proceso implica simplemente hacer pasar alrededor del alimento una corriente de aire caliente que elimina el agua dentro y en la superficie del alimento (Murillo, 2007).

- **Horno Combinado Rational:** con regulación de humedad, velocidad del aire y temperatura en la cámara de cocción. Detecta mediante sensores el tamaño del producto y el volumen de carga, con 60 mediciones de control por minuto. Inicialmente se usó un horno convencional, pero la fluidización del aire no era óptima (por la apariencia del producto final).

- **Molino Industrial:** Modelo M-22-RW, con capacidad de 780 Kg/h, con potencia de 2HP y con variedad de cedazos disponibles para procesar una gran gama de productos, en la presente investigación se utilizaron de 1/8" y 3/16".

- **Empacadora al vacío:** Marca Sammic gama sl, sistema sensor con una gran precisión que controla el ciclo de vacío y la bomba Busch (7 m³/h) del sistema de vacío y potencia de 2 HP, el envasado al vacío retrasa la proliferación bacteriana en los alimentos, manteniendo sus cualidades intactas durante más tiempo. El ciclo está controlado por un microprocesador de gran precisión que controla el porcentaje de vacío alcanzado dentro de la cámara, permitiendo obtener resultados exactos y uniformes en todo momento e independientemente de la cantidad de producto a envasar.

3.3 Método de procesamiento

Se adaptó la metodología utilizada por Urán, Gutiérrez y García (2002), estableciéndose el proceso para la elaboración de un deshidratado sin necesidad de utilizar la cocción de residuos generados por la utilización de diferentes tipos de pescados como corvina, mero variedad cherna y Berrugate, robalo nacional del pacífico, bagre variedad cajaro. En esta adaptación se quería conservar los ácidos grasos presentes, por tal motivo se conservó la grasa presente al no cocinar la materia prima antes de la deshidratación.

Se desarrolla la primera fase para el desarrollo del proyecto durante tres meses realizando seguimiento a las operaciones unitarias relacionadas con la recepción, alistamiento y procesado de pescado en las instalaciones de la cadena de restaurantes Doña Petrona del mar de la ciudad de Bucaramanga, determinando un punto de partida a través de una base de cálculo de la cantidad total comprada de las especies Corvina, Mero de las variedades cherna y Berrugate, Bagre de las variedades Cajaro, y Robalo nacional del pacífico, obteniendo una media de 49,2 % de aprovechamiento.

Las muestras de los residuos iniciales se obtuvieron después de realizar el fileteado de los pescados enteros, quedando como subproductos la cabeza, las aletas, el espinazo, la piel y la cola; los cuales fueron almacenados en un cuarto frío a temperatura de congelación de $-18^{\circ}\text{C} \pm 1$. Se tomaron dos muestras de los subproductos obtenidos, una mezcla de las especies mencionadas en proporciones iguales, troceadas en partes por tamaños de dos por dos centímetros aproximadamente y homogenizadas para obtener una mezcla única de cada especie.

Del homogenizado inicial obtenido se tomaron al azar 600 g de muestra de cada especie (debido a que para la obtención del perfil ácidos grasos se necesita mínimo una muestra de 300 gramos), que se utilizaron para los respectivos análisis físicos – químicos y cromatográficos planteados.

Una vez se tienen los resultados de los análisis se procede a realizar un estadístico básico descriptivo de media y varianza, con el fin de tener los datos de la mezcla.

Se elabora el producto utilizando balances de materia y formulación Pearson. Se estandariza y caracteriza el producto obtenido cuantificando su composición con la formulación de mayor preferencia, dando importancia en el estudio a los componentes nutricionales de relevancia tales como las proteínas y los ácidos grasos presentes con especial énfasis en los ácidos grasos esenciales estudio que se realiza mediante la técnica de cromatografía de gases en el laboratorio de Cromatografía de la Universidad Industrial de Santander.

3.3.1. Proceso de elaboración del deshidratado de residuos de pescado. El proceso de elaboración del deshidratado de pescado (recepción, pesaje, picado, secado, enfriado, molienda, tamizado, empacado y almacenamiento) se desarrolló en las instalaciones del Centro de acopio de los restaurantes Doña Petrona del mar, donde se llevaron a cabo las operaciones unitarias requeridas en el proceso de deshidratación de los residuos, los balances de materia requeridos en la elaboración del producto y finalmente la evaluación sensorial por jueces no expertos, teniendo siempre presente las normas técnicas requeridas en la manipulación de alimentos (BPM). Se realizan 5 experimentos con sus réplicas, considerando que el experimento 5 era el de mejor comportamiento frente a los parámetros de tiempo-temperatura y perfil sensorial establecido, al producto de este último experimento (5) se le realizan los análisis fisicoquímicos enfatizando en proteínas y ácidos grasos esenciales dado que se hace necesario establecer una alternativa nutricional.

Para la deshidratación de los residuos de pescado se utiliza una correlación de tiempo y temperatura, partiendo de referentes teóricos y de acuerdo al diseño experimental que se describe

en párrafos posteriores, de tal forma que permitiera la conservación de los nutrientes importantes en el pescado y la optimización del proceso en términos de rendimiento y tecnologías limpias. El deshidratado obtenido se pasa por un molino de rodillo y se separan de forma manual los restos no deseables, se busca que el producto sea homogéneo y conserve la sustancia y propiedades naturales. Las operaciones unitarias del proceso se señalan a continuación:

3.3.1.1 Recepción de materia prima: Una vez realizado el fileteado de los pescados se recogen en canastillas plásticas los residuos generados: cabeza, aletas, espinazo, colas y piel. Se selecciona la materia prima de buena calidad, efectuando limpieza eliminando hematomas y partículas extrañas.

3.3.1.2 Pesaje: La materia prima es pesada y almacenada en cuarto de congelación para su posterior procesamiento.

3.3.1.3 Picado: Los residuos de pescado son troceados o picados en partes de 2 x 2 centímetros aproximadamente para facilitar el proceso de deshidratación.

3.3.1.4 Secado: La materia prima se ubica en bandejas de tal forma que quede bien dispersa por toda la superficie; posteriormente se ubican en el horno combinado Rational para iniciar el proceso de deshidratación por medio lecho fluidizado de aire caliente a 65 °C por 12 horas.

3.3.1.5 Enfriado: Luego de la deshidratación se deja enfriar la materia prima y se registra su peso.

3.3.1.6 Molienda: Se moltura el producto deshidratado en un molino industrial obteniendo una harina homogénea y registrando su peso.

3.3.1.7 Tamizado: En esta etapa se tamiza la harina obtenida en la molienda con la finalidad de eliminar partículas grandes no deseadas y se registra el peso.

3.3.1.8 Empacado: Se colocaron 600 gramos de producto final en bolsas de polietileno que posteriormente fueron selladas en empacadora al vacío para realizar los diferentes análisis fisicoquímicos y microbiológicos. También se empacaron bolsas por 18 gramos de producto para realizar pruebas organolépticas tomando como referencia esta cantidad, ya que es la utilizada para rehidratar en un litro de agua, según los referentes de marcas comerciales de caldos deshidratados populares en el mercado.

3.3.1.9 Almacenamiento: el producto final se almacenó a temperatura ambiente, en un lugar fresco y seco, cuidando que no se rehidrate.

El proceso es mostrado en la figura 4 Diagrama de flujo elaboración del deshidratado:

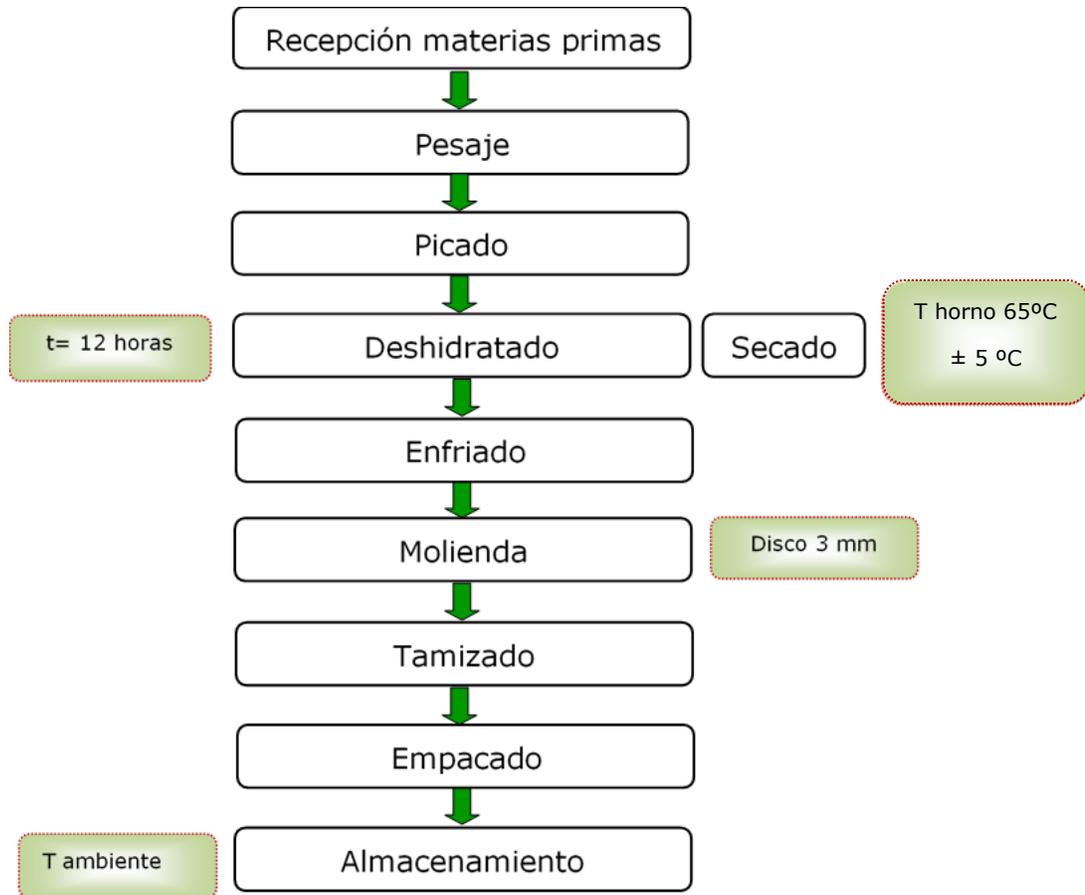


Figura 4. Diagrama de flujo elaboración del deshidratado. Fuente: Los autores (2019)

3.4 Diseño Experimental

La investigación se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes experimentos, con el fin de determinar el más adecuado. Inicialmente los intentos se basaron en ensayos de pruebas y error teniendo en cuenta referentes de otras deshidrataciones realizadas con éxito.

Se realizaron 5 experimentos de los cuales los 3 primeros no dieron los resultados esperados, por lo tanto, se determinó seguir trabajando bajo los parámetros del experimento 4, mejorándolo con el experimento 5 que resultó ser el óptimo.

Es de aclarar que los experimentos se llevaron a cabo por triplicado para poder validar los resultados, determinado que el índice de variabilidad y de dispersión de los experimentos 4 y 5 en los resultados obtenidos era casi imperceptible.

A continuación, se describen los experimentos realizados:

3.4.1 Experimento 1

Objetivo: Determinar los parámetros tecnológicos para la deshidratación de subproductos de pescado en liofilizador marca CHRIST BK-FD20, como la muestra la figura 5:



Figura 5. Deshidratación de residuos de pescado por liofilización. Fuente: los autores (2019)

Variables del proceso:

Tipo de proceso	Tiempo del proceso (horas)	Temperatura de secado (°C)
Congelación y posterior sublimación	26	-40

Evaluación: El producto final obtenido no cumple las características deseadas para los fines de esta investigación.

3.4.2 Experimento 2

Objetivo: Determinar los parámetros tecnológicos para la deshidratación de subproductos de pescado en deshidratador artesanal, como lo evidencia la figura 6:



Figura 6. Deshidratación de residuos de pescado en deshidratador artesanal. Fuente: los autores (2019)

Variables del proceso:

Tipo de proceso	Tiempo del proceso (horas)	Temperatura de secado (°C)
Deshidratación Artesanal	24	47

Evaluación: la deshidratación se realiza en un deshidratador artesanal.

3.4.3 Experimento 3

Objetivo: Determinar los parámetros tecnológicos para la deshidratación de subproductos de pescado en deshidratador por convección con una capacidad de 50 Kg por bache y con una potencia de 2 HP (ver figura 7).



Figura 7. Deshidratación de residuos de pescado en deshidratador por convección. Fuente: los autores (2019)

Variables del proceso:

Tipo de proceso	Tiempo del proceso (horas)	Temperatura de secado (°C)
Aire caliente	4	100

Evaluación: después de realizado el proceso de deshidratación la muestra se redujo en un 47 %.

3.4.4 Experimento 4

Objetivo: Determinar los parámetros tecnológicos para la deshidratación de subproductos de pescado en horno combinado Rational de 10 bandejas, con potencia de 19.5 KW. En la figura 8 se evidencia la realización del proceso:



Figura 8. Deshidratación de residuos de pescado en horno combinado Rational. Fuente: los autores (2019)

Variables del proceso:

Tipo de proceso	Tiempo del proceso (horas)	Temperatura de secado (°C)
Aire caliente	9	65 ± 5

Evaluación: producto final obtenido con características texturales adecuadas.

3.4.5 Experimento 5

Objetivo: Determinar los parámetros tecnológicos para la deshidratación de subproductos de pescado en horno combinado Rational de 10 bandejas, con potencia de 19.5 KW.

VARIABLES DEL PROCESO:

Tipo de proceso	Tiempo del proceso (horas)	Temperatura de secado (°C)
Aire caliente	12	65 ± 5

Evaluación: el deshidratado final contiene humedad por debajo del 10% y la textura del producto final es adecuada.

3.5 Métodos de Análisis

Se efectúa una caracterización fisicoquímica de los residuos en mención para determinar su aptitud para el proceso de deshidratado, asimismo, se determina su composición en macro y micro elementos, utilizando técnicas como la cromatografía de gases de esteres metílicos de ácidos grasos, buscando que mediante la deshidratación se pueda desarrollar un deshidratado que cumpla con requerimientos nutricionales, microbiológicos y sensoriales para poder ser utilizado como alternativa alimentaria o de enriquecimiento de caldos y salsas. Las curvas de deshidratación se evaluaron mediante 5 diferentes variables tiempo-temperatura (diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial).

3.5.1 Materia prima. La materia prima utilizada en la presente investigación fue analizada considerando lo siguiente:

3.5.1.1 Análisis organoléptico: Se realiza inspección análisis visual y textural determinando color, olor y textura sui géneris correspondiente a residuos de aprovechamiento de pescado.

3.5.1.2 Análisis fisicoquímico: Para evaluar la composición proximal de la materia prima se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos:

3.5.1.2.1 Humedad: La determinación de la humedad se realizó por gravimetría y se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas de temperatura y tiempo (Método de secado en estufa AOAC 985.14 y NTC 1443). El principio operacional del método de determinación de humedad por estufa, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado hasta peso constante (Pearson, 1993)

3.5.1.2.2 Cenizas: Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza (Pearson, 1993). Se destruyó la materia orgánica presente en la muestra por calcinación en mufla y posterior determinación gravimétrica del residuo. (Método AOAC 923.03 y NTC 1443).

3.5.1.2.3 Grasa total: La determinación de extracto etéreo es una extracción semicontinua con disolvente donde una cantidad de disolvente rodea la muestra y se calienta a ebullición; una vez que dentro del Soxhlet, el líquido condensado llega a cierto nivel es sifonado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por la cantidad de muestra removida (Nielsen, 2003).

Se extrajo por solvente orgánico según metodología de la AOAC 9020.39 Extracción Soxhlet y NTC 1443, se procedió a una cuidadosa evaporación del solvente y control del residuo final por pesada, que corresponde a la materia grasa.

3.5.1.2.4 Fibra: Se determinó por Digestión ácido-base de la muestra obteniéndose un residuo que por calcinación posterior dio como resultado la fibra cruda. Se utilizó Método según NTC 1443.

3.5.1.2.5 Proteína: El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, compromete dos pasos consecutivos:

a) La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.

b) El registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoníaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La velocidad

del proceso puede ser incrementarse adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición (sulfato de potasio) o por la adición de oxidantes (peróxido de hidrógeno, tetracloruro, persulfatos o ácido crómico) y por la adición de un catalizador (Nollet, 1996).

El contenido de proteína cruda se cuantificó utilizando el método Kjeldahl (AOAC 984.13) y la NTC 1443, mediante la digestión de las proteínas y otros componentes orgánicos en presencia de catalizadores.

3.5.1.2.6 Carbohidratos: Cálculo por diferencia de 100 menos los demás componentes proximales, sin incluir la fibra.

3.5.1.2.7 Perfil de ácidos grasos: El análisis de ácidos grasos se llevó a cabo mediante la obtención y cuantificación de sus metilésteres por GC-FID, según método de extracción Soxhlet automatizado y las Normas ISO 12966-1:2014 “*Animal and vegetable fats and oils. Gas Chromatography of fatty acid methyl esters. Part 1: Guidelines on modern gas chromatography of fatty acid methyl esters*”, Primera edición, 2014 e ISO 12966-2:2017 “*Animal and vegetable fats and oils. Gas Chromatography of fatty acid methyl esters. Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids*”, Segunda edición, 2017. Como estándar de referencia certificado se empleó la mezcla 37 Component FAME Mix, (AccuStandard, Inc., 125 Market Street, New Haven CT 06513, Cat FAMQ-005).

Características:

- Cromatógrafo de gases (GC) AT 6890N (Agilent Technologies, Palo Alto, California, EE.UU.).

- Detector de ionización de llama (FID).
- Columna empleada: DB-23 (*J & W Scientific*, Folsom, CA, EE.UU.) [50%-cianopropil-poli(metilsiloxano), 60 m x 0,25 mm x 0,25 μm].
- Inyección: modo *Split* (50:1) ($V_{iny} = 2\mu\text{L}$).

Se aclara que no se realizaron análisis microbiológicos en la materia prima cruda por considerar que no era punto crítico de control en la cadena de producción.

Los promedios de los resultados obtenidos se relacionan en las tablas: Composición proximal en materia prima (residuos de pescado-especies objeto de estudio) y la Tabla Ácidos grasos presentes en materia prima (residuos de pescado-especies objeto de estudio), que se presentarán y analizarán en el capítulo 4, numeral 4.1.1 y 4.1.2 de resultados y discusión.

3.5.2 Producto final. El producto final obtenido en la presente investigación fue analizado considerando lo siguiente:

3.5.2.1 Análisis sensorial: Los métodos para la evaluación de la calidad del pescado fresco pueden ser convenientemente divididos en dos categorías: sensorial e instrumental. Dado que el consumidor es el último juez de la calidad, la mayoría de los métodos químicos o instrumentales deben ser correlacionados con la evaluación sensorial antes de ser empleados en el laboratorio. Sin embargo, los métodos sensoriales deben ser realizados científicamente; bajo condiciones cuidadosamente controlados para que los efectos del ambiente y prejuicios personales, entre otros, puedan ser reducidos.

La mayoría de las características sensoriales sólo pueden ser medidas significativamente por humanos. Sin embargo, en los últimos años dada la necesidad de evaluar desde lo cuantitativo, se han efectuado avances en el desarrollo de instrumentos que pueden medir cambios individuales de la calidad. Los instrumentos desarrollados pueden medir parámetros incluidos en el perfil sensorial como la textura y otras propiedades reológicas. Métodos microscópicos, combinados con el análisis de imágenes, son usados para determinar cambios estructurales y la "nariz artificial" permite evaluar el perfil de olor. (Nanto, Sokooshi, & Kawai, 1993)

Las pruebas analíticas objetivas, usadas en el control de la calidad, pueden ser divididas en dos grupos: pruebas discriminativas y pruebas descriptivas. Las pruebas discriminativas son usadas para evaluar si existe una diferencia entre las muestras (prueba triangular, prueba de calificación/ordenación). Las pruebas descriptivas se emplean para determinar la naturaleza e intensidad de las diferencias (perfiles y pruebas de la calidad), en el caso de la investigación realizada con el deshidratado de residuos de pescado se optó por una prueba basada en una medición de preferencias o aceptación, para determinar cuál ensayo gustaba más para poder realizar la cuantificación de micro y macronutrientes del producto objeto de estudio.

Los estudios sensoriales se realizaron teniendo en cuenta la Norma técnica colombiana NTC 3925 aplicando los formatos de evaluación sensorial.

El formato general, donde se ubican las cabinas que en este caso representa los 20 jueces no expertos, las muestras que son cinco con las numeraciones de 437, 472, 346, 343, 532, se atribuyeron aleatoriamente de acuerdo a los experimentos realizados en el diseño experimental.

Formato 1. Prueba de preferencia, donde los estudiantes elegían cual era la muestra de su agrado.

Formato 2. Prueba de preferencia por ordenamiento, en una escala de 1 a 5 se ubicaba en primer puesto la de mayor agrado y de esta manera en orden ascendente hasta la de menor gusto.

Formato 3. Prueba de hedónica de 9 puntos utilizando para evaluar atributos sensoriales, consiste en ubicar una escala de 1 a 9 dando calificaciones cualitativas a las características de olor, color y textura de las cinco muestras en mención.

Los anteriores formatos de evaluación se encuentran en el Apéndice A.

Esta es la base de la investigación sensorial que se presentará más adelante, en cada uno de los formatos y con la muestra de 20 jueces quienes evaluaron cada una de las muestras y dando su concepto en relación con el color, el olor, la textura y otros aspectos limitados. Se colocaron en cada una de las cabinas las muestras preparadas con anticipación.

3.5.2.2 Análisis fisicoquímico: Para evaluar la composición proximal del producto final se llevaron a cabo los mismos análisis fisicoquímicos efectuados a la materia prima bajo los mismos parámetros y métodos. Los resultados obtenidos se muestran en Tabla Composición proximal del deshidratado de residuos de pescado y la Tabla de Ácidos grasos presentes en deshidratado de residuos de pescado, que se presentarán y analizarán en el capítulo 4, numeral 4.1.1 y 4.1.2 de resultados y discusión.

3.5.2.3 Análisis microbiológico: La finalidad del análisis microbiológico de los productos pesqueros es evaluar la posible presencia de bacterias u organismos de importancia para la salud pública, y proporcionar una impresión sobre la calidad higiénica del pescado, incluyendo el abuso de temperatura e higiene durante la manipulación y el procesamiento. En general, los resultados

microbiológicos no proporcionan ninguna información sobre el perfil sensorial del pescado, sin embargo, el número de bacterias específicas del deterioro está relacionado con el tiempo de duración remanente.

En el análisis microbiológico del producto deshidratado a partir de residuos de pescado se evaluaron los siguientes parámetros de acuerdo con las características microbiológicas aceptables según resolución 112 de 2012 para productos de la pesca pasteurizados o cocidos.

3.5.2.3.1 Escherichia coli: Utilizando la técnica de recuento de colonias en medio sólido cromogénico o fluorogénico después de incubación a $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, según método NTC 4458.

3.5.2.3.2 Estafilococos Coagulasa Positiva: Utilizando la técnica con Agar Baird Parker de recuento en placa, mediante la NTC 4779.

3.5.2.3.3 Salmonella ssp.: Detección y aislamiento de salmonella en el alimento para determinar ausencia o presencia en 25 gramos de muestra, según la norma ISO 6579.

En el análisis microbiológico del deshidratado obtenido se muestran en la tabla 7:

Tabla 7.***Análisis microbiológico deshidratado de pescado***

Variable analizada	Método	Resultados	Unidades	Valores de referencia
Escherichia coli	NTC 4458	< 10	UFC/g	< 10
Estafilococos Coagulasa Positivo	NTC 4779	< 100	UFC/g	< 1000
Salmonella spp	ISO 6579	Ausencia	Ausencia o Presencia / 25 g	Ausencia / 25 g

Fuente: los autores (2019)

Los parámetros analizados se encontraron dentro de las características microbiológicas aceptables según resolución 112 de 2012 para productos de la pesca pausterizados o cocidos.

4. Resultados y discusión

4.1 Caracterización Residuos de Pescado

4.1.1 Caracterización Cualitativa. En cuanto a la caracterización cualitativa los resultados se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8.

Características de los residuos de pescado:

Característica evaluada	Resultado
Color	Multicolor: Blanquecinos, traslúcidos, grisáceos
Olor	Característico de pescado
Textura	Suave

Fuente: los autores (2019)

4.1.2 Caracterización Cuantitativa. Se detalla en la tabla 9.

Tabla 9.*Caracterización cuantitativa de residuos de pescado*

Especie de Pescado	Peso del pescado (Kg)	Cabeza (Kg)	Aletas (Kg)	Espinazo (Kg)	Colas (Kg)	Piel (Kg)	Total residuos para aprovechamiento (Kg)	% de Aprovechamiento
Corvina	232	28,5	16,6	31,5	4,8	25,8	107,2	46,2
Mero								
variedades Cherna y Berrugate	189,8	29,9	18,5	27,2	3,3	22,5	101,4	53,4
Róbalo								
Nacional del Pacífico	86,4	9,1	7,4	12	2,1	8,8	39,4	45,6
Bagre								
variedad Cajaro	125,9	19,8	13,7	11,9	6,1	13,6	65,1	51,7
							Promedio de aprovechamiento	49,2

Fuente: los autores (2019)

4.1.2.1 Caracterización Físicoquímica: Los promedios de los resultados obtenidos se relacionan en la tabla 10:

Tabla 10.***Composición proximal en materia prima (residuos de pescado-especies objeto de estudio)***

Análisis	Método	Resultados obtenidos	Unidades
Humedad	NTC 1443	68,8	%
Proteína	NTC 1443	23,61	%
Cenizas	NTC 1443	1,33	%
Grasa	NTC 1443	7,07	%
Fibra	NTC 1443	0	%
Carbohidratos	Cálculo	0	%
Valor calórico	Cálculo	158	Kcal/100 g

Fuente: Los autores (2019)

En la caracterización cuantitativa de los residuos crudos de pescado generados en la cadena de restaurantes dona Petrona, se determinó que se generan en promedio 49,2 % de residuos entre corvina, mero variedad cherna y Berrugate, robalo nacional del pacífico, bagre variedad Cajaro, tal como lo muestra la tabla 10. Así mismo, la tabla mencionada muestra que las especies de pescado que más generan residuos es el mero, se puede atribuir el resultado al hecho de que el promedio de su peso es el más alto entre las especies de estudio siendo la cabeza quien más aporta al total de residuo generado.

En cuanto a la caracterización fisicoquímica de los residuos se encontró que la media del porcentaje de proteínas presentes en los residuos de pescado crudo (23,61%), está por encima de los valores medios encontrados por otros autores (Stansby, 1962), (Love, 1970) en filetes de diferentes tipos de pescado (16 y 21%), así mismo, por arriba de las recomendaciones nutricionales emitidas por la FAO (2008), en términos de kcal/100 g. Estos valores son importantes porque nos hace reflexionar desde la academia, sobre el valor nutricional de los residuos que se están

desperdiciando o subutilizando y que podrían contribuir a los objetivos de Objetivos de desarrollo Sostenible (ODS) de hambre cero, asimismo, aportando a los lineamientos de cero emisiones.

Se puede atribuir los porcentajes antes mencionados a la mezcla de las variedades de pescado utilizadas, lo que resulta interesante desde el punto de vista nutricional y complemento dietario. Estas variaciones en la composición química del pez están estrechamente relacionadas con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados son el desove, a pesar de que la fracción proteica es bastante constante.

En el presente estudio se determinó una media de 7.07% para los lípidos, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros si tenemos en cuenta lo reportado por investigadores referenciados en el marco teórico (Stansby, 1962) Stansby en (1962) y Love en (1970) entre otros), cuyas determinaciones se realizaron en muestras de filetes para 10 diferentes tipos de pescados. Los referentes reportan que la fracción lipídica puede variar entre 0.1 y 67% y es el componente que presenta mayor variación con un mínimo en época de desove.

En revisión de fracciones lipídicas de las especies utilizadas en el deshidratado la media encontrada en el presente estudio (7.07%) están por encima de lo reportado Poulter y Nicolaidis en 1985 (4,8 %).

4.1.2.1.1 Cuantificación de ácidos grasos: La tabla 11 muestra los ácidos grasos encontrados en la materia prima (residuos de pescado) del estudio:

Tabla 11.**Ácidos grasos presentes en materia prima (residuos de pescado-especies objeto de estudio)**

Ácidos grasos	Concentración del ácido graso (mg/100 g de muestra)
Saturados	742
Monoinsaturados	326
Poliinsaturados	244
Trans	---
Total	1312

Fuente: los autores (2019)

Así mismo, la tabla 12 discrimina los ácidos grasos presentes y los clasifica:

Tabla 12.**Ácidos grasos encontrados en los residuos de pescado**

Ácidos Grasos Saturados	Ácidos Grasos Monoinsaturados	Ácidos Grasos Poliinsaturados
Caproico (C ₆ : 0)	Miristoleico (C ₁₄ : 1n5)	Linoléico (C ₁₈ : 2n6c)
Caprílico (C ₈ : 0)	Palmitoleico (C ₁₆ : 1)	g-linoléico (C ₁₈ : 3n6)
Cáprico (C ₁₀ : 0)	cis-10heptadecenoico (C ₁₇ : 1)	Linoléico (C ₁₈ : 3n3)
Undecanoico (C ₁₁ : 0)	Oleico (C ₁₈ : 1n9c)	Eicosadienoico (C ₂₀ : 2n6)
Láurico (C ₁₂ : 0)	Eicosenoico (C ₂₀ : 1n9)	Eicosatrienoico (C ₂₀ : 3n6)
Tridecanoico (C ₁₃ : 0)	Erúcido (C ₂₂ : 1n9)	Araquidónico (C ₂₀ : 4n6)
Mirístico (C ₁₄ : 0)	Nervónico (C ₂₄ : 1)	Ecosatrienoico (C ₂₀ : 3n3)
Pentadecanoico (C ₁₅ : 0)		Eicosapentaenoico o EPA (C ₂₀ : 5n3)
Palmítico (C ₁₆ : 0)		Docosadienoico (C ₂₂ : 2n6)

Tabla 12. (Continuación)

Ácidos Grasos Saturados	Ácidos Grasos	
	Monoinsaturados	Ácidos Grasos Poliinsaturados
Heptadecanoico (C ₁₇ :0)		Docosahexaenoico o DHA (C ₂₂ :6n3)
Esteárico (C ₁₈ :0)		
Araquídico (C ₂₀ :0)		
Heneicosanoico (C ₂₁ :0)		
Behénico (C ₂₂ :0)		
Tricosanoico (C ₂₃ :0)		
Lignocérico (C ₂₄ :0)		

Fuente: los autores (2019)

Como muestra la tabla 12 en la muestra analizada, se encontró presencia de 16 ácidos grasos saturados, 7 ácidos grasos mono insaturados y 10 ácidos grasos polinsaturados que dentro del conjunto revisten especial interés por su cantidad dentro de la mezcla y su importancia funcional y nutricional.

De los dieciséis AGS identificados el más abundante en todas las especies fue el ácido palmítico (C₁₆:0). De los siete ácidos grasos Monoinsaturados, el ácido que se encontró en mayor cantidad en todas las especies fue el oleico, asimismo, se identificaron diez AGP debido a su importancia desde el punto de vista funcional y por ser considerados del tipo esenciales se analizaran por separado en párrafos posteriores.

En los resultados de los análisis de la concentración de ácidos grasos presentes en términos de mg/100 gramo de muestra de residuos de pescado se encontró que no hay presencia de ácidos grasos trans.

Dentro de los ácidos saturados y monoinsaturados presentes en la muestra de materia prima se destacan en su orden de mayor a menor los ácidos grasos palmítico, palmitoleico, mirístico, heptadecanoico con concentraciones medias de 622, 241,212 y 29 mg/100g de muestra.

4.2 Determinación de variables de Control

En relación con los 5 experimentos expuestos en el diseño experimental, a continuación, se realiza un análisis detallado:

Experimento 1

Se pudo observar que, mediante el proceso de secado a la temperatura relacionada en el experimento 1 ($-40^{\circ}\text{C} \pm 1$) con el equipo liofilizador el tiempo empleado es muy largo y la cantidad de producto deshidratado es mínimo, lo que hace que el método utilizado no sea el adecuado, no es rentable, por lo tanto se descarta.

Experimento 2

Se pudo observar que, mediante el proceso de secado a la temperatura relacionada en el experimento 2, donde se utiliza deshidratador artesanal ($47^{\circ}\text{C} \pm 1$) el tiempo de secado es largo y no se llega a la estabilidad (humedad de equilibrio) obteniéndose un producto final con características sensoriales adecuadas, sin embargo, debido a la naturaleza del equipo y las condiciones no controladas (flujo de aire) se descarta el experimento como objeto de estudio.

Experimento 3

Se pudo observar que, mediante el proceso de secado a la temperatura relacionada en el experimento 3, donde se utiliza deshidratador por convección ($100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$) después de realizado el proceso de deshidratación la muestra se redujo en un 47 %, pero el contenido de humedad de la misma no alcanzo el punto deseado (menor de 10%), razón por la cual, hubo crecimiento de moho. En conclusión, la correlación tiempo temperatura no es la correcta y no se da la curva de deshidratación de acuerdo a los referentes para este tipo de productos. Este comportamiento es esperado ya que un gradiente de temperatura más elevado favorece la transferencia de masa y una mayor difusión de la humedad. Un descenso tan rápido en la humedad (4 horas) puede favorecer fenómenos de formación de costra externa (shrinkage en español contracción) y pardeamiento en el producto.

Experimento 4

Se pudo observar que, mediante el proceso de secado a la temperatura relacionada en el experimento 4, donde se utiliza un horno combinado Rational de 10 bandejas ($65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$), se obtiene un producto final con características texturales adecuadas pero después de dejar enfriar para realizar la molienda, se dificulta el proceso debido a que la materia prima contiene humedad en su interior, adhiriéndose a las paredes del molino. El deshidratado no corresponde a las características esperadas. Esto hace suponer, que esto ocasionar la degradación de las grasas en el producto por oxidación.

Experimento 5

Se pudo observar que, mediante el proceso de secado a la temperatura relacionada en el experimento 5, donde también se utiliza un horno combinado Rational de 10 bandejas ($65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$), el deshidratado final contiene humedad por debajo del 10% y la textura del producto final es adecuada. Se aumenta el tiempo de deshidratación (12 horas) esperando no afectar las características fisicoquímicas y composición nutricional de los residuos objeto de estudio.

Así mismo, se observa que las propiedades físicas del producto obtenido responden a las características de los referentes en cuanto a la textura, ratificándose mediante los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados. Estos resultados presentan relación directa con las condiciones del proceso en lo que se refiere a temperaturas, flujo y conducción del aire bajo lecho fluidizado. El comportamiento en la deshidratación se evaluó teniendo en cuenta la humedad final y las características del producto obtenido, de igual manera, se evalúa la correlación tiempo, temperatura y humedad respecto a las curvas de secado observando las isotermas experimentales y llegando a la conclusión que la temperatura más adecuada es $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5$ para la deshidratación de los residuos de pescado bajo las condiciones del estudio como lo muestra la tabla 13:

Tabla 13.

Variables de control en proceso de deshidratación en residuos de estudio

Tipo de proceso	Tiempo del proceso (horas)	Temperatura de secado ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad (%)
---	---	---	68,8
Aire caliente	12	65 ± 5	3,86

Fuente: los autores (2019)

Por lo expuesto, se realizaron las respectivas curvas de deshidratación. Inicialmente, se observa el comportamiento de la humedad vs tiempo para poder establecer la cinética y el comportamiento de las isotermas del producto deshidratado. El valor de la humedad en la materia prima se toma como punto de referencia en la curva.

Partiendo de la determinación de la humedad en la materia prima se encontró la relación tiempo y porcentaje de humedad dejando como constante la temperatura de secado, los datos se registraron y se utiliza medidas de tendencia central de la estadística descriptiva básica para obtener las medias que se observan en la tabla 14 Variables de control del proceso:

Tabla 14.

Variables de control del proceso

Tiempo (horas)	Humedad %	Masa (g)	Temperatura de secado (°C)	Masa agua (g)	Agua removida (g)	Velocidad de secado
0	68,8	1000	65 ± 5	688,000	***	0,051
1	67,3	978,5	65 ± 5	658,531	21,5	0,127
2	62,3	925,4	65 ± 5	576,524	74,6	0,084
3	45,6	799,3	65 ± 5	364,481	200,7	0,059
4	35,7	702,4	65 ± 5	285,350	200,7	0,046
5	29,1	624,3	65 ± 5	204,398	297,6	0,022
6	20,8	590,1	65 ± 5	129,854	375,7	0,012
7	14,4	537,5	65 ± 5	84,974	409,9	0,009
8	9,8	489,8	65 ± 5	52,675	462,5	0,006
9	5,3	444,6	65 ± 5	25,959	510,2	0,003
10	4,7	429,2	65 ± 5	20,896	555,4	0,001
11	4	404,3	65 ± 5	17,168	570,8	0
12	3,86	398	65 ± 5	15,363	602	0

Fuente: los autores (2019)

Con los datos presentados en la tabla 14 se procede a graficar la curva de secado (Figura 9) donde se relaciona el tiempo y la humedad libre alcanzada durante el proceso de secado de los residuos:

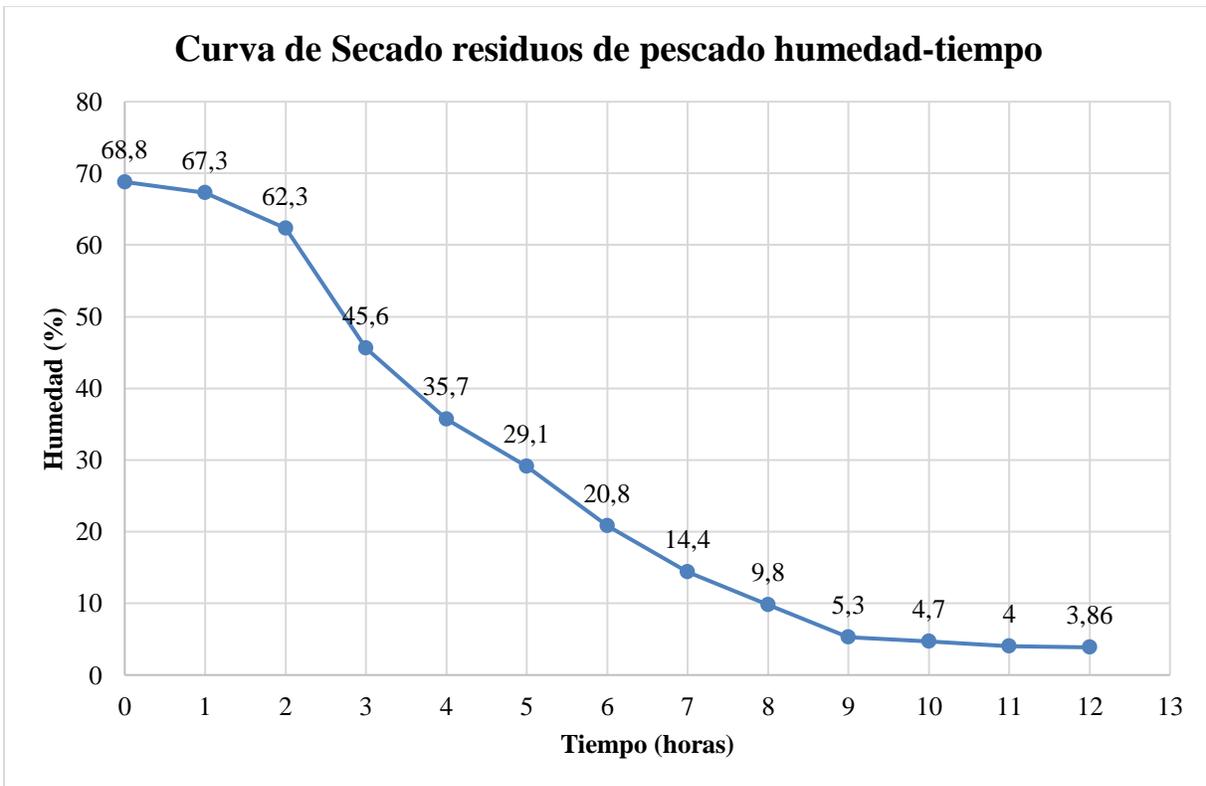


Figura 9. Curva de Secado residuos de pescado humedad-tiempo. Fuente: los autores (2019)

Según el experimento 5, se finaliza el proceso trascurridas 12 horas, en este periodo se evidencia la permanencia de un % de humedad constante, es decir humedad en equilibrio. Esta cinética de secado habla de un equilibrio final entre la humedad y el vapor contenido, un descenso rápido en la humedad puede favorecer fenómenos de costras externas (Shrinkage en español contracción) y pardeamiento enzimático. La curva del experimento 5 es la ideal por lo tanto es la que se muestra para efectos prácticos.

En la figura 10 se muestra la gráfica de los resultados obtenidos en relación a la masa del producto con respecto al tiempo de secado:

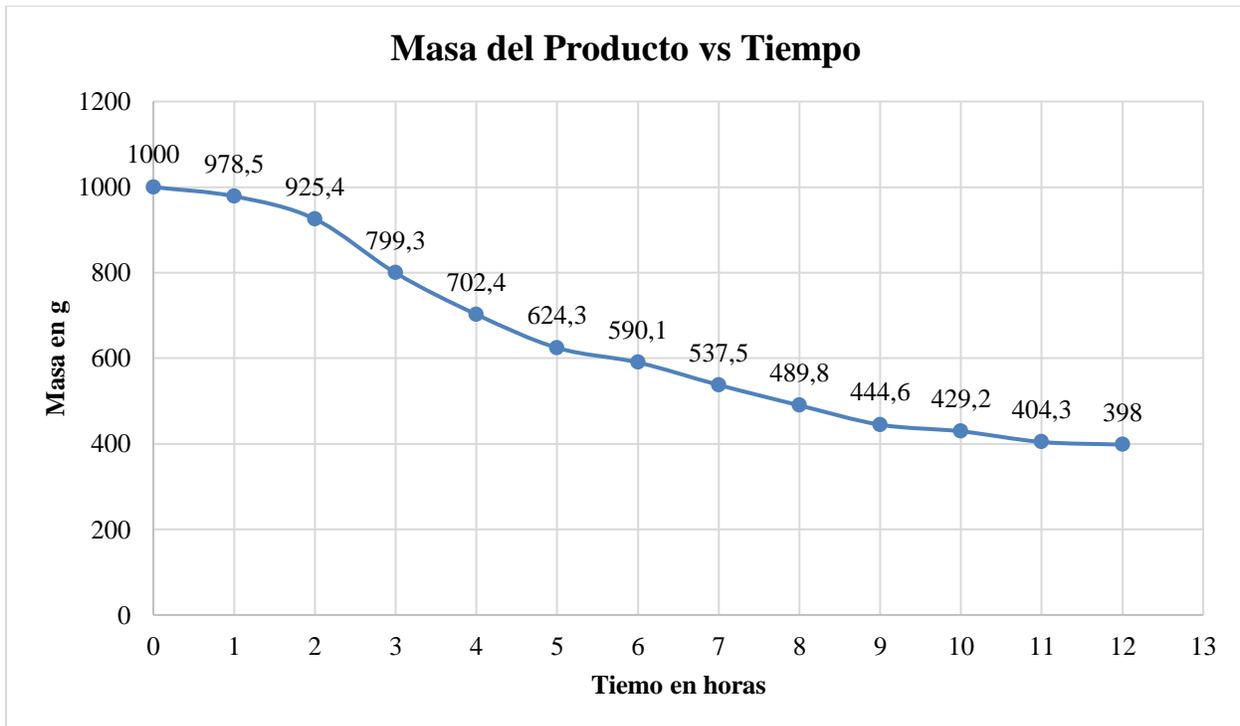


Figura 10. Masa del Producto vs Tiempo. Fuente: los autores (2019)

Respecto a la curva de secado, figura 9, se puede observar que durante las primeras dos horas de tratamiento existe una etapa de transferencia de calor donde la pérdida del porcentaje de humedad es baja, posteriormente se inicia la etapa de secado o deshidratación con una velocidad “constante” desde la hora 2 hasta la hora 9 y se define constante entre comillas ya que al tener diferentes residuos (cabezas, piel, espinazos, aletas y colas) el comportamiento de cada uno influye sobre la mezcla, luego aparece una etapa de secado propiamente dicha con velocidad decreciente hasta obtener el equilibrio en las últimas tres horas.

Al terminar el primer periodo, la curva de secado toma una forma lineal, en este periodo la velocidad de secado es constante, la curva se mantiene igual por un periodo de tiempo hasta que llega a un punto crítico donde la línea recta tiende a curvarse hasta formar una asíntota entre tiempo y contenido de humedad.

Comparando las dos gráficas anteriores (figura 9 y 10) se puede concluir que la masa de los residuos de pescado y la humedad presentes es directamente proporcional cuando se aplican constantes como la temperatura a través del tiempo. Este comportamiento es esperado de acuerdo a la correlación existente entre la transferencia de masa en relación al gradiente de temperatura y la humedad.

En la figura 11 se puede observar el comportamiento de la velocidad de secado en el proceso de deshidratación de los residuos de pescado:

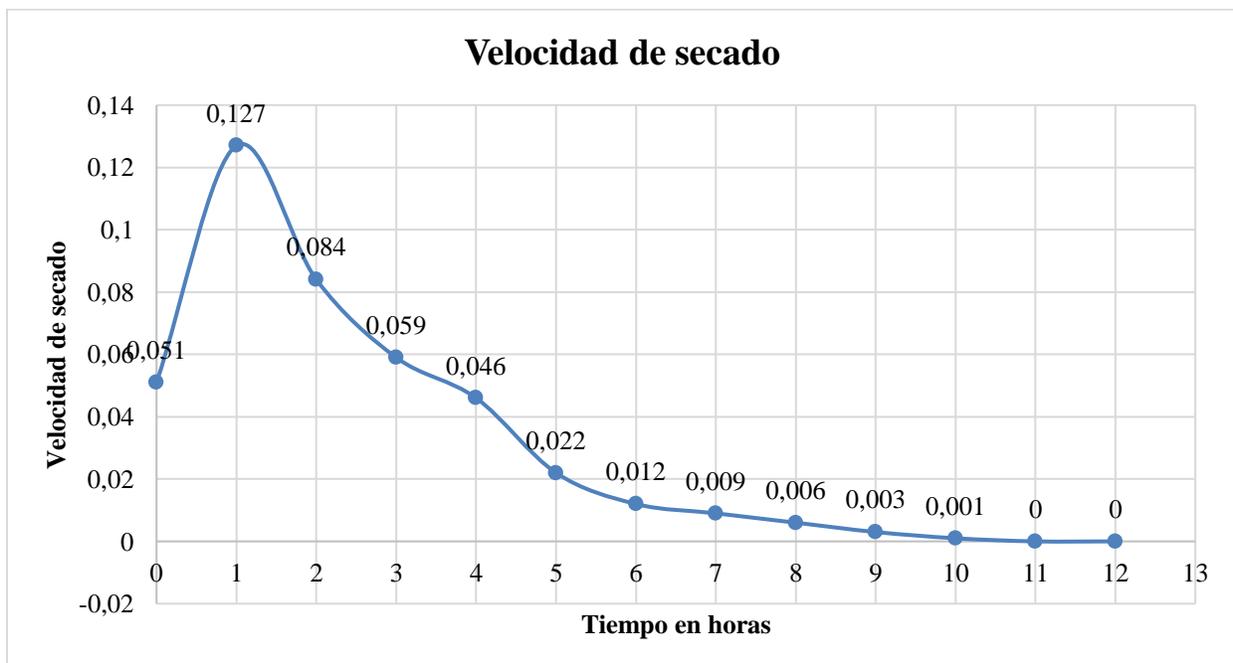


Figura 11. Velocidad de secado. Fuente: los autores (2019)

La curva de velocidad de secado vs. Tiempo permite determinar el periodo de secado a velocidad constante y a velocidad decreciente con un tiempo transicional. A medida que pasa el tiempo, el secado es más lento debido a que cuando el agua se mueve a la superficie y moviliza solutos, por lo que hay una presión osmótica que limita la transferencia de materia y energía, asimismo, el agua tiende a buscar vías para salir desde el núcleo hasta la superficie.

4.3 Caracterización del Producto terminado

4.3.1 Caracterización Cualitativa. En cuanto a la caracterización cualitativa los resultados se pueden observar en la tabla 15 Características del deshidratado de residuos de pescado:

Tabla 15.

Características del deshidratado de residuos de pescado

Característica evaluada	Resultado
Color	Caqui
Olor	Característico de pescado
Textura	Suave
Sabor	Concentrado a pescado
Granulometría	Fina

Fuente: los autores (2019)

Cabe resaltar que, aunque el producto está elaborado a base de residuos de pescado, su olor característico no es característico a pescado, tiene una textura suave y granulometría fina dando como resultado un producto de excelente apariencia.

Las propiedades organolépticas del deshidratado se evaluaron utilizando técnicas de análisis sensorial como se muestra a continuación:

4.3.1.1 Resultados del Análisis Sensorial: En cuanto a los análisis sensoriales se realizaron para 5 ensayos con 20 jueces no expertos mediante las siguientes pruebas:

Formato 1. Prueba de preferencia, donde los jueces elegían cual era la muestra de su agrado.

Formato 2. Prueba de preferencia por ordenamiento, en una escala de 1 a 5 se ubicaba en primer puesto la de mayor agrado y de esta manera en orden ascendente hasta la de menor gusto.

Formato 3. Prueba hedónica de 9 puntos utilizando para evaluar atributos sensoriales, consiste en ubicar una escala de 1 a 9 dando calificaciones cualitativas a las características de olor, color y textura de las cinco muestras en mención.

Los siguientes son los resultados obtenidos, aclarando que las pruebas se realizan solo para determinar la preferencia y verificar si la muestra del experimento N° 5 con las características fisicoquímicas adecuadas corresponde al producto de mayor aceptación por la mayoría de los jueces no expertos.

Las tablas siguientes dan cuenta de lo determinado por los jueces no expertos:

4.3.1.1.1 Prueba preferencial: En la tabla 16 Prueba preferencial se muestran los resultados obtenidos realizados con los 20 jueces no expertos en 6 cabinas:

Tabla 16.***Prueba preferencial***

		Muestras				
Jurado	Cabina	437	472	346	343	532
1	1		1			
2	2			1		
3	3		2			
4	4				1	
5	5			2		
6	6		3			
7	1		4			
8	2		5			
9	3		6			
10	4					1
11	5	1				
12	6					2
13	1				2	
14	2		7			
15	3			3		
16	4					3
17	5		8			
18	6					4
19	1		9			
20	2			4		
	Total	1	9	4	2	4

Fuente: autores (2019)

Interpretación y análisis.

Tomando como referencia las prácticas de laboratorio, la preparación de las muestras y los procesos empleados, se realiza el análisis de los resultados obtenidos de acuerdo a la figura 12:

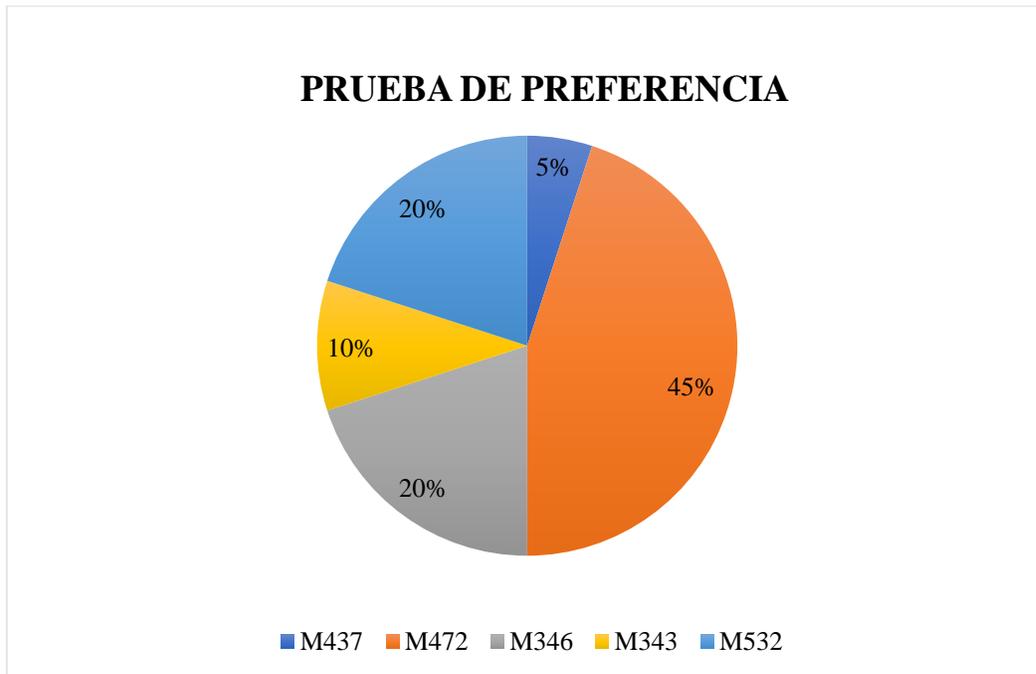


Figura 12. Prueba de preferencia. Fuente: autores (2019)

En la figura 12 se muestra que el 45% de los jueces optó por la muestra 472, que estaba constituida por el experimento 5, equivalente al deshidratado obtenido en proceso de 12 horas a 65 ± 5 °C. Un 10% de los jueces escogió la muestra 346 correspondiente al experimento 1 realizado en liofilizador a temperatura de -40°C, solo un 5% de los jueces escogió la muestra 437 correspondiente al experimento 3 que se realizó en deshidratador convencional a 100 °C por 4 horas. Para las muestras 343 (experimento 2 en deshidratador artesanal) y la 532 (experimento 4 en horno combinado) el porcentaje de preferencia fue del 20 % respectivamente. Para un total del 100% de jueces que realizaron la prueba.

4.3.1.1.2 *Prueba de preferencia por ordenamiento*: Para esta prueba se obtuvieron resultados en una escala de 1 a 5 como lo muestra la figura 13, donde 1 es la muestra de mayor agrado y 5 es la de menor agrado o menor gusto.

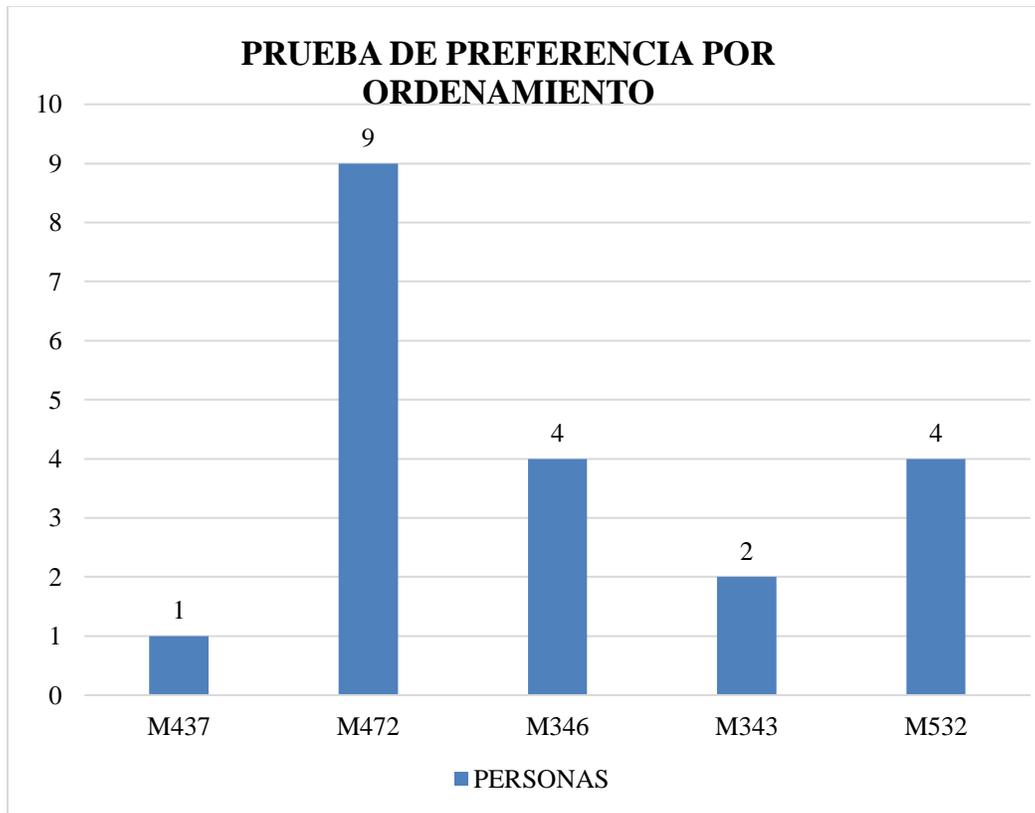


Figura 13. Prueba de preferencia por ordenamiento. Fuente: autores (2019)

Interpretación y Análisis.

Muestras	M437	M472	M346	M343	M532
Jueces	1	9	4	2	4

Los jueces realizaron una clasificación por preferencia dando como resultados los siguientes parámetros. Solo un juez se inclinó por el experimento 3 de la muestra 437; 9 jueces optaron por la muestra 472 correspondiente al experimento 5, 4 jueces se identificaron con la muestra 346 del experimento 1, 2 jueces tomaron la decisión por la muestra 343 del experimento 2 y 4 jueces optaron por el experimento 4 de la muestra 532, de esta manera cada participante decidió por preferencia cuál de las muestras le pareció de mejor agrado, en cuanto al color, olor y grado de aceptación de las muestras (la composición de los diferentes tratamientos se encuentran en diseño experimental).

En la tabla 17 y la figura se14 se muestran detalladamente la preferencia por ordenamiento que realizaron los jueces no expertos:

Tabla 17.

Prueba de preferencia por ordenamiento

Jueces	Muestras				
	437	472	346	343	532
1	5	1	2	3	4
2	2	5	1	4	3
3	2	1	5	4	3
4	2	4	3	1	5
5	2	5	3	1	4
6	2	1	5	4	3
7	3	1	4	5	2
8	5	1	4	3	2
9	2	1	3	5	4
10	4	5	3	2	1

Tabla 17. (Continuación)

Jueces	Muestras				
	437	472	346	343	532
11	1	2	4	3	5
12	2	4	3	5	1
13	2	3	4	1	5
14	3	1	4	5	2
15	4	5	1	2	3
16	5	4	3	2	1
17	3	1	4	2	5
18	3	5	4	2	1
19	3	1	5	2	4
20	2	4	1	5	3

Fuente: autores (2019)

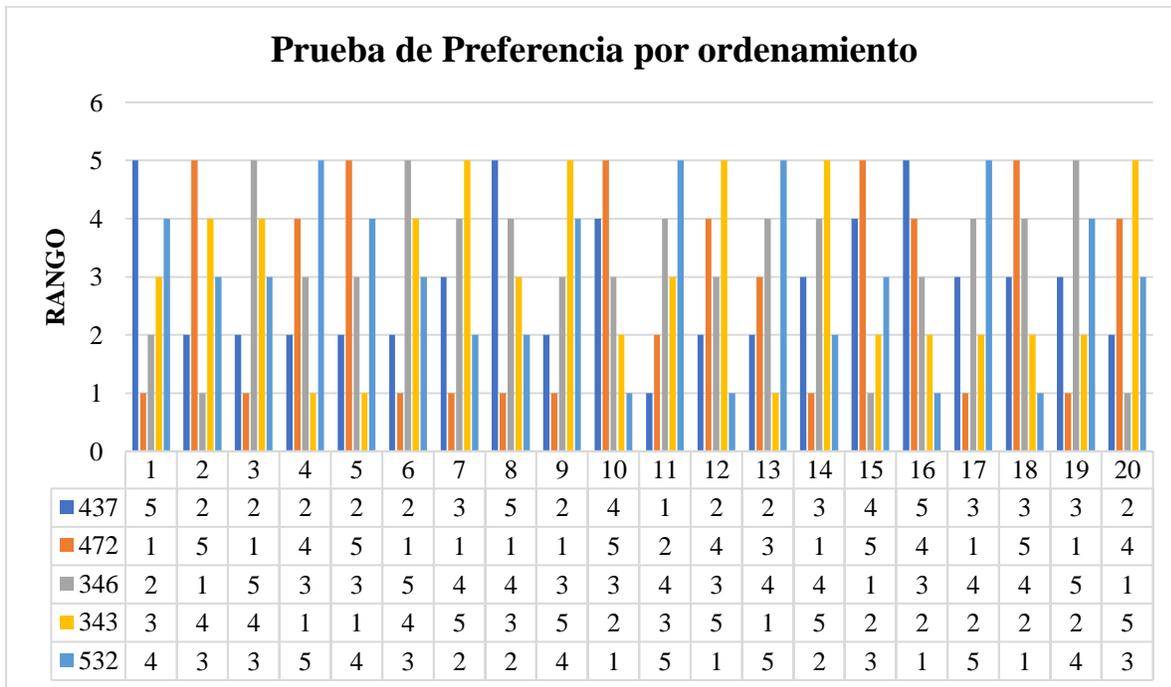


Figura 14. Prueba de preferencia por ordenamiento. Fuente: autores (2019)

Interpretación y Análisis.

En la figura 14, se presenta una estadística generalizada del ordenamiento por muestras y selecciones de los jueces donde se evidencia que la muestra 532 (experimento 4) fue la preferida presentando rangos altos de selección, seguida por la muestra 346 (experimento 1) que presenta una oscilación entre mediano y alto grado de preferencia, luego aparece la muestra 343 (experimento 2) con una varianza muy cercana a la media en la escala de selección. La muestra 472 (experimento 5) tiene poca favorabilidad, asimismo la muestra 437 (experimento 3).

Si bien esta prueba generalmente es usada para determinar pequeñas diferencias entre estímulos, las 5 muestras correspondientes a los 5 experimentos realizados difieren en los equipos, técnicas y variables empleadas en su elaboración, y los resultados son simplemente para tener una idea de la preferencia de los jueces. La muestra 472 no tiene mayor favorabilidad en esta prueba, aunque fue la que más escogieron los jueces en la prueba de preferencia.

4.3.1.1.3 Prueba Hedónica: En las tablas 18, 19, 20 y 21; y las figuras 15, 16, 17 y 18 se relacionan los resultados obtenidos en la prueba hedónica de los atributos sensoriales del deshidratado especificando el grado de gusto en cuanto a olor, color, sabor y textura respectivamente:

Tabla 18.

Olor de las muestras

Olor									
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
437	1		5	3	3	3	3	2	
472	2	1	3	2	5	1	3	3	
346	2	3	1	4	3	4	2	1	
343	1	2	2	4	3	4	2	1	1
532	3	3	2	2	3	5	2		

Fuente: autores (2019)

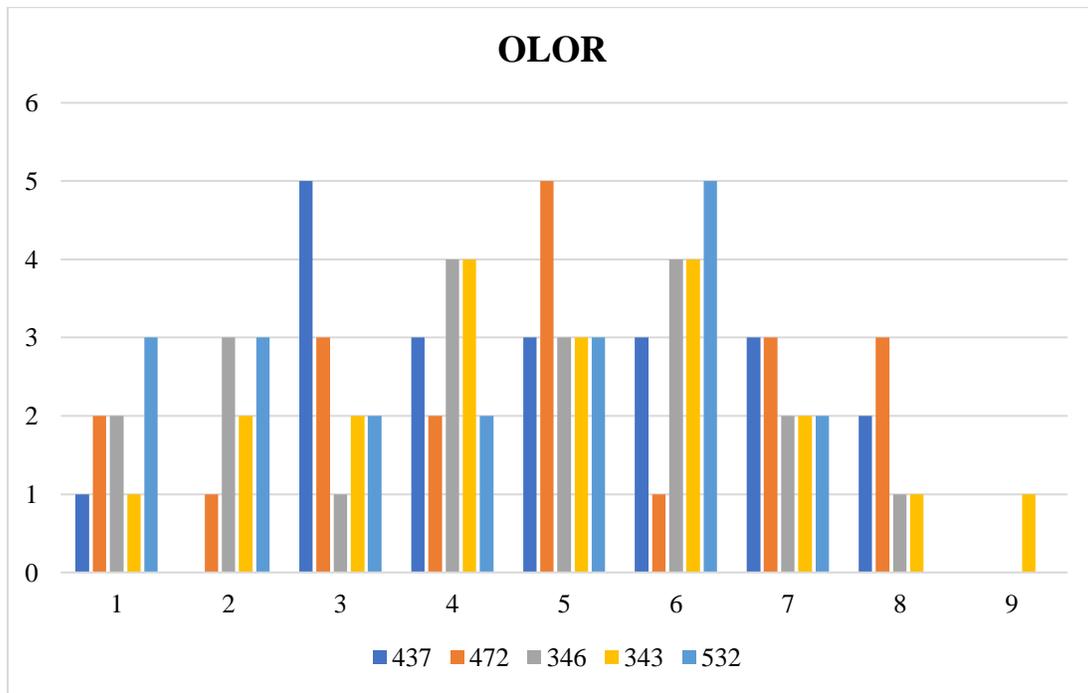


Figura 15. Olor. Fuente: autores (2019)

Interpretación y Análisis del Olor.

Como lo muestra la figura 15, la muestra 343 obtuvo el calificativo de me gusta extremadamente, teniendo una juez en ese rango, la muestra 472 fue categorizada como me gusta mucho, la 437 y 432 le asignaron me gusta moderadamente. 532 tiene un rango de me gusta levemente, la muestra 472 obtuvo calificación de no me gusta y ni me disgusta, la muestra 346 y 343 tienen calificativo de me disgusta levemente. En el tercer rango aparece la 437 como me disgusta moderadamente. En el rango dos aparece la 346 y la 532 me disgustada mucho es su calificativo. Y para el primer rango aparece la 532 como me disgusta extremadamente.

Tabla 19.***Color de las muestras***

Muestras	Color								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
437		2	1	1	4	7	2	3	
472	1			2	3	7	2	4	1
346	1	3		2	4	5	3	1	1
343		1	2	2	3	6	3	3	
532	1	3	1	2	4	6	2	1	

Fuente: autores (2019)

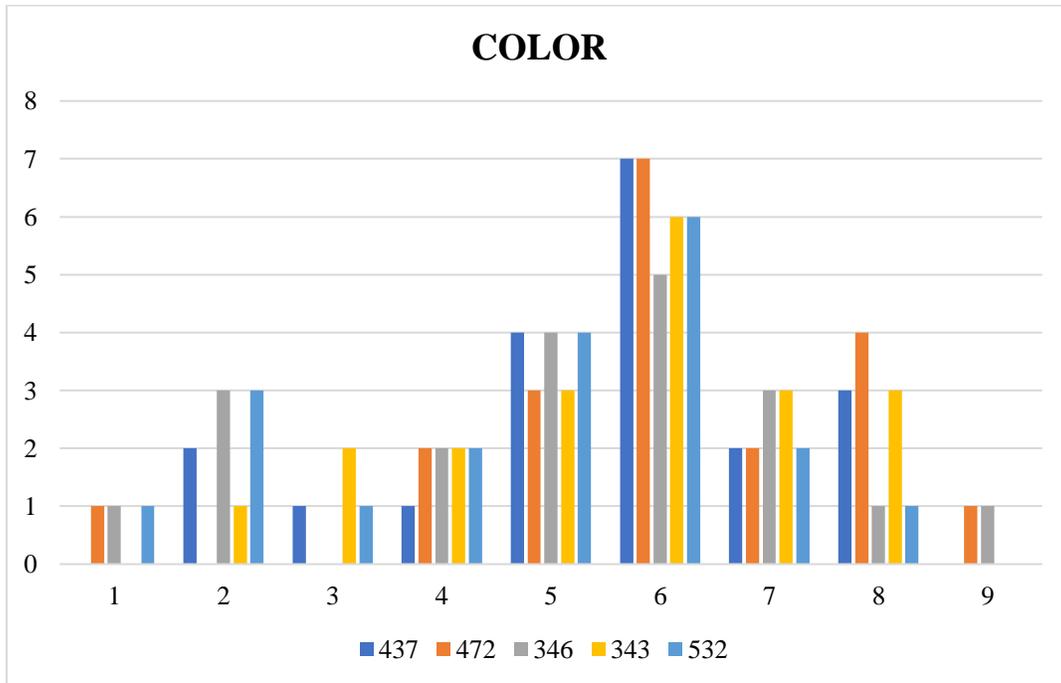


Figura 16. Color de la muestra. Fuente: autores (2019)

Interpretación y Análisis del Color.

La decisión de elección en algunos jueces se encuentra la dicotomía entre lo que gustaron y los que no gustaron, por este motivo las muestras se encuentran en toda la gráfica con tópicos diversos, pues los gustos por parte de los jueces que se inclinaron por el color son diferentes, como queda expresado en figura 16.

Tabla 20.

Sabor de las muestras

Muestras	Sabor								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
437	1	2	1	2	2	6	5	1	
472	3		1	2	3		2	5	2
346	3		2	2	4	6	1	2	
343	1	2	3	3	5	2	2	1	1
532	3	2	1	2	1	6	4	1	

Fuente: autores (2019)

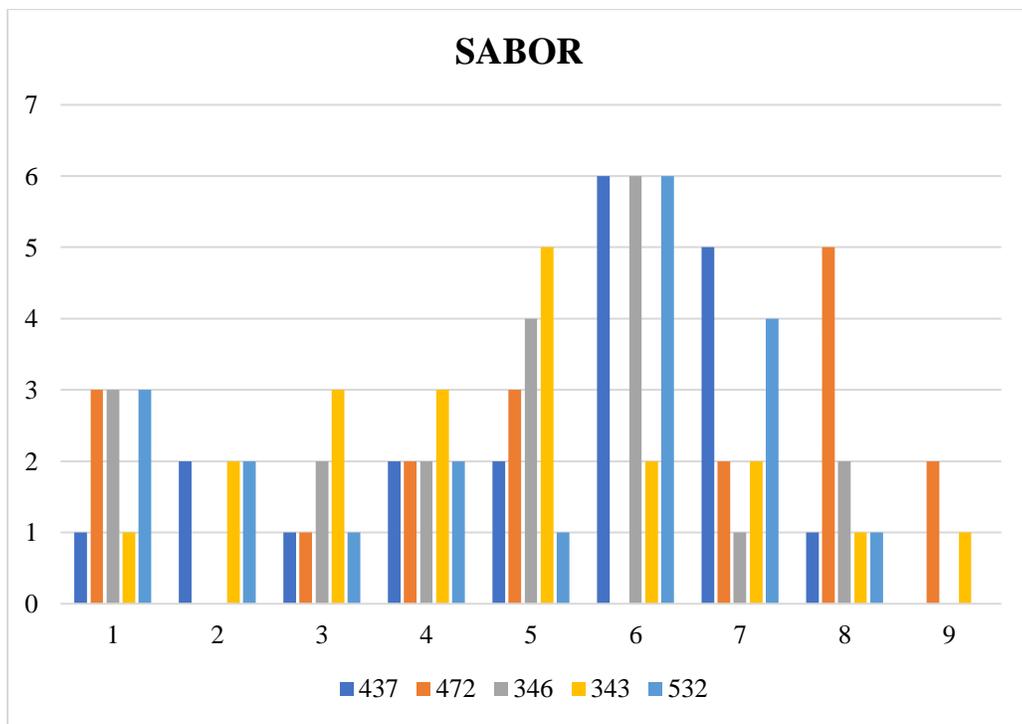


Figura 17. Sabor de la muestra. Fuente: autores (2019)

Interpretación y Análisis del Sabor.

Como lo muestra la figura 17 persiste la diversidad de opinión entre los diferentes sabores, presentándose un leve desacuerdo, pero presenta un pico la muestra 472 quienes tienen un grado de aceptabilidad, pero igualmente presenta dicotomía entre los que no les gusta.

Tabla 21.

Textura de las muestras

Textura									
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
437			2	1	4	3	5	3	2
472		1		4	4	3	3	3	2
346	1	1		1	5	8	1	2	1
343		2			4	7	3	2	2
532	1	2	1	1	4	3	4	4	

Fuente: autores (2019)

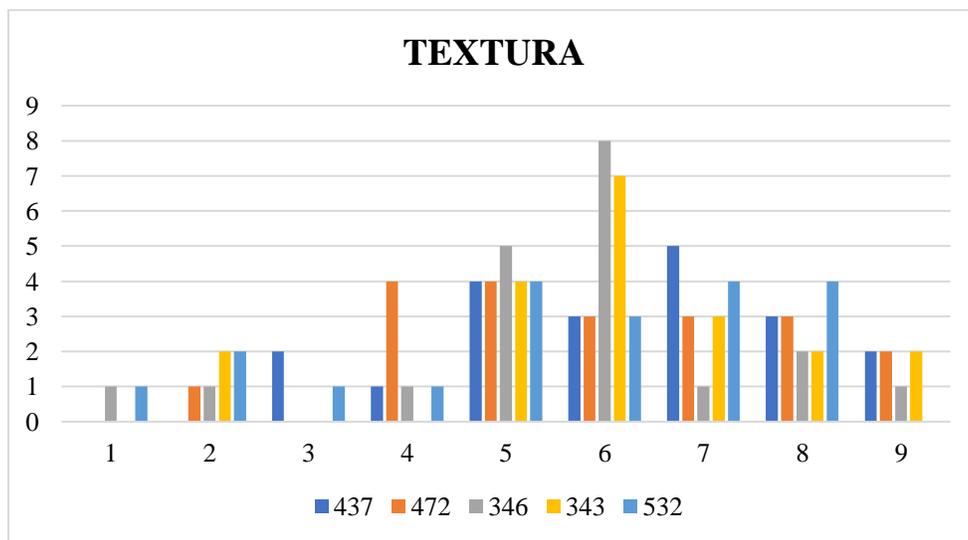


Figura 18. Textura. Fuente: autores (2019)

Interpretación y Análisis de Textura.

La muestra que sobresale es la 472 pues tiene un criterio de me gusta extremadamente lo mismo que la 346. La muestra que no gustó a los jueces fue la denominada con el número 532. Con los resultados obtenidos se aplica correlación entre muestras para determinar la muestra de preferencia y realizar el análisis fisicoquímico, cromatográfico y microbiológico.

4.3.2 Caracterización Cuantitativa. El rendimiento del producto deshidratado fue del 39,8 %, el mencionado resultado es alto si se compara con autores como Virrueta (2018) y Velezví (2005) que obtuvieron rendimiento del 8,22% y 13,75 % respectivamente en productos similares. Se asume que el mejor rendimiento se da por el equipo utilizado de última generación (Horno combinado Rational). En los siguientes párrafos se detallan los resultados.

4.3.2.1 Caracterización Fisicoquímica: Para caracterización del producto terminado se realizaron análisis fisicoquímicos obteniendo los resultados expuestos en la tabla 22 Composición proximal del deshidratado de residuos de pescado:

Tabla 22.

Composición proximal del deshidratado de residuos de pescado

Análisis	Método	Resultados obtenidos	Unidades
Humedad	NTC 1443	3,86	%
Proteína	NTC 1443	51,25	%
Cenizas	NTC 1443	24,05	%
Grasa	NTC 1443	21,42	%

Tabla 22. (Continuación)

Análisis	Método	Resultados obtenidos	Unidades
Fibra	NTC 1443	0	%
Carbohidratos	Cálculo	0	%
Valor calórico	Cálculo	398	Kcal/100 g

Fuente: los autores (2019)

De acuerdo a la tabla 22 y si tenemos en cuenta el producto terminado deshidratado los porcentajes de proteína aumentan en una relación 1:2,5 y para los lípidos 1:3 lo que determina que el proceso no tiene incidencia sobre las características nutricionales de la materia prima.

A continuación, se muestra tabla 23 Resultado (en porcentaje) de Humedad, Proteínas y Grasas Totales en Materia Prima y Deshidratado:

Tabla 23.

Resultado (en porcentaje) de Humedad, Proteínas y Grasas Totales en Materia Prima y Deshidratado

	Materia Prima	Deshidratado Residuos d Pescado
Humedad	68,8	3,86
Proteínas	23,61	51,25
Grasa	7,07	21,42

Fuente: los autores (2019)

Los valores anteriores definen que se presenta una concentración considerable de nutrientes tras el proceso de deshidratado por convección y que al realizar extracción de agua se concentran los nutrientes de nuestro interés como proteína y grasa.

Estos análisis nos llevan a la conclusión de que no hay pérdida del valor nutricional tras el proceso de deshidratación y de que es un método de aplicación confiable para el desarrollo de esta investigación, pues si es posible obtener un alimento con estándares nutricionales excepcionales bajo condiciones controladas.

Según Informes de la reunión consultiva conjunta FAO-OMS-UNU sobre las Necesidades de Energía y Proteínas (OMS, 1985), a continuación, se presentan las necesidades diarias de consumo para proteínas de acuerdo a la edad y sexo como se observa en la tabla 24:

Tabla 24.

Cantidad Diaria de Proteína Recomendada para Cubrir las Necesidades de la Población con la Dieta Mixta Latinoamericana

	Edad	Ingesta recomendada g/Kg/día
Niños	4-6 meses	2,5
	7-9 meses	2,2
	10-12 meses	2,0
	1-2 años	1,6
	2-3 años	1,55
	3-5 años	1,5
	5-12 años	1,35
	12-14 años	1,35
Hombres	14-16 años	1,3
	16-18 años	1,2
	18 y más años	1,0

Tabla 24. (Continuación)

	Edad	Ingesta recomendada g/Kg/día
Mujeres	12-14 años	1,3
	14-16 años	1,2
	16-18 años	1,1
	18 y más años	1,0
Cantidad Adicional por día (g)		
	Embarazo	8
	Lactancia primeros 6 meses	23
	Lactancia después de 6 meses	16

Fuente: (OMS, 1985)

Comparando la tabla 23 con la tabla 24 se puede verificar que la cantidad de proteína presente tanto en la materia prima como en el producto terminado de residuos de pescado está por encima en una relación 1:2 de la ingesta recomendada por FAO-OMS-UNU en (1985) lo que favorece la calidad nutricional del producto desarrollado (FAO/OMS/UNU, 1985)

4.3.2.1.1 Cuantificación de ácidos grasos: En la tabla 25 se muestran los resultados encontrados en el deshidratado de residuos de pescado:

Tabla 25.***Ácidos grasos presentes en deshidratado de pescado***

Ácidos grasos	Concentración del ácido graso (mg/100 g de muestra)
Saturados	10584
Monoinsaturados	4477
Poliinsaturados	660
Trans	---
Total	15721

Fuente: los autores (2019)

La cuantificación de los ácidos grasos presentes en la muestra de deshidratado se observa en la tabla 26:

Tabla 26.***Cuantificación de ácidos Grasos Encontrados en el deshidratado***

Ácidos Grasos Saturados	Ácidos Grasos Monoinsaturados	Ácidos Grasos Poliinsaturados
Caproico (C ₆ : 0)	Miristoleico (C ₁₄ : 1n5)	Linoléico (C ₁₈ : 2n6c)
Caprílico(C ₈ : 0)	Palmitoleico (C ₁₆ : 1)	g-linoléico (C ₁₈ : 3n6)
Cáprico(C ₁₀ : 0)	cis-10heptadecenoico (C ₁₇ : 1)	Linoléico (C ₁₈ : 3n3)
Undecanoico(C ₁₁ : 0)	Oleico (C ₁₈ : 1n9c)	Eicosadienoico (C ₂₀ : 2n6)
Láurico (C ₁₂ : 0)	Eicosenoico (C ₂₀ : 1n9)	Eicosatrienoico (C ₂₀ : 3n6)
Tridecanoico (C ₁₃ : 0)	Erúcido (C ₂₂ : 1n9)	Araquidónico (C ₂₀ : 4n6)
Mirístico (C ₁₄ : 0)	Nervónico (C ₂₄ : 1)	Ecosatrienoico (C ₂₀ : 3n3)

Tabla 26. (Continuación)

Ácidos Grasos Saturados	Ácidos Grasos	
	Monoinsaturados	Ácidos Grasos Poliinsaturados
Pentadecanoico ($C_{15}:0$)		Eicosapentaenoico o EPA ($C_{20}:5n3$)
Palmítico ($C_{16}:0$)		Docosadienoico ($C_{22}:2n6$)
Heptadecanoico ($C_{17}:0$)		Docosahexaenoico o DHA ($C_{22}:6n3$)
Esteárico ($C_{18}:0$)		
Araquídico ($C_{20}:0$)		
Heneicosanoico ($C_{21}:0$)		
Behénico ($C_{22}:0$)		
Tricosanoico ($C_{23}:0$)		
Lignocérico ($C_{24}:0$)		

Fuente: los autores (2019)

En el deshidratado los ácidos grasos saturados y monoinsaturados (palmítico, palmitoleico, mirístico, heptadecanoico) se concentran pasando a 8596, 1385, 1173 y 413 mg/100g en la muestra. Es de destacar que los ácidos grasos esteárico y oleico pasan de una media de 137 y 168 a una media de 3070 y 4062 mg/100g de muestra en su orden. Estos ácidos tienen propiedades industriales que resultan interesantes para la utilización de los residuos de pescado en otros campos diferentes al alimentario, además de su interesante aporte calórico al alimento.

En el grupo de los ácidos grasos poliinsaturados se destacan en su orden de mayor a menor el docosahexanoico (DHA), eicosapentanoico (EPA), araquidónico, linoleico, linolenico aumentando en todos los casos a excepción del EPA que pasa de 123 a 93 mg/100 g de muestra condición que se le puede atribuir a la mezcla, proceso tecnológico y otros factores relacionados con la matriz alimentaria formada, por lo tanto, el dato se convierte en objeto de nuevos estudios.

Es de destacar que el DHA pasa de 168 en mezcla cruda a 202 en el deshidratado en términos de mg/100 g de muestra. Aunque el ácido 22:6n-3 o DHA se encuentra en pequeña cantidad en la mayoría de los tejidos, es un componente mayoritario de la estructura cerebral, formando parte de las membranas celulares, participando en la función de transmisión de señales y en el crecimiento neuronal. Conforma un 30–40% del total de ácidos grasos en los bastones de los segmentos externos de la retina, incrementando la fluidez de la membrana, modificando la movilidad de las proteínas y la actividad de los enzimas que son críticos en la transducción de señales visuales. (Gil, Dalamu, & AEP, 2010)

Son de especial interés en el estudio el ácido linoleico y el ácido linolénico en proporciones de 22 y 7 pasando en el deshidratado a 322 y 104 mg/100 g de muestra, hecho destacable si se tiene en cuenta su papel en el metabolismo y que son precursores metabólicos de los ácidos eicosapentaenoico (EPA), docosahexaenoico (DHA) y ácido araquidónico (AA) presente también en la muestra.

El AA se encuentra en la muestra desde un 59 a 76 mg/100 g de muestra cruda y deshidratada en su orden, este es considerado el principal precursor de las prostaglandinas 1 y 2. Es importante recordar que las prostaglandinas son mensajeros autocrinos y paracrinos en el cerebro, las prostaglandinas que se producen en el sistema nervioso central están íntimamente ligadas a funciones del cerebro, la PGE2 tiene un papel coadyudante en la adquisición de la memoria (Martínez, Andrés, & Fito, 1998).

El ácido docosahexaenoico (DHA) es un ácido graso poliinsaturado de la serie n-3, al que se atribuyen múltiples funciones, en prematuros y neonatos se ha puesto de manifiesto su influencia sobre el desarrollo visual y neurológico; sin embargo, siguen los estudios de los efectos sobre determinadas enfermedades crónicas neurológicas, inflamatorias o metabólicas. Los

requerimientos de DHA no están determinados, aunque autores sugieren 70 mg/100 g diarios en niños, pero en general, los aportes deben basarse en imitar la composición de la lactancia materna Halliday, J (2007), todo va a depender del equilibrio general de la alimentación suministrada.

La leche materna contiene por término medio un 0,32 % de DHA, mientras que la muestra de análisis arrojó un 0,202% en contenido de DHA lo que permite ser comparado con el aporte nutricional que deja la leche materna.

Los omega-3 insaturados de cadena larga, EPA y DHA, son esenciales para una amplia variedad de funciones biológicas. Están presentes en cada célula del cuerpo humano afectando directamente a la salud, el crecimiento y el bienestar humano.

4.4 Ficha técnica del producto terminado

De acuerdo a las características encontradas en los diferentes análisis y pruebas se muestra la ficha técnica del producto terminado en la tabla 27:

Tabla 27.

Ficha Técnica Deshidratado de Residuos de Pescado

		Ficha Técnica Deshidratado de residuos de	
Elaborado por: los autores		pescado	
		FT 01 DP Versión 2019	
Nombre del producto	Deshidratado de pescado		
Descripción	EL Deshidratado de residuos crudos de pescado es un producto cárnico cocido y preparado bajo descripciones sanitarias, con un porcentaje elevado de proteína y ácidos grasos esenciales y no esenciales, sin saborizantes, ni preservantes artificiales.		
Lugar de elaboración	Bucaramanga, Santander, Colombia.		
Composición nutricional*	Grasas	21.42%	
	Valor Calórico	398 Kcal/100g	
	Proteína	51.23%	
Presentaciones y empaques comerciales	Deshidratado de presentación empaçado en lámina de aluminio parafinada.		
Características Organolépticas:			
Color: amarillo a comino característico de cubos de carne.			
Olor: concentrado a pescado			
Sabor: característico			
Tipo de conservación	Consérvese alejado de la humedad.		
Consideraciones para el almacenamiento	Transpórtese a temperaturas de 20 a 25 °C, no permita orificios en el empaque.		
Vida útil estimada	NA, Es parte de un estudio posterior, por ahora 3 meses a partir de su elaboración.		
Instrucciones de consumo	Una vez abierto el empaque consumir como agregado en sopas o guisos de pescado lo más pronto posible, procurar no dejar sobrantes.		

Fuente: los autores (2019)

Conclusiones

- El porcentaje de residuos de pescado generados luego del aprovechamiento de las especies objeto de estudio es del 49,2%. Por tanto, en las operaciones unitarias del procesamiento del pescado en promedio se desperdicia casi la mitad del alimento y estos residuos pueden tener constituyentes nutricionales incluso mejores que el filete que consumimos. En consecuencia, el deshidratado resulta ser una alternativa nutricional excepcional que contribuye al mejoramiento del medio ambiente y a la tendencia cero emisiones, convirtiéndolo en un producto sostenible.
- Se determinaron las variables de control del proceso encontrándose la curva de deshidratación con parámetros de temperatura y tiempos óptimos de acuerdo a la base de cálculo con un porcentaje de humedad final de 3.86%, bajo estas condiciones se obtuvo un producto final con adecuadas características fisicoquímicas y organolépticas, por lo que ni la temperatura ni el largo tiempo del proceso comprometió los nutrientes presentes.
- El porcentaje de humedad hallado tras el proceso de deshidratación fue de 3,86%, muy por debajo de los referentes investigados, dando lugar a la elaboración de un producto con un tiempo de vida útil más prolongado, ya que debido a este porcentaje el producto está muy limitado a presentar contaminaciones por bacterias, mohos o levaduras.
- Se puede que al graficar masa vs humedad la curva encontrada en el deshidratado de residuos de pescado es directamente proporcional, este comportamiento es el esperado en procesos de deshidratación similares, bajo parámetros de control de tiempo y temperatura.
- En cuanto a las características finales del producto se encontró que el porcentaje de humedad alcanzado (3,86 %) está por debajo de otros autores en estudios similares (4,75%), en

cuanto a proteína (51,25 %) y grasa total (21,42 %) el deshidratado, los valores superan los referenciados por otros autores.

- En términos generales, la caracterización del producto arroja resultados que superan los porcentajes de proteínas y ácidos grasos esenciales reportados por otros autores en filetes de pescado, haciendo interesante el dato ya que estos residuos en la mayoría de los casos son utilizados para alimentación animal.

- El deshidratado desarrollado obtuvo resultados en proteína, grasas y ácidos grasos esenciales puede ser replicado como suplemento dietario y contribuir al mejoramiento de la nutrición en población vulnerable. Es decir, 50 g del deshidratado desarrollado es capaz de aportar los nutrientes necesarios para suplir los aportes nutricionales de otros alimentos básicos, lo que lo convierte en un alimento de alto valor biológico y nutricional.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar más ensayos y probar con otros residuos de pescado en la elaboración de deshidratados o concentrados de carne, de esta manera certificar el producto como una alternativa de comercialización en la industria de alimentos a nivel regional.
- Se recomienda realizar el estudio de vida útil del producto y el estudio de viabilidad comercial para que la cadena de restaurantes Doña Petrona del mar pueda utilizarlo como una alternativa de emprendimiento en tiempos de crisis económicas y sociales.
- Es necesario realizar investigación sobre las propiedades y principios de los empaques empleados en este tipo de productos y su uso para consumo humano con un mínimo de impacto ambiental.
- En carta anexa, adjunta en el presente trabajo, la cadena de restaurantes dona Petrona del Mar, considera, que el aporte de la academia fue realmente pertinente y reiteró su intención de seguir trabajando con la UNAD en alianzas estrategias que permitan el crecimiento de ambos sectores con impacto en el entorno.

Referencias

- Barber, M., Ross, J., Voss, A., Tisdale, M., & Fearon, K. (septiembre de 1999). *NCBI*. Obtenido de The effect of an oral nutritional supplement enriched with fish oil on weight-loss in patients with pancreatic cancer: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10487616>
- Bohinski, R. C. (1998). Bioquímica. En R. C. Bohinski, *Bioquímica* (pág. 418). México: Addison Wesley.
- Bucio, S. L. (2015). *riubu.ubu.es*. Obtenido de Valorización de subproductos de la industria pesquera: obtención de derivados lipídicos ricos en ácidos grasos poliinsaturados y de concentrados de harina de pescado con bajo contenido en grasa: https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/3979/Bucio_L%C3%B3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castellanos, J., Tangua, R., & Mercado, R. S. (septiembre de 2018). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de Primer reporte de Anisakis sp. en el pez Róbalo (*Centropomus armatus*) capturado y comercializado en Buenaventura, Colombia: <http://eds.a.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/detail/detail?vid=7&sid=0c4a7b61-b1d6-45d6-9c1e-4bb16611ddee%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=edssci.S0123.93922018000300136&db=edssci>
- Catalan, J., Moriguchi, T., Slonnick, B., Murthy, M., Greiner, R., & Salem, N. (diciembre de 2002). *NCBI*. Obtenido de Cognitive deficits in docosahexaenoic acid-deficient rats.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12492301>

De Paiva, K. M., & Goncalves, A. A. (2012). *Revista Instituto Adolfo Lutz*. Obtenido de Calidad Y seguridad del pescado:

http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000100001&lng=pt&nrm=iss&tlng=pt

Enfasis, A. R. (23 de 06 de 2010). *Recomienda OMS consumir entre 20 y 35% de grasas total*.

Obtenido de <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/16862-recomienda-oms-consumir-20-y-35-grasas-total>

FAO. (1998). *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad*. Obtenido de Documento técnico de Pesca 348-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <http://www.fao.org/3/v7180s/v7180s05.htm#4.3%20proteínas>

FAO. (s.f.). *Necesidades Nutricionales del ser humano*. Obtenido de www.fao.org: <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>

FAO/OMS/UNU. (1985). *Reuión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de expertos en necesidades de energía y de proteínas*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/40157>

Fito, P., Andrés, A. M., Barat, J. M., & Albors, A. M. (2016). <https://gdocu.upv.es>. Obtenido de Introducción al secado de Alimentos por aire caliente: https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true

Franco, D. (junio de 2011). <http://www.alimentosargentinos.gob.ar>. Obtenido de Informe de producto Sopas y Caldos: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Conservas%20Vegetales/conservas/productos/SopasCaldos_2011_06Jun.pdf

- García, L. N. (abril de 2019). *unipacifico.edu.co*. Obtenido de Especies Nativas con potencial para la Acuicultura en Colombia. : <http://www.unipacifico.edu.co:8095/publicacionesunipa/documentos/FichaTecnicaTA-003.pdf>
- Garrett, R., & Grisham, C. (2010). *Bioquímica*. Obtenido de [https://gtu.ge/Agro-Lib/Reginald%20H.%20Garrett,%20Charles%20M.%20Grisham%20-%20Biochemistry%20\(4th%20ed.\)%20-%202010.pdf](https://gtu.ge/Agro-Lib/Reginald%20H.%20Garrett,%20Charles%20M.%20Grisham%20-%20Biochemistry%20(4th%20ed.)%20-%202010.pdf)
- Gil, M., Dalamu, J., & AEP. (8 de marzo de 2010). *Asociacion Española de pediatría*. Obtenido de Importancia del ácido docosahexaenoico (DHA): funciones y recomendaciones para su ingesta en la infancia: http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/s1695403310002122_s300_es.pdf
- He, S., Franco, S., & Zhang, W. (2013). *Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP)*. . Obtenido de *Food Res Int*, 50 (1), 289 – 297.: <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.031>
- Hleap, J., & Gutierrez, C. (2017). Hidrolizados de pescado – producción, beneficios y nuevos avances en la industria. -Una revisión: <http://eds.a.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/detail/detail?vid=1&sid=986d84f0-f5a0-4601-bbeb-237dae9625d7%40sessionmgr4006&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=edsbas.86C60013&db=edsbas>
- ICTA. (1987). *INFORME ANUAL 1987-1988*. Turrialba Costa Rica: INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRIOLAS.
- Love, R. M. (1970). *The Chemical Biology of Fishes*. London: Academic Press.

- Martínez, N., Andrés, A., & Fito, P. (1998). *Termodinámica y cinética de relaciones alimento entorno*. Valencia, España: UPV - Reproval, S.L.
- Matak, K., Tahergorabi, R., & Jaczynski, J. (2015). *A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization / precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods*. Obtenido de *Food Res Int*, 77 (4), 697 - 703.: <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.05.048>
- Murillo, C. A. (2007). *Diseño de un deshidratador de conveccion para frutas y vegetales*. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/>: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6409/1/T04422.pdf>
- N, M. (s.f.). *Termodinámica y cinética de relaciones alimento entorno*.
- Nanto, H., Sokooshi, H., & Kawai, T. (1993). *Aluminium-doped ZnO thin film gas sensor capable of detecting freshness of sea foods*. *Sensors and actuators* 13-14.
- Nielsen, S. (2003). *Food Analysis Laboratory Manual*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers,.
- Nollet, L. (1996). *Handbook of food analysis*. New York: M. Dekker.
- Oliveira, A., De Oliveira Sales, R., Sales Bruno, F., & Santiago Freitas, J. (2013). *Avaliação microbiológica da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. Obtenido de *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2444/10.5935/1981-2965.20130011>
- Olsen, R., Toppe, J., & Karunasagar, I. (2014). Obtenido de *Retos y oportunidades en el uso del procesamiento de subproductos marinos*. *trends in Food Science & Technology* 36 (2014) pp 144-151: <https://www.iffonet.es/node/663>
- OMS. (1985). Obtenido de *Necesidades de energía y de proteínas : informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO-OMS-UNU de Expertos*.

- Pearson, D. (1993). *Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos*. Zaragoza (España): Acribia S.A. Obtenido de Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos.
- Rosero, O., Gomez, G., & Rogen, M. (junio de 2016). *Dialnet*. Obtenido de Componentes trofodinámicos de la alimentación de corvina (*Cynoscion phoxocephalus*) en el Pacífico colombiano: <file:///C:/Users/Calidad/Downloads/Dialnet-ComponentesTrofodinamicosDeLaAlimentacionDeCorvina-6285695.pdf>
- Ruiza, M., Fernández, T., & Tamaro, E. (2004). *Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea. Barcelona (España)*. Obtenido de Biografía de Nicolas Appert. : <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/appert.htm>
- Santaella, M. (2011). *Nuevas presentaciones comerciales de dorada (*Sparus aurata* L.) de acuicultura. evaluación de la calidad y seguridad evaluación de la calidad y seguridad*. Obtenido de Universidad de Murcia-Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/298323/TMSP.pdf;sequence=1>
- Silva, E., Lourenço, L. d., & Pena, R. S. (2017). *Optimization and characterization of gelatin from kumakuma (*Brachyplatystoma filamentosum*)* . Obtenido de skin. CyTA: Journal of Food: <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2444/10.1080/19476337.2016.12663>
- Sotelo, I., Filomenna, A., & Rodriguez, J. (diciembre de 2008). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de Valuación de las propiedades del cajaró (*Phractocephalus hemiliopterus*) como potencial para la obtención de surimi y productos derivados: <http://eds.a.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/detail/detail?vid=12&sid=0c4a7b61-b1d6-45d6-9c1e-4bb16611ddee%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=edsdnp.3234354ART&db=edsdnp>

- Stansby, M. E. (1962). Proximate composition of fish. . En E. H. Kreuzer, *Fish in nutrition* (págs. 55-60). London: Fishing News Books Ltda.
- Stansby, M. E., & Hall, A. S. (1967). Chemical composition of commercially important fish of the United States. Fishery Industrial Research.
- Suzuki, T. (1981). *Fish and Krill Protein: Processing Technology*. London: Applied Science Publishers.
- Tello, B. (2003). *Estudio de la cinética de secado de filetes de tilapia (Oreochromis sp.)*". Perú: Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, Universidad de San Martín.
- UDLAP. (2008). *Proceso de secado*. Obtenido de Universidad de las Américas Puebla. Dirección de Bibliotecas.: <http://docplayer.es/6674850-Capitulo-4-proceso-de-secado.html>
- UNAM. (s.f.). *depa.fquim.unam.mx*. Obtenido de CLASIFICACIÓN DE PROTEINAS: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/PROTEINAS\(CLASIFICACION\)_20610.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/PROTEINAS(CLASIFICACION)_20610.pdf)
- Valenzuela, A., & Valenzuela, R. (junio de 2014). *Scielo-Revista Chilena de Nutrición*. Obtenido de Ácidos grasos omega-3 en la nutrición ¿como aportarlos?: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182014000200012
- Valenzuela, R., Tapia, G., & González, M. V. (Septiembre de 2011). *Scielo-Revista Chilena de Nutrición*. Obtenido de Ácidos grasos omega-3 (epa y dha) y su aplicación en diversas situaciones clínicas: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182011000300011
- Velesvía, J. (2005). Elaboración de sopas reconstituibles en base de carachi (*Orestias agassii* V.), Tarhui (*Lupinus mutabilis* S.), Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) y Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.)". Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. *Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.* .

Virrueta, Y. (2018). *Repositorio Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. Obtenido de Determinación de los parámetros tecnológicos para la elaboración de un caldo deshidratado con dashi de carachi amarillo (*Orestias luteus*) especie nativa del lago titicaca y muña (*Minthostachys mollis*): <http://190.119.213.91/bitstream/handle/UNSA/6027/IPvichjj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Apéndices

Apéndice A. Modelo de evaluación sensorial panelistas Restaruentes Doña Petrona del mar

Prueba preferencial

PROYECTO ELABORACION DE UN CUBO DESHIDRATADO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE PESCADERÍA EN LA CADENA DE RESTAURANTES DOÑA PETRONA DEL MAR DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Formato 1 Prueba de preferencia

NOMBRE: Cristian Alexander Lopez C. FECHA: 04/06/2019

Apreciados participantes a continuación se están presentando muestras cubo deshidratado de pescado por favor pruebe cada una de ellas y encierre la que más le guste. Debe escoger una, aunque no esté seguro. Nota: recuerde tomar agua y una galleta pequeña entre cada muestra.

437 472 346 343 532

Formato 2 Prueba de preferencia por ordenamiento

Por favor a continuación ordene de forma creciente de acuerdo con su preferencia en cuanto a la característica de textura y sabor. Donde 1 es para muestra que mas prefiere y 5 la de menos preferencia. Nota: cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.

	Muestras
1	437
2	546
3	472
4	543
5	532

AGRADECEMOS SU VALIOSA COLABDRACION.

Prueba de preferencia por ordenamiento

PROYECTO ELABORACION DE UN CUBO DESHIDRATADO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE PESCADERÍA EN LA CADENA DE RESTAURANTES DOÑA PETRONA DEL MAR DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Formato 1 Prueba de preferencia

NOMBRE: Elizabeth Tovar Tovar FECHA: 04/06/2019

Apreciados participantes a continuación se están presentando muestras cubo deshidratado de pescado por favor pruebe cada una de ellas y encierre la que más le guste. Debe escoger una, aunque no esté seguro. Nota: recuerde tomar agua y una galleta pequeña entre cada muestra.

437 472 **346** 343 532

Formato 2 Prueba de preferencia por ordenamiento

Por favor a continuación ordene de forma creciente de acuerdo con su preferencia en cuanto a la característica de textura y sabor. Donde 1 es para muestra que más prefiere y 5 la de menos preferencia. Nota: cada muestra debe llevar un orden diferente, dos muestras no deben tener el mismo orden.

	MUESTRAS
1	346
2	472
3	433
4	532
5	437

AGRADECEMOS SU VALIOSA COLABORACION.

Atributos sensoriales

PROYECTO ELABORACION DE UN CUBO DESHIDRATADO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE PESCADERÍA EN LA CADENA DE RESTAURANTES DOÑA PETRONA DEL MAR DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Formato 3 Prueba hedónica de 9 puntos

NOMBRE: Cristian Alexander Lopez C FECHA: 28/06/2023

Apreciados participantes a continuación se están presentando muestras cubo deshidratado de pescado por favor pruebe cada una de ellas yendo de izquierda a derecha, indique el grado en que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo con el parámetro/categoría escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra. Nota: intente tomar agua y una galleta pequeña entre cada muestra.

ESCALA HEDÓNICA

1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta Moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

ESCALA HEDÓNICA DE ACUERDO CON LAS MUESTRAS

MUESTRAS	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
437	8	5	8	6
472	5	7	5	6
346	5	7	7	6
343	4	7	5	6
532	4	2	4	6

AGRADECEMOS SU VALIOSA COLABORACION.

Atributos sensoriales

PROYECTO ELABORACION DE UN CUBO DESHIDRATADO A PARTIR DEL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE PESCADERÍA EN LA CADENA DE RESTAURANTES DOÑA PETRONA DEL MAR DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Formato 3 Prueba hedónica de 9 puntos

NOMBRE: Elizabeth Tovar Franco FECHA: 25/02/2009

Apreciados participantes a continuación se están presentando muestras cubo deshidratado de pescado por favor pruebe cada una de ellas yendo de izquierda a derecha, indique el grado en que le gusta o disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo con el puntaje/categoría escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra. Nota: recuerde tomar agua y una galleta pequeña entre cada muestra.

ESCALA HEDONICA

1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta Moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

ESCALA HEDONICA DE ACUERDO CON LAS MUESTRAS

MUESTRAS	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
437	A	5	5	7
472	4	5	6	7
346	5	5	6	9
343	4	5	4	7
532	4	5	4	7

AGRADECEMOS SU VALIOSA COLABORACION.

Apéndice B. Registro fotográfico pruebas de secado



Imagen 1. Horno deshidratador (Sena C.A.S.A, Piedecuesta)



Imagen 2. Muestras adecuadas y listas para deshidratar, Horno deshidratador (Sena C.A.S.A, Piedecuesta)



Imagen 3. Pesaje de las muestras deshidratadas, instalaciones Doña Petrona del mar



Imagen 4. Control de proceso de deshidratación Horno deshidratador (Sena C.A.S.A, Piedecuesta)



Imagen 5. Muestras deshidratadas

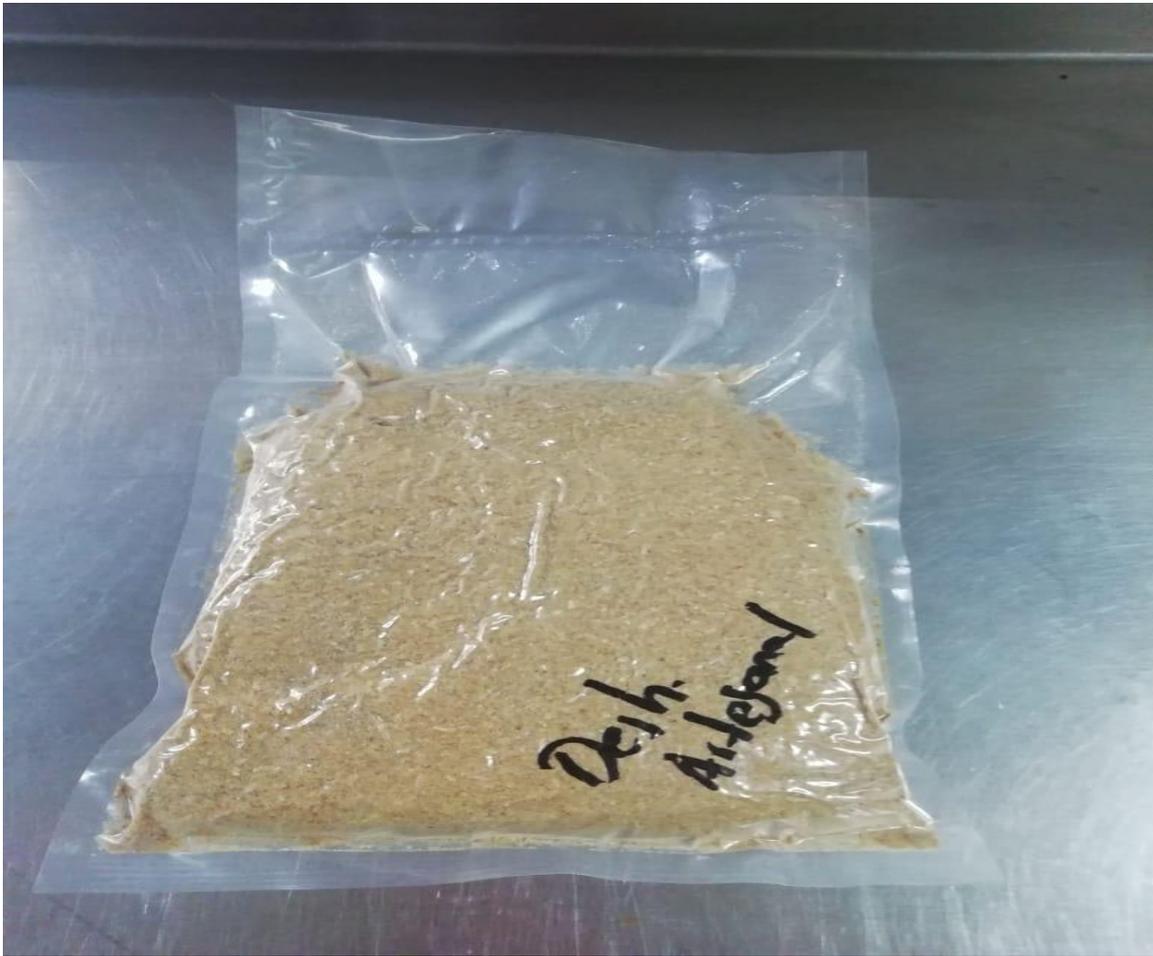


Imagen 6. Muestras deshidratado natural

**Apéndice C. Certificación de la realización del proyecto de Investigación en la cadena de
restaurantes Doña Petrona del mar**



Bucaramanga, 18 de mayo de 2020

HOTEL CIUDAD BONITA
RESTAURANTES DOÑA PETRONA DEL MAR Y
CASA ASTURIAS PASTIFICIO HOTEL Y PIZZERÍA
BAJO LARAZÓN SOCIAL DE CB HOTEL GOURMET SAS
Nit: 804. 015.630-2

CERTIFICA:

Que el Proyecto de Investigación denominado **“Desarrollo de un Deshidratado a Partir del Aprovechamiento de Subproductos de Pescadería en la Cadena de Restaurantes Doña Petrona Del Mar de la Ciudad de Bucaramanga”** presentado por los estudiantes Lady Viviana Jaimes Ariza y Juan Camilo Serrano Osma de la Universidad Nacional abierta y a Distancia UNAD, constituye una alternativa de negocio favorable para nuestra empresa, con un producto de calidad que genera impactos económicos, sociales y ambientales favorables.

Es nuestra intención, que sigamos trabajando de la mano con la Universidad en pro de la investigación y desarrollo académico de la región.

Atentamente,



BENJAMIN FLOREZ FLOREZ

Gerente General

CB Hotel Gourmet SAS



Dirección: Calle 35 # 22 - 01 // Pbx: 57-7-6350101 // Fax: 57-7-6356124
Bucaramanga, Colombia. www.ciudadbonita.com