

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**DESHIDRATACION DE PASTA DE PEJERREY (*Odontesthes regia*
regia) PARA LA UTILIZACION EN SOPA INSTANTANEA**

PRESENTADO POR:

Br. MARCO ABRIGO HUAYHUA

Br. FIORELLA ISABEL ABRILL ESTRADA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ASESORA:

Dra. MIRIAM CALLA FLOREZ

CUSCO- PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: DESHIDRATACIÓN DE PASTA DE PEJERREY (odontesthes regia regia) PARA LA UTILIZACIÓN EN SOPA INSTANTANEA.

presentado por: FIGRELLA ISABEL DORILL ESTRADA con DNI Nro.: 71828204 presentado por: MARCO DORRICO HUAYHUA con DNI Nro.: 47294163 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO DEERO INDUSTRIAL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 04 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 10 de ENERO de 2025



Firma

Post firma MIRIAM COLLA PIOREZ

Nro. de DNI 24714509

ORCID del Asesor 0000-0003-0592-6454

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:420040803

MARCO ABRIGO HUAYHUA y FIORELLA ISABEL ... DESHIDRATACION DE PASTA DE PEJERREY (Odontesthes regia regia) PARA LA UTILIZACION EN SOPA INSTANTANE

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:420040803

Fecha de entrega

9 ene 2025, 4:28 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 ene 2025, 4:33 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

DESHIDRATACION DE PASTA DE PEJERREY (Odontesthes regia regia) PARA LA UTILIZACION EN S....docx

Tamaño de archivo

2.0 MB

186 Páginas

37,475 Palabras

208,356 Caracteres

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios por ser luz que ilumina y guía mi camino. A mis padres ABAD ABRILL UGARTE Y BEATRIZ ESTRADA, ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome el apoyo y su consejo, que han sido nuestro soporte y compañía durante el desarrollo de esta Tesis. También dedico a mi hija FERNANDA, y a mi pareja RAUL quienes ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para mi hija.

FIGURELLA ISABEL

La presente tesis está dedicada a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres ABRIGO SIVANA NIEVES y HUAYHUA CHOQUE ISABEL, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y mucho de mis logros se les debo a ellos, en los que incluye este proyecto, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional.

También especialmente para mi hijo MARCELO LEONEL ABRIGO quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y culminar mi carrera satisfactoriamente.

MARCO ABRIGO

AGRADECIMIENTO

Manifestamos nuestro más profundo agradecimiento:

- A Dios Todopoderoso por su guía y por estar con nosotros en ´paso que damos.
- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en especial a la Facultad de Ingeniería de Procesos y la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por proporcionarnos una educación integral a través de nuestros docentes, quienes nos brindaron valiosos conocimientos y enseñanzas durante nuestra formación profesional.
- A nuestra asesora, la Dra. Miriam Calla Florez, por su inquebrantable apoyo, dedicación y orientación a lo largo del desarrollo de esta investigación.
- A nuestros compañeros, amigos y a todas aquellas personas que contribuyeron y nos acompañaron en la culminación de este proyecto.

FIGURELLA ISABEL ABRILL Y MARCO ABRIGO

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE GENERAL	V
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRAC	XI
INTRODUCCION	XII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
OBJETIVOS DE INVESTIGACION	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVO ESPECÍFICO	5
HIPOTESIS.....	6
HIPOTESIS GENERAL	6
HIPÓTESIS ESPECÍFICA	6
JUSTIFICACION	8
JUSTIFICACION ECONOMICA	9
JUSTIFICACION TECNOLOGICA.....	9
JUSTIFICACION SOCIAL.....	10
JUSTIFICACION AMBIENTAL.....	11
ANTECEDENTES DE INVESTIGACION	13
ANTECEDENTES INTERNACIONALES	13
ANTECEDENTES NACIONALES	21
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	29
1.1. Pejerrey (<i>Odontesthes regia regia</i>)	29
1.1.1. Composición Química.....	30
1.1.2. Difusión de Consumo	32
1.2. Cambio Físico-Químico, Sensorial el Pejerrey al Deshidratarse.....	33
1.2.1. Cambios Químicos de las Proteínas.....	33
1.1.1 Cambios Químicos en los Lípidos y Grasas.....	34
1.2.2. Cambios Físicos.....	35
1.2.3. Cambios Organolépticos	35

1.2.4.	Cambios Microbiológicos	37
1.3.	<i>Papel del Agua en los Alimentos</i>	38
1.4.	<i>Actividad de Agua</i>	40
1.5.	<i>Humedad Equilibrada</i>	41
1.6.	<i>Deshidratación</i>	42
1.6.1.	Teorías de la Deshidratación	42
1.6.2.	Transferir Calor y Masa.....	44
1.6.3.	Formas de Transferencia de Calor.....	46
1.6.4.	<i>Velocidad de Secado</i>	47
1.6.5.	Periodos de Secado.....	48
1.6.6.	Coeficiente de Difusividad Térmica.....	50
1.6.7.	Transferencia Másica al Deshidratar	53
1.7.	<i>Secado con Energía Solar.</i>	55
1.8.	<i>Pastas Alimenticias</i>	57
1.9.	<i>Sopas Instantáneas</i>	58
1.10.	<i>Empaques para Sopas Instantáneas</i>	60
1.11.	<i>Análisis y Evaluación Sensorial</i>	61
1.12.	<i>Transferencia de Calor en Secado</i>	62
1.13.	<i>Difusividad Térmica.</i>	64
1.14.	<i>Razón de Transferencia de Masa</i>	64
	CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	69
2.1.	<i>Lugar de Ejecución</i>	69
2.2.	<i>Materia Prima</i>	69
2.3.	<i>Análisis Físicoquímicos y Sensoriales</i>	70
2.3.1.	Características Físico-Organoléptico.....	70
2.3.2.	Análisis Químico	70
2.4.	<i>Análisis de Microbiología.</i>	70
2.5.	<i>Pruebas de Aceptabilidad Sensorial</i>	71
2.6.	<i>Metodología para la Obtención de Pasta de Pejerrey</i>	72
	72
2.7.	<i>Método para Determinar (Kc)</i>	75
2.8.	<i>Método para la Determinar (Dab), Difusividad Térmica.</i>	79
2.9.	<i>Diseño Experimental</i>	82

2.9.1. <i>Diseño tipo Experimento</i>	83
2.9.2. <i>Diagrama de Variables</i>	84
2.9.3. <i>Análisis Estadístico</i>	84
CAPITULO III: RESULTADO Y DISCUSION	85
3.1. <i>Determinación de la Transferencia de Masa y Coeficiente de Difusividad Térmica a 40°C</i>	85
3.2. <i>Determinación de Transferir Masa y Coeficiente de Difusividad Térmica a 60°C</i>	92
3.3. <i>Discusiones Sobre la Transferencia de Másica y Difusividad</i>	99
3.4. <i>Resultados de Rendimiento en Pulpa de Pejerrey para la Pasta</i>	103
3.5. <i>Resultados del Análisis Organoléptico de Aceptabilidad</i>	105
3.5.1. <i>Atributo Color</i>	105
3.5.2. <i>Atributo Olor</i>	107
3.6. <i>Atributo Sabor</i>	110
3.7. <i>Atributo Aroma</i>	112
3.8. <i>Atributo Consistencia</i>	114
3.8.1. <i>Resultados de Muestras</i>	116
3.8.2. <i>Discusión para el Análisis sensorial</i>	117
3.9. <i>Prueba Microbiológica</i>	118
3.10. <i>Composición de la Pasta de Pejerrey</i>	119
CONCLUSIONES.....	121
RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFIA.....	123
ANEXOS.....	144
ANEXO A.1: RESULTADOS DE LA CINÉTICA DEL DESHIDRATADO DE FIDEOS DE PEJERREY	144
ANEXO A.2: RESULTADOS CINÉTICA DE DESHIDRATADO DE PASTA DE PEJERREY A 50°C.....	148
ANEXO A.3: RESULTADOS CINÉTICA DE DESHIDRATADO DE PASTA DE PEJERREY A 60°C.....	151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Taxonomía (Odontesthes regia regia), pejerrey</i>	30
Tabla 2: <i>Composición Química</i>	31
Tabla 3: <i>Formulación de pasta de pejerrey</i>	74
Tabla 4: <i>Diseño del experimento</i>	83
Tabla 5: <i>Resultados de la Cinética de Deshidratación a 40°C</i>	85
Tabla 6: <i>Resultados de la Cinética de Deshidratación a 50°C</i>	89
Tabla 7: <i>Resultados de la Cinética de Deshidratación a 60°C</i>	92
Tabla 8: <i>Parámetros de Transferencia Másica (humedad) en Función de la Temperatura de Secado</i>	97
Tabla 9: <i>Parámetros Cinéticos para Hallar la Transferencia Másica y Difusividad Térmica</i>	97
Tabla 10: <i>Resultados de Coeficiente de Transferencia de Masa y Difusividad Térmica</i>	98
Tabla 11: <i>Rendimiento Porcentual de Pulpa de Pejerrey</i>	103
Tabla 12: <i>Respuestas de Panelistas Para el Atributo “Color”</i>	105
Tabla 13: <i>Análisis de Varianza de un solo Factor</i>	106
Tabla 14: <i>Respuesta de los Panelistas Para el Atributo “Olor”</i>	107
Tabla 15: <i>Análisis de Varianza de un solo Factor</i>	108
Tabla 16: <i>Respuestas de los Panelistas para el Atributo “Sabor”</i>	110
Tabla 17: <i>Análisis de Varianza de un solo Factor</i>	111
Tabla 18: <i>Respuestas de los Panelistas Para el Atributo “Aroma”</i>	112
Tabla 19: <i>Análisis de Varianza de un Solo Factor</i>	113
Tabla 20: <i>Respuestas de Panelistas al Atributo “Consistencia”</i>	114
Tabla 21: <i>Análisis de Varianza en un Solo Factor Para “Color”</i>	115
Tabla 22: <i>Recuentos Microbiológico</i>	118
Tabla 23: <i>Resultado Físico Químico de la Muestra de Pasta de Pejerrey (Odontesthes Regia Regia)</i>	119

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Pejerrey (Odontesthes regia regia)</i>	30
Figura 2: Obtención de pasta a partir de pulpa de pejerrey.	72
Figura 3: <i>Diagrama de variables</i>	84
Figura 4: <i>Perfil de Humedad-tiempo en la Deshidratación de Pasta a 40°C</i>	86
Figura 5: <i>Grafica de Relación Adimensional $\ln(C_{x,y,t} - C_{\infty}) - C_{\infty}$ Versus el Tiempo.</i> ..	88
Figura 6: <i>Perfil de Humedad-Tiempo en la Deshidratación de Pasta a 50°C.</i>	90
Figura 7: <i>Grafica de Relación Adimensional $\ln((C(x,y,t)-C_{\infty})/(C_i-C_{\infty}))$ Versus el Tiempo</i>	91
Figura 8: <i>Perfil de Humedad-Tiempo en la Deshidratación de Pasta a 60°C.</i>	94
Figura 9: <i>Grafica de Relación adimensional $\ln((C(x,y,t)-C_{\infty})/(C_i-C_{\infty}))$ Versus el Tiempo</i>	95
Figura 10: <i>Rendimiento de pulpa de pejerrey</i>	104
Figura 11: <i>Gráfico de Caja Para Comparación de Medias</i>	107
Figura 12: <i>Gráfico de Caja para Comparación de Medias</i>	109
Figura 13: <i>Gráfico de Caja para Comparación de Medias</i>	112
Figura 14: <i>Gráfico de Caja Para Comparación de Medias</i>	114
Figura 15: <i>Gráfico de Cajas Para Comparar Medias.</i>	116
Figura 16: <i>Muestra Sensorialmente</i>	117

RESUMEN

Se desarrollo una pasta alimenticia con sustitución de carne de pejerrey en un 20%, sobre la harina de trigo (*Triticum aestivum*), para el deshidratado de pasta de pejerrey se obtuvo el parámetro termo-físico de velocidad de secado denominado coeficiente de transferencia de masa cuyos valores son de 1.54367×10^{-6} ; 2.08816×10^{-6} ; 6.47071×10^{-6} (metros / segundo) respectivamente para las temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, lo cual es concordante con la teoría de secado en una proporción directa.

De acuerdo a la cinética de secado de la pasta de pejerrey al determinar el coeficiente de difusividad térmica se obtuvieron los valores de 1.77746×10^{-7} ; 1.59326×10^{-7} ; 1.53739×10^{-7} (metros cuadrados / segundo), respectivamente para las temperaturas de secado de 40°C, 50°C y 60°C, estos valores son concordantes con la teoría. Con respecto a la evaluación organoléptica, muestran que existen diferencias significativas en el atributo sabor entre los tratamientos M-161 y M-162 y entre los tratamientos M-161 y M-163 siendo estos tratamientos estadísticamente homogéneos con una seguridad el 95%, por lo tanto, se puede definir que el que tiene mejor aceptabilidad es la muestra que fue deshidratada a 50°C con un nivel de confianza del 95%. Los resultados en un análisis físico químico y microbiológico de la pasta de mejor preferencia (M-162 a 50°C), tiene un a nivel de proteínas 13.3%, humedad 31.3%, pH 6.50 y grasa 8.7%, así como un recuento negative de microorganismos patógenos.

Palabras Clave: Pasta alimenticia, Pejerrey, Secado, Coeficiente de Transferencia de Masa y Evaluación Organoléptica.

ABSTRAC

A food pasta was developed with a 20% silverside fish meat substitution of wheat flour (*Triticum aestivum*). For the dehydration of silverside fish pasta, the thermo-physical parameter of drying speed, known as the mass transfer coefficient, was obtained with values of 1.54367×10^{-6} ; 2.08816×10^{-6} ; 6.47071×10^{-6} (meters/second) respectively for temperatures of 40°C, 50°C, and 60°C, which is consistent with drying theory in direct proportion.

According to the drying kinetics of the silverside fish pasta, when determining the thermal diffusivity coefficient, values of 1.77746×10^{-7} ; 1.59326×10^{-7} ; 1.53739×10^{-7} (square meters/second) were obtained, respectively for drying temperatures of 40°C, 50°C, and 60°C, these values are consistent with theory. Regarding organoleptic evaluation, results show significant differences in the flavor attribute between treatments M-161 and M-162 and between treatments M-161 and M-163, with these treatments being statistically homogeneous with 95% confidence. Therefore, it can be determined that the sample dried at 50°C has the best acceptability with a 95% confidence level. The physical-chemical and microbiological analysis results of the most preferred pasta (M-162 at 50°C) show protein levels of 13.3%, moisture 31.3%, pH 6.50, and fat 8.7%, as well as a negative count for pathogenic microorganisms.

Keywords: Food paste, silverside, drying, mass transfer coefficient and organoleptic evaluation.

INTRODUCCION

Los alimentos como las sopas deshidratadas o secadas tienen una tradición de uso en diferentes lugares, en su elaboración siempre se ha procurado mantener sus características organolépticas, valor nutricional entre otros, es importante el estudio en la elaboración de dichos productos tipo pasta, porque permite que los mismo ya terminados puedan ser logísticamente más manejables, lo que permite a la industria alimentaria generar un valor agregado como señala, (Llerena et al., 2018).

El pejerrey es un pescado de sabor muy agradable, la textura de su carne en general sus propiedades organolépticas la convierten en una carne muy apetecible, estas bondades junto a su valor proteínico, le confieren rasgos deseables para poder consumirla en diferentes presentaciones, siendo una de ellas en sopas con su carne deshidratada tipo pasta u otras presentaciones a entender de (Gil, 2023).

El presente estudio experimental sobre el secado de una pasta alimenticia de pejerrey determinando un parámetro físico térmico de importancia como indicador de cinética de deshidratado es la difusividad térmica (α), el valor numérico de este valor nos permite cuantificar la tasa de transferencia de calor en el deshidratado de la pasta de pejerrey, tecnológicamente es importante para el diseño de equipos de deshidratado y cocción, cuando se pueda extender desde el nivel pilo a un nivel de mayor producción de la pasta de pejerrey, considerando que en la literatura científica se tiene diversos métodos para su cálculo se utilizara el reportado por (Tirado et al. 2016; Yildiz et al. 2007)

En los alimentos tipo sopas, es el índice de aceptación o el rango de aceptabilidad sensorial u organoléptica del producto, la variable decisoria para su implementación en producción por ello el estudio plantea una evaluación sensorial a nivel específico de los

atributos-sensitivos (color, olor, sabor, aroma y consistencia). A partir de esta evaluación con las mejores puntuaciones serán reportados los tratamientos ganadores del estudio, conforme a otras investigaciones análogas (Gil, 2023; Horma y Romero, 2017)

Cuando se tenga los mejores tratamiento o ensayos experimentales haciendo jugar la variable experimental temperatura de deshidratado a tres niveles (40, 50 y 60°C), se procederá a una caracterización del producto final (físico química y microbiológica), con el fin de presentar una sopa de pasta de pejerrey a la comunidad empresarial para su factibilidad de producción en masa.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria alimentaria global enfrenta el desafío constante de desarrollar productos innovadores, nutritivos y convenientes que satisfagan las demandas de los consumidores modernos. En este contexto, la deshidratación de alimentos ha cobrado relevancia por sus ventajas: prolongación de vida útil, facilidad de almacenamiento y transporte, y disponibilidad de productos listos para consumir (FAO, 2022).

La demanda mundial de sopas instantáneas continúa creciendo significativamente, impulsada por el estilo de vida acelerado, la búsqueda de opciones de consumo rápido pero saludables, y una mayor conciencia sobre la importancia de una alimentación equilibrada (Parzanese, 2021). Sin embargo, muchas de estas sopas carecen de proteínas de alta calidad, siendo predominantemente de origen vegetal. Esta situación ha generado la necesidad de explorar nuevas fuentes proteicas para desarrollar productos más nutritivos.

El pejerrey (*Odontesthes regia regia*) representa una oportunidad valiosa para el desarrollo de productos innovadores y nutritivos (Apolinario & Romero, 2022). A pesar de su amplia distribución en América del Sur y su reconocido valor nutricional, la deshidratación de pasta de pejerrey para sopas instantáneas enfrenta desafíos técnicos importantes: preservación de propiedades organolépticas y nutritivas, control de humedad y textura, y desarrollo de métodos de reconstitución adecuados (Ribeiro, Vicentini, & Maestro, 2021).

En Perú, no obstante su rica diversidad hidrobiológica y tradición culinaria, la industria alimentaria aún enfrenta retos para desarrollar productos innovadores que aprovechen estos recursos locales (Fetzer, 2004). El pejerrey, abundante en la Amazonía peruana y en ríos y lagos de la costa y sierra, presenta un aprovechamiento industrial muy por debajo de su potencial, principalmente por la falta de investigación en productos procesados (Zepeda, 2014;

Ruiz y Girón, 2019). En la región sur andina, esta especie hidrobiológica, presente en lagos y lagunas interandinas, constituye un recurso disponible para la producción agroindustrial alimentaria, incluyendo pastas (Uquiche, 2019).

Existe una necesidad urgente de investigar técnicas que maximicen el potencial del pejerrey como ingrediente en sopas instantáneas, para ofrecer productos más nutritivos que satisfagan las demandas de los consumidores (Kandampully & Storer, 2021; Collazos et al., 1957). El conocimiento de las propiedades termofílicas, fisicoquímicas y sensoriales durante y después del secado del pejerrey es fundamental, ya que proporciona información esencial para la elaboración de pastas alimenticias de especies hidrobiológicas, contribuyendo al desarrollo de productos innovadores que promuevan el consumo de especies marinas (Alvis et al., 2009).

La problemática central radica en la carencia de información científica sobre las propiedades físicas, químicas, termofísicas y organolépticas de la pasta de pejerrey, así como el desconocimiento de las variables de velocidad y transferencia de masa en su proceso de secado.

La industria alimentaria enfrenta constantemente el desafío de desarrollar productos que no solo sean convenientes para el consumidor, sino que también mantengan sus características nutricionales y organolépticas originales. En este contexto, la deshidratación de productos pesqueros representa una alternativa prometedora para la conservación y diversificación de estos recursos, particularmente en el desarrollo de alimentos instantáneos.

El pejerrey (*Odontesthes regia regia*) es una especie marina de gran importancia comercial en la región, con un alto valor nutricional y características organolépticas apreciadas por los consumidores. Sin embargo, su naturaleza altamente perecedera limita su aprovechamiento en productos de valor agregado. La transformación de este recurso en

productos deshidratados para sopas instantáneas podría ser una solución viable, pero enfrenta importantes desafíos técnicos.

El proceso de deshidratación de productos pesqueros es complejo y requiere un control preciso de las variables termo físicas para garantizar la calidad del producto final. La determinación inadecuada de parámetros como la temperatura puede resultar en cambios indeseables en las propiedades organolépticas, afectando el color, sabor, textura y aroma del producto. Además, las variables de proceso como el coeficiente de transferencia de masa y la difusividad térmica son fundamentales para optimizar la deshidratación, pero su comportamiento en relación con la pasta de pejerrey no ha sido suficientemente estudiado.

La ausencia de información técnica específica sobre los parámetros óptimos de deshidratación para la pasta de pejerrey dificulta el desarrollo de productos derivados de calidad. Este vacío de conocimiento afecta particularmente a la industria de alimentos instantáneos, que requiere procesos estandarizados para garantizar la consistencia y calidad de sus productos. La determinación de estas variables es crucial para establecer las condiciones de proceso que permitan obtener un producto deshidratado que mantenga las características deseables del pejerrey y sea adecuado para su incorporación en sopas instantáneas.

Esta situación problemática resalta la necesidad de investigar y establecer los parámetros termo físicos óptimos para la deshidratación de pasta de pejerrey, considerando tanto los aspectos técnicos del proceso como la calidad sensorial del producto final. La resolución de esta problemática contribuiría significativamente al desarrollo de nuevos productos alimenticios y al aprovechamiento más eficiente de este recurso pesquero.

**LA PROBLEMÁTICA GENERAL PARA EL ESTUDIO ES FORMULADA EN LA
PREGUNTA:**

¿Cuáles son las variables termo físicas de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) que permita preservar sus propiedades organolépticas para su uso en sopas instantáneas?

**LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS PARA EL ESTUDIO QUEDAN FORMULADOS
CON LAS SIGUIENTES INTERROGANTES:**

1. ¿Cuál es el efecto de la temperatura en el coeficiente de transferencia de masa durante el proceso de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) para su utilización en sopas instantáneas?
2. ¿Cómo influye la temperatura en el coeficiente de difusividad térmica durante el proceso de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) destinado a la formulación de sopas instantáneas?
3. ¿Cómo influye las diferentes temperaturas durante la deshidratación sobre las propiedades organolépticas y el grado de aceptabilidad de la pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) para su incorporación en sopas instantáneas?

OBJETIVOS DE INVESTIGACION

Los objetivos de la presente investigación surgen como respuestas de procedimiento para las preguntas problemáticas expuestas anteriormente

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las variables termo físicas de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) para la utilización en sopas instantáneas.

OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Analizar el efecto de la temperatura sobre el coeficiente de transferencia de masa durante el proceso de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*).
2. Analizar cómo influye la temperatura en el coeficiente de difusividad térmica durante el proceso de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) destinado a la formulación de sopas instantáneas.
3. Evaluar las diferentes temperaturas durante la deshidratación sobre las propiedades organolépticas y el grado de aceptabilidad de la pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) para su incorporación en sopas instantáneas.

HIPOTESIS

HIPOTESIS GENERAL

Las condiciones de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*), influye en propiedades termo físicas y organolépticas de la pasta para su uso en sopas instantáneas.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA

1. La temperatura influye en el coeficiente de transferencia de masa durante la deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*).
2. La temperatura influye en el coeficiente de difusividad térmica durante el proceso de deshidratación de pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*).
3. Las diferentes temperaturas durante la deshidratación influyen en las propiedades organolépticas y el grado de aceptabilidad de la pasta de pejerrey (*Odontesthes regia regia*) para su incorporación en sopas instantáneas.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, por que utiliza datos numéricos y estadísticos para tratar la información, verificar hipótesis y concluir resultados (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación es experimental, ya que se manipula la variable de ingreso (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

ALCANCE DE LA INVESTIGACION

Correlacional-Explicativo Justificación: Correlacional, ya que busca establecer relaciones entre la temperatura y los coeficientes de transferencia de masa y difusividad térmica (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La indagación es de un diseño experimental ya que requiere grupos de control y experimental, necesita manipulación de variables y control riguroso de las condiciones experimentales (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

JUSTIFICACION

La indagación se justifica ya que viabiliza el aprovechamiento de recursos hidrobiológicos nativos, como el pejerrey, la que contribuye a promover la diversificación y la innovación en la agro-industria de alimentos en el Perú como lo señala, (Custer, 2000; Olalekan, 2019). Ya que el pejerrey representa un recurso hidrobiológico aprovechable, potencial para la acuicultura y el procesamiento de productos de altísimo valor agregado en el Perú, (Berger, 2020).

Además, el desarrollo de productos alimenticios nutritivos y convenientes, como las sopas instantáneas enriquecidas con proteínas de alta calidad, responde a las crecientes demandas de usuarios consumidores modernos que tienen preferencia por lo nutritivo y funcional, (FAO, 2022).

Por otro lado, la indagación y el desarrollo de nuevísimas tecnologías de procesamiento de alimentos son fundamentales para optimizar el aprovechamiento de los recursos y preservar sus propiedades nutricionales y sensoriales, (Inocente et al., 2021).

Como punto central esta investigación contribuirá al fortalecimiento de la industria alimentaria nacional, promoviendo el desarrollo de nuevos productos basados en recursos locales y fomentando la competitividad y la sostenibilidad en el sector, (Ortiz et al., 2023). Al mismo tiempo, brindará opciones saludables y prácticas a los consumidores peruanos, alineándose con las tendencias actuales de alimentación.

JUSTIFICACION ECONOMICA

La indagación sobre la deshidratación de carne de pejerrey convirtiéndola en pasta para la utilización en sopa instantánea ofrece ventajas económicas significativas, como el prolongar la vida útil del pejerrey de agua dulce, un recurso pesquero valioso en el Perú, lo que a su vez contribuye a la estabilización de su oferta en el mercado, con lo que es justificado por razones económicas emprender estos procesos como señala (Aguilar, Gomez, & Perez, 2018), destacando la importancia de implementar técnicas de procesamiento como la deshidratación para reducir las pérdidas postcosecha y mejorar la rentabilidad de la industria pesquera en agua dulce.

Además otra noción justificante para la producción de sopa instantánea a partir de pasta de pejerrey deshidratada puede generar nuevos nichos de mercadotecnia (nacionales-internacionales), a entender de (Mendoza & Flores, 2019), la diversificación de productos derivados de recursos pesqueros puede impulsar el crecimiento económico del sector acuícola y promover una posible exportación de productos con valor agregado, este producto como una alternativa innovadora que puede fortalecer la competitividad de la industria pesquera peruana en el mercado global.

JUSTIFICACION TECNOLOGICA

La investigación realizada en las características y propiedades termo-físicas en el proceso de tipo termo-físico en el secado de pejerrey, tiene implicaciones con los parámetros de coeficiente de transferencia de masa y del coeficiente de difusividad térmica, (A. Alvis et al., 2009; D. F. Tirado et al., 2015), la solución de un caso experimental real de transferencia de Temperatura-Calor mediante la conducción en un estado (transitorio) no estacionario aplicando

soluciones numéricas resulta justificado para emprender procesos tecnológicos que optimicen las secuencias operativas en el caso del secado de pejerrey, la determinación de las variables antes mencionadas por métodos experimentales y modelación matemática es señalada por (A.-B. Alvis et al., 2014; Cai et al., 2023; Taipei, 2016). La ejecución de la investigación tiene su justificación en el uso de la tecnología básica del deshidratado para preservar las propiedades organolépticas y nutricionales de la proteína del pejerrey al ser usado en pasta para las sopas instantáneas, con ello se tendrá un conocimiento útil, actual y contextual del valor de las propiedades termo-físicas de la deshidratación de pejerrey (Ccana, 2022).

JUSTIFICACION SOCIAL

La diversificación de productos agroindustriales en este caso de productos hidrobiológicos de agua dulce como el caso del pejerrey existente en la región, al ser utilizado como materia prima para producir pastas alimenticias generaría un valor agregado resumido en ganancias para los productores de estos peces a todo nivel conforme a la cadena productiva (Familiar, Comunal, Distrital, organizacional, cooperativa, asociación y otros). Los productores de pejerrey en la región andina tendrán un beneficio económico que trascenderá en un beneficio social en su conjunto, por la inserción de una nueva forma de presentación comercialización tipo *fast food*, ya que actualmente la venta y consumo es en forma tradicional sin un procesamiento ni transformación, (Pari & Salazar, 2023) y (Parzanese, 2021). Con una futura producción de pasta de pejerrey dando valor agregado a las granjas acuícolas iniciando en los productores, obreros, asistentes, técnicos, profesionales involucrados en las plantas y procesos de acopio y transformación incluso en la comercialización lo que generaría un beneficio social individual y para sus familias al tener mayores ingresos económicos. Los

pequeños productores con granjas en ríos y lagunas podrán asociarse para tener mayores beneficios en la comercialización y por ende un desarrollo social, (Horna & Romero, 2017; Llerena et al., 2018; Pari & Salazar, 2023).

JUSTIFICACION AMBIENTAL

La deshidratación de pejerrey para obtener una pasta alimenticia para la producción de sopa instantánea presenta una justificación ambiental importante, considerando el aspecto de reducir la cantidad de pejerrey fresco requerido para la elaboración de alimentos, este proceso puede contribuir a la conservación natural de los recursos hidrobiológico-pesqueros y a la mitigación de la presión sobre las poblaciones naturales de pejerrey en el ecosistema de agua dulce, sosteniéndose a los principios de conservación y usabilidad sostenible de los escasos recursos naturales, a entender de (Vargas, Lopez, & Sanchez, 2020), destacando lo útil y urgente de implementar prácticas de aprovechamiento responsable de recursos pesqueros en el Perú de forma sostenible. La producción de pejerrey debe ser manejado profesionalmente por expertos cuidando sus etapas productivas, así como los ciclos naturales productivos en cada contexto, por ello es razonable su aprovechamiento mayor en ciertas épocas y tener de reserva para otras épocas, con un cuidado medioambiental de su nicho ecológico a pesar de estar en crianza técnica (Vargas, Lopez, & Sanchez, 2020) y (Vilca et al., 2020)

La producción de sopa instantánea utilizando pejerrey deshidratado puede ser una alternativa valiosa para disminuir el desperdicio alimentario. Al extender la vida útil del pescado a través de la deshidratación, se reduce la cantidad de desechos asociados con el manejo y almacenamiento del producto fresco. Este método de producción más eficiente y de respeto con el entorno medio-ambiental es clave para proteger los ecosistemas acuíferos de

agua dulce y reducir la huella ecológica de la industria pesquera. Esta perspectiva es apoyada por (garcia & Ruiz, 2017), quienes abogan por la adopción de técnicas de procesamiento que minimicen el impacto al medio-ambiente de esta industria, por ello es importante que la planta utilice al máximo todos los tejidos disponibles del pez, así como plantear propuestas de procesamiento para evitar desperdicios y cuidar el medio ambiente, (Paredes et al., 2023).

ANTECEDENTES DE INVESTIGACION

Antecedentes Internacionales

En cuanto a optimizar productos con pescado, Parvathy et al., (2017), indaga una formulación adecuada y sensata de los ingredientes en los fideos facilita la reducción de calorías, haciendo los más saludables. El pescado, al ser una fuente de proteína económica y de calidad, puede servir para enriquecer los fideos. Por lo tanto, se realizó un estudio para formular y Desarrollo fideos de pescado a partir de *Nemipterus japonicus*. Se formuló un diseño experimental de mezcla D-óptima con 15 corridas para optimizar los diferentes niveles de ingredientes para los fideos. Se evaluó la influencia de diferentes ingredientes, Como carne de pescado picada, harina de trigo y harina de trigo refinada (Maida) y almidón de papa, en las propiedades físicas, de cocción y sensoriales de los fideos de pescado. El contenido de proteína de los fideos aumentó al incrementar la incorporación de carne de pescado picada. Se encontró que la capacidad para absorber agua estaba directamente relacionada con la concentración de almidón de papa. Se observó una correlación tipo positiva (proteína de los fideos / tiempo de cocción). Las puntuaciones de la función de deseabilidad revelaron que la combinación óptima era fideos con 45% de carne de pescado picada, 47% de mezcla de harina de trigo y maida (1:1) y 8% de almidón de papa.

En la evaluación de productos en base a pescados, Nawaz et al., (2020), indica que su estudio reporta las propiedades reológicas, texturales, estructurales y de distribución de Agua de los fideos elaborados con carne de pescado. Los resultados que se incrementaron al agregar un 20% de carne de pescado, mientras que disminuyeron con la adición de Más del 20%, comportándose la Tasa de Perdida de manera opuesta. El contenido húmedo y grasa aumentó significativamente Como el Caso de ($P < 0,05$), mientras que el índices de absorción de Agua

se redujo al incrementar la carne de pescado en comparación con el control. La luminosidad de la masa y la Dureza de los fideos disminuyeron notablemente ($P < 0,05$), mientras que el color rojizo y amarillento se intensificaron. De manera similar, se observaron gránulos de almidón menos hinchados y un predominio de la red proteica sobre dichos gránulos en la microestructura. La cantidad de agua libre aumentó mientras que el agua ligada disminuyó cuando se agregó más del 20% de carne de pescado, según la resonancia magnética nuclear de bajo campo. Los hallazgos sugieren la viabilidad de adicionar entre un 15 y un 20% de carne de pescado para lograr una estructura y composición química adecuadas en los fideos.

Los investigadores Cai et al., (2023), se centraron en examinar el impacto de las diferentes temperaturas del material (15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C y 40 °C) en las características de los fideos de pescado (FV), específicamente en términos de propiedades morfológicas, de cocción, de textura, microestructurales y de distribución del agua. Los hallazgos indicaron un aumento considerable en la suavidad de la superficie, los atributos de cocción y las características texturales de los PV con el aumento de la temperatura del material, seguido de una disminución posterior. Cabe destacar especialmente la observación de que las muestras FV (fideo de pescado) a 25 °C y 30 °C presentaban redes de gel más densas y continuas que contenían un mayor número de partículas de almidón incrustadas, lo que reducía las pérdidas por cocción y aumentaba la resistencia a la tracción. Por el contrario, las temperaturas que superaban los 35 °C alteraban la continuidad de la fase proteica debido a que los gránulos de almidón se hinchaban excesivamente, lo que hacía que las características de cocción y textura fueran inferiores. Cabe destacar que, a 40 °C, la CRA, la dureza y la elasticidad de los polivinilos policlorados mostraron una reducción del 25,59%, el 73,48% y el

47,98%, respectivamente, en comparación con las muestras a 25 °C. Además, hubo un aumento notable del 91,40% en las pérdidas por cocción.

El estudio realizado por Tirado et al., (2015) se enfocó en determinar los coeficientes de transferencia de masa, difusividad y transferencia de calor por convección involucrados en la fritura por inmersión de láminas de tilapia y pan. Se utilizaron aceites de palma y soja a diferentes temperaturas (130-190°C). Se analizaron propiedades termo físicas de los alimentos en relación con la temperatura y composición. Los hallazgos clave fueron: En la fruta de pan, los coeficientes de transferencia de calor por convección aumentaron al elevar la temperatura del aceite, en la tilapia, estos coeficientes disminuyeron al aumentar la temperatura. Los coeficientes de transferencia de masa y la difusividad de humedad se incrementaron con mayores temperaturas, especialmente en el pan. La tasa de pérdida de humedad disminuyó con mayor tiempo de fritura y temperatura, particularmente en las etapas iniciales para la tilapia. Las diferencias observadas podrían atribuirse a los distintos tamaños de poro de cada alimento y al impacto de las burbujas y la pérdida de agua en la transferencia de calor.

La investigación realizada por Torres et al., (2016) profundizó en el análisis de los parámetros de transferencia de calor pertinentes al proceso de cocción de los rollos de maíz amarillo. Se observó que estos alimentos consisten en masa de maíz envuelta en hojas de maíz y cocida en ebullición. El enfoque principal del estudio giró en torno al examen de los parámetros de transferencia de calor específicamente durante la cocción de rollos de maíz tipo cariaco amarillo. La metodología de cocción se ejecutó de forma automatizada, con una regulación meticulosa de la temperatura y la duración. Las características físico térmicas se evaluaron en función de la composición química y la temperatura. Mediante un análisis de regresión lineal utilizando datos adimensionales sobre la correlación de la temperatura a lo

largo del tiempo, se determinó el coeficiente de transferencia de calor. La investigación reveló que la temperatura central del rollo de maíz alcanzó los 75 ± 1 °C en un lapso de 25 minutos. Los tamales mostraron un contenido de humedad de $29,54 \pm 1,07$, lípidos de $6,51 \pm 0,49$, contenido de cenizas de $0,48 \pm 0,05$, proteínas de $7,59 \pm 0,29$, contenido de fibra de $9,65 \pm 0,77$, almidones de $45,89 \pm 3,22$ y un valor calórico de $373,36 \pm 9,36$ kcal/100 g. Los parámetros de conductividad y difusividad mostraron un aumento con el aumento de la temperatura del proceso, registrando valores de $0,68 \pm 0,07$ W/m °C y $1,98 \pm 0,02 \times 10^{-7}$ m²/s, respectivamente. La capacidad calorífica específica (Cp) y la densidad del tamal se midieron en $3145,36 \pm 88,45$ J/kg °C y $1254,49 \pm 30,47$, respectivamente. Se determinó que el coeficiente de transferencia de calor por convección (h) era de $118,29$ W/m² °C, alineándose con el rango estándar observado en los productos de cereales a base de maíz. Para mejorar los procesos de transferencia de calor entre diversos productos alimenticios, es imprescindible comprender de manera exhaustiva las propiedades y los mecanismos de transferencia de calor que intervienen en la preparación de los rollitos de maíz.

La investigación realizada por Ferrari et al., (2009) se centró en la cinética de transferencia de masa durante la deshidratación de las peras, con el objetivo de examinar la cinética de la transferencia de masa y la deshidratación osmótica de los segmentos de pera en soluciones que contienen sacarosa y/o sorbitol. Las peras Packham, cortadas por la mitad con un grosor de 10 mm, se sumergieron en soluciones hipertónicas de sacarosa o sorbitol en concentraciones que oscilaban entre 40 y 60 grados Brix. Se utilizaron varias combinaciones de sacarosa y sorbitol para evaluar sus efectos en los parámetros del proceso, entre ellas un 40% de sacarosa con un 20% de sorbitol, un 30% de sacarosa con un 30% de sorbitol y un 20% de sacarosa con un 40% de sorbitol. Durante el experimento de 24 horas, realizado a una

temperatura constante de 30 °C con agitación a 90 ciclos/min, se monitorearon las alteraciones en el contenido de agua, el peso y la incorporación de sólidos en la fruta según el tipo de solución y la concentración. Se observó que la pérdida de agua y peso aumentaba significativamente con las concentraciones más altas de la solución deshidratante. Cabe destacar que los tratamientos con sorbitol mostraron una mayor tasa de extracción de agua de la fruta y una mayor ganancia de sólidos, lo que se atribuyó al menor peso molecular del sorbitol en comparación con el de la sacarosa. La proporción entre sacarosa y sorbitol en la solución influyó directamente en los resultados de los experimentos con ambos solutos, lo que puso de relieve el efecto del sorbitol en la pérdida de agua y la incorporación de azúcar. La determinación de los coeficientes de difusión efectivos para el agua y los solutos en diferentes condiciones de proceso se logró utilizando la solución analítica para la difusión con propiedades constantes.

En el estudio sobre pastas de especies marinas no tradicionales, Pandey et al., (2020), señala que las especies infrautilizadas provenientes de capturas incidentales o descartes representan una fuente potencial de proteína desmenuzada, que comprende una porción importante del recurso pesquero que actualmente no se aprovecha adecuadamente para consumo humano. Esto se debe a que son peces pequeños, con muchas espinas, de sabor poco atractivo, y a la falta de tecnologías eficientes para su manipulación y procesamiento en productos estables y comercializables. En consecuencia, estos peces suelen devolverse al océano o destinarse principalmente a la producción de harina y ensilado de pescado. El aumento del valor de estas capturas incidentales podría lograrse mediante la elaboración de bocadillos apropiados, como copos de pescado, incorporando harinas locales (arroz, trigo, maíz u otros cereales) junto con sal. La idoneidad del producto final en base al picadillo de pescado se

evaluaría considerando la relación con la harina, el componente carbohidratos, la composición nutricional y un análisis sensorial siguiendo una escala hedónica de preferencia de 1 a 9, para obtener los atributos sensoriales.

En la indagación sobre pastas Zepeda, (2014), el trabajo se enfocó en aprovechar los restos musculares de especies de bajo valor comercial o descartes, que pueden representar hasta el 50-70% de la materia prima, para elaborar productos reestructurados de mayor valor agregado y caracteres sensitivos definidos según las preferencias del consumidor. Estos restos se suelen picar, lavar y mezclar con ingredientes que modifiquen su estabilidad, textura, color y sabor, dando origen a los llamados "productos reestructurados" basados en la reestructuración del músculo picado. Una técnica prometedora es el "cold binding" o unión en frío, que emplea la enzima transglutaminasa para unir piezas cárnicas a temperaturas reducidas (10°C) durante la noche, formando una pieza única con propiedades organolépticas similares a un filete original. Aplicada exitosamente en carne de res, cerdo, pollo y pescado, esta técnica aumenta la valoración agregada de los productos de carne. En este trabajo se desarrolló una formulación para elaborar una pasta de pescado con tipo tallarín espagueti, texturizada en frío con transglutaminasa. La evaluación tipo sensorial mostró aceptabilidad del producto, mientras que el análisis tipo proximal reveló un contenido proteico casi el doble que una pasta clásica normal con (sémola-trigo).

Un estudio sobre extruido de pescado de Mathew et al., (2022), menciona que los productos alimenticios extruidos son muy populares debido a su conveniencia y bajo costo. Una amplia variedad de productos como bocadillos, fideos y pastas se pueden preparar utilizando esta tecnología. En la extrusión, las materias primas se hacen pasar por una extrusora, donde ocurren cambios físicos y químicos para formar los productos finales. Los fideos y las

pastas son alimentos básicos y un tipo de producto extruido que generalmente se elabora con harina de cereales como la harina de trigo. Tienen una gran demanda por su conveniencia, pero son ricos en carbohidratos y no aportan muchos aportes benéficos en la salud de los usuarios. Debido al alto contenido de almidón digerible, el consumo excesivo puede conducir al sobrepeso. Se han realizado muchos estudios para desarrollar pastas y fideos enriquecidos y fortificados con alto valor nutritivo. Esta revisión se enfoca en productos de fideos y pastas desarrollados utilizando pescado. Los estudios mostraron que se pueden hacer pastas y fideos funcionales con alto contenido de proteínas.

Sobre la revisión de la cinética de secado Olalekan, (2019), revisaron diversas técnicas de la cinética de deshidratado-secado del pescado, un proceso crucial para eliminar la humedad y extender la vida útil del producto, especialmente importante en regiones tropicales donde el deterioro se acelera por las altas temperaturas y humedad. Se examinó cómo el contenido de humedad y color del pescado seco se ven afectados por factores como el tiempo, potencia y método de secado empleados. Además, se evaluaron ocho modelos de secado en capa fina para diferentes condiciones experimentales, encontrándose que la calidad disminuye con el secado. Se descubrió que valores más altos de difusividad efectiva de la humedad mejoran la remoción de ésta hasta alcanzar el equilibrio a una humedad relativa específica. Por lo tanto, la difusividad efectiva podría ser un parámetro clave para diseñar métodos de secado eficientes en términos de tiempo, energía, costo y vida útil del producto. La revisión destaca la importancia de considerar la cinética y modelos de secado para seleccionar las condiciones adecuadas que permitan un secado eficaz y obtener muestras de pescado seco de buena calidad.

Para optimizar productos Reza et al., (2009), se llevaron a cabo estudios para optimizar el procesamiento del secado de pescado en un secador solar (tipo-túnel) Hohenheim, con el

objetivo de producir productos secos de pescado seguros y de alta calidad. Utilizando cinco especies marinas tropicales de importancia comercial encontradas en la Bahía de Bengala, a saber, el pez joya plateado, el pez bombaí, el atún de ojo grande, el pomfret chino y el pez cinta, el proceso de secado se realizó dentro de los rangos de temperatura de 45 a 50 y 50 a 55 grados Celsius. El contenido húmedo de las muestras de pescado disminuyó a 16% después de 36 y 32 horas de secado en los rangos de temperatura especificados. La evaluación de los productos secados a 40-50°C reveló su excepcional calidad en términos de sabor, color y textura. La capacidad rehidratante de estos productos varió entre 65% y 80%, siendo la más baja en el atún de ojo grande y la más alta en el pez joya plateado. Cabe destacar que los niveles de base volátil total, peróxido y recuento de placas aeróbicas en todos los productos secos finales permanecieron dentro del umbral aceptable.

La indagación de la cinética en productos derivados de peces, Jain & Pathare, (2007), índigo sobre la cinética de desecación de los camarones y los peces chelwa (una pequeña carpa india) durante la exposición al secado al sol (OSD). Los perfiles de velocidad de desecación no mostraron un período de razón de cambio constante, sino que dieron muestra de una disminución lineal a lo largo del proceso de desecación. Un modelo de regresión asintótica caracteriza con precisión el comportamiento de desecación en condiciones de sol abierto y arroja valores de coeficiente de determinación de 0,9996 y $0,33 \times 10^{-4}$ para los camarones y de 0,9993 y $0,58 \times 10^{-4}$ para los peces chelwa, respectivamente. Los coeficientes efectivos de difusividad de la humedad se determinaron mediante la ecuación matemática de Fick. La difusividad térmica efectiva de la humedad por unidad de tiempo muestra una correlación exponencial con el contenido medio de humedad por hora de los peces. Concretamente, se encontró que la difusividad media efectiva de la porción húmeda era de $11,11 \times 10^{-11}$ y de 8,708

$\times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para el camarón seco y el pez chelwa, respectivamente. El proceso de desecación de los peces en condiciones de sol abierto se caracteriza por mortal un rendimiento a la baja. Un modelo matemático de regresión logarítmica asintótica fue capaz de representar eficazmente la cinética de desecación de los camarones y los peces chelwa basándose en indicadores estadísticos, el estadígrafo R^2 , de determinación, el error estándar y la desviación cuadrática media. Las difusividades efectivas de humedad se calcularon como $11,11 \times 10^{-11}$ y $8708 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ para los camarones y los peces chelwa, respectivamente.

Antecedentes Nacionales

En el proceso de deshidratación de peces mediante técnicas osmóticas, tal como lo discutieron Roca & Vidalon, (2014), el tratamiento implicó la deshidratación osmótica de los filetes de pinzón con cloruro de sodio en tres concentraciones diferentes de salmuera (15%, 26% y 30%). La evaluación del peso, el contenido de humedad y la concentración de NaCl de los filetes se llevó a cabo a lo largo de este proceso, concluyendo cuando se alcanzó una concentración de NaCl del 2 al 2,5%. Tras esta etapa, los filetes se secaron al aire caliente a temperaturas variables del bulbo seco (40 °C, 50 °C y 60 °C) con una velocidad del aire de secado de 1,5 m/s. Se controlaron los cambios de humedad en relación con la duración del proceso de secado. El análisis de las curvas de secado reveló que el tiempo de secado más rápido con la mayor reducción de humedad se observó a una temperatura de 60 °C. Además, la difusividad efectiva del agua se calculó para las tres condiciones de temperatura de secado, lo que resultó en un valor de difusividad efectiva (Def) que osciló entre $5,71 \times 10^{-10}$ y $9,29 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, calculado mediante la aplicación de la Segunda Ley de Fick. Además, la correlación entre la temperatura y la difusividad efectiva se estableció utilizando la energía de

activación (E_a), que se determinó que era de 20,68 KJ. La optimización de los procedimientos de ensayo se llevó a cabo utilizando la metodología de superficie de respuesta (MSR), evaluando la interacción entre la concentración de NaCl y la temperatura de secado para establecer la correlación matemática con respecto a la duración del secado. A continuación, los ensayos experimentales de secado se ajustaron a los modelos empíricos de Page y Newton. El modelo de Page mostró un mejor ajuste y demostró un mayor grado de precisión en la representación de los datos experimentales, lo que permitió calcular la duración del secado.

La investigación de Gil, (2023), estudio sobre una sopa de proteína concentrada derivada del pejerrey niboshi (*Odontesthes regia*), un pez marino conocido por su alto contenido nutricional que contiene un 19,6% de proteínas. El niboshi, un producto tradicional asiático, es susceptible a la oxidación y a las alteraciones del color. El objetivo principal de la investigación fue producir y describir esta sopa concentrada de proteínas derivada del pejerrey niboshi. Se evaluaron tres temperaturas de cocción diferentes para el niboshi (70 °C, 80 °C y 90 °C), junto con tres concentraciones variables de niboshi en la sopa (20%, 30% y 40%). Además, se realizaron evaluaciones microbiológicas y fisicoquímicas del producto final. Se utilizó un diseño aleatorio de bloques completos para identificar los tratamientos más eficaces. Los hallazgos indicaron que una temperatura de cocción de 70 °C (T1) para el niboshi obtuvo las calificaciones más altas en términos de sabor, color, aroma, consistencia y atractivo visual general. En cuanto a la concentración, la formulación que contenía un 30% de niboshi (C2) recibió las calificaciones más altas en cuanto a sabor, color y aroma. La evaluación microbiológica mostró la ausencia de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y mohos a una concentración de 0 ufc/g, sin presencia de *Salmonella* spp. /25 g, por lo que se cumplió con los criterios establecidos por el MINSA. El análisis químico aproximado mostró que la sopa

concentrada contenía un 58,3% de humedad, un 17,56% de proteínas, un 19,1% de lípidos, un 0,89% de carbohidratos, un 0,75% de fibra y un 3,4% de cenizas.

La deshidratación por microondas para una pasta fue hecha por Hii et al., (2022), el objetivo implicó la creación de un modelo para representar la cinética de la transferencia de masa que se produce durante el proceso de secado de la pasta de pescado utilizando energía de microondas. Estas pastas de pescado, que se consumen comúnmente en las regiones asiáticas, se formulan mezclando carne de pescado molida con ingredientes como harina, agua, sal y diversas especias. En esta investigación se llevó a cabo un examen para evaluar cómo las alteraciones en los niveles de potencia de las microondas afectan a la cinética al transferirse masa en el secado de la pasta de pescado. Al monitorear el contenido del valor húmedo y temperaturas del producto, se recopilaron datos para determinar el parámetro de difusividad efectivo que rige este mecanismo de transferencia de masa en particular. Se identificó una tendencia notable en la que el aumento de los ajustes de potencia de las microondas, que oscilaban entre 300 y 900 W, se tradujo en velocidades de secado aceleradas. La reducción del contenido de humedad mostró una disminución exponencial característica, como suele ocurrir en los productos alimenticios. Se utilizó la herramienta de software COMSOL Multiphysics para reproducir la fenomenología de transferir masa en una configuración 2D. Los valores de difusividad efectivos derivados de las simulaciones se integraron en el marco legal de Fick, lo que dio lugar a una capacidad encomiable para pronosticar la distribución de la humedad en el espécimen de pasta de pescado. Las cifras de difusividad efectiva calculadas coincidieron con los valores documentados en la bibliografía existente, y se situaron entre 10^{-8} y 10^{-12} m²/s. El resultado de la simulación manifiesta que la región central de la muestra, sometida a secado con aire caliente, tenía un contenido de humedad significativamente mayor (MR = 0,11) en

comparación con las muestras secadas con radiación de micro-ondas ($MR = 1,3E-4$ y menos). En consecuencia, en el sector de la fabricación de alimentos se recomienda utilizar el secado por micro-ondas como metodología de calentamiento más rápido y eficaz.

En cuanto a pastas de pescado se tiene el estudio de Nawaz et al., (2020), se presenta las características reológicas, texturales, estructurales y de distribución del agua de los fideos producidos con carne de pescado. Los resultados dieron que la suma de carne de pescado en un 20% aumentó los módulos de almacenamiento y pérdida, mientras que las cantidades superiores al 20% provocaron una disminución, aunque la tasa de pérdida siguió una tendencia opuesta. Los niveles de humedad y grasa mostraron un aumento notable ($P < 0,05$), mientras que el índice de absorción y retención de agua disminuyó al aumentar el contenido de carne de pescado en comparación con el estándar. El brillo de la masa y la firmeza de los fideos disminuyeron considerablemente ($P < 0,05$), mientras que los tonos rojizos y amarillentos se hicieron más pronunciados. Además, se miró una disminución de la presencia de gránulos almidónosos hinchados y una red proteica predominante que cubría estos gránulos en la microestructura. Como lo demostró las imágenes de la resonancia magnética tipo nuclear de reducido campo, la cantidad de agua-libre aumentó y el agua-ligada disminuyó con la incorporación de más del 20% de carne de pescado. Los resultados proponen la viabilidad de incorporar entre un 15 y un 20% de carne de pescado para lograr una estructura y una composición química adecuadas en los fideos.

En la deshidratación de surimi los estudiosos Park et al., (2020), indagaron las características de transferencia de humedad del surimi de abadejo de Alaska (AP) a diferentes temperaturas. La difusividad efectiva de la humedad se incrementó de $5,50 \times 10^{-11}$ a $2,07 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ al aumentar la temperatura de 30°C a 90°C . Para estudiar las características de

transferencia másica y calorífica del surimi AP, se desarrolló y evaluó un modelo de simulación mediante el error cuadrático medio (RMSE <2,95%), se analizaron las propiedades reológicas del surimi AP a distintas velocidades de calentamiento (1°C/minuto, 5°C/minuto, 10°C/minuto, 20°C/minuto y 30°C/minuto). Cuando la velocidad alcanzó 20°C/min y 30°C/min, el módulo elástico (G') disminuyó significativamente. Esta reducción de G' podría explicarse por un deterioro del gel durante el barrido de temperatura, respaldado por la distribución de temperatura predicha en el modelo de simulación. El modelo también midió y predijo el cambio del contenido-humedo del surimi AP durante el barrido de temperatura. Los resultados mostraron que la disminución en el contenido de humedad aumentaba considerablemente a mayores velocidades de calentamiento.

La investigación realizada por Leyva & Ruiz, (2014), sobre la cinética involucrada en el proceso de deshidratación de los pepinos tuvo como objetivo evaluar la influencia de la solución osmótica y la temperatura en el coeficiente de transferencia de masa durante la deshidratación osmótica del pepino dulce (*Solanum muricatum* Aiton). Utilizando láminas de 15 mm de espesor sumergidas en soluciones de sacarosa de 40°, 50° y 60° Brix, a temperaturas controladas (30°, 40° y 50° C) bajo presión atmosférica en Huancayo. La determinación de los coeficientes de difusividad de los sólidos solubles se llevó a cabo mediante la aplicación de la segunda ley de Fick (modelo de grieta para una placa) para dilucidar el mecanismo de transferencia de masa durante la osmo deshidratación en los nueve tratamientos experimentales. La duración de los experimentos para evaluar el aumento de los sólidos solubles fue de 14 horas en intervalos de 1 hora; posteriormente, los datos obtenidos se ajustaron a una ecuación cuadrática que correlacionaba los °Brix y el tiempo para determinar diversos valores de los coeficientes de difusividad de los sólidos solubles: $T1 = 1,69 \times 10^{-6}$; $T2 = 2,29 \times 10^{-6}$; $T3 =$

$2,52 \times 10^{-6}$; $T_4 = 1,14 \times 10^{-6}$; $T_5 = 64 \times 10^{-6}$ 10^{-6} ; $T_6 = 1,85 \times 10^{-6}$; $T_6 = 1,85 \times 10^{-6}$; $T_6 0,943 \times 10^{-6}$; $T_8 = 1,31 \times 10^{-6}$ y $T_9 = 1,79 \times 10^{-6}$ g/segundo. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un diseño factorial de $3 \times 3 \times 2$ para identificar las discrepancias en la difusividad, revelando una diferenciación estadísticamente notable con un nivel de significación del 5%. Esto significa que la velocidad de difusión de los sólidos solubles en las rodajas de pepino dulce es más pronunciada en concentraciones de 60° y 50° Brix que en las de 40° Brix, lo que demuestra una difusividad acelerada de los sólidos solubles a temperaturas más altas. Posteriormente, el producto deshidratado osmóticamente se secó a niveles moderados de humedad, seguido de una evaluación del color para determinar el tratamiento óptimo.

En cuanto a los productos pesqueros Apolinario & Romero, (2022), el objetivo era crear sándwiches que incorporaran trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y pitahaya roja (*Hylocereus megalanthus*) junto con su aporte de omega para mejorar el sistema inmunitario. La muestra estuvo compuesta por 18 niños en edad preescolar seleccionados mediante un muestreo de conveniencia. La metodología empleada en la investigación fue un diseño experimental en el que participaron casi 6 personas, siguiendo los estándares del INDECOPI NTP 209. 226:1984. El análisis de los aperitivos se llevó a cabo utilizando técnicas oficiales de análisis de alimentos y varias pruebas estadísticas, incluidas las de Kruskal-Wallis y C de Dunnett. Los resultados revelaron que los sándwiches, formulados con una mezcla previa de un 44% y un 50% de pulpa de trucha arcoíris, combinada con un 44% y un 38% de pitahaya roja (PTP-1, PTP-2, PTP-2), mostraron una textura y una consistencia que fueron altamente valoradas, ya que «le gusta mucho». Entre ellos, el producto etiquetado como «PTP-2» se destacó por su sabor excepcional, alcanzando una tasa de aceptación del 88,9% como «le gusta mucho», mientras que los aperitivos «PTP-1» y «PTP-3» fueron aceptados con tasas del 55,6%

y el 72,2%, respectivamente. En relación con la composición nutricional, los sándwiches contenían $23,65 \pm 0,314$ g% de proteínas con una digestibilidad del 87,7%, $3,78 \pm 0,086$ mg% de hierro hemo y $5,26 \pm 0,083$ g% de grasa, que incluía 1,567 g de omega-9 (ácido oleico) y 39,82% de ácidos grasos poliinsaturados. En conclusión, una ración de 120 g de sándwiches de trucha y pitahaya roja aporta 1,151 g de omega-6 (ácido linoleico) y 1362 g de omega-3 (ácido linolénico), satisfaciendo las necesidades nutricionales diarias de los niños en edad escolar y garantizando la ausencia de microorganismos dañinos que puedan poner en peligro el bienestar de los consumidores.

En su investigación, Tafur, (2018) buscó determinar la difusividad efectiva, la energía de activación y modelar la cinética de secado de las hojas de sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.). Utilizó un secador de bandejas de aire forzado, realizando 15 experimentos por triplicado con temperaturas entre 30 y 70°C y velocidades de aire de 1,5 a 2,5 m/s. Las muestras, con un grosor de 5 mm, se colocaron en bandejas rectangulares y se recopiló y analizó los datos mediante hoja de cálculo y SPSS v20. Se calculó la tasa de pérdida de humedad y se ajustaron los datos a 12 modelos matemáticos empíricos mediante regresión no lineal. El modelo Midilli mostró un alto coeficiente de determinación (R^2) superior a 0,99 en todos los ensayos, mientras que otros modelos solo describieron adecuadamente un subconjunto de experimentos. La difusividad efectiva de la humedad osciló entre 10^{-11} y 10^{-9} para los productos secados con este método. Finalmente, se determinó la energía de activación utilizando la ecuación de Arrhenius, arrojando valores de 53.365, 58.709 y 55.316 kJ/mol a velocidades del aire de 1.5, 2.0 y 2.5 m/s, respectivamente. Las difusividades a 40°C fueron $2,654 \times 10^{-10}$, $3,137 \times 10^{-10}$ y $2,601 \times 10^{-10}$; a 50°C fueron $7,297 \times 10^{-10}$, $6,258 \times 10^{-10}$ y $6,092 \times 10^{-10}$; y a 60°C fueron

$1,031 \times 10^{-9}$, $9,232 \times 10^{-9}$ y $1,081 \times 10^{-9}$ m²/s para las velocidades de aire de 1.5, 2.0 y 2.5 m/s, respectivamente.

El estudio realizado por Vilca et al., (2020), tuvo como objetivo principal evaluar la calidad nutricional y los niveles de aceptabilidad de productos innovadores elaborados con pescado en la Provincia de Ilo, Perú. La investigación fue de tipo aplicada y la elaboración de los productos se llevó a cabo en el laboratorio de procesos pesqueros de la Universidad Nacional de Moquegua. Posteriormente, se realizó la evaluación nutricional en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y el análisis de aceptabilidad se efectuó en un comedor escolar de la Provincia de Ilo, utilizando una escala hedónica de 7 niveles. Los resultados mostraron que el contenido de proteína más alto fue del 25,55% en el empanizado con harina de habas, seguido del 21,94% en el empanizado con harina de plátano, y finalmente un 20,34% en el kamaboko (pasta de pescado). En cuanto a la aceptabilidad, el empanizado con harina de plátano obtuvo la mayor aceptación con un 86,3%, seguido del kamaboko con un 59,2%, mientras que el empanizado con harina de habas solo alcanzó un 26,7% de aceptación. En conclusión, los productos innovadores a base de pescado demostraron tener una buena calidad nutricional y un alto nivel de aceptabilidad, especialmente el empanizado con harina de plátano y la pasta de kamabok.

CAPITULO I: MARCO DE TEÓRIA

1.1. Pejerrey (*Odontesthes regia regia*)

El pejerrey de agua dulce (*Odontesthes regia regia*) es un pez teleósteo perteneciente a la familia Atherinopsidae, endémico de las cuencas hidrográficas de las regiones centrales de Argentina, Chile, Perú, particularmente en la cuenca de los ríos y lagunas y sus afluentes. Esta especie se distingue por su cuerpo alargado, ligeramente comprimido lateralmente, con una cabeza pequeña y un hocico puntiagudo. Su coloración varía de verde oliva dorsalmente a blanco plateado en los lados y en la región ventral. Por lo general, alcanza una longitud máxima de aproximadamente 45 centímetros, aunque los individuos suelen encontrarse dentro del rango de 20 a 30 centímetros (Menni, 2004). Con un hábito de alimentación carnívora, se alimenta principalmente de peces pequeños, algas, insectos acuáticos, crustáceos y plancton, esta especie hidrobiología es muy apreciada tanto por los pescadores recreativos como por los de subsistencia, su carne es reconocida por sus excepcionales atributos gastronómicos. Además, dentro de los hábitats acuáticos en los que habita, desempeña un rol de importancia en la cadena alimentaria local, ya que es un elemento fundamental para preservar el equilibrio ecológico (Mayer & Agostinho, 2012; Tornabene et al., 2023). Lamentablemente, la población de rayas de agua dulce disminuyó debido a la contaminación, la explotación excesiva y la degradación del hábitat. En consecuencia, se han aplicado estrategias de conservación e iniciativas de repoblación para salvaguardar esta especie y garantizar su existencia duradera (Tornabene et al., 2023). El pejerrey es una especie valorada en los ríos y lagunas interandinas del sur andino en el Perú, su crianza está siendo mejorada cada vez y los peces puestos a consumo desde su hábitat natural (Gil, 2023).

Tabla 1:

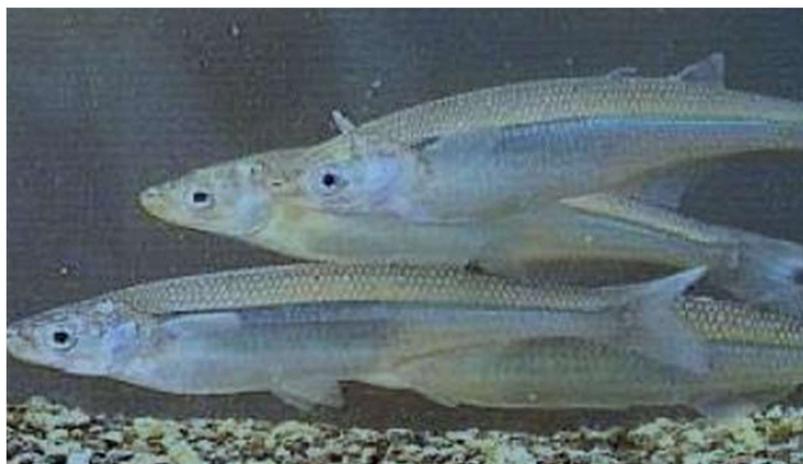
Taxonomía (Odontesthes regia regia), pejerrey

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Actinopterygil
Orden	Atheriniformes
Familia	Atherinopsidae
Subfamilia	Panicoideae
Genero	Odontesthes
Especie	Odontesthes regia regia

Fuente: (Battistoni et al., 2020).

Figura 1:

Pejerrey (Odontesthes regia regia)



Nota:(Imarpe, 1996).

1.1.1. Composición Química

El pejerrey de agua dulce (*Odontesthes bonaerenses*, *Odontesthes regia regia*) tiene una composición química nutricional interesante y valiosa, aunque esta pueda variar ligeramente según factores como la edad, sexo, el hábitat y la alimentación, en general se caracteriza por su contenido

de proteínas por ejemplo es buenísima fuente proteica de altísimo valor biológico. Su contenido de proteínas puede oscilar entre 16-20% del peso fresco, lo cual es una buena fracción de proteína animal en su composición, en cuanto a los lípidos, se tiene un contenido moderado de lípidos o grasas, generalmente entre 3-8% del peso fresco. Los ácidos grasos primordiales son el ácido palmítico, oleico y docosahexaenoico (DHA), lo cual es benéfico en el campo de la salud el consumo de este ácido, en cuanto a la humedad, el pejerrey es un pescado con una alta humedad, alrededor del 70-75% de su peso fresco, el contenido de cenizas tanto como los minerales o cenizas se sitúa alrededor del 1,5-2% del peso fresco, las vitaminas que contiene en su composición especialmente vitamina B12, niacina y vitamina D, propiamente los minerales el pejerrey contiene varios minerales esenciales como fósforo, potasio, magnesio, zinc, hierro y selenio (Amaru & Yujra, 2021).

Tabla 2:

Composición Química de la carne de pejerrey

Compuesto	Cantidad (*)	Cantidad (**)
Grasa	5.3 g	4.5 g
Proteínas	19.2 g	19.7 g
Humedad	73.6 g	74.2 g
Cenizas	1.9 g	1.4 g
Hierro	0.9 mg	0.6 mg
Fosforo	297 mg	
Calcio	56 mg	18 mg
EPA+DHA	570 mg	

Fuente: (ISNP, 2017; Sánchez & Lam, 1970)

El pejerrey (*Odontesthes regia regia*) posee un gran valor nutricional según el Instituto Tecnológico Pesquero (2012) onamenci que 100 g de pejerrey de agua dulce tiene un aporte en la dieta de, rango de 0,49 a 1,19 gramos del ácido graso omega 3, con lo que se pretende cubrir la cuantificación recomendada de consumo del día de 0,15 g para escolares según la (FAO, 2022), luego aproximadamente de 16,45 gramos a 20,16 gramos de proteína, la cual es una fracción buena de proteína animal, en cuanto a los macro- elementos, 20% de recomendación diario de Magnesio (84 a 342 mg), 15% de Potasio (K), (3000 mg) y 25% (P), Fósforo (800 mg)(Imarpe, 1996).

1.1.2. Promoción de Consumo

Lamentablemente, la utilización de la platija de río (*Odontesthes regia regia*) en el Perú no está ampliamente difundida ni respaldada a escala nacional. Según Pajuela y Vásquez (2016), a pesar de su prometedora importancia como recurso pesquero, los pinzones siguen infrutilizados y su consumo se limita predominantemente a las comunidades costeras de la región amazónica peruana. Estos mismos investigadores indican que la ingesta per cápita de pejerrey en Perú es notablemente deficiente en comparación con otros recursos acuáticos, principalmente debido a la disponibilidad y accesibilidad restringidas de este recurso en las zonas urbanas (Pajuelo & Vasquez, 2016), de otro lado el Ministerio de la Producción (PRODUCE) indica un consumo per cápita de (recursos-hidrobiológicos, pescado fresco, congelado, enlatado, y mariscos), pasando el Perú de 13.2 kilogramos en 2012 a 18.4 kilogramos, en 2021, incrementándose en un (39%), así lo indicó la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG, 2021), del (INEI), reflejando nuevos hábitos y patrones alimentarios en el consumo de la población, teniendo actualmente el consumo de 5.2 kg/persona en el país.

1.2. Cambio Físico-Químico, Sensorial el Pejerrey al Deshidratarse.

1.2.1. Cambios Químicos de las Proteínas.

El componente excelencia del pescado es su proteína, de elevado significado biológico, lo que hace que esta carne sea muy apropiada como fuente de proteínas con un valor nutricional excepcional para el cuerpo humano (Imarpe, 1996), al someter las proteínas (solubles-globular) a niveles extremos de pH o temperaturas altas conduce a una modificación denominada desnaturalización, cuyo resultado principal es la reducción de su solubilidad, (Ibarz & Barbosa, 2005). El secado usando fluido de aire caliente induce una mala rehidratación debido a alteraciones similares a las observadas durante la desnaturalización de las proteínas provocada por el calor. En el intervalo de temperaturas de 0 a 20 °C, la CRA de la carne, baja al subir la temperatura, (Ibarz & Barbosa, 2005) probablemente influida por el impacto de la temperatura en las proteínas sarcoplásmicas. El nivel de hidratación permanece constante entre 20 °C y 30 °C. A medida que la temperatura pasa de 30 a 40 °C, las cadenas tipo poli-peptídicas de las proteínas musculares comienzan a desarrollarse, estableciendo nuevos enlaces electro-valentes o de hidrógeno, lo que provoca una leve disminución del grado de hidratación. Mientras que el acto miosina aislada experimenta una coagulación térmica in vitro a alrededor de 35 °C, las proteínas musculares muestran una mayor estabilidad in situ, lo que resulta en una capacidad de hidratación inalterada hasta que las temperaturas superan los 40 °C y una disminución a 50 °C. La cocción intensa suaviza el colágeno y la elastina, a diferencia del acto miosina, que se endurece debido a las formaciones de enlaces disulfuro que interconectan estrechamente las cadenas de proteínas (Damodaran & Parkin, 2019). Las proteínas se pueden degradar de manera eficaz, generando subproductos aromáticos de la escisión. El impacto del calentamiento varía considerablemente en función de la naturaleza y la duración del proceso, y la cocción o el guisado generalmente aumentan el valor

biológico de las proteínas. Por el contrario, freír y asar, a temperaturas superiores a los 100 °C, no aumenta el valor de las proteínas. La investigación de Lang revela que cuando las proteínas o los aminoácidos se calientan junto con el azúcar, se pueden formar diversas sustancias que provocan reacciones específicas en los animales de laboratorio. El efecto del secado sobre las proteínas influye profundamente en su valor biológico, dependiendo de la técnica de secado empleada. Al estar en contacto prolongadamente a altísimas temperaturas, reduce la utilidad dietética de las proteínas, mientras que los procedimientos a bajas temperaturas pueden mejorar la digestibilidad de las proteínas en su forma o conformación original (Badui, 2006). También se ve afectada con el calor la CRA de las proteínas (Damodaran & Parkin, 2019).

1.2.2. Cambios Químicos en los Lípidos y Grasas

La oxidación térmica de los lípidos tiene lugar en presencia de oxígeno, lo que lleva a un proceso de autooxidación que implica la oxidación de las grasas a valores de temperatura menores a cien grados centígrados. Estas alteraciones dan lugar a la generación de varios compuestos secundarios, algunos de los cuales pueden presentar propiedades tóxicas. La oxidación de los lípidos en las secciones de carne oscura del pescado, al igual que el aceite presente a lo largo de la línea lateral, se produce de manera más vigorosa y rápida en comparación con las áreas musculares claras. Esta discrepancia en los niveles de oxidación entre las secciones de carne oscura y clara, con proporciones que llegan a 1/100, es atribuible con la presencia de componentes de hematina en las capas musculares del pescado oscuro que facilitan la oxidación lipídica. El calentar hace que la grasa se licúe, las células adiposas se rompan y se produzca un intercambio sustancial de grasas; la mioglobina también se desnaturaliza con el calor, lo que provoca un rápido retiro del pigmento hemo de la parte fraccionaria de la globina, que es muy probable a la oxidación. Por tanto, el calentar de la carne de mantarraya (*Odontesthes regia regia*) suele producir una coloración

marrón debido a la producción de hemina, un pigmento oxidado (Badui, 2006). La oxidación ejerce efectos adversos sobre la conservación y la calidad de derivados cárnicos, y afecta principalmente al componente lipídico a través de la oxidación de los ácidos grasos tipo insaturados, lo que produce alteraciones en el aroma, la apariencia y el contenido nutricional, lo que afecta de forma negativa al bienestar de los consumidores (Damodaran & Parkin, 2019; Ibarz & Barbosa, 2005).

1.2.3. Cambios Físicos

La razón principal detrás de la eliminación de los productos alimenticios con fines de conservación, ya que reduce la actividad del agua (a_w), a niveles menores para el crecimiento de microorganismos. Sin embargo, existen motivos adicionales, como facilitar la disminución de la masa (peso) y el volumen para reducir los costos de transporte. Varios tipos de materiales alimenticios muestran patrones distintos de contracción durante el proceso de deshidratación. Esta variabilidad se debe a la distribución desigual de la absorción de agua dentro del alimento a medida que se deshidrata. Estas disparidades en las regularidades de contracción pueden afectarse hacia la densidad volumétrica del producto seco final, específicamente, al peso por unidad de volumen. En el contexto de una deshidratación lenta, la superficie de un producto tiende a endurecerse en menor medida en comparación con una deshidratación rápida, ya que las altas temperaturas hacen que la superficie del alimento se seque y endurezca mucho antes de que la humedad del interior desaparezca por completo, (Ibarz y Barbosa, 2005; Badui, 2006; Damodaran & Parkin, 2019).

1.2.4. Cambios Organolépticos

La alteración o remodelación de las proteínas, conocida como desnaturalización o reconformación, desempeña un papel importante en la determinación de la textura y el sabor de varios productos alimenticios. La desactivación efectiva de las enzimas mediante el tratamiento térmico es una práctica habitual en la industria alimentaria (Badui, 2006). Es crucial garantizar el

cese total de los procesos enzimáticos en la mayoría de los escenarios relacionados con los alimentos. La persistencia de la actividad enzimática puede provocar resultados no deseados, como la alteración del tono de los pigmentos carotenoides o el oscurecimiento no deseado de varios alimentos, lo que, en última instancia, repercute en su perfil de sabor. Además, puede provocar el deterioro de los carbohidratos, el desarrollo de la rancidez de los aceites y la degradación de la calidad nutricional de las proteínas y vitaminas de los productos alimenticios (Ainsa, 2019; Granito et al., 2003).

La producción de pasta parecida a los fideos derivada de *Odontesthes bonariensis*, un pez de agua dulce abundante en Sudamérica, plantea desafíos en cuanto a los atributos sensoriales del resultado final. Numerosas investigaciones han identificado deficiencias sensoriales que podrían dificultar el aceptar los productos entre los usuarios consumidores. La carne de Fjerrey puede tener un aroma y un sabor distintivos a pescado, lo que podría transferirse a la pasta parecida a los fideos. Este aroma y sabor pueden provocar disgusto, especialmente entre las personas que no están acostumbradas a consumir pescado. La intensidad del aroma y el sabor del pescado pueden verse influenciados por variables como la frescura del pescado, las condiciones de almacenamiento y la metodología de producción de la pasta. La coloración de la pasta parecida a los fideos elaborada con carne parda o de mantarraya puede presentar un tono grisáceo o marrón, lo que puede resultar poco atractivo para los consumidores. Esta coloración se debe a los pigmentos inherentes a la carne de pescado, especialmente a la melanina. Factores como la especie de raya utilizada, la cantidad de carne y los procedimientos de fabricación pueden afectar la coloración de la pasta. En cuanto a la textura, la pasta parecida a los fideos compuesta de carne de mantarraya podría presentar una consistencia arenosa o adhesiva, lo que podría desagradar a los consumidores. Esta textura es el resultado de la presencia de pequeños fragmentos de carne y hueso de pescado. La textura de la

pasta puede verse influenciada por elementos como la cantidad de carne, las técnicas de molienda y la variedad de pasta producida (Martinez & Re, 2020; Silva & Goncalvez, 2017; Souza & Goncalves, 2016).

1.2.5. Cambios Microbiológicos

Los microorganismos necesitan agua para su crecimiento y sus procesos metabólicos, por lo que cualquier técnica que elimine el agua inhibe la proliferación microbiana. Los requisitos de crecimiento de los microorganismos se cuantifican en función de la actividad del agua presente en su entorno. La proliferación microbiana no se produce en el agua pura o en su ausencia, lo que hace que cualquier sustrato que sustente el crecimiento de microorganismos sea esencialmente una solución acuosa (Martinez-Quiroz et al., 2019). Los cambios en los atributos de calidad de los alimentos, como el sabor, la textura y, en ocasiones, el aroma, se ven influenciados por las transformaciones bioquímicas iniciadas por los microorganismos (Badui, 2006). Se establecen criterios específicos para el crecimiento microbiano, que dependen del contenido de humedad del alimento. Si bien los mohos pueden crecer en los alimentos con tan solo un 12% de humedad, algunos pueden sobrevivir si contienen menos del 5% de humedad. Por otro lado, las bacterias y las levaduras necesitan niveles de humedad más altos, que suelen superar el 30%. Se puede predecir el crecimiento de moho por encima del 2% de humedad, siempre que las condiciones ambientales sean favorables. Del mismo modo, cabe esperar la presencia de bacterias y levaduras a niveles de humedad del 30% o más, siempre que el entorno sea propicio (Damodaran & Parkin, 2019). Cada especie bacteriana presenta una proliferación dentro de unos umbrales de temperatura específicos y requiere una temperatura óptima para crecer, por lo que la temperatura de almacenamiento repercute de manera significativa en la posible alteración de los productos alimenticios. Los distintos rangos de temperatura en los que prosperan los microorganismos los

clasifican en tres grupos: psicrófilos (10 °C), mesófilos (30 a 40 °C) y termófilos (50 a 55 °C). Estas distinciones afirman que los cambios bacterianos en los alimentos dependen de la temperatura de almacenamiento (Rojas, 2018). En el caso del pescado desecado, en el que el secado es el principal método de conservación, el contenido de agua debe reducirse rápidamente a niveles que inhiban el crecimiento microbiano; es imprescindible un porcentaje mínimo de agua del 13,2 al 13,6% para los mohos y del 16,8 al 18,3% para las bacterias. Esto es particularmente crucial para los peces magros, ya que extraer agua de ellos, debido a la oxidación de las grasas, plantea ciertos desafíos (Badui, 2006).

1.3. Papel del Agua en los Alimentos

Según (Arevalos, 2017), el agua desempeña un papel crucial en la composición y consistencia de los productos vegetales y animales consumidos, y su interacción con los componentes químicos de los alimentos se basa en parte en la reducción de la disponibilidad de agua, la importancia del agua en los alimentos radica en su capacidad de actuar como disolvente a indicación de (Badui, 2006). El agua sirve principalmente como disolvente para numerosos compuestos químicos que pueden difundirse en un entorno acuoso y provocar diversas reacciones, en particular las hidrolíticas. La mayoría de los alimentos se clasifican como sólidos higroscópicos, ya que generalmente pueden disolverse en agua. Comprender el impacto del agua retenida por los alimentos higroscópicos en sus características y durabilidad requiere comprender cómo se produce esta retención. Varios autores explican con más detalle el carácter del agua en los alimentos, indicando que el agua presente en los alimentos puede manifestarse de múltiples formas:

a) El agua absorbida o el agua fuertemente ligada implica la acumulación de moléculas de agua en la extensa superficie del alimento, creando una capa mono molecular. La fuerza electrostática de los grupos activos de las proteínas y los carbohidratos permite la retención de

estas moléculas de agua en la superficie. Este tipo de agua presenta una presión de vapor mínima debido a que es retenida por fuerzas relativamente fuertes, lo que dificulta su eliminación mediante procesos como la deshidratación o la congelación.

b) El agua débilmente unida forma capas adicionales de moléculas de agua en la capa mono molecular con una energía de enlace más baja. La capa más externa se mantiene mediante fuerzas cada vez más débiles y tiene una presión más alta, lo que la hace susceptible de ser eliminada por deshidratación.

c) El agua capilar o el agua de los capilares se retiene dentro de la fina red de espacios capilares extra moleculares del tejido alimentario de numerosas especies. Según (Damodaran & Parkin, 2019), se forma una película líquida en estos diminutos capilares, cuyo grosor aumenta a lo largo de la tensión de vapor parcial del agua.

d) El agua libre está situada lo suficientemente lejos de la capa mono molecular como para evitar las fuerzas que unen las moléculas de agua a los alimentos. Algunos estudiosos, como (Badui, 2006), sugieren que el agua débilmente ligada y el agua libre son esencialmente similares, con una presión de vapor muy parecida a la del agua pura. En particular, el agua débil y el agua libre pueden intercambiarse rápidamente entre sí. Según numerosos estudiosos, el agua en los alimentos puede manifestarse de varias formas. En primer lugar, está el agua absorbida o el agua fuertemente ligada, que consiste en la acumulación de moléculas de agua en la extensa superficie del alimento para crear una capa mono molecular. La retención de estas moléculas en la superficie se ve facilitada por la fuerza electrostática de los grupos activos presentes en las proteínas y los carbohidratos. La presión de vapor asociada a este tipo de agua es mínima debido a las poderosas fuerzas que la retienen, lo que dificulta su eliminación mediante métodos como la deshidratación o la congelación. En segundo lugar, el agua débilmente unida forma capas adicionales de

moléculas de agua con una energía de enlace más baja en la capa mono molecular. El agua más alejada de los puntos activos experimenta fuerzas cada vez más débiles. Este tipo de agua tiene una presión más alta y se puede eliminar por deshidratación. En tercer lugar, el agua capilar, también conocida como agua de los capilares, se retiene en la fina red capilar extra molecular del tejido alimentario de varias especies. En estos capilares delgados, se forma una película líquida cuyo espesor depende de la tensión de vapor parcial del agua, como afirma (Badui, 2009). Por último, el agua libre, que se encuentra lejos de la capa mono molecular, no se ve influida por las fuerzas que unen las moléculas de agua a los alimentos. Algunos estudiosos, como (Garda, 2009), sugieren que no hay una distinción sustancial entre el agua débil y el agua libre, ya que sus presiones de vapor se parecen mucho a las del agua pura. Cabe destacar que el agua con una unión débil y el agua libre pueden intercambiarse fácilmente entre sí (Ibarz & Barbosa, 2005)

1.4. Actividad de Agua

La actividad del agua (a_w) desempeña un papel crucial en la conservación y estabilidad de los alimentos, ya que dicta la presencia de agua disponible para el crecimiento microbiano y los procesos químicos. Este parámetro se caracteriza por la correlación entre la presión del vapor de agua dentro de los alimentos y la del agua pura a la temperatura equivalente (Labuza & Altunakar, 2008). La disminución de la actividad del agua reduce la capacidad de los microorganismos para prosperar y reproducirse, lo que prolonga la vida útil de los alimentos. Los productos alimenticios con un nivel de actividad del agua inferior a 0,6 se consideran seguros frente a la proliferación de bacterias patógenas, mientras que los valores inferiores a 0,85 dificultan el crecimiento de mohos y levaduras (Barbosa-Canovas et al., 2007). Además, la reducción de la actividad del agua sirve para posponer reacciones químicas desfavorables como la oxidación de los lípidos y la reacción de Maillard, que pueden afectar negativamente al sabor, la apariencia y el contenido nutricional

de los alimentos. La gestión de la actividad del agua es fundamental para salvaguardar la calidad y la seguridad de los alimentos. Se pueden emplear varios enfoques para lograrlo, incluida la deshidratación, la introducción de solutos (por ejemplo, azúcar o sal), el sellado al vacío o la utilización de atmósferas modificadas. Por ejemplo, los productos deshidratados, como las frutas secas, presentan una baja actividad hídrica debido a la extracción de una porción significativa de agua libre, lo que impide el crecimiento microbiano y aumenta su longevidad. Además de su importancia para la conservación de los alimentos, la actividad del agua también influye en los atributos físicos y sensoriales de los productos básicos. Los niveles elevados de actividad del agua pueden alterar la textura de los comestibles, volviéndolos más suaves o más adhesivos. Por el contrario, la reducción de la actividad del agua puede producir productos con una consistencia más crujiente o frágil. Cabe destacar que la actividad del agua puede estar influenciada por varios factores, como la temperatura, la presión y la composición de los alimentos. Por lo tanto, es imperativo regular y monitorear la actividad del agua en todas las etapas de producción y almacenamiento de los alimentos para mantener sus estándares de calidad y seguridad. En esencia, la actividad hídrica es un concepto fundamental en el ámbito de la ciencia alimentaria, ya que sustenta la estabilidad microbiana, química y física de los alimentos. Comprender y gestionar este parámetro es indispensable para prolongar la vida útil de los alimentos, preservar sus atributos sensoriales y garantizar su idoneidad para el consumo (Badui, 2009) y (Labuza & Altunakar, 2008).

1.5. Humedad Equilibrada

El contenido de humedad en equilibrio de un alimento higroscópico significa el contenido de humedad de dicho alimento ($\text{kg H}_2\text{O} / \text{kg}$ de materia seca) en relación con A_w , o esencialmente la humedad relativa del aire ambiente que rodea el alimento al alcanzar el equilibrio, a una

temperatura constante. Un estado en el que un alimento está en armonía con su entorno se alcanza cuando la pérdida de humedad del producto al ambiente coincide con la absorción de humedad por el producto de dicho entorno. El nivel de humedad del producto en la atmósfera ambiente durante esta fase de equilibrio se denomina «contenido de humedad de equilibrio» o «humedad higroscópica» (Taype-Landeo et al., 2022).

1.6. Deshidratación

El secado o deshidratación se refiere al proceso de eliminar la humedad presente en un producto alimenticio. La principal razón para deshidratar alimentos es prolongar su vida útil, ya que al reducir la (a_w) a niveles muy bajos, se inhibe el crecimiento de microorganismos. Otras ventajas son la reducción del peso y volumen de los alimentos, lo que facilita su transporte al abaratar los costos. La deshidratación implica eliminar casi por completo el agua contenida en los alimentos, bajo condiciones controladas que minimicen cambios indeseados en sus propiedades originales. Un criterio clave para juzgar la calidad de los alimentos deshidratados es que, al rehidratarlos agregando agua, sean muy similares o prácticamente indistinguibles del alimento fresco inicial del que provienen. En el secado de productos alimenticios, el reto tecnológico es significativo, ya que alcanzar rangos bajos de humedad, necesarios para máxima estabilidad del producto, no es sencillo sin ocasionar modificaciones importantes en la matriz alimentaria. Obtener la mínima alteración posible de las características del alimento original es un desafío (Barbosa-Canovas et al., 2007; Fennema, 2019).

1.6.1. Teorías de la Deshidratación

El deshidratado-secado representa una técnica antigua y eficaces para la conservación de los alimentos. A lo largo de los años, se han formulado numerosas hipótesis para dilucidar los principios y mecanismos fundamentales en los que se basa este procedimiento. Estas hipótesis

desempeñan un rol fundamental a la hora de comprender, pronosticar y mejorar la deshidratación, garantizando así la adquisición de productos de altísima calidad con una vida útil muy prolongada.

La teoría sobre la transferir masa y calor se concentra en los fenómenos del transporte durante la deshidratación. Este proceso abarca el movimiento simultáneo de masa (que implica la migración del agua de la parte interior del producto al exterior) y calor (esencial para la evaporación del agua). Diversos factores (temperatura-humedad relativa-velocidad del aire-características de los alimentos), influyen en estas transferencias. La teoría de la transferencia de masa y calor facilita la predicción y el modelado de las velocidades de secado, lo cual es esencial para la optimizar el procedimiento y la producción de artículos que posean los atributos deseados. Además, genera bases para diseñar y la elección de los aparatos de deshidratación. (Labuza & Altunakar, 2008; Ibarz & Barbosa, 2005).

La teoría de la (A_w) constituye un concepto útil en la deshidratación de los alimentos. Define la correlación entre la presión de vapor de agua en los alimentos y la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. La (A_w) rige la accesibilidad del agua para las reacciones tipo químicas, bioquímicas y la proliferación microbiana. La teoría de la actividad del agua afirma que al disminuir el A_w por debajo de determinados umbrales críticos, se impide la proliferación de microorganismos y se posponen los procesos de malograrse y deteriorarse, alargando así la vida útil de los productos alimenticios. Esta teoría es crucial para establecer los objetivos de deshidratación y prever la estabilidad del producto. (Fennema, 2019).

La transición vítrea denota una transformación en el estado físico de los componentes amorfos de los alimentos, como los carbohidratos y las proteínas. Durante la deshidratación, estos componentes pueden pasar de un estado viscoso o pegajoso a un estado sólido vítreo o amorfo. La teoría de la transición vítrea postula que la durabilidad de los alimentos deshidratados está

vinculada al establecimiento de una estructura vítrea, en la que las reacciones de deterioro se reducen notablemente. Esta teoría ayuda a comprender las alteraciones estructurales y texturales que se producen durante la deshidratación, así como a optimizar las condiciones para obtener productos estables y de calidad superior. (Barbosa-Canovas et al, 2007; Badui, 2009).

Estas teorías, junto con los conocimientos sobre sus propiedades de los alimentos y el progreso tecnológico, han contribuido a mejorar la eficiencia-gestión-eficacia de los procedimientos de deshidratación. También, persisten los desafíos y las perspectivas de profundizar en la comprensión teórica y la implementación práctica de la deshidratación alimentaria.

1.6.2. Transferir Calor y Masa

La transferencia del vector calor y masa desempeña un papel fundamental en el ámbito de los procesos de procesamiento, conservación y almacenamiento de productos alimenticios. Estos procesos abarcan la transferencia de calor, energía, agua y diversos compuestos dentro de los alimentos y entre los alimentos y su entorno.

La transmisión del calor se produce a través de tres de: conducción, convección y radiación. La conducción denota el flujo de energía térmica desde una región de temperatura más alta a una región de temperatura más baja dentro de un medio, como lo ejemplifica el calentamiento de los alimentos en un horno. La convección implica el movimiento de moléculas frías y calientes dentro de un medio fluido, como en el caso de hervir agua o enfriar alimentos en un baño de agua. Por el contrario, la radiación implica la transferir energía térmica con ondas electro-magnéticas, como la emisión de energía infrarroja de un horno o la luz solar que calienta los alimentos (Singh & Arnab, 2009).

Por el contrario, transferir masa se refiere a la migración-movimiento de partículas de agua, gases o sólidos dentro de los alimentos o entre los alimentos y su entorno. Este fenómeno es importante en varios procesos, como el secado, la deshidratación osmótica, la absorción de porción húmeda y la pérdida de agua en el almacenamiento (Yogesh, 2003). La interconexión entre ambas transferencias en el contexto de los alimentos es evidente, ya que el movimiento del agua y otros compuestos puede afectar a la transferencia del vector calor y viceversa. Por ejemplo, en el proceso de secado de los alimentos, la evaporación del agua implica la transferencia de masa, acompañada de un efecto refrescante en el producto debido a la energía requerida para la vaporización del agua (Ibarz & Barbosa, 2005).

La comprensión y la gestión de estos fenómenos son imprescindibles en la industria alimentaria para asegurar la calidad-seguridad-estabilidad de los productos. Por ejemplo, en los tratamientos térmicos como la pasteurización o la esterilización, garantizar una transferencia de calor adecuada es crucial para desactivar eficazmente los microorganismos y enzimas dañinos y, al mismo tiempo, minimizar la degradación de los nutrientes y las alteraciones sensoriales (Singh & Arnab, Thermal properties of Frozen Foods, 2009).

En el contexto del secado de alimentos, la regulación de la transferencia de masa es indispensable para lograr el contenido de humedad deseado en el producto y preservar su calidad. Además, en el envasado y almacenamiento de alimentos, la transferencia de masa puede influir en la vida útil y la estabilidad del producto, por lo que es preciso acciones para regular la permeabilidad de los envases y las condiciones de almacenamiento (Yogesh, 2003)..En esencia, transferir calor y masa son procesos fundamentales en la preparación, conservación y almacenamiento de los alimentos. Comprender y supervisar estos procesos es vital para garantizar

la calidad-seguridad-estabilidad de los productos alimenticios. (Berk, 2018; Singh & Heldman, 2014)

1.6.3. Formas de Transferencia de Calor

La convección, como lo describe Berk (2018), abarca el movimiento de las partículas calientes en un fluido (líquido o gas), lo que facilita la transferencia de calor de estas moléculas a las más frías. Este mecanismo se clasifica en convección natural, impulsada por variaciones de densidad debidas a discrepancias de temperatura, y convección forzada, en la que fuerzas externas, como ventiladores o bombas, inducen el movimiento del fluido. La convección es vital en procedimientos como hervir, freír y enfriar los alimentos en agua o baños de aire.

La radiación, como explican Singh y Heldman (2014), implica la transmisión de calor a través de ondas electro-magnéticas (luz visible-rayos infrarrojos-rayos ultravioletas), la radiación no depende de un medio material para extenderse, lo que permite que se produzca incluso en el vacío. La radiación es crucial en actividades como la cocción con infrarrojos, el secado solar y la conservación de los alimentos mediante radiación ultravioleta o ionizante.

Estos tres mecanismos de transferencia de calor suelen funcionar simultáneamente durante los procesos agro-alimentarios y de manufactura de alimentos, Por ejemplo, al hornear pan, la conducción transfiere el calor de las paredes del horno a la superficie del pan, la convección transfiere el calor del aire caliente a la superficie del pan y la radiación de las paredes del horno también contribuye a calentar la superficie del pan. La gestión eficaz de la transferencia de calor es esencial para lograr los valores de atributos sensoriales, de calidad y de seguridad deseados en los alimentos. Una transferencia de calor inadecuada puede provocar una cocción insuficiente, mientras que una exposición excesiva al calor puede provocar quemaduras, desnaturalización de las proteínas y pérdida de nutrientes (Berk, 2018).

1.6.4. Velocidad de Secado

El secado se considera uno de los métodos más antiguos y comúnmente utilizados para la conservación de alimentos. El proceso implica la eliminación del agua de los alimentos, lo que lleva a una disminución significativa de la actividad del agua, lo que evita el crecimiento microbiano y el deterioro. Un factor esencial en este proceso es la velocidad a la que se produce el secado, ya que afecta a la eficiencia energética, la calidad del producto final y la duración del procesamiento. El término «velocidad de secado» se refiere a la velocidad a la que el agua se evapora de los alimentos durante la fase de secado. Esta velocidad varía según las diferentes etapas del procedimiento, que se pueden clasificar en tres fases principales. Inicialmente, la fase de velocidad de secado constante ocurre cuando la superficie del alimento está saturada con agua libre, y la velocidad de secado se mantiene estable, influenciada principalmente por factores externos como la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del aire en el entorno de secado. En esta etapa se alcanza la velocidad máxima de evaporación del agua. Posteriormente, se produce una fase de disminución de la velocidad de secado a medida que la superficie del alimento se seca gradualmente, lo que provoca una disminución de la velocidad de secado. En este caso, el movimiento de la humedad desde el interior del alimento hasta su superficie se convierte en el aspecto limitante, ya que la velocidad de secado depende cada vez más de las propiedades inherentes del alimento, como la estructura y la composición. Por último, se produce la fase de velocidad de secado muy gradual, en la que se elimina la mayor parte del agua libre, lo que resulta en un proceso de secado extremadamente lento. La reducción de la velocidad de secado es significativa debido al limitado movimiento del agua acumulada, retenida herméticamente por los componentes de los alimentos. La velocidad de secado tiene un impacto significativo en la calidad del producto final. El secado rápido puede producir una superficie rígida y formar una «costra»

que impide la eliminación del agua del interior del alimento. Por el contrario, un secado excesivamente lento prolonga el tiempo de procesamiento, aumenta el consumo de energía y fomenta el crecimiento microbiano y el deterioro. Numerosos factores influyen en la velocidad de secado, como la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del aire, las dimensiones, la configuración y la composición de los alimentos. Por lo tanto, regular y mejorar estos factores es crucial para lograr una velocidad de secado adecuada y garantizar la calidad, la eficiencia y la seguridad del producto final (Ibarz y Barbosa, 2005). En el campo de la agroindustria, existen varios métodos de secado, como el secado con aire caliente, la liofilización, el secado por microondas y el secado por pulverización. Cada técnica posee características distintas que pueden afectar de manera diferente a la velocidad de secado y a los atributos del producto final (Labuza y Altunakar, 2008).

1.6.5. Periodos de Secado

Deshidratar alimentos implica la eliminación de la humedad que se encuentra en el producto. A lo largo de este proceso, se pueden identificar distintas etapas o fases, cada una caracterizada por atributos específicos y elementos influyentes. (Ibarz & Barbosa, 2005; Barbosa-Canovas et al., 2007; Labuza & Altunakar, 2008).

- a) Período de velocidad de secado constante.** Durante la fase inicial, la superficie del alimento está saturada de humedad libre. La tasa de deshidratación se mantiene constante y alcanza su punto máximo, influida principalmente por factores externos del entorno de secado (temperatura-humedad relativa-velocidad del flujo de aire). En este punto, la evaporación del agua se produce a un ritmo óptimo debido a la abundante humedad de la superficie. El mecanismo principal consiste en el transferir calor al alimento para contribuir

al evaporar la humedad de la superficie, manteniendo así una temperatura relativamente estable dentro del producto.

- b) Período de velocidad de secado decreciente.** A medida que avanza el proceso de secado, la superficie del alimento comienza a desecarse, lo que lleva a una reducción gradual de la velocidad de secado. Dentro de esta fase, se pueden identificar dos subetapas distintas: Fase inicial de disminución de la velocidad de secado: Durante este período, el movimiento de la humedad del interior del alimento a la superficie se convierte en el factor limitante. La velocidad de secado depende cada vez más de las características inherentes del alimento, que abarcan su estructura y composición. Fase posterior de disminución de la velocidad de secado: en este subperíodo, se ha eliminado una parte importante de la humedad libre, lo que se traduce en una velocidad de secado extremadamente lenta. La movilidad reducida de la humedad residual, fuertemente unida a los componentes de los alimentos, desacelera considerablemente el proceso de secado.
- c) Fase de secado prolongada.** Este segmento final del proceso de deshidratación significa la eliminación de la mayor parte de la humedad. La velocidad de secado se desacelera significativamente, debido principalmente a la difusión de la humedad residual a través de la estructura sólida del alimento. En esta fase, eliminar la humedad restante puede plantear desafíos, ya que se requieren condiciones de secado más rigurosas, como temperaturas elevadas o períodos de secado prolongados. No obstante, estas condiciones intensificadas pueden afectar negativamente a la calidad del producto final, incluida (textura-color-contenido nutricional).

Es imperativo reconocer que las transiciones entre estas etapas son graduales y no abruptas. Además, la duración de cada período está dada factores (tipo de alimento-, la composición, el tamaño, la forma y los parámetros de secado específicos empleados.

1.6.6. Coeficiente de Difusividad Térmica

La difusividad térmica, expresado como una relación fisico-matemática es un parámetro fundamental en el ámbito de los estudios de transferencia de calor, atrae una atención considerable en la industria alimentaria debido a su impacto directo en varios procedimientos culinarios y de conservación. Esta propiedad física define la manera en que el calor se propaga a través de una sustancia, lo que determina el ritmo de dichos intercambios térmicos. En la agroindustria, la difusividad térmica ejerce una influencia notable sobre aspectos fundamentales como la velocidad de congelación, cocción y desecación de los comestibles. La comprensión profunda y la cuantificación precisa del coeficiente de difusividad térmica son requisitos imprescindibles para la conceptualización y la mejora efectiva de las operaciones térmicas en el sector alimentario. Por ejemplo, en el ámbito de los productos alimenticios congelados, un conocimiento profundo de la difusividad térmica ayuda a la selección de las técnicas de congelación adecuadas y a la determinación de los tiempos de procesamiento óptimos necesarios para mantener la integridad del producto final. Del mismo modo, en el ámbito gastronómico, una comprensión matizada de las variaciones de difusividad térmica entre las distintas entidades alimentarias puede garantizar la dispersión uniforme del calor, evitando así situaciones de cocción excesiva o insuficiente. Los avances logrados en la medición y la comprensión de la difusividad térmica han propiciado mejoras notables en las técnicas de producción de los productos alimenticios, que han culminado en una mejora (eficiencia-calidad-seguridad) en todas las fases de manipulación y conservación de los alimentos. La exploración persistente en este ámbito sigue siendo indispensable para el

perfeccionamiento continuo de los procesos, garantizando así la entrega a los consumidores de alimentos seguros y de primera calidad. (Alvis, Caicedo, & Peña, 2012; Arias, Perea, & Zapata, 2017; Heldman., 1998)

El parámetro termo físico denominado coeficiente de difusividad térmica (α) está definido como la relación directamente proporcional a la conductividad térmica (k) y la relación inversamente proporcional al valor de la capacidad térmica volumétrica (ρc_p) del material (Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015; Barbosa-Canovas, Fontana, Schmidt, & Labuza, 2007).

$$\alpha = \frac{K}{(\rho C_p)} \quad (1)$$

Donde:

α : Coeficiente de difusividad térmica, expresado en (m²/s)

k : Conductividad-térmica (W/m. °K)

ρ : Densidad (kg/m³)

C_p : Calor específico, expresado en (J/kg. °K)

Esta propiedad y su valor es determinante para predecir y simular una velocidad o tasa de propagación del calor que ocurre dentro de un material y tiene su gobierno y vigencia desde la ecuación genérica de transferencia de calor por conducción (Crank, 1975; Peleg, 1983; Ibarz & Barbosa, 2005; Singh & Heldman, 2014; Torres, Gallo, & Acevedo, 2016), como se expresa en la siguiente ecuación.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (2)$$

Para la determinación del cálculo numérica se utilizan las dimensiones y las unidades: de Temperatura, T en (grados centígrados o grados kelvin), el tiempo “t”(segundos), el ∇^2 : Operador laplaciano. Para determinar o hallar el valor de la Difusividad Térmica (α), se tienen distintas

metodologías para obtener dicho valor algunos expresados en experiencias muy directas y otros en modelos de correlaciones e incluso en comparaciones y analogías: entre los que desarrollan las metodologías experimentales en las cuales se implican mediciones de la temperatura en función de la temporalidad (tiempo) y luego un ajuste de la información (datos) a ciertos modelos matemáticos basados en la ecuación de conducción de calor (Riadh et al., 2015; Vidaurre-Ruiz & Castañeda-Muñoz, 2014; Taïpe, 2016; Alvis, Cortes, & Paez, 2009) y otros. En cuanto a las metodologías analíticas, estas tienen su fundamento en la resolución (soluciones numéricas) de la ecuación genérica de la conducción de calor para formas geométricas y condiciones de contorno regulares y específicas (Crank, 1975; Singh & Arnab, 2009; Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015) y otros. En cambio, las metodologías empíricas se basan en la utilización de correlaciones y modelos basados en datos experimentales previos para estimar y calcular la difusividad térmica (Maroulis et al., 1997; Alvez, Cortez, & Paez, 2009; Ayadi, Makni, & Attia, 2009; Erdogdu, 2008), esta propiedad depende de factores como la (composición química-estructura física-temperatura-contenido de humedad) y otros (Singh y Heldman, 2014). Por ejemplo, los alimentos que se caracterizan por altos niveles de agua y una baja porosidad suelen presentar una mayor difusividad térmica, mientras que los que son ricos en grasas y poseen estructuras porosas tienden a tener una difusividad térmica más baja. Obtener dicho coeficiente tiene importantes y necesarias aplicaciones en la agro-industria, como el usado para comprender la difusividad térmica es crucial para planificar y mejorar eficazmente los diferentes procesos térmicos dentro de la industria alimentaria, como:

- Congelación y descongelación de productos alimenticios (Ibarz & Barbosa, 2005)
- Procedimientos de cocción y horneado (Barbosa-Canovas, Fontana, Schmidt, & Labuza, 2007)

- Técnicas de secado y deshidratación (Taípe, 2016)
- Métodos de pasteurización y esterilización (Singh & Heldman, 2014)

Al captar y simular exhaustivamente la difusividad térmica, resulta posible anticipar las distribuciones de temperatura, la duración del procesamiento y los mecanismos de transferencia de calor, expresado en eficiencia energética, la calidad del producto y la seguridad alimentaria.

1.6.7. Transferencia Másica al Deshidratar

El deshidratado es importante e útil en la industria, agro-alimentaria, ya que accede a permitir prolongar o alargar la vida útil, basado en la minimización de su contenido de agua (humedad), cuando ocurre esta operación el agua se transfiere desde el interior del producto hacia la superficie (interna hacia el externo), para posteriormente evaporarse. El coeficiente de transferencia de masa (variable termofísicas), desempeña un papel fundamental para la predicción, evaluación y el control del secado, ya que describe (informa y comunica) la velocidad o la razón de cambio a la cual se produce esta transferencia de agua.

Fundamentos de la Transferir Masa

Al transferir masa de una sustancia de alta concentración a una de baja concentración, significando la transferencia de diferencial de concentraciones (Ibarz & Barbosa, 2005). Durante la deshidratación ósea el secado, el agua se mueve desde el interior del alimento (tejidos interiores), donde hay una alta concentración, hacia la superficie y finalmente al aire circundante, donde la concentración es menor.

Un modelo en la transferencia de masa durante el secado está en analogía a la de la “Ley de Newton del Enfriamiento”, que menciona la relación establecida: “que el flujo de masa está en proporción a la diferencia de concentraciones” (Cengel & Ghajar, 2015), en la que expone:

$$NA = kc A (CA,s - CA,\infty) \quad (3)$$

Donde:

NA : Flujo masico del componente A (kg/s)

kc : Coeficiente-transfer-masa (m/s)

A : Superficie-transfer-masa (m²)

CA,s : Concentración del componente A en la superficie (kg/m³)

CA,∞ : Concentración del componente A en el seno del fluido (kg/m³)

(kc) que es la relación de traspaso de material durante el secado es una medida de la resistencia (oposición) al transporte libre de la masa entre la superficie del alimento y el aire circundante, en términos cuantitativos un valor elevado de kc nos muestra e indica que existe una mayor tasa de transferencia de masa y, por consiguiente, se tiene una deshidratación y secado más continuo constante a acelerado (rápido).

La cuantificación del coeficiente de transferencia de masa depende de varios factores, que abarcan la configuración geométrica del producto alimenticio, la velocidad del aire, el gradiente de temperatura, la humedad y las características del aire y los alimentos (Mujumdar, 2014).

La determinación del coeficiente de transferencia de masa implica múltiples enfoques, como técnicas experimentales que miden la pérdida de humedad y ajustan los datos a los modelos (Crank, 1975), correlaciones empíricas que utilizan datos experimentales y análisis dimensionales (Choi et al., 2021; Ibarz y Barbosa, 2005) y simulaciones numéricas que emplean dinámica de fluidos computacional (CFD) para calcular el coeficiente (Defraeye, 2014).

Comprender la propiedad termofísicas del coeficiente de transferencia de masa es esencial para el diseño de equipos, la creación de prototipos y la optimización de procesos en aplicaciones de deshidratación y secado. Actúa como un indicador predictivo de la velocidad, el tiempo y el

consumo de energía de secado, lo que mejora la eficiencia y reduce los costos (Mujumdar, 2014). Además, ayuda a garantizar el contenido de humedad deseado para el control de calidad del producto final.

1.7. Secado con Energía Solar.

El secado mediante radiación solar es una de las técnicas más antiguas y rentables para la conservación de alimentos. Este método aprovecha la energía solar natural para deshidratar los alimentos, prolongando así su vida útil y simplificando su almacenamiento. La sección siguiente ofrece una visión general compleja del secado solar, que abarca sus principios, variedades, beneficios y obstáculos fundamentales. (Vega-Gálvez et al., 2012; Heldman., 1998; Peleg, 1983; Singh & Heldman, 2014).

- a) Conceptos fundamentales del secado solar.** La utilización de la radiación solar para el secado se basa en el principio de la transferencia de calor a través de la radiación de la energía solar a los materiales alimenticios. La radiación solar que incide en la superficie del producto desencadena el proceso de evaporación del agua. Este mecanismo comprende los siguientes fenómenos:
- Absorción de la radiación solar por los alimentos.
 - Propagación del calor desde la superficie hacia el interior del producto.
 - Migración del agua del interior a la superficie.
 - Evaporación posterior del agua de la superficie.
- b. Categorías de secadores solares.** Existen diversos secadores solares, cada uno diseñado de forma única para mejorar la eficiencia del proceso de secado. Entre los tipos prevalentes se encuentran:

- Secadores solares directos: exponen los productos directamente a la radiación solar, normalmente en bandejas o estantes.
 - Secadores solares indirectos: utilizan la circulación del aire a través de un colector solar para precalentarlos antes del contacto con los alimentos.
 - Secadores solares mixtos: integren la exposición directa a la radiación solar con el calentamiento del aire mediante un colector solar.
- c. **Ventajas del secado solar.** El secado solar cuenta con numerosas ventajas sustanciales, que incluyen: Económico: aprovechar una fuente de energía renovable y gratuita reduce los gastos operativos.
- Sostenibilidad ambiental: ausencia de emisiones contaminantes o residuos dañinos para el medio ambiente.
 - Conservación nutricional: se minimiza la degradación de los nutrientes y los compuestos bioactivos a través de temperaturas moderadas.
 - Atributos sensoriales mejorados: acentúan los sabores y aromas naturales de los productos alimenticios.
- d. **Obstáculos y restricciones.** A pesar de sus múltiples beneficios, el secado solar enfrenta ciertos desafíos y limitaciones:
- Dependencia del clima: la ubicación geográfica y las condiciones climáticas influyen en la disponibilidad e intensidad de la radiación solar.
 - Duración prolongada del secado: proceso relativamente lento en comparación con las técnicas de secado alternativas, lo que puede afectar a la productividad.
 - Riesgos de contaminación: la exposición al aire ambiente puede provocar la contaminación por polvo, insectos o microorganismos.

- Regulación limitada del proceso: desafíos para controlar con precisión los niveles de temperatura y humedad durante el proceso de secado.
- e. **Usos e instancias.** El secado a base de radiación solar tiene amplias aplicaciones en todo el mundo para conservar diversos alimentos, como frutas, verduras, hierbas, cereales y pescado. Los ejemplos ilustrativos abarcan el secado de tomates, pasas, hierbas, maíz y carne seca.

1.8. Pastas Alimenticias

La pasta alimenticia, comúnmente conocida como «pasta», es un alimento fundamental y adaptable presente en varias tradiciones gastronómicas a nivel mundial. Elaboradas principalmente a partir de sémola de trigo duro, estas masas sin levadura y moldeadas (formas- tamaños), son emblema de la cocina italiana y mediterránea, a pesar de que su consumo está muy extendido (Padalino et al., 2021).

La pasta proporciona carbohidratos complejos, proteínas de origen vegetal y fibra dietética, lo que la convierte en una opción alimenticia nutritiva y saciante. Nivel proteico en el rango de 10 y el 15%, según el tipo de pasta y su fortificación (Giuberti, Fortunati, Gallo, & Marti, 2022). Además, la pasta creada con sémola de trigo duro contiene elementos antioxidantes como los carotenoides, especialmente la luteína y la zeaxantina, que podrían mejorar la salud ocular (Padalino et al., 2021). Existe una multitud de variedades de pasta, que se distinguen por su estructura, dimensiones, composición y metodologías de fabricación. La pasta seca, producida a partir de sémola de trigo duro, harina de trigo refinada y agua, se destaca como el tipo más comercializado y se mantiene estable durante el almacenamiento. Por el contrario, la pasta fresca como los fideos o los ravioles, preparada con harina de trigo refinada y huevo, necesita refrigeración (Gürsoy & Liua, 2021). El proceso de fabricación de pasta seca abarca varias etapas,

que incluyen la mezcla, la extrusión, el secado y el envasado. El secado representa una fase fundamental, que determina la consistencia y la calidad de cocción de la pasta. Durante este proceso, los niveles de humedad disminuyen hasta situarse por debajo del 12,5%, lo que garantiza una vida útil prolongada (Mancini et al., 2020).

El acto de cocinar la pasta es un procedimiento fundamental que afecta sus atributos sensoriales y nutricionales. Durante la cocción, la pasta absorbe agua y sufre una secuencia de alteraciones estructurales y químicas. La gelatinización de los glóbulos de almidón y la desnaturalización de las proteínas influyen en la textura final de la pasta cocida (Marti, Mazzucchelli, Gallo, & Pagani, 2022). Además, la cocción puede influir en la disponibilidad de ciertos componentes bioactivos, como los carotenoides (Padalino et al., 2021). En respuesta a la demanda de alternativas alimentarias más saludables y sostenibles, la industria de la pasta ha sido testigo de numerosos avances. Se han introducido variedades de pasta enriquecidas con proteínas, fibras y compuestos bioactivos de origen vegetal, incluidas las que incorporan harina de leguminosas, cereales integrales o subproductos agroindustriales (Gürsoy & Liua, 2021). Además, se han explorado metodologías de producción respetuosas con el medio ambiente, como el uso de fuentes energéticas renovables y la minimización de los residuos (Mancini et al., 2020).

En conclusión, la pasta se presenta como una opción alimenticia versátil, nutritiva y aceptada a nivel mundial. Gracias a los avances en investigación e innovación, esta comida tradicional se ha revitalizado para alinearla con las preferencias y los requisitos de los consumidores contemporáneos, conservando al mismo tiempo su esencia deliciosa y conveniente.

1.9. Sopas Instantáneas

Las sopas instantáneas, conocidas por su conveniencia y practicidad, se han vuelto cada vez más populares en la acelerada sociedad actual, ya que satisfacen las necesidades de los

consumidores ocupados. Estas sopas, ya sean deshidratadas o precocinadas, ofrecen una solución rápida y sabrosa a las necesidades dietéticas en un entorno agitado. La definición de sopas instantáneas abarca su condición de alimentos listos para el consumo y solo requieren la adición de agua caliente o líquido para su preparación (Tamang & Kailasapathy, 2022). Estas sopas constan de varios componentes deshidratados, como pasta, verduras, especias, condimentos y aditivos como conservantes y potenciadores del sabor (Shaheen, Azam, & Ahmad, 2020).

El proceso de fabricación de las sopas instantáneas implica varias fases: la preparación inicial de los ingredientes, los métodos de deshidratación, como el deshidratar con flujo aire-caliente o la liofilización, para eliminar el contenido de agua, y la fusión de los componentes deshidratados en proporciones específicas antes de envasarlos en recipientes sellados, como bolsitas o tazas de poliestireno o polipropileno (Choi, Park, & Byun, 2021). Las sopas instantáneas brindan numerosos beneficios a los consumidores contemporáneos, incluida su facilidad de preparación, ideal para quienes tienen poco tiempo y una experiencia culinaria mínima (Tamang y Kailasapathy, 2022). Además, su empaque liviano y portátil permite consumirlo cómodamente mientras viaja (Choi et al., 2021), mientras que el proceso de deshidratación garantiza una vida útil más prolongada en comparación con las sopas frescas (Negi, Kaur, & Chopra, 2022), y ofrece una amplia gama de sabores y estilos culinarios para satisfacer diversas preferencias (Shaheen et al., 2020).

A pesar de sus ventajas, las sopas instantáneas se enfrentan a desafíos y tendencias cambiantes, en particular las preocupaciones relacionadas con el contenido nutricional, ya que algunas variedades contienen niveles elevados de sodio, grasas saturadas y aditivos, ocasionando incremento de la demanda de alternativas más saludables (Choi et al., 2021). Los problemas ambientales también surgen del uso de envases de plástico y aluminio, lo que impulsa la búsqueda

de materiales más sostenibles (Negi et al., 2022), junto con las innovaciones continuas en ingredientes como aditivos funcionales y proteínas vegetales para mejorar el perfil nutricional de las sopas instantáneas (Shaheen et al., 2020). En conclusión, si bien las sopas instantáneas se han ganado el favor debido a su conveniencia y funcionalidad, tropiezan con obstáculos relacionados con los estándares nutricionales y el trato medioambiental. La industria responde activamente a estos desafíos mediante la exploración de soluciones de envasado más ecológicas y la incorporación de ingredientes más respetuosos con el medio ambiente.

1.10. Empaques para Sopas Instantáneas

El objetivo principal del envasado es proteger el producto alimenticio contra cualquier forma de deterioro, ya sea de naturaleza química, microbiológica, biológica o física. Dos factores clave que pueden provocar el deterioro de los alimentos envasados son las temperaturas elevadas y la alta humedad relativa. Estas condiciones promueven reacciones químicas desfavorables y la proliferación de microorganismos e insectos (Ibarz y Barbosa, 2005). Entre los requisitos y funciones esenciales que deben cumplir los envases de alimentos se encuentran: carecer de sustancias nocivas, ser compatibles con los productos alimenticios, garantizar la seguridad sanitaria, evitar la pérdida o el aumento de humedad y grasa, impedir la transferencia de gases y olores, proteger de la luz, resistir los impactos, ser transparentes, a prueba de manipulaciones, fáciles de abrir, tener el tamaño, la forma y el peso adecuados y ser rentables (Badui, 2009).

Las películas o envoltorios de plástico presentan numerosos beneficios para el envasado de alimentos. Presentan una resistencia excepcional al agua, permiten la visibilidad del contenido, poseen durabilidad y se pueden adquirir con diferentes niveles de permeabilidad según sea necesario. Una de las películas plásticas más utilizadas es el polietileno de alta densidad, conocido por ser dos o tres veces más impermeable al vapor de agua, los gases y los olores en comparación

con el polietileno de baja densidad, además de ofrecer una mayor resistencia a la tracción. Es rígido, con un punto de reblandecimiento que supera el punto de ebullición del agua, lo que permite la esterilización mediante vapor sin distorsión. Debido a su elevado punto de reblandecimiento y a sus excelentes propiedades de impermeabilidad, el polietileno de alta densidad se emplea ampliamente en el envasado de comidas precocidas que deben calentarse dentro del recipiente antes de consumirlas (Fennema, 2019).

1.11. Análisis y Evaluación Sensorial

Conforme a (Arancibia, Zhong, & Barbosa-Cánovas, 2022; Kemp, Hollowood, & Hort, 2018; Lawless & Heymann, 2010; Meilgaard, Civille, & Carr, 2016; Szczesniak, 2002), exponen que el análisis sensorial de alimentos, un campo científico fundamental, se dedica al estudio de cómo percibimos los alimentos a través de nuestros sentidos (vista-olfato-gusto-tacto-oído). Este enfoque es crucial para diversas áreas, desde el desarrollo inicial de productos hasta su llegada al mercado y su aceptación por parte de los consumidores. Los atributos sensoriales de los alimentos se pueden clasificar en tres categorías principales: apariencia, aroma, sabor, y textura. Estos aspectos no solo influyen en la experiencia sensorial del consumidor, sino que también juegan un papel clave en la calidad y facultad de aceptar un producto.

Para evaluar estos atributos, se utilizan métodos analíticos y afectivos. Los métodos analíticos implican describir y cuantificar los atributos tipo sensitivos por el panel de evaluadores capacitados, mientras que los métodos afectivos miden la preferencia o aceptación de los consumidores hacia un producto específico. Los paneles de evaluación sensorial están formados por dos tipos principales de evaluadores: los jueces entrenados, que poseen habilidades

especializadas en la evaluación sensorial, y los consumidores, quienes representan al público objetivo del producto.

El análisis sensorial desempeña un papel crucial en la industria agro-alimentaria, desde el desarrollo de nuevos productos hasta el control de calidad y la mejora de los productos existentes. Sin embargo, enfrenta desafíos como la variabilidad en la percepción humana y la influencia de factores culturales en las preferencias alimentarias. A pesar de estos desafíos, se están adoptando nuevas tendencias en el análisis sensorial, como usar técnicas instrumentales y el aprovechamiento de la (ia, inteligente artificial) para prever la aceptación del consumidor. En resumen, el análisis sensorial proporciona información vital para la industria alimentaria, contribuyendo al éxito y la satisfacción del consumidor.

1.12. Transferir Calor en el Secado

Cuando se cocinan los alimentos, el proceso implica un aumento gradual de la temperatura mediante la aplicación de fuentes de calor (como aire, agua u otros fluidos) durante un período específico. Esto provoca alteraciones en la composición interna de los alimentos, lo que resulta en una mejora de los atributos sensoriales que los hacen más sabrosos y atractivos (Siripon et al., 2007; Palermo et al., 2014). El proceso de cocción está influenciado por varios factores exclusivos de cada tipo de alimento, como las tasas de transferencia de calor, los niveles de hidratación, la porosidad, el tamaño y la composición química (Ayadi et al., 2009; Carciofi et al., 2002). Se reconoce ampliamente que la cocción elimina eficazmente las toxinas y los microorganismos dañinos presentes en los alimentos crudos, lo que destaca la importancia fundamental de controlar la transferencia de calor (Murador et al., 2016). Durante la cocción, los productos con almidón, como el maíz, sufren cambios, como la descomposición de las microestructuras, la gelatinización del almidón y el aumento de la digestibilidad (Iborra-Bernad et al., 2014). Comprender las

propiedades de transferencia de calor es esencial para describir el proceso de cocción, ya que permite optimizar el uso de energía y mejorar la eficiencia de los equipos para garantizar la calidad de los alimentos (Alvis et al., 2015, 2009, 2012; Kanjanapongkul, 2017). Parámetros como el calor específico, la conductividad y la difusividad térmica, que están relacionados con la densidad, la estructura y la composición, desempeñan un papel crucial en el proceso de cocción (Budzaki y Segura, 2005; Vélez-Ruis y Sosa-Morales, 2003). La transferencia de calor en la cocción se produce principalmente por conducción y convección: la conducción implica la transferencia de calor dentro del material alimenticio en función de sus propiedades térmicas, y la convección implica el intercambio de calor entre el alimento y el medio de cocción en su interfaz. La duración de la cocción es un factor clave en procesos como la fritura, en el que influyen factores como el contenido de humedad, el tamaño de las partículas y la temperatura (Rouzaud, 1993).

La importancia de regular la duración de la permanencia del alimento en el medio de cocción está estrechamente relacionada con el inicio de una respuesta de degradación en el alimento. La intensidad del tratamiento térmico realizado y las circunstancias en las que se lleva a cabo son factores que determinan las posibles alteraciones en el proceso de preparación de los alimentos (Ateba y G., 1994), que se clasifican en dos categorías de ajustes:

Alteraciones físicas que pueden notarse visiblemente, como el aspecto estético, las cualidades táctiles, como la consistencia del objeto, con importantes consecuencias visuales, olfativas y gustativas. Alteraciones químicas que implican cambios internos que no son fácilmente detectables a simple vista y que afectan a la microestructura molecular de la sustancia alimentaria en lo que respecta a su contenido nutricional y a su seguridad microbiológica, en particular en relación con sus atributos sensoriales.

1.13. Razón de Difusión Térmica.

La difusividad térmica, como característica fundamental, se refiere a la medición de la difusión del calor dentro de una sustancia (como un alimento) durante el proceso de calentamiento o enfriamiento dentro de un período de tiempo específico. Se expresa matemáticamente como la relación entre la conductividad térmica y el producto de la densidad y el calor específico, lo que representa una interconexión con los componentes estructurales del alimento (Ibarz y Barbosa, 2005). La importancia de la difusividad térmica surge sobre todo cuando el calor se transfiere por conducción en lugar de por convección. Está estrechamente vinculada a la conductividad térmica, la densidad y el calor específico del material, lo que determina la velocidad de transmisión del calor dentro del producto alimenticio (Ibarz y Barbosa, 2005). Los valores de difusividad térmica asignados a varios productos alimenticios suelen estar dentro de un rango predefinido de 1 a $2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ y muestran una correlación directa con las variaciones de temperatura (Peleg, 1983).

1.14. Razón de Transferencia de Masa

El análisis del intercambio térmico en condiciones transitorias es relevante debido a su presencia en numerosos procesos industriales que involucran calentamiento o enfriamiento. En la industria alimentaria, es necesario predecir las tasas de calentamiento y enfriamiento de productos con diversas geometrías para estimar los tiempos requeridos para alcanzar ciertas temperaturas. Esto es particularmente importante en procesos como el enlatado, donde los alimentos se calientan mediante inmersión en vapor o se enfrían sumergiéndolos en agua fría (Geankoplis, 2006). La conducción térmica en régimen transitorio ocurre cuando la temperatura varía con el tiempo durante la operación, lo que permite determinar la difusividad térmica (Vidaurre-Ruiz & Castañeda-Muñoz, 2014).

Para determinar experimentalmente el coeficiente de transferencia de masa y la difusividad térmica, se pueden utilizar datos de transferencia de masa, como el contenido de humedad, en función del tiempo durante el proceso de deshidratación. Estos datos se obtienen mediante controles y se emplean posteriormente en métodos de modelación matemática para calcular el coeficiente de transferencia de masa. Una metodología práctica consiste en utilizar la ecuación de concentración (masa) en función del tiempo y la posición geométrica en el objeto de estudio. En este caso, se utilizará el modelo para una lámina infinita con un espesor $2L$, obtenido a partir de la resolución de la ecuación diferencial de difusión en estado transitorio, como proponen (Yildiz et al., 2007; Tirado et al. 2015; Tirado et al. 2016).

Para proseguir con las determinaciones para hallar la transferencia de masa (k_c) y de la difusividad térmica, se muestran en la Ecuación (1), teniendo las condiciones de frontera (límites-iniciales), que se expresan en la Ecuación (2), considerándose espesor-lámina (L) como promedio, para su geometría (lámina) del alimento o producto que es constante en el transcurrir de todo el proceso y por consiguiente validar la modelación matemática, usada.

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = \frac{1}{D} \frac{\partial C}{\partial t}, \quad 0 \leq x \leq L \quad \text{para } t > 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0 \quad x = 0; \quad -D \frac{\partial C}{\partial x} = k_c(C - C_\infty), \text{ siendo } x = L \quad C = C_i \quad t = 0 \quad (5)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015; Taipe, 2016).

Para el uso de las ecuaciones es preciso considerar las variables: C , concentración (% porcentaje), C_i , concentración inicial del producto (%), C_∞ , concentración del medio (%), D , coeficiente de transferencia de masa m/s, x , punto local (ubicación), donde la concentración es medida en el infinito de una lámina tipo $0 \leq x \leq L$, t , tiempo (segundos), L , mitad del espesor (metros).

La solución que se presenta a continuación corresponde al de serie infinita, corresponde a la concentración de masa (contenido-humedad %), ubicada en cualquier punto en el interior de la lámina en la función de temporalidad (variable-tiempo):

$$\left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \operatorname{sen} \delta_n}{\delta_n + (\operatorname{sen} \delta_n)(\operatorname{cos} \delta_n)} \operatorname{cos} \left(\delta_n \frac{x}{L} \right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (6)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

Cuando el valor numérico de Fourier ($\alpha t/L^2$) es superior a 0.1, el primer término de la ecuación (3) proporciona resultados altamente precisos (Tirado et al., 2015). La forma simplificada de la ecuación (3) se utiliza para obtener la solución para alimentos con geometría de paralelepípedo (finita en dos dimensiones), aplicando el principio de superposición. Según este principio, la solución para la transferencia de calor en una lámina finita en 2 dimensiones se obtiene multiplicando la solución para 2 láminas infinitas, como se muestra en la ecuación (4), (Crank, 1975; Ibarz y Barbosa, 2005).

$$\left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}} \right)_{lf} = \left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}} \right)_{lif2L} \left(\frac{C(y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}} \right)_{lif2L} \quad (7)$$

En la ecuación (7) se tiene que: lf=lamina finita, lif2L=lamina tipo infinita (2L), C(x, y, t) es el valor de la concentración másica (% humedad) en un punto cualquiera de la geometría del alimento además de considerar en un tiempo cualquiera, (% humedad kg/kg solidos), haciendo el reemplazo en la ecuación (4) para la transferencia de masa en placas tipo infinitas de un espesor delimitado finito en los ejes (x) y eje (y), llegan a obtenerse (5 y 6).

$$\left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \operatorname{sen} \delta_n}{\delta_n + (\operatorname{sen} \delta_n)(\operatorname{cos} \delta_n)} \operatorname{cos} \left(\delta_n \frac{x}{L} \right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (8)$$

$$\left(\frac{C(y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \operatorname{sen} \delta_n}{\delta_n + (\operatorname{sen} \delta_n)(\operatorname{cos} \delta_n)} \operatorname{cos} \left(\delta_n \frac{x}{L}\right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (9)$$

Al efectuar el producto entre las dos anteriores ecuaciones resulta:

$$\left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) \left(\frac{C(y, t) - C_{\infty}}{T_i - C_{\infty}}\right) = A e^{2(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (10)$$

En la que se tiene que:

$$A = \left(\frac{2 \operatorname{sen} \delta_n}{\delta_n + (\operatorname{sen} \delta_n)(\operatorname{cos} \delta_n)}\right) \quad (11)$$

Efectuando la linealización de la ecuación (7) obtenemos una recta:

$$\ln \left(\frac{C(x, y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) = 2 \ln A - 2 \left(\delta_n^2 \frac{D}{L^2}\right) t \quad (12)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

Si se graficara el $\ln \left(\frac{C(x, y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right)$ versus el tiempo t , en la recta la pendiente (m) de la sección lineal con alto (r cuadrado) R^2 de esta grafica se igualara a la expresión $-2 \left(\delta_n^2 \frac{D}{L^2}\right)$, Conociendo los valores se procede a determinar δ_n (primera raíz característica), D (Difusividad térmica efectiva (m²/s) en el caso del uso de la temperatura) y en el caso del uso de (kc), luego debe determinarse o cuantificar la expresión Bim y finalmente calcular el valor de kc .

kc , es “coeficiente de transferencia de masa” (metros/segundo).

$$\delta_n = \left(-\frac{mL^2}{2 \cdot D}\right)^{1/2} \quad (13)$$

$$Bim = \delta_n \tan \delta_n \quad (14)$$

En la que se tiene que δ_n , primera raíz-positiva (ecuación generica-característica).

$$Bim = \frac{kc L}{D} \rightarrow D = \frac{kc L}{Bim} \quad (15)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

CAPITULO II: MATERIAS Y METODOLOGIA

2.1. Lugar de Ejecución.

- Se ejecuto en las instalaciones de la escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la facultad de Ingeniería de Procesos de la UNSAAC, la deshidratación del pejerrey fue ejecutado bajo las condiciones ambientales de la ciudad de Sicuani.
- El análisis organoléptico-sensorial se efectuó con el personal y publico de la oficina Asociación Arariwa Cusco.

2.2. Materia Prima

- La materia prima constituye el pescado llamado pejerrey (*Odontesthes regia-regia*), la que se adquirió de productores locales del sector de Yanapampa, proveniente de la Provincia Acomayo distrito Pomacanchi comunidad campesina de Yanapampa de una piscigranja, la ubicación sobre la ciudad de Pomacanchi. Coordenadas geográficas de Pomacanchi, Latitud: -14.0347, Longitud: -71.5711 14° 2' 5" Sur, 71°
- Equipos e instrumentos.
Se utilizo un deshidratador vertical (Convección forzada)-Boxa; Modelo ·LT102, una refrigeradora. (Faeda – 15 a 5°C), una balanza analítica (DirectIndustry (A&D Company, Mettler), un tamiz (malla fina) -Thyller y distintos materiales de vidrio – pirex (vasos, tazones, recipiente y otros).
- Insumos para la elaboración de pasta.
Se utilizo: aceite vegetal marca Capri, Agua destilada pura, Huevo marca La Calera.
- Sal yodada, marca EMSAL.
- Empaques

Bolsas para empaque al vacío (Nylon – Polietileno), empacadora al vacío- Marca: Grondoy. Modelo: EV5-RGS.

- Programas informáticos

Microsoft Excel MS.

2.3. Análisis Físicoquímicos y Sensoriales.

2.3.1. Características Físico-Organoléptico de la materia prima.

Se registro las medidas de longitud (largo y ancho) de tres muestras de pejerrey, también se registró las variaciones de peso desde la carcasa hasta la obtención de pulpa de carne de pejerrey, así mismo se registran el rendimiento porcentual desde la carcasa de pejerrey hasta la obtención de la pasta.

2.3.2. Análisis Químico.

La composición de carácter proximal química se efectuó para la fase inicial de la materia prima con datos de fuentes bibliográficas que usaron la misma materia prima y el análisis químico proximal del producto final “pasta”, se obtuvo del análisis de laboratorio conforme a los protocolos de análisis químico actuales, para proteína, carbohidratos, lípidos y otros, conforme a las metodologías de análisis de la AOAC.

- Análisis de humedad A.O.A.C. (2000).
- Contenido proteínico A.O.A.C. (1990).
- Contenido de lípidos A.O.A.C. (2000)
- Contenido de carbohidratos (por diferencia).

2.4. Análisis de Microbiología.

Las pruebas microbiológicas que comprende el estudio son las siguientes: Numeración de gérmenes aerobios viables (N.G.A, V.), para la cual se utilizó la metodología del medio Plate

Count Agar (P.C.A) según lo recomendado por Cleiba (1998).; Numeración de hongos y levaduras (N.H.L), con la metodología del medio Micophil Agar.

2.5. Pruebas de Aceptabilidad Sensorial.

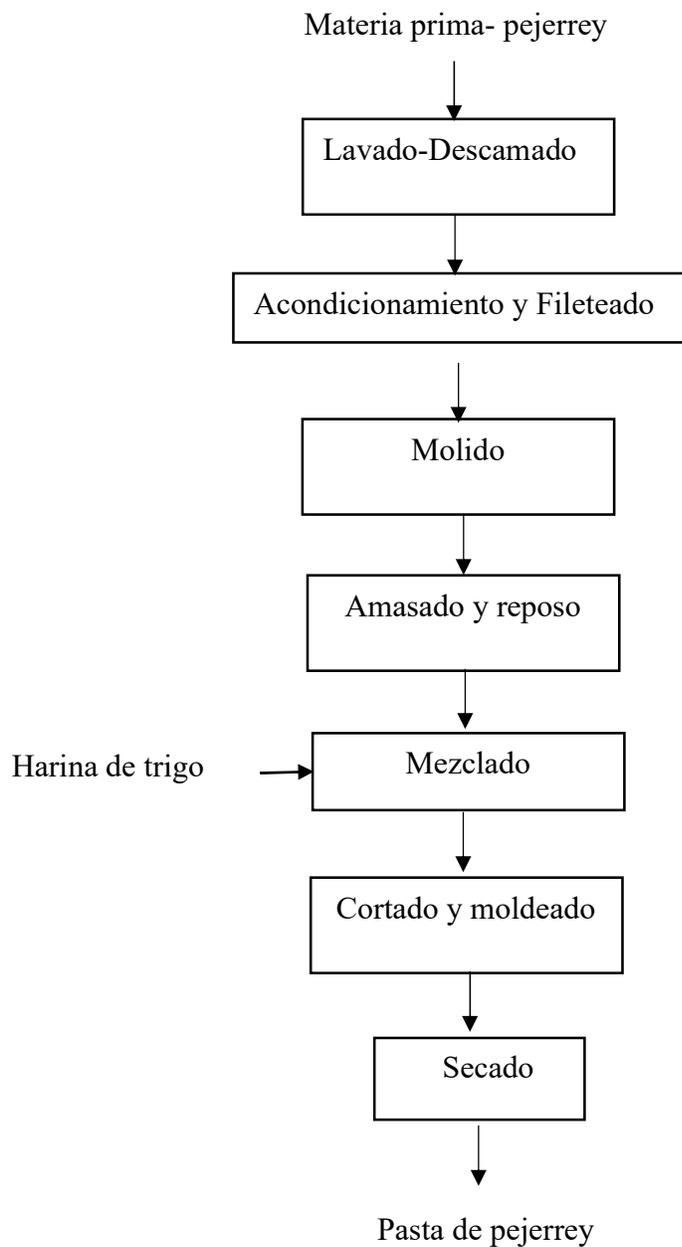
Luego de obtener las pastas alimenticias, estas se prepararon para su cocción y posterior degustación. La preparación previa de las muestras consistió en cocinarlas en agua a temperatura de ebullición en la zona geográfica (87°C), durante tres minutos, para luego de escurrir la pasta se presentaron en platillos con un peso aproximado de 20 gramos, con sus respectivos códigos para la degustación por el panel de degustadores en la prueba sensorial de aceptabilidad. Se aplicó una escala hedónica de cinco puntos donde 1= me disgusta mucho y 5 = me gusta mucho.

Escala	Atributo
Punto 1	Me disgusta-mucho
Punto 2	Me disgusta
Punto 3	Ni me disgusta ni me gusta
Punto 4	Me gusta
Punto 5	Me gusta-mucho

Nota: tomado de (Severiano-Perez, 2019)

2.6. Metodología para la Obtención de Pasta de Pejerrey

Figura 2: Diagrama de flujo para obtener pasta a partir de pulpa de pejerrey.



Fuente: Elaboración propia en base a (Gil-Julca, 2023; Reyes, 2023; Vasiliu & Navas, 2009)

Descripción de cada Operación.

a. Materia Prima, pejerrey (*Odontesthes regia regia*).

El pescado, pejerrey (*Odontesthes regia regia*) fue comprado en estado fresco de Pomacanchi en Acomayo, para lo cual se realizó una inspección visual de la materia prima, procediéndose a su traslado al local de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial de la UNSAAC, para posteriores procesos en un depósito con hielo para mantener la frescura y ambiente frígido.

b. Lavado y descamado

Luego de obtener el pejerrey fresco, se procedió a efectuar el lavado y descamado del pejerrey utilizando agua de red pública a chorro constante, utilizando utensilios como cuchillo y envases, lográndose limpiar completamente de escamas, listo para el siguiente proceso.

c. Descabezado, eviscerado y fileteado

En un recipiente acondicionado se procedió a cortar la cabeza entera, luego con un corte longitudinal se abrió el cuerpo en dos para retirar las vísceras, de forma mecánica ayudados por un chorro continuo de agua, hasta que se tenga limpio de víscera, sangre, mucosidad. Luego se procedió a realizar cortes perpendiculares para obtener filetes de los cuales se retiró las espinas, obteniendo pulpa completa de pejerrey, listo para el siguiente proceso, obteniéndose un porcentaje de rendimiento en pulpa.

d. Molienda

Los filetes de pulpa de pejerrey fueron sometidos a una molienda fina ejecutada en un cutter, a una velocidad de 50 rpm a 70 rpm, en este proceso se adiciono el ingrediente del agua fría con hielo picado, luego se retiró la masa molida para separar el agua presionando sobre un tamiz

e. Amasado y reposo

Se mezclaron mecánicamente la masa de pulpa molida de pejerrey y la harina de trigo en un 20% y 80% respectivamente, el proceso se realizó en una mesa de trabajo con un amasado mecánico hasta obtener una pasta de apariencia viscoelástica de buena consistencia además de una densidad homogénea, al concluir con el amasado se procedió a dejar en reposo en una bandeja plana con la mayor área superficial de contacto con el aire, para que las partículas gaseosas de aire incorporado en el amasado pueda ser distribuida homogéneamente en el interior de la masa, se dejara en reposo a temperatura de refrigeración de 8°C.

f. Formulación.

Luego del amasado y reposo (2 horas) , se prepararon las formulaciones para las diferentes temperaturas de deshidratado, distribuyéndose en tres grupos homogéneos en peso para su uso en el cortado y moldeado. La adición del % de pejerrey es análogo a (Nawaz et al., 2020)

Tabla 3:

Formulación de pasta de pejerrey.

Componente	Cantidad
Pulpa de pejerrey molida	200 gramos
Harina de trigo	800 gramos
Huevo	01
Agua	350 mililitros
Sal	15 gramos

Fuente: Elaboración propia en base a (Gil-Julca, 2023).

g. Cortado y moldeado

La masa para la pasta homogénea se moldeo y corto en forma de barras paralelepipedas, de longitudes y espesor constante de 30x8x2cm, esta distribución es de acuerdo al equipo de moldeado.

h. Deshidratado

Después de retirarse de los moldes la pasta de pejerrey fueron sometidos a una deshidratación en un equipo de deshidratador vertical a convección forzada, denominado Deshidratador de Alimentos BLACKLINE HB-327B, de control automático de temperatura. Las variables que se tomaron fueron: temperatura ($t_1=40^{\circ}\text{C}$, $t_2=50^{\circ}$, $t_3=60^{\circ}\text{C}$), en esta operación se determinó las variables de salida de coeficiente de difusividad térmica y la velocidad de secado.

i. Empacado para uso.

El producto de la pasta de pejerrey, luego del deshidratado hasta peso constante fue sometido a un empackado para su uso posterior, en envases de bolsas de polietileno.

2.7. Método para Determinar (kc).

El análisis del transporte de calor en régimen transitorio es relevante cuando la temperatura varía con el tiempo durante un proceso. En este estudio, se determinará de forma experimental el coeficiente de transferencia de masa y la difusividad térmica, siguiendo un enfoque análogo al de (Tirado et al., 2015; Tirado et al., 2016; Vidaurre-Ruiz & Castañeda-Muñoz, 2014).

Para calcular estos parámetros, se emplearon datos de transferencia de masa, como el contenido de humedad, en función del tiempo durante la deshidratación, lo que permitió hallar el coeficiente de transferencia de masa. Se utilizó un método práctico basado en la ecuación de concentración (masa) en función del tiempo y la posición geométrica en la muestra, aplicando un modelo para una lámina infinita con un espesor $2L$, obtenido a partir de la resolución de la ecuación

diferencial de difusión en estado transitorio, como proponen Yildiz et al. (2007); Tirado et al. (2015) y Tirado et al. (2016).

Para determinar la transferencia de masa y la difusividad térmica, se seguirá el modelo matemático desde la ecuación (1), considerando las condiciones de frontera (iniciales) expresadas en la ecuación (2). Se tomará el espesor de la lámina (L) como un valor promedio constante durante el proceso, a fin de validar el modelo matemático utilizado para esta geometría.

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = \frac{1}{D} \frac{\partial C}{\partial t}, \quad 0 \leq x \leq L \quad \text{para } t > 0 \quad (16)$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0 \quad x = 0; \quad -D \frac{\partial C}{\partial x} = k_c(C - C_\infty) \quad x = L \quad C = C_i \quad t = 0 \quad (17)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015; Taibe, 2016).

Para el uso de las ecuaciones es preciso considerar las variables: C , concentración (% porcentaje de humedad), C_i , concentración inicial del producto (%), C_∞ , concentración del medio (%), D , coeficiente de transferencia de masa m/s, x , localización, donde la concentración es medida en un punto infinito de la lámina $0 \leq x \leq L$, t , tiempo (segundos), L , mitad del espesor (metros). (Yildiz, Palazoglu, & Erdogdu, 2007).

La solución que se presenta a continuación corresponde al de serie infinita, corresponde a la concentración másica (humedad %) ubicada en cualquier punto al interior de la lámina con la temporalidad como función:

$$\left(\frac{C(x, t) - C_\infty}{C_i - C_\infty} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \operatorname{sen} \delta_n}{\delta_n + (\operatorname{sen} \delta_n)(\operatorname{cos} \delta_n)} \operatorname{cos} \left(\delta_n \frac{x}{L} \right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (18)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009), (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015), (Yanniotis, 2008).

Cuando el número de Fourier ($\alpha t/L^2$) es superior a 0.1, el primer término de la ecuación (3) proporciona resultados altamente precisos (Tirado et al., 2015). La forma simplificada de dicha ecuación se emplea para obtener la solución para alimentos con geometría de paralelepípedo (finita en dos dimensiones), aplicando el principio de superposición. De acuerdo con este principio, la solución para la transferencia de calor en una lámina finita en 2D se calcula multiplicando la solución para 2 láminas infinitas, como se muestra en la ecuación (19), según lo propuesto por (Crank, 1975; Ibarz y Barbosa, 2005; Yildiz et al., 2007).

$$\left(\frac{C(x,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right)_{lf} = \left(\frac{C(x,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right)_{lif2L} \left(\frac{C(y,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right)_{lif2L} \quad (19)$$

En la ecuación (19) se tiene que: lf=lamina finita, lif2L=lamina tipo infinita (2L), $C(x, y, t)$ es el valor de la concentración másica (húmeda %) en un punto cualquiera de la geometría del alimento además de considerar en un tiempo cualquiera, (% humedad kg/kg solidos), haciendo el reemplazo en la ecuación (19) para la transferencia de masa en placas tipo infinita de un espesor delimitado finito en los ejes (x) y $eje (y)$, llegan a obtenerse las ecuaciones (20 y 21).

$$\left(\frac{C(x,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\text{sen}\delta_n}{\delta_n + (\text{sen}\delta_n)(\text{cos}\delta_n)} \cos\left(\delta_n \frac{x}{L}\right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (20)$$

$$\left(\frac{C(y,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\text{sen}\delta_n}{\delta_n + (\text{sen}\delta_n)(\text{cos}\delta_n)} \cos\left(\delta_n \frac{y}{L}\right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (21)$$

Al efectuar el producto entre las dos anteriores ecuaciones resulta:

$$\left(\frac{C(x,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right) \left(\frac{C(y,t) - C_\infty}{C_i - C_\infty}\right) = E e^{2(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (22)$$

En la que se tiene que:

$$E = \left(\frac{2\text{sen}\delta_n}{\delta_n + (\text{sen}\delta_n)(\text{cos}\delta_n)} \right) \quad (23)$$

Efectuando la linealización de la ecuación (24) obtenemos una recta:

$$\ln \left(\frac{C(x, y, t) - C_\infty}{C_i - C_\infty} \right) = 2\ln E - 2\left(\delta_n^2 \frac{D}{L^2}\right)t \quad (24)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

Si se graficara el $\ln \left(\frac{C(x,y,t)-C_\infty}{C_i-C_\infty} \right)$ versus el tiempo t , en la recta la pendiente (m) de la sección lineal con mayor valor de (r cuadrado) R^2 de esta grafica se igualara a la expresión $-2\left(\delta_n^2 \frac{D}{L^2}\right)$, Conociendo los valores se procede a determinar δ_n (primera raíz característica), D (Difusividad térmica efectiva (m²/s) en el caso del uso de la temperatura) y en el caso del uso de la (kc), luego debe determinarse o cuantificar la expresión Bim y finalmente calcular el valor de kc .

$$\delta_n = \left(-\frac{mL^2}{2.D} \right)^{1/2} \quad (25)$$

$$Bim = \delta_n \tan \delta_n \quad (26)$$

En la que se tiene que δ_n , representa (primera raíz-positiva) ecuación genérica.

$$Bim = \frac{kc L}{D} \quad \rightarrow \quad D = \frac{kc L}{Bim} \quad (27)$$

$$kc = \frac{D Bim}{L} \quad (28)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

Finalmente, para hallar el coeficiente de transferencia de masa se halla el valor de kc , en (metros/segundo).

2.8. Método para la Determinar (da), Difusividad Térmica.

El análisis del transporte de calor en condiciones variables o transitorias se presenta cuando la temperatura fluctúa a lo largo del tiempo durante un proceso operativo. En este estudio, se determinará de manera empírica el coeficiente de transferencia de masa y la difusividad térmica, siguiendo un enfoque análogo al empleado por Tirado et al. (2015), Tirado et al. (2016) y Vidaurre-Ruiz & Castañeda-Muñoz (2014).

Para calcular estos parámetros experimentalmente, se utilizarán datos de transferencia de masa, como el contenido de humedad, registrados en función del tiempo durante el proceso de deshidratación, lo que permitirá obtener el coeficiente de transferencia de masa. Se aplicará una metodología práctica fundamentada en la ecuación de concentración (masa) en relación con el tiempo y la posición geométrica de la muestra analizada. En este caso, se empleará un modelo para una lámina infinita con un espesor $2L$, derivado de la resolución de la ecuación diferencial de difusión en condiciones transitorias, metodología propuesta por Yildiz et al. (2007), Tirado et al. (2015) y Tirado et al. (2016).

Para determinar la transferencia de masa y la difusividad térmica, se seguirá el modelo matemático a partir de la ecuación (29), considerando las condiciones de frontera (iniciales) expresadas en la ecuación (30). Se tomará el espesor de la lámina (L) como un valor promedio constante a lo largo del proceso, con el fin de evaluar la geometría (lámina) del producto y validar así el modelo matemático utilizado.

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = \frac{1}{D} \frac{\partial C}{\partial t}, \quad 0 \leq x \leq L \quad \text{para } t > 0 \quad (29)$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0 \quad x = 0; \quad -D \frac{\partial C}{\partial x} = k_c(C - C_\infty) \quad x = L \quad C = C_i \quad t = 0 \quad (30)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015; Taípe, 2016).

Para el uso de las ecuaciones es preciso considerar las variables: C , concentración (% porcentaje de humedad), C_i , concentración inicial del producto (%), C_∞ , concentración del medio (%), Da , coeficiente de transferencia de masa m/s, x , ubicación, donde la concentración es medida en el infinito laminar $0 \leq x \leq L$, t , tiempo (segundos), L , mitad del espesor (metros). (Yildiz, Palazoglu, & Erdogdu, 2007).

La solución que se presenta a continuación corresponde al de serie infinita, corresponde a la concentración másica (humedad %), ubicada en un punto cualquiera laminar en función del tiempo:

$$\left(\frac{C(x, t) - C_\infty}{C_i - C_\infty} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 \operatorname{sen} \delta_n}{\delta_n + (\operatorname{sen} \delta_n)(\operatorname{cos} \delta_n)} \operatorname{cos} \left(\delta_n \frac{x}{L} \right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (31)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015; Yanniotis, 2008).

Cuando el número de Fourier ($\alpha t/L^2$) excede 0.1, el primer término de la ecuación (3) brinda resultados altamente precisos y confiables (Tirado et al., 2015). La forma simplificada de dicha ecuación (3) se emplea para obtener la solución correspondiente a alimentos con geometría de paralelepípedo (finita en dos dimensiones), aplicando el principio de superposición. Según este principio, la solución para la transferencia de calor en una lámina finita en 2D se calcula multiplicando la solución para dos láminas infinitas, como se representa en la ecuación (4), tal como lo proponen Crank (1975); Ibarz y Barbosa (2005), y Yildiz et al. (2007).

$$\left(\frac{C(x, t) - C_\infty}{C_i - C_\infty} \right)_{lf} = \left(\frac{C(x, t) - C_\infty}{C_i - C_\infty} \right)_{lif2L} \left(\frac{C(y, t) - C_\infty}{C_i - C_\infty} \right)_{lif2L} \quad (32)$$

En la ecuación (32) se tiene que: lf=lamina finita, lif2L=lamina tipo infinita (2L), $C(x, y, t)$ es el valor de la concentración másica (húmeda %) en un punto cualquiera de la geometría del alimento además de considerar en un tiempo cualquiera, (% humedad kg/kg solidos), haciendo el

reemplazo en la ecuación (32) para la transferencia de masa en placas infinitas de un espesor delimitado finito en los ejes (x) y $eje (y)$, llegan a obtenerse las ecuaciones (33 y 34).

$$\left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2sen\delta_n}{\delta_n + (sen\delta_n)(cos\delta_n)} \cos\left(\delta_n \frac{x}{L}\right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (33)$$

$$\left(\frac{C(y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2sen\delta_n}{\delta_n + (sen\delta_n)(cos\delta_n)} \cos\left(\delta_n \frac{y}{L}\right) e^{(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (34)$$

Al efectuar el producto entre las dos anteriores ecuaciones resulta:

$$\left(\frac{C(x, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) \left(\frac{C(y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) = E e^{2(-\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})} \quad (35)$$

En la que se tiene que:

$$E = \left(\frac{2sen\delta_n}{\delta_n + (sen\delta_n)(cos\delta_n)}\right) \quad (36)$$

Efectuando la linealización de la ecuación (7) obtenemos una recta:

$$\ln\left(\frac{C(x, y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right) = 2\ln E - 2\left(\delta_n^2 \frac{Da}{L^2}\right)t \quad (37)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

Si se graficara el $\ln\left(\frac{C(x, y, t) - C_{\infty}}{C_i - C_{\infty}}\right)$ versus el tiempo t , en la recta la pendiente (m)

de la sección lineal con el mayor valor de $(r \text{ cuadrado}) R^2$ de esta grafica se igualara a la expresión $-2\left(\delta_n^2 \frac{Da}{L^2}\right)$, Conociendo los valores se procede a determinar δ_n (primera raíz característica), D (Difusividad térmica efectiva (m^2/s) en el caso del uso de la temperatura) y en el caso del uso de (kc) , luego debe determinarse o cuantificar la expresión Bim y finalmente calcular el valor de kc .

$$\delta_n = \left(-\frac{mL^2}{2.Da}\right)^{1/2} \quad (38)$$

$$Bim = \delta_n \tan \delta_n \quad (39)$$

En la que se tiene que δ_n , es primera raíz-positiva de la ecuación genérica.

$$Bim = \frac{kc L}{Da} \rightarrow Da = \frac{kc L}{Bim} \quad (40)$$

Fuente: (Yildiz, 2007; Alvis, 2009; Tirado, Acevedo, & Montero, 2015).

Finalmente, para la determinación del coeficiente de difusividad térmica se halla el valor de D, en (metros cuadrados /segundo).

2.9. Metodología para la Investigación

Se prepararon trozos de pasta de pejerrey en forma de una placa plana de 0.02x0.02x0.02 metros, llevándolos a deshidratación a las temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, controlándose la humedad como pérdida de peso cada 15 minutos (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 195 y 2210 minutos), utilizándose un recipiente acondicionado, con una disposición para que el equipo de obtención de datos pueda trabajar, en analogía a la metodología empleada por (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015; Erdogdu, 2008) , el registro se realizó en un ahoja de cálculo MS Excel, para su posterior uso en cálculos.

2.10. Diseño tipo Experimento

Tabla 4: *Diseño del experimento*

VARIABLES	Variable Independiente	Variables-Dependientes		
	Temperatura de deshidratación (°C)	Coefficiente de transferencia de masa	Coefficiente de difusividad térmica	Evaluación organoléptica
N° Ensayos	X1	Y1	Y2	Y3
1	X11			
2	X12			
3	X13			

Las variables Independientes tenemos:

Temperatura de Deshidratación: 40°C: X11 / 50°C: X12 / 60°C: X13

Las variables dependientes para el estudio tenemos:

Y1: coeficiente de transferencia de masa

Y2: coeficiente de difusividad térmica

Y3: Evaluación Organoléptica (color; olor, sabor, aroma, consistencia).

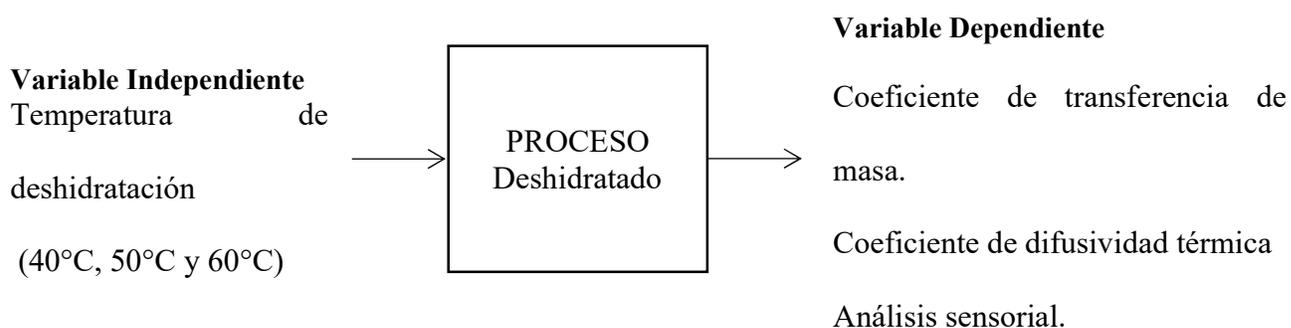
El cálculo de los coeficientes de difusividad y de transferencia de masa, fueron realizados en función de la pérdida de agua (masa), en la deshidratación. Ya que se consideró la pérdida de humedad con respecto al tiempo en las gráficas para determinar los parámetros del modelo matemático para determinar los coeficientes y por lo tanto sus valores están influenciados por la temperatura de deshidratación.

2.11. Diagrama de Variables

Existe una relación entre los coeficientes de difusividad y de transferencia de masa con el proceso de deshidratado, ya que las pérdidas de agua deshidratación), determinan las curvas en las cuales se determinan los parámetros de los modelos matemáticos usados para determinar los coeficientes.

Figura 3:

Diagrama de variables.



2.12. Análisis Estadístico.

El diseño estadístico se basa en la prueba de análisis de varianza (ANOVA) de un factor para comparar las medias, utilizando la prueba HSD de Tukey con un nivel de significancia de 0.05 y un 95% de confianza. Se empleó un diseño factorial de un solo nivel con tres réplicas. El procesamiento de los datos se realizó mediante el software estadístico comercial Statgraphics Centurion 16.1.15.

CAPITULO III: RESULTADO Y DISCUSION

3.1. Determinación de la Transferencia de Masa y Coeficiente de Difusividad Térmica a 40°C.

El perfil de concentración de humedad versus el tiempo transcurrido para el proceso de la deshidratación de la pasta con carne de pejerrey, como se describió en la metodología se muestra en el Anexo 01 y en el Anexo B, se muestra el análisis de varianza ANOVA de las temperaturas de tratamiento con las diferencias significativas al 95%.

Los resultados para para 40°C, se ven en la tabla 5 y figura 4.

Tabla 5:

Resultados de la Cinética de Deshidratación a 40°C.

CINETICA DE DESHIDRATAACION A 40°C				
Tiempos segundos	Humedad 1 (Kg /kg s. solido)	Humedad 2 (Kg /kg s. solido)	Humedad 3 (Kg /kg solido)	Humedad promedio (Kg agua / Kg solido)
0	0.308	0.308	0.308	0.308
900	0.292	0.246	0.292	0.277
1800	0.246	0.231	0.277	0.251
2700	0.215	0.2	0.231	0.215
3600	0.185	0.185	0.2	0.190
4500	0.169	0.138	0.169	0.159
5400	0.138	0.108	0.154	0.133
6300	0.123	0.092	0.123	0.113
7200	0.092	0.092	0.108	0.097
8100	0.077	0.062	0.092	0.077
9000	0.062	0.062	0.092	0.072
9900	0.046	0.046	0.077	0.056
10800	0.031	0.031	0.062	0.041

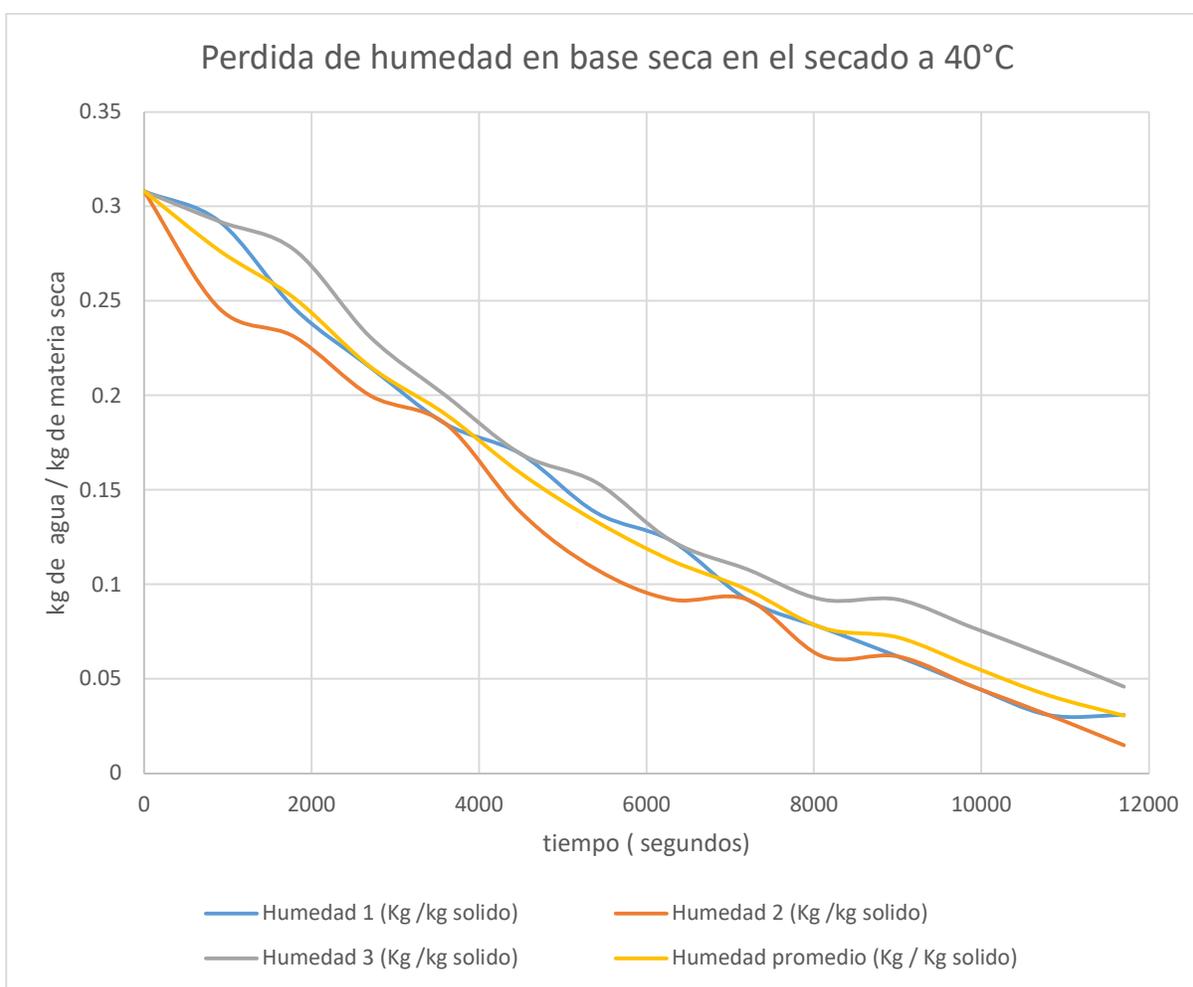
11700	0.031	0.015	0.046	0.031
-------	-------	-------	-------	-------

NOTA: Anexo 01

La base de datos adjunta, pertenece a las tres corridas experimentales realizadas en el ensayo de deshidratación de pasta de pejerrey a la temperatura de 40°C, con mediciones de humedad.

Figura 4:

Perfil de Humedad-tiempo en la Deshidratación de Pasta a 40°C



De acuerdo a la figura 3, se tiene el descenso del contenido de la humedad de la pasta de pejerrey, conforme se incrementa el tiempo de deshidratado desde una contenido húmedo de inicio

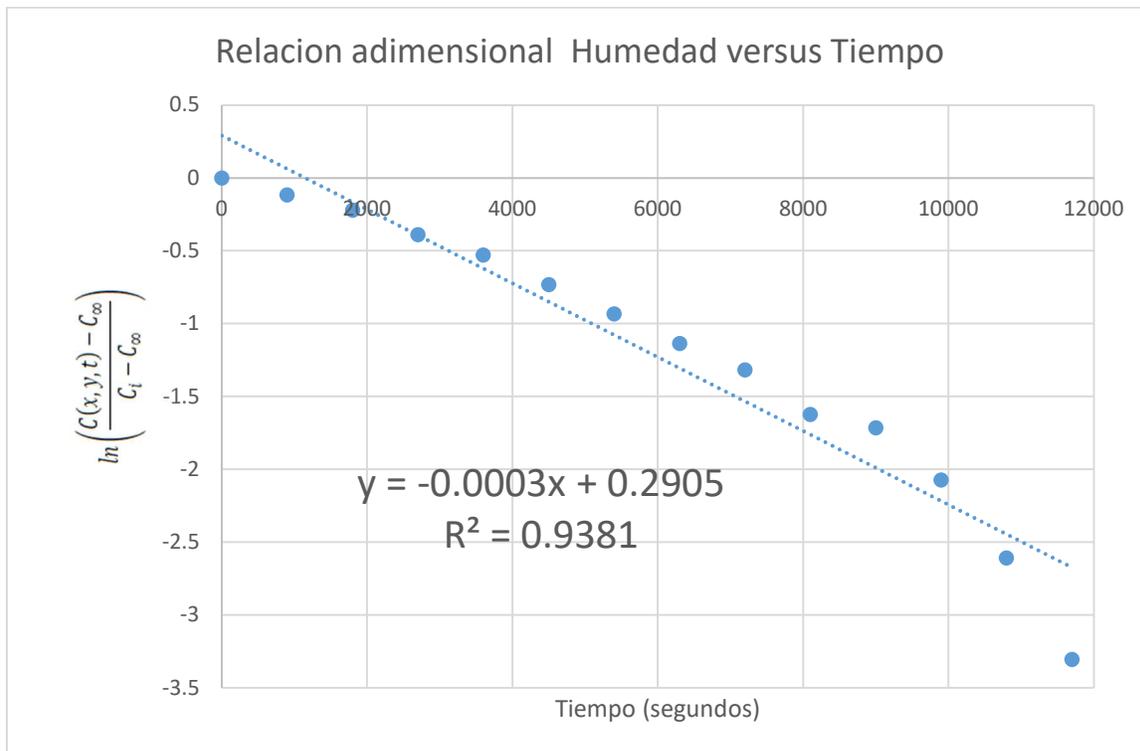
de 0.308 kilos de H₂O /kilos de materia seca, hasta llegar a un peso constante a los 11700 segundos, distinguiéndose una caída constante del contenido de humedad proporcional al tiempo transcurrido al deshidratado, en la figura se tiene tres ensayos humedad 1, humedad 2 y humedad 3, teniendo la de color amarillo un promedio la cual servirá para posteriores cálculos. La penetración de calor (40°C) al interior de la pasta de pejerrey en la geometría para lepidia provoca un descenso rápido de la humedad en los primeros minutos del secado, mientras que se hace lenta pasando los 5400 segundos de secado, este comportamiento es natural debido a la gradiente inicial del calor para evaporar el agua del exterior e interior de la pasta de pejerrey, conforme también lo reportan otras investigaciones en condiciones de deshidratado de pastas y otros productos con humedad (Apolinario & Romero, 2022; Farinu, 2007), conforme al Anexo 01.

En la siguiente figura se muestra el gráfico de la relación tipo adimensional de la concentración o fracción de humedad versus tiempo, utilizándose el promedio de pérdida de humedad en la prueba de deshidratado a 40°C.

Conforme a los resultados del perfil de pérdida de humedad con respecto al tiempo transcurrido en la deshidratación en el procedimiento térmico de deshidratado de la pasta de pejerrey se tiene un comportamiento de puntos en descenso, la cual fue llevada a una linealización con regresión lineal del software MS Excel (herramienta gráfico XY dispersión), el cual arrojó un modelo matemático con un coeficiente R² de 0.9381, la recta lineal tiene los elementos de pendiente $m=-0.0003$, intercepto $b=0.2905$, estos cálculos comunes al linealizar fenómenos también son reportados por (Alvis, Caicedo, & Peña, 2012; Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015), y otros. Así mismo estos valores serán útiles para determinar (kc) y (Da).

Figura 5:

Grafica de Relación Adimensional $\ln\left(\frac{C(x,y,t)-C_\infty}{C_i-C_\infty}\right)$ Versus el Tiempo.



3.2. Determinación de la transferencia de masa (kc) y coeficiente de difusividad térmica (da) a 50°C.

El perfil de concentración de humedad versus el tiempo transcurrido, reflejado en un proceso matemático es reflejado en las siguientes figuras y tablas en el proceso de la deshidratación de la pasta con carne de pejerrey bajo las condiciones de un secado a 50°C, como se describió en la metodología. La cual se muestra en el Anexo 02 con sus parámetros técnicos de secado, se puede ver en la tabla 6 y figura 6.

Tabla 6:

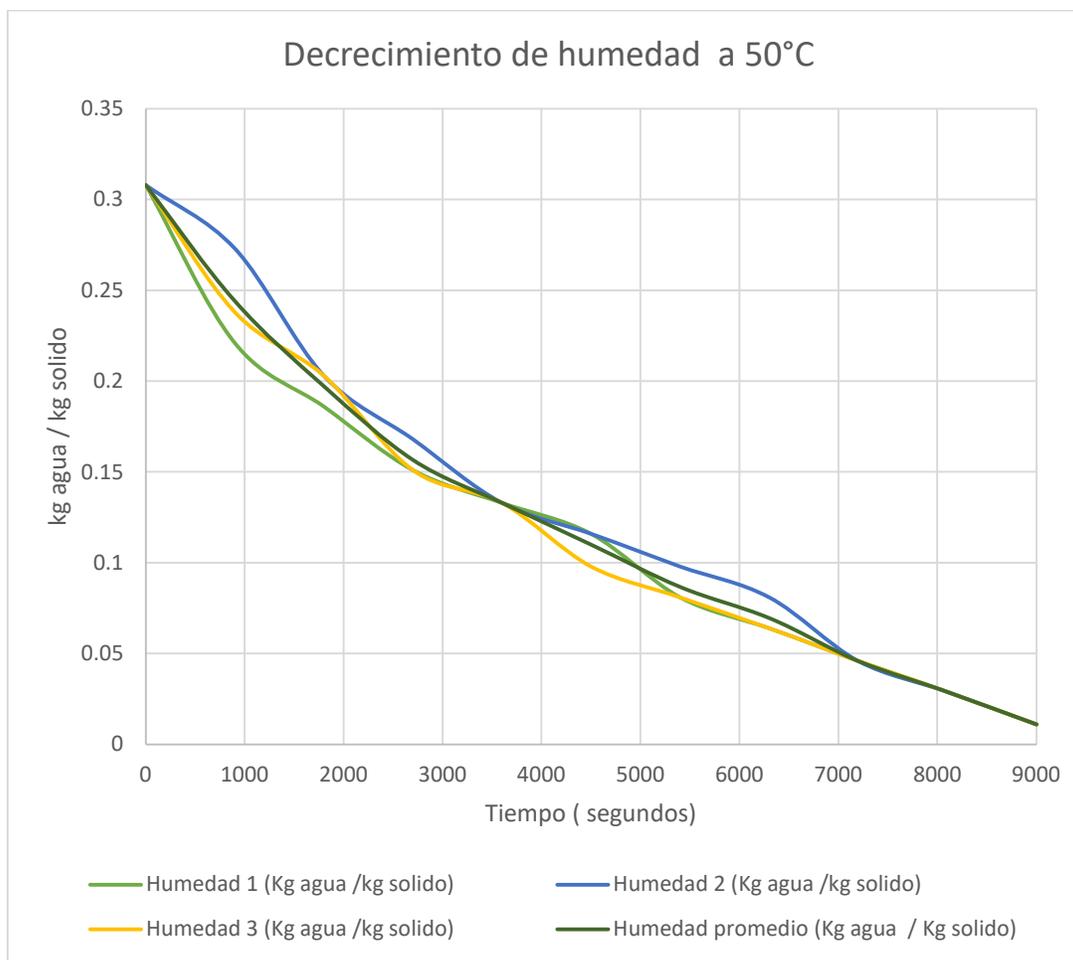
Resultados de la Cinética de Deshidratación a 50°C.

CINETICA DE DESHIDRATAACION A 50°C				
Tiempos segundos	Humedad 1 (Kg H ₂ O /kg solido)	Humedad 2 (Kg H ₂ O /kg solido)	Humedad 3 (Kg H ₂ O /kg solido)	Humedad promedio (Kg / Kg H ₂ O solido)
0	0.308	0.808	0.308	0.4747
900	0.221	0.273	0.238	0.2440
1800	0.186	0.203	0.203	0.1973
2700	0.151	0.168	0.151	0.1567
3600	0.133	0.133	0.133	0.1330
4500	0.116	0.116	0.098	0.1100
5400	0.081	0.098	0.081	0.0867
6300	0.064	0.081	0.064	0.0697
7200	0.046	0.046	0.046	0.0460
8100	0.029	0.029	0.029	0.0290
9000	0.011	0.011	0.011	0.0110

La base de datos adjunta, pertenece a las tres corridas experimentales realizadas en el ensayo de deshidratación de pasta de pejerrey a la temperatura de 50°C, con mediciones de pérdida de humedad en intervalos de quince minutos (90 segundos).

Figura 6:

Perfil de Humedad-Tiempo en la Deshidratación de Pasta a 50°C.



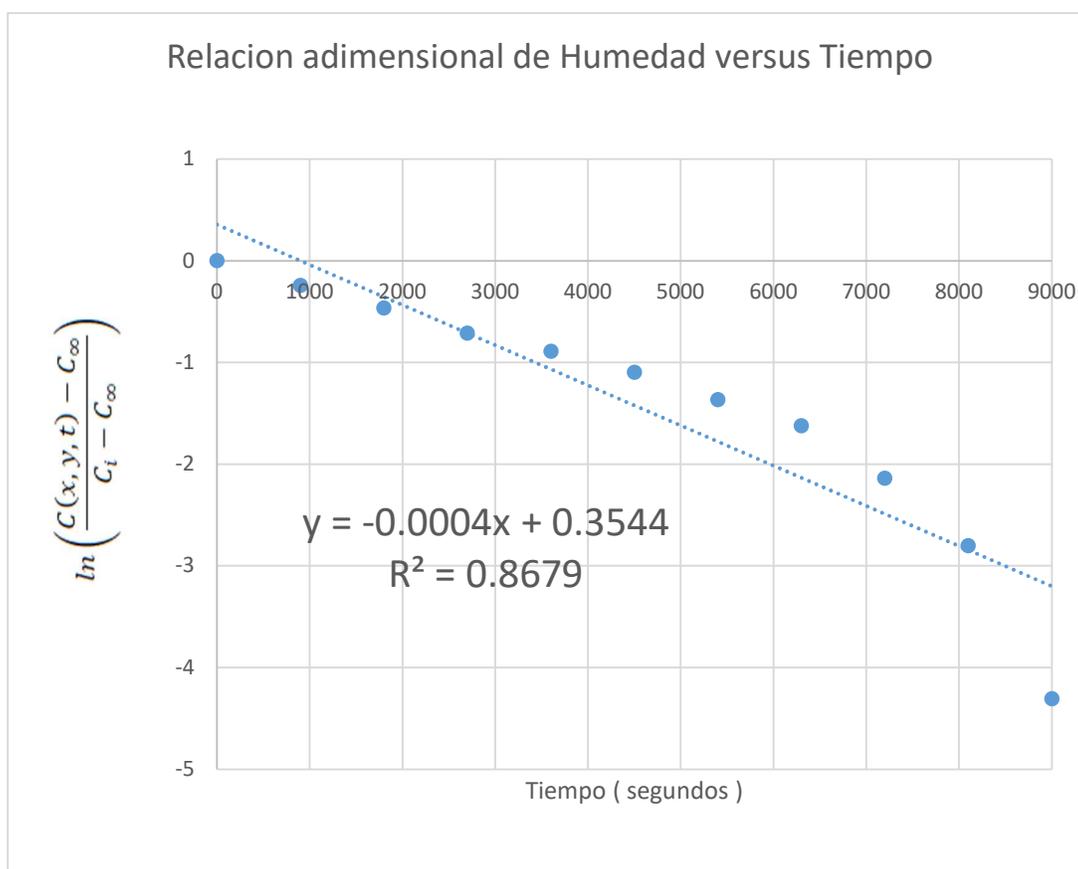
De acuerdo a la figura xx, se tiene el descenso del contenido masico de la humedad en base seca (pérdida de peso por el secado) de la pasta de pejerrey, conforme se incrementa el tiempo de deshidratado iniciándose con humedad de 0.308 kilos de agua /kilos de materia seca, hasta llegar a un peso constante a los 9000 segundos (150 minutos), distinguiéndose una caída constante del contenido de humedad proporcional al tiempo transcurrido durante el secado, en la figura se tiene tres ensayos humedad 1, humedad 2 y humedad 3, teniendo en el color verde oscuro un promedio de las tres anteriores, la cual servirá para posteriores cálculos. La penetración de calor (50°C) al

interior de la pasta de pejerrey en la geometría paralelepípeda provoca un descenso rápido de la humedad en los primeros minutos del secado, mientras que se hace lenta pasando los 5400 segundos de secado, este comportamiento es natural debido a la gradiente inicial del calor para evaporar el agua del exterior e interior de la pasta de pejerrey, conforme al reporte de estudios análogos (Costa y Olivera, 1999; Arevalo, 2017; Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015) que se refleja en el Anexo 02.

En la siguiente figura se muestra el gráfico de la relación tipo adimensional de concentrado húmedo versus tiempo, en un gráfico de linealización, para lo cual se utilizó el promedio de pérdida de humedad en la prueba de deshidratado a 50°C.

Figura 7:

Gráfica de Relación Adimensional $\ln((C(x,y,t)-C_{\infty})/(C_i-C_{\infty}))$ Versus el Tiempo.



Conforme a los resultados del perfil de pérdida de humedad (concentración de humedad), con respecto al tiempo transcurrido en deshidratar (secado) en el proceso térmico de la cinética de deshidratación de la pasta de pejerrey se tiene un comportamiento de puntos en descenso, la cual fue llevada a una linealización con regresión lineal del aplicativo MS Excel (herramienta gráfico XY dispersión, luego determinación de línea de tendencia), el cual arrojó un modelo matemático con un coeficiente R^2 de 0.8679, la recta lineal tiene los elementos de pendiente $m=-0.0004$, intercepto $b=0.3544$, estos cálculos comunes al linealizar fenómenos también son reportados por (Alvis, Caicedo, & Peña, 2012; Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015), y otros. Así mismo estos valores serán útiles para hallar (k_c) el coeficiente de transferencia de masa y la difusividad térmica (D_a).

3.3. Determinación de la Transferencia de Masa y Coeficiente de Difusividad Térmica a 60°C.

El perfil del comportamiento de la concentración másica húmeda (kg agua (kg sólidos) versus el tiempo (segundos) transcurrido, reflejado en un proceso matemático es reflejado en las siguientes figuras y tablas en el proceso de la deshidratación de la pasta con carne de pejerrey bajo las condiciones de un secado a 60°C, como se describió en la metodología. La cual se muestra en el Anexo 03 con sus parámetros técnicos de secado, se puede ver en la tabla 7 y figura 8.

Tabla 7:

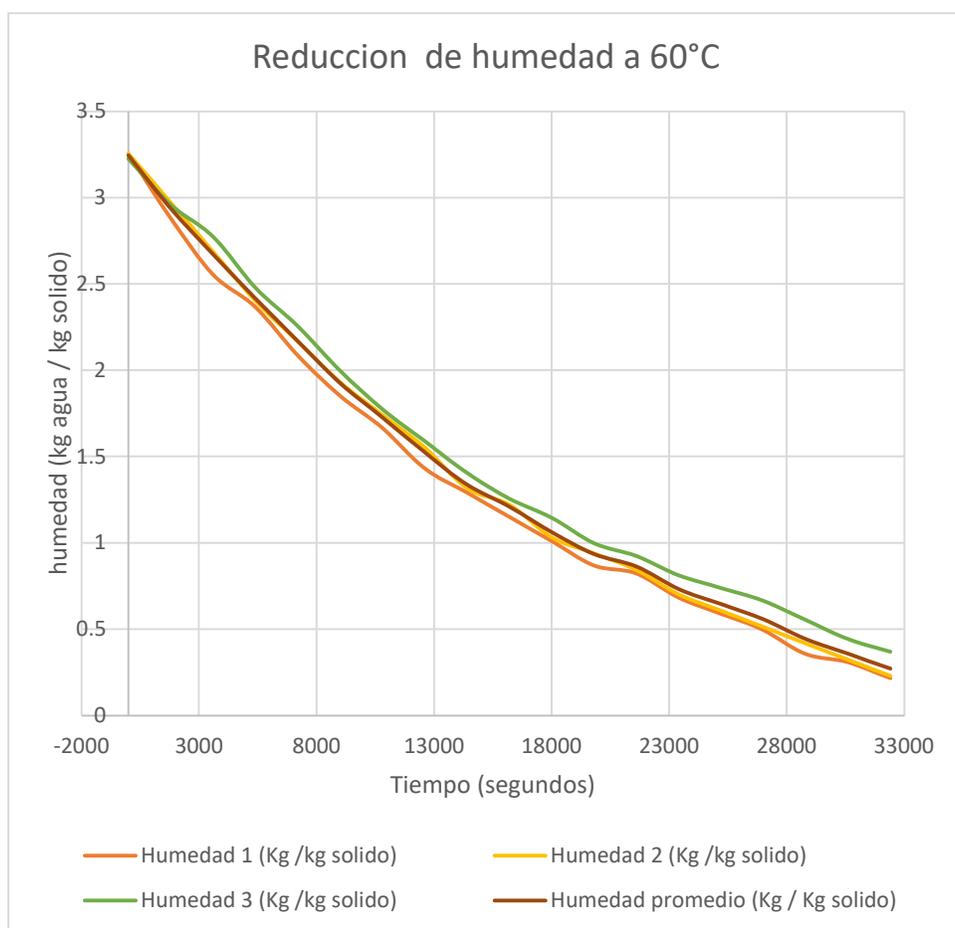
Resultados de la Cinética de Deshidratación a 60°C.

CINETICA DE DESHIDRATAACION A 60°C				
Tiempos segundos	Humedad 1 (Kg H ₂ O /kg solido)	Humedad 2 (Kg H ₂ O /kg solido)	Humedad 3 (Kg H ₂ O /kg solido)	Humedad promedio (Kg H ₂ O / Kg solido)
0	3.255	3.255	3.225	3.2450
1800	2.881	2.972	2.959	2.9373
3600	2.554	2.688	2.774	2.6720
5400	2.367	2.404	2.478	2.4163
7200	2.086	2.168	2.256	2.1700
9000	1.852	1.931	1.997	1.9267
10800	1.665	1.742	1.775	1.7273
12600	1.432	1.553	1.59	1.5250
14400	1.291	1.317	1.405	1.3377
16200	1.151	1.222	1.257	1.2100
18000	1.011	1.033	1.146	1.0633
19800	0.87	0.939	0.998	0.9357
21600	0.824	0.844	0.924	0.8640
23400	0.683	0.702	0.813	0.7327
25200	0.59	0.608	0.739	0.6457
27000	0.496	0.513	0.665	0.5580
28800	0.356	0.418	0.554	0.4427
30600	0.309	0.324	0.443	0.3587
32400	0.216	0.229	0.369	0.2713

La base de datos adjunta, pertenece a las tres corridas experimentales realizadas en el ensayo de deshidratación de pasta de pejerrey a la temperatura de 60°C, en los tres ensayos se distingue una reducción cuantitativa de humedad en base-seca conforme transcurre el tiempo de secado, con mediciones de pérdida de humedad en intervalos de treinta minutos (1800 segundos).

Figura 8:

Perfil de Humedad-Tiempo en la Deshidratación de Pasta a 60°C.



De acuerdo a la figura 8, se tiene el descenso del contenido masico de humedad en base seca (pérdida de peso por el secado) de la pasta de pejerrey, conforme se incrementa el tiempo de deshidratado originario húmedo de 3.255 kilos de agua /kilos de materia seca, hasta llegar a un peso constante a los 18000 segundos, distinguiéndose una caída constante del contenido de

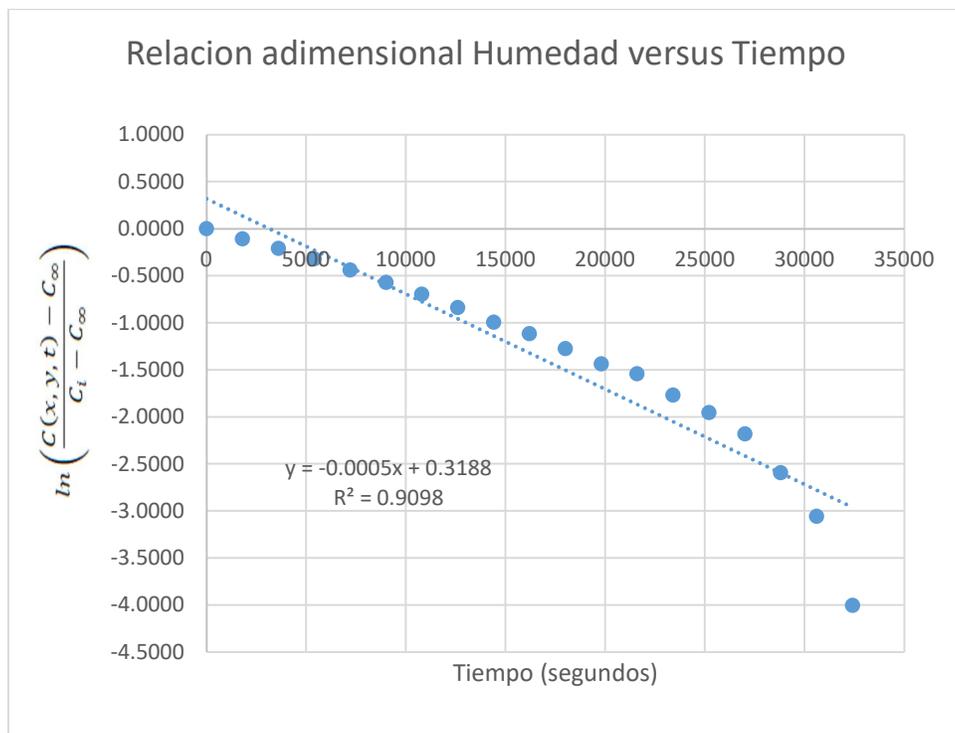
humedad proporcional al tiempo transcurrido al deshidratar, en la figura se tiene tres ensayos humedad 1, humedad 2 y humedad 3, teniendo en el color café oscuro un promedio de las tres anteriores, la cual servirá para posteriores cálculos. La penetración de calor (60°C) al interior de la pasta de pejerrey en la geometría paralelepípeda provoca un descenso rápido de la humedad en los primeros minutos del secado, mientras que se hace lenta pasando los 18000 segundos de secado, este comportamiento es natural debido a la gradiente inicial del calor para evaporar el agua del exterior e interior de la pasta de pejerrey, conforme al reporte de estudios análogos (Costa y Olivera, 1999; Arevalo, 2017; Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015) que se refleja en el Anexo 02.

En la siguiente figura se muestra el gráfico de la relación tipo adimensional de concentración másica humedad versus tiempo, en un gráfico de linealización, para lo cual se utilizó el promedio de pérdida de humedad en la prueba de deshidratado a 60°C.

Figura 9.

Figura 9:

Grafica de Relación adimensional $\ln((C(x,y,t)-C_{\infty})/(C_i-C_{\infty}))$ Versus el Tiempo.



Conforme a los resultados del perfil de pérdida de humedad (concentración de humedad), con respecto al tiempo transcurrido en el secado (deshidratado) en el proceso térmico de la cinética de secado de la pasta de pejerrey se tiene un comportamiento de puntos en descenso, la cual fue llevada a una linealización con regresión lineal del aplicativo MS Excel (herramienta grafico XY dispersión, luego determinación de línea de tendencia), el cual arrojó un modelo matemático con un coeficiente R^2 de 0.9098, la recta lineal tiene los elementos de pendiente $m=-0.0005$, intercepto $b=0.3188$, estos cálculos comunes al linealizar fenómenos también son reportados por (Alvis, Caicedo, & Peña, 2012; Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015), y otros. Así mismo estos valores serán útiles para hallar (kc) y (Da) .

Con los resultados, de las ecuaciones linealizadas para la deshidratación de la pasta de pejerrey a 40°C, 50°C y 60°C, se tiene el resumen en la siguiente tabla. Basado en un modelo lineal tipo $y=mx+b$.

Tabla 8:

Parámetros de Transferencia Másica (humedad) en Función de la Temperatura de Secado.

Temperatura de deshidratación	Coefficiente de regresión lineal (pendiente=m)	Intercepto (b)	Coefficiente R ²
40°C	-0.0003	0.2905	0.9381
50°C	-0.0004	0.3544	0.8679
60°C	-0.0005	0.3188	0.9098

Los resultados de los parámetros cinéticos para hallar los valores de (kc) en metros / segundo y de la difusividad térmica (Da) en metros cuadrados /segundo, con los parámetros de numero de Biot (Bim), Longitud característica (L) en metros, δ_n (raíz característica), se aprecian en la siguiente tabla, en base a cálculos adjuntos en el Anexo 04.

Tabla 9:

Parámetros Cinéticos para Hallar la Transferencia Másica y Difusividad Térmica.

cálculos para la: Transferencia de masa y coeficiente de difusividad térmica (Da)						
Temperatura de secado	Δn	$-2(\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})$	$Bim = \delta_n \tan \delta_n$	L	$D = \frac{kc L}{Bim}$	$kc = \frac{D Bim}{L}$
40°C	0.2905	0.0003	0.086847123	0.01	1.77746E-07	1.54367E-06
50°C	0.3544	0.0004	0.131136091	0.01	1.59236E-07	2.08816E-06
60°C	0.3188	0.0005	0.105222539	0.025	1.53739E-06	6.47071E-06

Las respuestas finales para las variables de estudio, coeficiente de transferencia de masa y difusividad térmica se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 10:

Resultados de Coeficiente de Transferencia de Masa y Difusividad Térmica

Temperatura de deshidratación	Coeficiente de transferencia de masa (kc) m/s	Coeficiente de Difusividad (Da) m ² /s
40°C	1.54367x10⁻⁶	1.77746x10⁻⁷
50°C	2.08816x10 ⁻⁶	1.59236x10 ⁻⁷
60°C	6.47071x10⁻⁶	1.53739x10⁻⁷

Se puede apreciar que los valores de (kc) transferencia de másica (velocidad de deshidratado), representada como la tasa de retiro de agua desde la pasta de pejerrey por la acción de la temperatura de secado al transcurrir el tiempo, se tiene que para el mayor valor de transferencia de masa (velocidad) ocurre cuando es secado a la mayor temperatura ósea 60°C con un valor de 6.47071x10⁻⁶ metros / segundo, seguido de la temperatura de secado a 50°C con un valor de 2.08816x10⁻⁶ metros / segundo y finalmente en una proporción descendente directa el menor valor de 1.54367x10⁻⁶ metros /segundo a la mínima temperatura de secado de 40°C; estos valores guardan estrecha relación con la teoría sobre el secado de materiales alimenticios de mayor velocidad a mayor temperatura como lo aseveran (Arias, Perea, & Zapata, 2017; Ateba & G., 1994; Budzaki & Segura, 2005; Badui, 2009).

Los datos reportados de (kc) difusividad térmica al procesar el secado de la pasta de pejerrey a distintas temperaturas, halladas en el Anexo 04 y presentadas en la anterior tabla, tiene como resultado una proporción inversamente proporcional, ya que el valor de la difusividad se reduce en oposición al incremento del valor de temperatura de secado, teniendo los valores de difusividad térmica (Da) de 1.77746x10⁻⁷ m²/s., 1.59236x10⁻⁷ m²/s., 1.53739x10⁻⁷ m²/s.,

respectivamente para el secado a los valores de temperaturas de deshidratado de 40°C, 50°C y 60°C.

3.4. Discusiones Sobre la Transferencia Másica y Difusividad

Al respecto del comportamiento del coeficiente de transferencia másica (k_c), durante la deshidratación, este parámetro se comporta de acuerdo a lo descrito teóricamente por distintos investigadores, ya que el aumento de la temperatura apura el retiro de partículas de agua, disminuyendo la humedad y por tal el peso de las muestras en el caso del estudio la pasta de pejerrey, como lo mencionan (Labuza & Altunakar, 2008; Cengel & Ghajar, 2015), este comportamiento especialmente en los resultados a las temperaturas de 60°C, 50°C y 40°C, con una tasa de transferencia de 6.47071×10^{-6} ; 2.08816×10^{-6} ; y 1.54367×10^{-6} (metros / segundo), es congruente con el deshidratado de vegetales y de compuestos tipo masa elástica como indica (Budzaki & Segura, 2005; Ibarz & Barbosa, 2005).

Nasiri et al., (2011) han ilustrado que la reducción del contenido de humedad representa un aspecto importante de los mecanismos de transferencia másica en el proceso de deshidratado de alimentos y pastas. Afirman que la velocidad (tasa de cambio) de este fenómeno está estrechamente relacionada tanto con la temporalidad y el valor de la temperatura aplicada. De manera similar, Tirado et al., (2012) sostienen que la atenuación inicial de la pérdida de humedad puede atribuirse al aumento del grosor de la corteza superficial, lo que resulta en una desaceleración de la difusión de las moléculas de vapor a través del área superficial de los alimentos deshidratados (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015; Alvis, Cortes, & Paez, 2009).

Los valores de (k_c) son variables en la comparación con otros productos, pudiendo ser inferior o superior debido a la propia estructura y condiciones, el componente mayor de la pasta

es la harina de trigo y esta ejerce el comportamiento de los valores del presente estudio, por ejemplo, se tienen los valores de (kc) para el proceso de freído de láminas de Tilapia reportado por (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015) que indican para las temperaturas de 130, 150 y 170°C los coeficientes de 3.31×10^{-6} , 3.78×10^{-6} , y 9.68×10^{-6} metros / segundo, resultando estos valores superiores a los del presente estudio, pudiendo explicarse desde la constitución propia del producto alimenticio así como de la temperatura de estudio, ya que son temperaturas muy superiores a las usadas en el presente estudio. Reportes como los de Yildiz et al. (2007), que halló (kc) de: 1,12, 1,58 y $2,07 \times 10^{-5}$ m/s dentro del rango de temperatura de 150 a 190 °C, mientras que Alvis et al. (2009) presentaron un rango de 0,786 a $3,312 \times 10^{-6}$ metros/segundo, para estos coeficientes a temperaturas que oscilan entre 140 y 180 °C. Estos hallazgos muestran unas diferencias con los resultados observados en el análisis de la pasta de pejerrey. Alvis y otros (2009) sugieren que estas variaciones podrían deberse a la metodología y el producto específicos utilizados en la investigación, como lo resalta (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015). Las diferencias en los valores radican en la composición del alimento en sus matrices internas de composición en el caso de la pasta de pejerrey el contenido mayoritario de la harina de trigo junto a la estructura proteica del pejerrey, siendo la adición del trigo esencial para la pasta como reporta (Parvathy, Bindu, & Joshy, 2016), que adiciono 47% de trigo en su pasta.

En cuanto al valor obtenido para el coeficiente de difusividad térmica desde la parte experimental con el comportamiento de la reducción paulatina de la humedad en base-seca de la pasta de pejerrey en la deshidratación 40°C , 50°C y 60°C, el uso de la metodología descrita por (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015), es concordante con la solución numérica y analítica que tiene validez procedimental y teórica, siendo los resultados correctos como manifiesta (Erdogdu, 2008), al estar con valores de determinación R^2 superiores al 90%, son muy confiables. (Alvis,

Caicedo, & Peña, 2012), el resultado de (KC) es útil para el diseño de equipos y la predicción del comportamiento del secado y por consiguiente la optimización del producto (Shaeed, Bapary, Islam, & Kamal, 2009).

Teniendo los resultados de difusividad (D_a) de $1.77746 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$., $1.59236 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$., $1.53739 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$., respectivamente para el secado a 40°C , 50°C y 60°C , comparadas estas con otros valores resultan variables por la razón de ser productos y alimentos con una composición matricial distinta además de temperaturas distintas por los estudio respecticos, incluso hay contradicción teóricas sobre el comportamiento directa o inversamente proporcional de difusividad con el incremento dela temperatura, siendo literatura científica que respalda la naturaleza de los resultados del presente estudio (Taipe, 2016; Alvis, Caicedo, & Peña, 2012; Erdogdu, 2008; Singh & Heldman, 2014).

Un resultado contradictorio lo tiene (Tirado, Acevedo, & Montero, 2015), que indica el aumento de la difusividad al incrementarse la temperatura en su estudio de freído de piezas cárnicas de Tilapia y el fruto “fruta de pan”. Los resultados de (D_a) para los bollos de maíz de (Torres, Gallo, & Acevedo, 2016) que indica valores de $1.98 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, superiores a la pasta de pejerrey pudiendo ser por la temperatura de cocción a 98°C , también se debe a la diferencia de composición en ambos productos, así también otro punto de diferenciación es el medio de transferencia de calor en el estudio (aire seco) y en Torres et al (2016), fue vapor de agua, lo mismo ocurre con los resultados reportados por (Velez-Ruis & Sosa-Morales, 2003), en su estudio de difusividad en papa y loche. Conforme a que la difusividad se relaciona con la estructura del alimento (composición-interna) y la temperatura externa que transfiere calor como dice (Alvis, Gonzales, & Arrazola, 2015; Kanjanapongkul, 2017; Alvez, Cortez, & Paez, 2009).

La revisión de literatura de (D_a) indica que la difusividad térmica oscila entre $1,0 \times 10^{-7}$ m^2/s y $2,36 \times 10^{-7}$ m^2/s durante los procesos de calentado y cocinado (Erdogdu, 2008; Ibarz y Barbosa, 2005). En estudios anteriores de Peleg (1983) también se informó de un rango de 1 a 2×10^{-7} m^2/s , lo que demuestra una proporcionalidad directa con la temperatura de tratamiento. En la investigación actual, se observó un tratamiento de difusividad $\alpha = 0,918641 \times 10^{-7}$ para los tamales de maíz morado a $70^\circ C$, con un valor ligeramente inferior, posiblemente debido a la temperatura y composición específicas del maíz Morado Cusqueño. Un valor en analogía es el de $11,11 \times 10^{-11}$ y de $8,708 \times 10^{-11}$ $m^2 s^{-1}$ para el camarón seco y el pez chelwa, como lo reporta (Jain & Pathare, 2007). En una comparación con (Roca-Saboya & Vidalon-Flores, 2014), reporta para pescado la difusividad D_a de entre $5,71 \times 10^{-10}$ y $9,29 \times 10^{-10}$ m^2/s , siendo estos valores muy inferiores a los de la pasta de pejerrey. En el deshidratado de un apasta con carne de pez reportado por (Hii, Chiang, & Tan, 2022), se tiene una difusividad entre 10^{-8} y 10^{-12} m^2/s , cuyos valores están por encima de los hallados en la pasta de pejerrey. En el deshidratado de sumiri (Park, Park, & Yoon, 2020). La difusividad efectiva de la humedad se incrementó de $5,50 \times 10^{-11}$ a $2,07 \times 10^{-9}$ m^2/s al aumentar la temperatura de $30^\circ C$ a $90^\circ C$.

Por ejemplo, la difusividad del puré de manzana, según lo informado por Poulsen (1990), fue mayor con $\alpha = 1,49 \times 10^{-7}$ m^2 /s . Del mismo modo, el puré de plátano mostró un $\alpha = 1,42 \times 10^{-7}$ m^2 /s (Heldman, 1998). Además de las variaciones de temperatura en los tratamientos, el contenido de la composición desempeña un papel crucial, especialmente teniendo en cuenta que estos valores de difusividad se basan en alimentos con un contenido promedio de humedad del 75%, en contraste con el contenido de humedad del 40% de los tamales en promedio.

Los resultados de este estudio indican una difusividad comparable para tamales hechos de maíz blanco y morado con sabor salado, con $\alpha = 1.13479 \times 10^{-7}$ m^2 /s . Esto podría aclararse por el

contenido de NaCl, que ayuda a homogeneizar la composición interna, lo que resulta en vectores de conducción similares y resistencia a la transferencia de calor (Siripon et al., 2007). Los coeficientes de difusividad térmica más altos corresponden a tratamientos a temperaturas más altas, como 85 °C, lo que sugiere que la temperatura facilita la transferencia de calor. Por el contrario, los valores de difusividad más bajos se asocian a tratamientos térmicos más bajos, como los 70 °C. Cabe destacar el resultado de los tamales de maíz Morado Cusqueño a 70 °C, con $\alpha=0.91 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{s}$, lo que demuestra el impacto de la temperatura mínima y la composición del maíz en el valor obtenido.

Los hallazgos presentados aquí muestran valores de difusividad más bajos en comparación con los reportados por Vidaurre (2014) para Loche (*Curcubina moschata* Duchense) con $\alpha=1,439 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{s}$. Esta diferencia podría atribuirse a la temperatura de tratamiento de 90 °C y al uso de agua como fluido de transferencia. La determinación de los coeficientes de difusividad térmica tiene una importancia significativa para reducir el consumo energético en la preparación de los alimentos, mejorar los atributos sensoriales y garantizar la conservación, ya sea mediante la cocción o la refrigeración, como enfatizan Ateba y G. (1994); Alves et al. (2009) y Rabello (2008). Por lo tanto, los valores experimentales obtenidos en este estudio son relevantes para su posible aplicación al desarrollar de equipos de transferencia calórica, Arámbula (2016).

3.5. Resultados de Rendimiento en Pulpa de Pejerrey para la Pasta

Se tiene en la siguiente tabla los resultados de los ensayos para obtener el rendimiento porcentual.

Tabla 11:

Rendimiento Porcentual de Pulpa de Pejerrey.

Ensayo	Peso total (kg)	Peso pulpa (kg)	peso (cabeza, aletas, vísceras, huesos y otros) Kg	% rendimiento
1	0.185	0.065	0.12	35.14
2	0.187	0.066	0.121	35.29
3	0.184	0.067	0.117	36.41
4	0.186	0.064	0.122	34.41

Figura 10:

Rendimiento de pulpa de pejerrey



Se tiene un rendimiento promedio de 35.00% de pulpa de pejerrey. El resultado es similar a otros estudios como los de (Aguilar, Gomez, & Perez, 2018; Amaru & Yujra, 2021). El resultado en el presente estudio es inferior al reportado por (Lizarraga, 2018), que indica un rendimiento optimizado del 48.7% en condiciones de mejora de obtención de pulpa. El reporte también es inferior al valor de 42% con respecto al peso total del pez reportado por (Paredi et al., 2014).

3.6. Resultados del Análisis Organoléptico de Aceptabilidad.

Con la participación de 20 panelistas, la codificación de las muestras a evaluar fue: M-161 (40°C), M-612 (50°C) Y M-316 (60°C).

3.6.1. Atributo Color

Tabla 12:

Respuestas de Panelistas Para el Atributo "Color"

PANELISTA	M-161	M-612	M-316
1	3	4	3
2	3	4	3
3	3	3	3
4	3	4	3
5	4	3	4
6	4	4	3
7	4	3	4
8	4	3	4
9	4	4	3
10	4	4	3
11	4	4	4
12	2	2	3
13	4	4	3
14	2	3	5
15	1	5	3
16	3	4	4
17	5	3	5
18	1	1	2
19	3	3	3

20	1	4	2
----	---	---	---

Para la evaluación estadística del ANOVA en un solo factor, se construirá un sistema de hipótesis, la que será verificada con el análisis ANOVA de la tabla

H0: No se tiene diferencia significativa entre los tratamientos

H1: Se tiene diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 13:

Analítica de Varianza de un solo Factor.

Análisis de varianza de un solo factor				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	20	62	3.1	1.35789474
Columna 2	20	69	3.45	0.78684211
Columna 3	20	67	3.35	0.66052632

ANÁLISIS DE VARIANZA

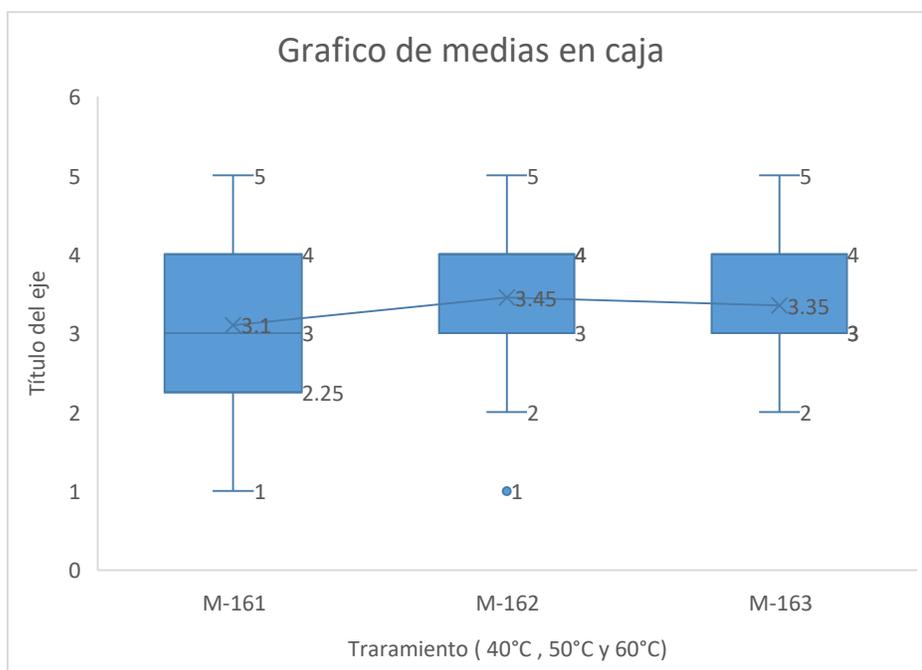
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.3	2	0.65	0.69512195	0.50319364	3.15884272
Dentro de los grupos	53.3	57	0.93508772			
Total	54.6	59				

Se observa que F calculado (0,695) es menor al F crítico (3,158) por lo tanto se rechaza H1 y se acepta la H0, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los tratamientos con una seguridad del 95% debiéndose 5% al error experimental.

En la siguiente figura se observan las medias de los tres ensayos.

Figura 11:

Gráfico de Caja Para Comparación de Medias



Se puede distinguir que se comparten las medias de los tratamientos M-162 y M-163, por lo tanto, no son diferentes significativamente.

3.6.2. Atributo Olor

Tabla 14:

Respuesta de los Panelistas Para el Atributo "Olor"

PANELISTA	M-161	M-612	M-316
1	4	4	3
2	4	4	2
3	4	2	4
4	4	3	3
5	3	4	4
6	3	3	4
7	3	3	4
8	4	4	3
9	4	3	3
10	4	4	4

11	4	4	4
12	2	3	3
13	5	5	4
14	3	4	2
15	2	4	3
16	3	4	5
17	5	5	4
18	2	4	3
19	3	3	2
20	3	4	2

Para la evaluación estadística del análisis de varianza en un solo factor, se construirá un sistema de hipótesis, la que será verificada con el análisis ANOVA de la tabla

H0: No se tiene diferencia significativa entre los tratamientos

H1: Se tiene diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 15:

Análisis de Varianza de un solo Factor.

Análisis de varianza de un solo factor				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	20	69	3.45	0.78684211
Columna 2	20	74	3.7	0.53684211
Columna 3	20	66	3.3	0.74736842

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.63333333	2	0.81666667	1.18297332	0.31377444	3.15884272

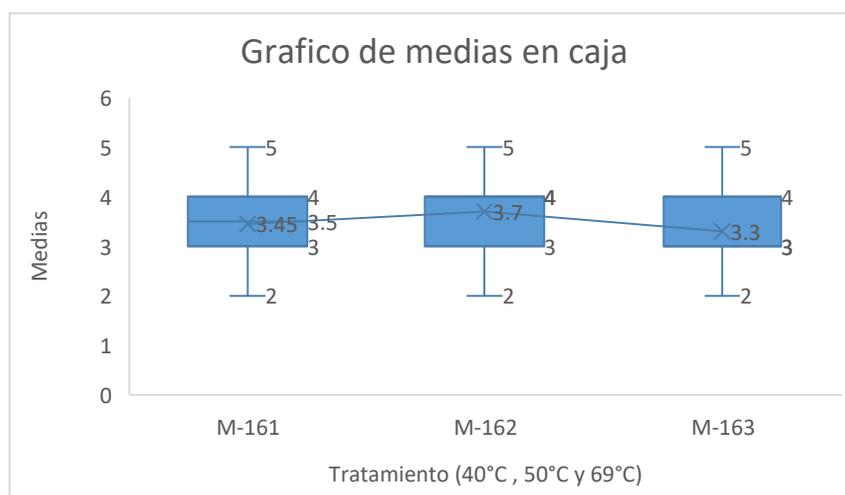
Dentro de los grupos	39.35	57	0.69035088
Total	40.98333333	59	

Se observa que F calculado (1.18) es menor al F crítico (3,158) se rechaza H1 y se acepta H0, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los tratamientos con una seguridad del 95% debiéndose 5% al error experimental.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las medias de los tres ensayos.

Figura 12:

Gráfico de Caja para Comparación de Medias



En la figura es apreciable observar que estadísticamente se comparte medias entre los tratamientos M-161 y M-612, por tal no son diferentes.

3.7. Atributo Sabor

Tabla 16:

Respuestas de los Panelistas para el Atributo "Sabor"

PANELISTA	M-161	M-612	M-316
1	3	4	3
2	3	4	2
3	4	4	3
4	4	4	2
5	4	4	3
6	4	4	3
7	4	4	3
8	4	4	3
9	4	4	3
10	5	4	3
11	5	5	4
12	2	2	3
13	5	3	4
14	3	5	2
15	2	4	3
16	4	4	4
17	4	4	5
18	2	4	3
19	2	3	2
20	2	5	3

Para la evaluación estadística del análisis-varianza en un solo factor, se construirá un sistema de hipótesis, la que será verificada con el análisis ANOVA de la tabla 16.

H0: No se tiene diferencia significativa entre los tratamientos

H1: Se tiene diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 17:*Análisis de Varianza de un solo Factor.*

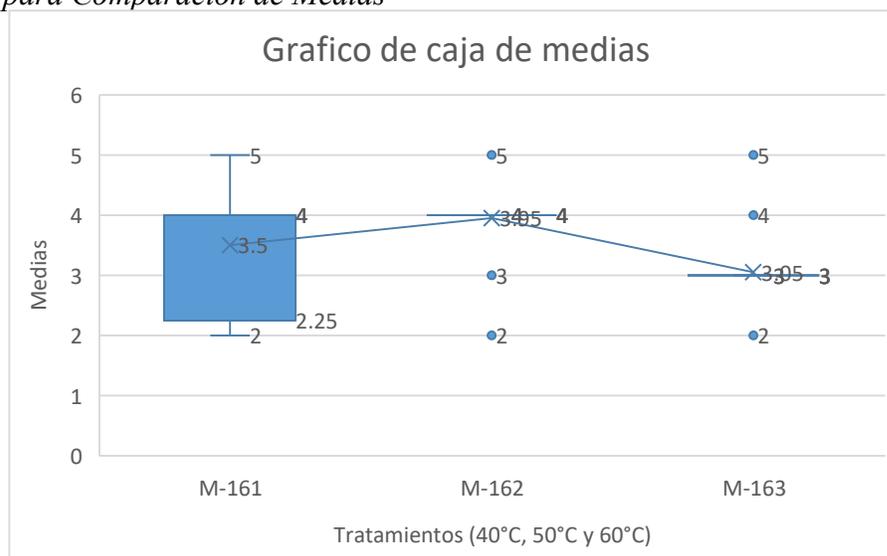
Análisis de Varianza de un solo factor						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	20	70	3.5	1.10526316		
Columna 2	20	79	3.95	0.47105263		
Columna 3	20	61	3.05	0.57631579		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8.1	2	4.05	5.64425428	0.00580131	3.15884272
Dentro de los grupos	40.9	57	0.71754386			
Total	49	59				

Se observa que F calculado (5.64) es mayor al F crítico (3,158) se rechaza H₀ y se acepta la H₁, por lo tanto, existe diferencia significativa entre los tratamientos con una seguridad del 95% debiéndose 5% al error experimental.

En la siguiente figura se observa la ubicación de las medias de los tres ensayos.

Figura 13:
Gráfico de Caja para Comparación de Medias



En la figura distinguimos que no se comparte medias entre los tratamientos M-161 y M-612, por tal son diferentes.

3.8. Atributo Aroma

Tabla 18:

Respuestas de los Panelistas Para el Atributo "Aroma"

PANELISTA	M-161	M-612	M-316
1	4	3	4
2	4	4	3
3	3	3	2
4	3	4	2
5	4	4	4
6	4	3	4
7	4	3	4
8	4	3	3
9	3	3	3
10	4	4	3
11	4	4	4
12	2	2	3
13	4	4	4
14	3	4	3
15	4	3	2
16	3	5	4
17	3	5	4
18	2	3	2
19	3	3	2
20	5	3	1

Para la evaluación estadística del análisis-varianza en un solo factor, se construirá un sistema de hipótesis, la que será verificada con el análisis ANOVA de la tabla 18.

H0: No se tiene diferencia significativa entre los tratamientos

H1: Se tiene diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 19:

Análisis de Varianza de un Solo Factor.

Análisis de Varianza de un solo factor						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	20	70	3.5	0.57894737		
Columna 2	20	70	3.5	0.57894737		
Columna 3	20	61	3.05	0.89210526		

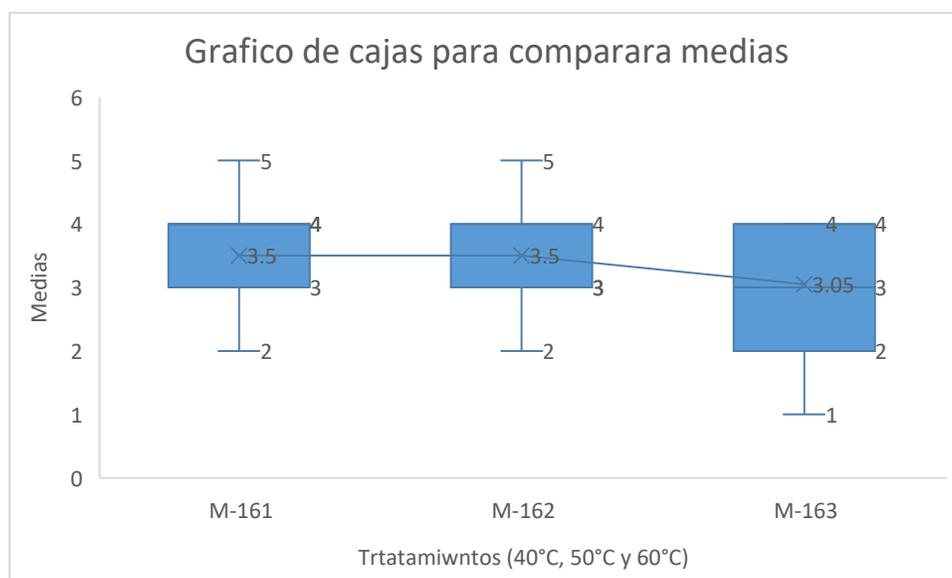
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.7	2	1.35	1.97560976	0.14805907	3.15884272
Dentro de los grupos	38.95	57	0.68333333			
Total	41.65	59				

Se observa que F calculado (1.97) es menor al F crítico (3,158) se rechaza la H1 y se acepta la H0, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre los tratamientos con una seguridad del 95% debiéndose 5% al error experimental.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las medias de los tres ensayos.

Figura 14:

Gráfico de Caja Para Comparación de Medias



En la figura se puede observar que se comparte medias entre los tratamientos M-161 y M-612, por tal no son diferentes.

3.9. Atributo Consistencia.

El alcance efectuado a los panelistas para evaluar esta propiedad es que puedan sentir el grado de resistencia al proceso de masticar y mezclar la pasta, para la percepción de la consistencia, desde la sensación bucal.

Tabla 20:

Respuestas de Panelistas al Atributo "Consistencia"

PANELISTA	M-161	M-612	M-316
1	3	3	2
2	3	3	2
3	4	2	2
4	4	3	2
5	4	3	3
6	4	3	3
7	4	3	3
8	4	4	3
9	3	4	3

1	3	4	3
1	3	4	4
1	3	3	3
1	5	4	3
1	5	3	2
1	1	5	2
1	2	5	3
1	5	5	5
1	3	3	2
1	2	4	3
2	4	4	4

Para la evaluación estadística del análisis-varianza en un solo factor, se construirá un sistema de hipótesis, la que será verificada con el análisis ANOVA de la tabla 20.

H0: No se tiene diferencia significativa entre los tratamientos.

H1: Se tiene diferencia significativa entre los tratamientos

Tabla 21:

Análisis de Varianza en un Solo Factor Para “Color”

Análisis de Varianza en un solo factor				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	20	69	3.45	1.10263158
Columna 2	20	72	3.6	0.67368421
Columna 3	20	57	2.85	0.66052632

ANÁLISIS DE VARIANZA

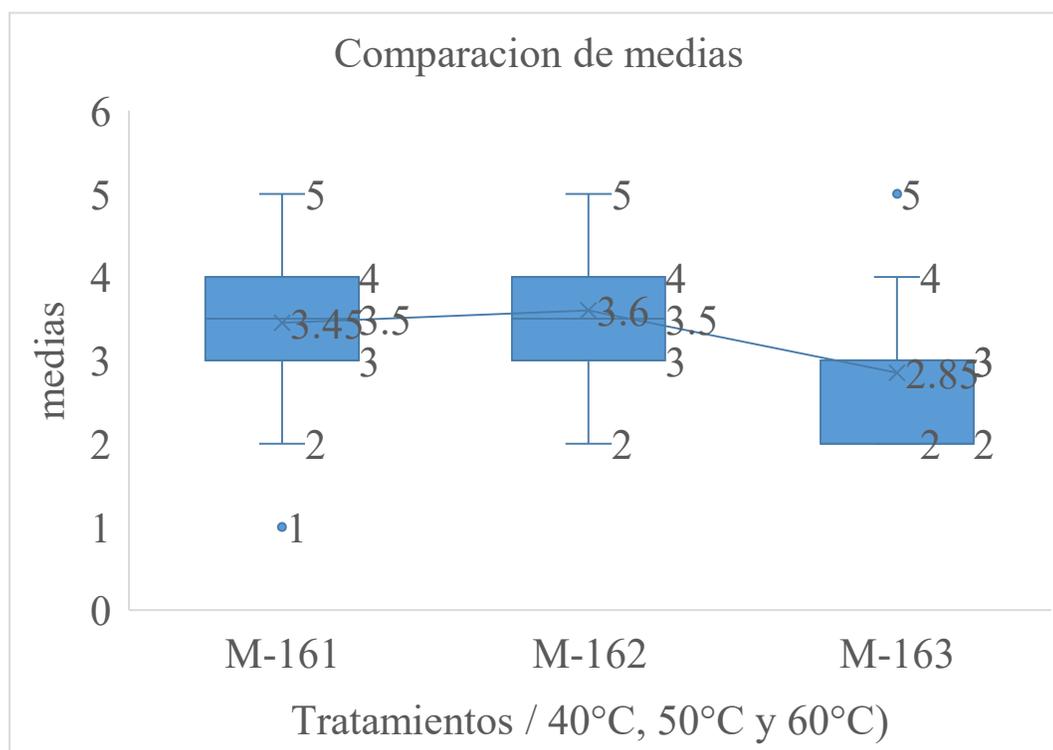
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6.3	2	3.15	3.87796976	0.02636116	3.15884272
Dentro de los grupos	46.3	57	0.8122807			
Total	52.6	59				

Se observa que F calculado (3,87) es mayor que al F crítico (3,158) se acepta la (H_1) , por lo tanto, se tiene una diferencia significativa entre los tratamientos con una seguridad del 95% debiéndose 5% al error experimental.

En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento de las medias de los tres ensayos.

Figura 15:

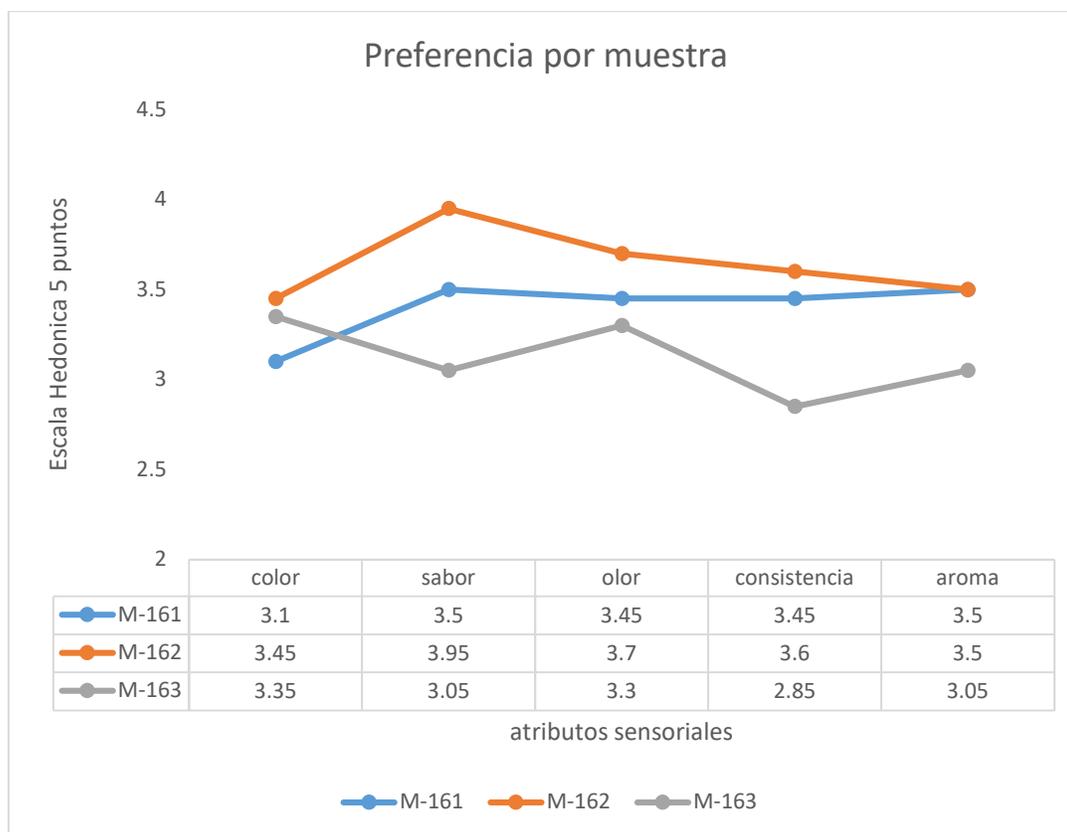
Gráfico de Cajas Para Comparar Medias.



Se aprecia que las medias son distintas, para los tratamientos de secado a 40°C, 50°C y 60°C, para el atributo consistencia.

3.9.1. Resultados de Muestras

Se presenta en la tabla 20.

Figura 16:*Análisis Sensorialmente.*

3.9.2. *Discusión para el Análisis sensorial*

Las pruebas sensoriales son efectivas para saber el comportamiento del grupo de consumidores potenciales, ya que muestran su agrado desde el uso de los sentidos sensores, en el caso de las pastas alimenticias suelen ser comunes realizar ensayos sensoriales para la degustación y aceptación de las mismas (Aguilar, Gomez, & Perez, 2018; Apolinario & Romero, 2022; Costa y Olivera, 1999). En el caso del estudio la mejor preferencia para los atributos de color, olor, sabor, aroma y consistencia fueron para el tratamiento M-162 que corresponde a la pasta de pejerrey deshidrata a la temperatura de 50°C, este término medio es claramente análogo a muchos otros estudios donde los consumidores ubican puntos medios para evitar excesos y comportarse de manera simétrica frente a los gustos y preferencias así lo indica (Perez & Salvador, 2022; Perez-Soto, Soto-Simental, Guemes-Vera, & Gonzales-Montiel, 2016).

Para el caso específico de la pasta de pejerrey se tiene en el estudio los atributos de color, sabor, olor, aroma y consistencia de las cuales en algunos casos son diferentes y en otras la apreciación es similar de los panelistas para las tres muestras o tratamientos presentes que corresponden a los tres ensayos de secado a (40°C, 50°C y 60°C), los resultados concuerdan con muchos estudio que indican una diferencia de los atributos en su propia consistencia interna de agrado o desagrado (Fennema, 2019; Custer, 2000; Inocente-Quiroz, Eccoña-Sota, & Silva-paz, 2021).

3.10. Prueba Microbiológica

Al análisis microbiológico se realizó en el laboratorio LAASA LAB E.I.R.L. (Análisis de Alimentos y Monitoreo Ambiental), según a las directrices de la RM 591-2008/MINSA, Grupo V. Granos de Cereales, Leguminosas, Quenopodiáceas y Derivados (Harinas y otros); Categoría V.6 Fideos o Pastas desecadas). Con o sin relleno (Incluye fideos a base de verduras, al huevo y otros); obteniendo los siguientes resultados, mostrados en la tabla 21.

Tabla 22:

Recuentos Microbiológico

Laboratorio de referencia	Límites Máximos	Resultado
Muestra: Pasta 1	Permisibles LMP	
Numeración microorganismos heterotróficos /gramo		145
Mohos	100	35
Coliformes/gramo	10	0
Staphylococcus aureus /gramo	100	16
Ecoli /25 gramos	100 UFC	0 UFC
Salmonella sp.	Ausencia /25g	Ausencia

En la table anterior se observa que los parámetros evaluados para el moho se encuentran del límite permisible, el recuento, coliformes-totales y E. Coli en 25 gramos es cero UFC/g. garantizando la inocuidad del alimento y finalmente el recuento de Salmonella en 25 g. de muestra es cero lo que significa que la pasta de pejerrey producido experimentalmente cumple con los parámetros de calidad microbiológica para consumo humano.

3.11. Composición de la Pasta de Pejerrey

Los resultados son apreciados en la siguiente tabla.

Tabla 23:

Resultado Físico Químico de la Muestra de Pasta de Pejerrey (Odontesthes Regia Regia).

Ensayos	Unidad	LMP	Valor Muestra (1)
Proteínas	%	17.5	13.3
Humedad	%	64.45	31.3
pH		7.00	6.50
Lípidos	%	12.3	8.7

En la anterior table, se observa que los análisis de la muestra de “Pasta de Pejerrey” (*Odontesthes regia regia*) en las determinaciones de proteína en los límites permisibles fue de 17.5 %, sin embargo, en los valores en la muestra uno (1) se obtuvo 13.3% respectivamente.

Sin embargo, debo manifestar que en la determinación de humedad se tuvo un resultado de 64.45%, con diferencia en valores en muestra uno (1) fue de 31.3%, habiendo una diferencia de 33.15% con respecto al Límite Máximo Permisible (LMP).

Y para el Caso de pH el resultado en Límite Máximo Permisible (LMP) fui de 7.00, con respecto a los valores de la muestra uno (1) se obtuvo 6.50.

Por último, con respecto al porcentaje de grasa es de 12.3% en los valores Límite Máximo Permisible (LMP), sin embargo, en los valores de la muestra uno (1) fue de 8.7%, habiendo una diferencia de 3.6% respectivamente en comparación con Límite Máximo Permisible (LMP), en la determinación de humedad se tuvo un resultado de 64.45%, con diferencia en valores en muestra uno (1) fue de 31.3%, habiendo una diferencia de 33.15% con respecto al Límite Máximo Permisible (LMP), así se observa según los resultados en el gráfico arriba mencionado para los valores de pH y porcentaje de grasa, de tal manera se corrobora con la tabla anterior. Y para el caso de pH el resultado en Límite Máximo Permisible (LMP) fue de 7.00, con respecto a los valores de la muestra uno (1) se obtuvo 6.50, habiendo una diferencia de 0.5 con respecto al LMP y por último con respecto al porcentaje de grasa habiendo una diferencia de 3.6% respectivamente en comparación con Límite Máximo Permisible (LMP).

CONCLUSIONES

1. En el deshidratado de pasta de pejerrey se obtuvo el parámetro termo-físico de velocidad de secado denominado coeficiente de transferencia de masa de 1.54367×10^{-6} ; 2.08816×10^{-6} ; 6.47071×10^{-6} (metros / segundo) respectivamente para las temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, teniendo para la pérdida de humedad el efecto temperatura significativo estadísticamente al 95%.
2. Al hallar el coeficiente de difusividad térmica en el deshidratado de pasta de pejerrey se tiene los valores de 1.77746×10^{-7} ; 1.59236×10^{-7} ; 1.53739×10^{-7} (metro cuadrado / segundo), respectivamente para las temperaturas de deshidratado de 40°C, 50°C y 60°C, teniendo para la pérdida de humedad el efecto temperatura significativo estadísticamente al 95%.
3. El análisis organoléptico muestra que existen diferencias significativas en el atributo sabor entre los tratamientos M-161 y M-162 y entre los tratamientos M-161 y M-163 siendo estos tratamientos estadísticamente homogéneos con una seguridad el 95%. por lo tanto, se puede definir que el que tiene mejor aceptabilidad es la muestra que fue deshidratada a 50°C con un nivel de confianza del 95%.

RECOMENDACIONES

1. Obtener un modelo matemático avanzado de procesos de deshidratación: Desarrollar modelos predictivos para la transferencia de masa y calor en alimentos con alto contenido proteico; Validar los modelos con datos experimentales de diversos productos pesqueros.
2. Innovar en técnicas de secado para productos marinos: Explorar métodos alternativos como liofilización o secado por microondas; Comparar la eficiencia energética y la retención de nutrientes entre diferentes técnicas.
3. Analizar sensorialmente las preferencias del consumidor en productos pesqueros procesados: Estudiar la correlación entre parámetros de procesamiento y atributos sensoriales; Desarrollar metodologías avanzadas para la evaluación organoléptica de alimentos marinos.
4. Estudiar la estabilidad y vida útil de pastas enriquecidas con pescado: Investigar el impacto de diferentes condiciones de almacenamiento en la calidad del producto; Desarrollar estrategias para extender la vida útil manteniendo las propiedades nutricionales.
5. Aprovechar los sub productos pesqueros en la industria alimentaria: Explorar el uso de partes subutilizadas del pejerrey en la formulación de alimentos funcionales; Evaluar el impacto económico y ambiental de estas estrategias.
6. Desarrollar métodos rápidos para el control de calidad en pastas enriquecidas: Investigar técnicas no destructivas para la determinación de humedad y contenido proteico; Implementar sistemas de monitoreo en línea para procesos de deshidratación.

BIBLIOGRAFIA

- A. Farinu, O. B. (2007).) Heat transfer coefficients during deep fat frying of sweetpotato: Effects of product size and oil temperature, *Food Research International*. 989-994.
- Aguilar, J., Gomez, D., & Perez, M. (2018). Impacto económico de la deshidratación de productos pesqueros en el Perú. *revista de economia Pesquera*, 25(2), 87-101. doi:DOI: 10.24515/REP.25.2:05
- Ainsa, L. (2019). *Shelf life and evolution of the fatty acids profile in pastas supplemented with fish concentrates*. Zaragoza-España: Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/289999973.pdf>
- Almedola, D. y. (2008). Determinación do coeficientes convectivo de transferencia de calor de figos sometidos a resfriamiento rápido. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*. 13(2), 176-182.
- Alvez, A., Cortez, L., & Paez, M. (2009). Transferencia de calor y materia durante la fritura de trozos de Name (*Dioscorea alata*). *Informacion Tecnologica*, 20(1), 99-109.
- Alvis, A., Caicedo, L., & Peña, P. (2012). Determinacion de Propiedades Termofísicas de Alimentos en Funcion de la Concentracion y la Temperatura, empleando un programa computacional. *Informacion Tecnologica*, 23(1), 111-116.
- Alvis, A., Cortes, L., & Paez, M. (2009). Transferencia de calor y materia durante la fritura de trozos de Ñame (*Dioscorea alata*). *Informacion Tecnologica*, 20(1), 99-109.
- Alvis, A., Gonzales, A., & Arrazola, G. (2015). Efecto del recubrimiento comestible en las propiedades de trozos de batata fritos por inmersión: propiedades termofísicas y de transporte. *Informacion Tecnologica*, 20(1), 103-116.

- Amaru, G., & Yujra, E. (2021). Growth evaluation of pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinopsidae) grown in floating cages on Lake Titicaca. *Revista de Investigaciones Antoandinas*, 245-57. doi:<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.228>
- Apolinario, L., & Romero, L. (2022). *Bocadillos de trucha arco iris (oncorhynchus mykiss) y pitahaya roja (hylocereus megalanthus) y su aporte de omegas, para fortalecer el sistema inmunológico*. Huancayo-Peru: Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7454>
- Arambulla, B. G. (2016). Efecto del tiempo de cocimiento y reposo de granos de maiz (*Zea mays* L) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas , estructurales y reologicas, estructurales y texturales , masa y tortilla de maíz. *Revista ASrquivo Latinoamericano de Nutric.* 187-194.
- Arancibia, C., Zhong, F., & Barbosa-Cánovas, G. (2022). Sensory Analysis and Machine Learning for Predicting Food Acceptance and Preference. . *Foods*, 11(11), e1634. doi:<https://doi.org/10.3390/foods11111634>
- Arevalo, S. (2017). *Agua en los aalimentos*. Iquitos-Peru: Universidad Nacional de la Amazonia. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP_dd917bf4775409df17a2a9c0306228
76
- Arias, L., Perea, Y., & Zapata, E. (2017). Cinética de la Transferencia de Masa en la Deshidratación Osmótica de Mango (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins en Función de la Temperatura. *Informacion Tecnologica*, 118-129. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000300006>

- Arroyo, A. S. (2019). Simbología del maíz en la cultura andina milenaria: resistencia e identidad del hombre andino. *Investigaciones sociales*, 22(41), 33-55.
doi:<https://doi.org/10.15381/is.v22i41.16756>
- Arroyo, J., Saez, V., Burga, J., de la Cruz, W., & Valencia, J. (2010). Composición química de maíz morado. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 24: 157-162, 12.
- Ateba, P., & G., M. (1994). Modelling the depp-fat frying of beef meatballs. *International Journal of Food Science and Technology*, 29(1), 429-440.
- Awuad, A. (1993). Surface heat transfer coefficients associated with heating of food particles in CMC solutions. *Journal of food process engineering*, 16(1): 39-57.
- Ayadi, M., makni, I., & Attia, H. (2009). Thermal diffusivities and influence of cooking time on textural, microbiological and sensory characteristics of turkey meat prepared products. *Food and Bioproducts processing*, 87(4), 327-333.
- Ayofemi, S., & Adeyeye, O. (2019). Una visión general de la cinética del secado del pescado. *Nutrición y ciencia de los alimentos*, 456-468. Obtenido de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/NFS-10-2018-0296/full/html>
- Badui, S. (2009). *Química de los Alimentos*. Mexico DF: Pearson Educación. Obtenido de https://www.academia.edu/28233446/Qu%C3%ADmica_de_los_alimentos_badui_4edi
- Barbosa-Canovas, G., Fontana, A., Schmidt, S., & Labuza, T. (2007). *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*. Blackwell Publishing. .
doi:<https://doi.org/10.1002/9780470376454>
- Barreto, R. J. (2013). *determinación de la difusividad térmica en pulpa de guanábana (annona muricata), en función de la temperatura*. Tingo María- Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Battistoni, G., Ferrer, J., Roux, J., Tujague, M., & García, G. (2020). Atherinopsidae (Atheriniformes): confirmation of the monotypy of the Patagonian silverside genus *Odontesthes* and resolution of the *O. incisa* species complex. *Neotropical Ichthyology*, , 4, 144-156. doi:<https://doi.org/10.1590/1982-0224-2020-0070>
- Berger, C. (2020). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Peru. *South Sustainability*, e0033. doi:DOI: 10.21142/SS-0101-2020-003
- Berk, Z. (2018). *Food Process Engineering and Technology* . Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/C2016-0-04623-2>
- Blasina, G. (2022). volutionary history of *Odontesthes* (Atheriniformes: Atherinopsidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*,, 606-632. doi:<https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlac013>
- Botto, E., Calderon, C., Rosa, R., Ugarte, P., & Zarate, M. (2007). *El Maiz Blanco Gigante Cusco, un propuesta estrategica para su exportacion a España*. . Lima- Peru.: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Briones, J., Cuatzo, M., lopez, F., & Gallardo, Y. (2010). Elaboracion de tamales a partir de harina precocida por extrusion maiz-soya. *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnologia de los Alimentos* (págs. 1-10). Guanajuato-Mexico: Universidad de Guanajuato.
- Budzaki, S., & Segura, B. (2005). Moisture loss and oil uptake during deep-fat frying of "krostula" dough. *European Food Research and technology*, 2020(1), 90-95.
- Cai, L., Gao, X., Xiong, S., An, Y., Yi, L., You, J., & Lui, R. (2023). Effect of material temperatures on quality of fish vermicelli, a noodle-shaped surimi product. *Journal Food Science*. doi:<https://doi.org/10.1111/1750-3841.16766>

- Carbajal, G., Latorre, O., Ramos, E., & Tarazona, M. (2017). *Planeamiento estratégico para la industria del mazi en Cusco*. Lima: CENTRUM Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Carciofi, B., Faistel, J., Aragao, G., & Laurindo, J. (2002). Determination of thermal diffusivity of mortadella using actual cooking process data. *Journal of Food Engineering*, 55(1), 89-94.
- Ccana-Mamani, R. (2022). *Diseño de un deshidratador solar de trucha mediante tubos de vacío con control de temperatura en la Región de Tacna, en el año 2021*. Tacna-Peru: Universidad Nacional Jorge Basadre Grovermann.
doi:<https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/3932>
- Cengel, Y., & Ghajar, A. (2015). *Transferencia de calor y masa: Fundamentos y aplicaciones*. McGraw-Hill Education.
- Chavez, H. L., & Ramirez, V. J. (2017). *Proyecto tamales para retail*. Lima-Peru: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Choi, J., Park, J., & Byun, M. (2021). Quality characteristics of instant noodles with added amaranth powder during storage. *Food Chemistry*, 12(1), 345-357.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128483>
- Collazos, C. W. (1975). La composición de los alimentos peruanos". *tecnología de investigación*, 78.
- Costa y Olivera, R. (1999). Modelling the kinetics of water loss during potato frying with a compartmental dynamic model. *Journal of Food Engineering*, 41(3): 177-185.
- Crank, J. (1975). *The mathematics of Diffusion 2da edition*. London: Oxford University Press.
- Cruz, V. C. (2021). *Factores fisicoquímicos que influyen en la estructura de las masas de maíz nixtamalizado cocidas al vapor*. Mexico: Universidad Autónoma de México.
- Custer, F. (2000). *El Arte de la Cocina Peruana*. Lima: Quebecor World Perú S.A. ISBN 9972-9298-0-9.

- Dahlbom, B., & Greer, H. (2009). *Cambiando los hábitos de consumo energético*. Madrid-España: IDAE Ormobook.
- Defraeye, T. (2014). Advanced computational modelling for drying processes: A review. *Applied Energy*, 133(1), 323-344. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.06.027>
- Diego Felipe Tirado Armesto, J. D. (2016). COMPOSICIÓN, PROPIEDADES TERMOFÍSICAS .
- ENAHO. (2021). *Encuesta Nacional de Hogares*. Lima-Peru: Instituto Nacional de Estadística INEI. Obtenido de <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-de-hogares-enaho-2021-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica-%E2%80%93>
- Erdogdu, F. (2008). A review on simultaneous determination of thermal diffusivity and heat transfer coefficient. *Journal of Food Engineering*, 86(1), 453-459.
- Erim Kose, Y. y. (2016). Determination of Simultaneous Heat and Mass Transfer Parameters of Tulumba Dessert during Deep- Fat Frying. *Journal of Food Processing and Preservation*. 00. 00.
- Espinach-Ros, A., Ríos, N., Chalde, T., Fuentes, C., & Solari, A. (2012). Desarrollo y cultivo del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en Argentina. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 388-400. doi:<https://doi.org/10.1590/S1679-62252012000400003>
- FAO. (2006). *Producción mundial del maíz en 2006*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación del sector pesquero y acuícola azul*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. doi:<https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Fennema, O. (2019). *Química de los alimentos*. Zaragoza-España: Acribia SA. Obtenido de https://www.editorialacribia.com/libro/fennema-quimica-de-los-alimentos_91433/

- Ferrari, C., Arballo, J., & Mascheroni, R. (2019). *Modelado de la transferencia de masa durante el proceso de deshidratación osmótica de peras con soluciones de sacarosa y sorbitol*. Buenos Aires-Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/124759>
- Fetzer, E. (2004). *Sabores del Peru, la cocina Peruana desde los Incas hasta nuestros dias*. Barcelona- España: Viena Ediciones, ISBN 84-8330-249-7.
- Figueroa, J., Esquivel, A., Mariscal, R., Santiago, D., & Hernandez, Z. (2016). Effect of processing procedure on the formation of resistant starch in tamales. *Starch Journal*, 68(1), 1-8.
- Figueroa-Cardenas, J. (2016). Effect of processing procedure on the formation of resistant starch in tamales. *Starch-Starke*, 1-8. doi:<http://doi.org/10.1002/star.201600091>
- Franklin, M. E. (2014). Modeling the heat and mass transfer during frying of gulab jamun. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38(4), 1939-1947.
- garcia, E., & Ruiz, J. (2017). Tecnologías limpias en la industria pesquera peruana: una alternativa para la reducción de la huella ecológica. *Boletín de Investigación Ambiental*, 14(3), 102-115. doi:10.31236/BIA.14(3).2017.120
- Garcia, M. S. (2019). Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en las características de masas de maiz nixtamalizado cocidas a vapor (tamal). 14-30.
- Garda, M. (2020). *Técnicas del manejo de los alimentos*. EUDEBA, Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zQbtDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=forma+del+agua+en+los+alimentos&ots=USh1ECVku4&sig=joq0-zBM-XKmpyQYZEGC3qDMCQI#v=onepage&q=forma%20del%20agua%20en%20los%20alimentos&f=false>

- Gil-Julca, R. (2023). *Obtención y caracterización de una sopa proteica concentrada a partir de niboshi de pejerrey (Odontesthes regia)*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/12471>
- Giuberti, G., Fortunati, P., Gallo, A., & Marti, A. (2022). The "wheat" side of pasta: From production to consumption. *Cereal Foods World*, 67(2), 1-14.
doi:<https://doi.org/10.1094/CFW-67-2-0017>
- Gonzales, F. (1996). *la cocina Mexicana a traves d elos siglos II epoca prehispanica*. Mexico: Editorial Clio / Fundacion Herdez- Mexico.
- Granito, M., & Torres, A. (2008). Desarrollo y evaluacion de una pasta a base de trigo, maiz, yuca y frijol. *Interciencia*, 372-379. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33908202.pdf>
- Gürsoy, O., & Liua, L. (2021). Recent developments in pasta and noodle production: Towards healthier and sustainable products. . *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(22), 3814-3832. doi:<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1829628>
- Heldman., S. y. (1998). *Introducción a la Ingeniería de los Alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- Hii, C., Chiang, C., & Tan, R. (2022). Simulation of mass transfer kinetics of microwave drying of fish paste. *AIP Conference Proceedings*, (págs. 1008-1021). Seul-Corea.
doi:<https://doi.org/10.1063/5.0080542>
- Horna, G., & Romero, R. (2016). *Estudio de pre-factibilidad para la implementacion de un acadena de comida rapida de tamales, en Lima metropolitana*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Estudio+de+pre-factibilidad+para+la+implementacion+de+un+acadena+de+comida+rapida+de+tamales%2C+en+Lima+metropolitana.&btnG=

- Humbard, K. F. (2000). Analysis of convective heat transfer during immersion frying drying. *Journal of Food Technology*. 145-151.
- Ibarz, A., & Barbosa, C. (2005). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*. Barcelona: AEDOS S.A. España.
- Iborra-Bernad, C., Garcia-segovia, P., & Martinez-Monzon, J. (2014). Effect to vacuum cooking treatment on physicochemical and structural characterisitc of purple flesh potato. *International Journal of Food Sicence y Technology*, 49(4), 943-951.
- IMARPE. (2006). *Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú*. Lima-Peru: Instituto de Mar del Peru.
doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12958/1387>
- INIA. (2012). *Maiz Amilaceo INIA 618 Blanco Quispicanchi*. Lima: Instituto Nacional de Investigacion Agraria INIA.
- Inocente, O., Sumar, L., & Loaiza, A. (2006). *denominacion de origen blanco gigante Cusco*. Lima-Peru: Raul Peña SAC.
- Inocente-Quiroz, F., Eccoña-Sota, A., & Silva-paz, R. (2021). Alimentos mínimamente procesados: Generalidades, procesamiento, consumo y cambios físicos, químicos y biológicos. *Agroindustrial Science*, 1234-1245.
doi:<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.14>
- INS. (2017). *Tablas peruanas de Composicion de alimentos*. Lima-Peru: Instiutto Nacional de Salud- Ministerio de Salud del Peru. Obtenido de <https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/TABLAS%20PERUANAS%20DE%20COMPOSICION%20DE%20ALIMENTOS%202017%2010%20Abril%20P ara%20prensa.pdf>

- Jain, D., & Pathare, B. (2007). Study the drying kinetics of open sun drying of fish. *Journal of Food Engineering*, 1314-1319. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.044>
- Jara, W. (2007). *Blanco Gigante del Cusco*. Lima- Peru: INIA.
- Jhoseline Guillén-Sánchez, S. M.-A., & Paucar-Menacho, L. M. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays L.*) var. subnigrovioláceo. *Maíz Morado*, 7.
- Kanjanapongkul, K. (2017). Rice cooking using ohmic heating: Determination of electrical conductivity, water diffusion and cooking energy. *Journal of Food Engineering*, 1-10.
- Kemp, S., Hollowood, T., & Hort, J. (2018). *Introduction to Sensory Analysis*. En S. E. Kemp, T. Hollowood, & J. Hort (Eds.), *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. John Wiley & Sons. doi:<https://doi.org/10.1002/9781118991534.ch1>
- Labuza, T., & Altunakar, L. (2008). Water activity prediction and moisture sorption isotherms. *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*, 109-154. doi:<https://doi.org/10.1002/9780470376454.ch5>
- Laura Roque-Maciell, G. A.-V.-E.-L.-C.-C. (2006). Nixtamalización de Maíz .
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Leyva, J., & Ruiz, Y. (2014). *Determinación de los coeficientes de difusividad masica en la deshidratación osmótica del peño dulce (*Solanum miricae Aiton*)*. Huancayo-Peru: Universidad Nacional del Centro. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1950/Leyva%20Astucuri%20-%20Ruiz%20Arauco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lizarraga, P. (2018). “Evaluación de parámetros para el procesamiento de conserva de pejerrey (*Odontesthes regia*) en tres líquidos de gobierno”. Arequipa: Universidad Nacional de

San Agustin de Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/c2f2d6db-ec32-46f6-8364-c0b1dbfb181d>

Llerena, J., Torres, A., Vergara, A., & Carhuamaca, M. (2018). *Elaboracion y comercializacion de sopas deshidratadas al mercado peruano*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.

Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bd04ad5b-86b4-4d69-a013-7f8565ad6512/content>

Lopez, T. N. (2019). *Evaluacion de las características físico químicas de masas de maiz nistamalizado cocidas al vapor adicionadas con arroz y triticale*. Toluca-Mexico: Universidad Autonoma del estado de Mexico. .

Madera, S., Ortega-Quintana, A., Lopez, E., & Perez, O. (2017). Determinacion del Coeficiente convectivo de transferencia de calor del proceso de sscalcado en zapallo (curcuvita maxima). *Informacion Tecnologica*, 28(3), 59-66.

Mancini, S., Strazzeri, F., Romani, S., Baroni, I., Visciano, C., & Marrone, R. (2020). Drying process of durum wheat pasta: An overview about the influence of industrial operating conditions on quality and safety. *Foods*, 9(12), 1814-1825.

doi:<https://doi.org/10.3390/foods9121814>

Maria Reyes Garcia, I. G. (2017). *Tabla de composicion de alimentos decima edicion*. lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.

Marti, A., Mazzucchelli, G., Gallo, A., & Pagani, M. (2022). Cooking patterns of pasta: Effects of cooking time and water volume on physical and chemical properties. . *LWT*, 15(3), e112460. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.112460>

Martinez, E., & Re, M. (2020). Evaluación sensorial de pasta tipo fideo elaborada con carne de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Ciencia y Tecnologia de los Alimentos*, 40(2), 307-314. doi:10.1590/1856-7889/ctaa20200297

- Martinez-Quiroz, N., Ceron-Ortiz, N., & Montufar-serrano, E.-C. G.-M. (2019). Contenido microbiologico de un apasta alimenticia elaborada con el crustaceo *Cambarellus montezumae*. *Revista de ingenieria y tecnologia para el desarrollo sustentable*, 9-13. Obtenido de http://reingtec.itsoeh.edu.mx/reingtec/docs/vol1_2019reingtec/Marti%CC%81nez_Quiroz_p9_13.pdf
- Mathew, J., Blosson, L., Gopal, S., & Thomas, A. (2022). Nutritional and Quality Properties of Pasta and Noodles Incorporated with Fish/ and Fishery-Derived Ingredients Using Extrusion Technology- A Review. *Journal of Aquatic Food Product Techology*, 1232-1239. doi:<https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2120376>
- Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, B. (2016). *Sensory Evaluation Techniques* . CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/b16452>
- Mendoza, L., & Flores, R. (2019). Diversificación de productos pesqueros en el Perú: una estrategia para el desarrollo sostenible. *Boletin de Investigaciones pesqueras*, 36(3), 215-228. doi:10.31236/BIP.36(3).2019.160
- Meneses, L. R. (2020). Los Jolooches (tamales) de Campeche: origenes, interpretaciones, representaciones, clasificacion y descripcion. *Investigacion*(18), 214-243.
- Menni, R. (2004). *eces y ambientes en la Argentina continental*. Buenos Aires-Argentina: eces y ambientes en la Argentina continental.
- Mondal, I., & Dash, K. (2011). textural color Kineticis, and Heat and Mass transfer Modeling During depp Fat Frying of Chicken Jhili. *Journal of Food Engineering*, 317-320.
- Moreira, R., Castell-Perez, M., & Barrufet, M. (1995). Thermal and physical properties of tortilla chips as a function of frying time. *Journal of Food Processing and Preservation*, 19(4), 175-189.

Mujumdar, A. (2014). *Handbook of Industrial Drying*. CRC Press.

doi:<https://doi.org/10.1201/b17208>

Murador, D., Mercadante, A., & Rosso, V. (2016). Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in lake and red cabbage. *Food Chemistry*, 196(1), 1101-1107.

Nawaz, A., Li, E., Khalifa, I., Irshad, S., Walayat, N., & Mohammed, H. Z. (2021). Evaluation of fish meat noodles: Physical property, dough rheology, chemistry and water distribution properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 1061-1069.

doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.14761>

Nawaz, A., Li, E., Khalifa, L., Irshad, S., Walayat, N., Mohammed, H. Z., & Simirgioris, J. (2020). Evaluation of fish meat noodles: physical property, dough rheology, chemistry and water distribution properties. *Institute of Food Science Technology*, 234-245.

doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.14761>

Negi, G., Kaur, S., & Chopra, H. (2022). Development and shelf life evaluation of instant multigrain soup mixes incorporated with amaranth and buckwheat. *Journal of Food Processing and Preservation*, , 46(1), e16116. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpp.16116>

Nina, A. (2018). *Evaluacion del comportamiento agronomico de tres ecotipos de oca (Oxalis tuberosa) y revalorizacion de ls practicas alimenticias ancestrales de la comunidad de Huatapampa del Municipio de Ttito Yupanqui*. La Paz-Bolivia: Universidad Mayor de san Andres . Obtenido de

[https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20045/T-](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20045/T-2594.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[2594.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20045/T-2594.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Okos, C. y. (1986). Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods.

Okos, C. y. (1986). *Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods*.

Eds. Maguer M, Jelen, P.: Elsevier Science Publishing.

- Oñate, Z. L. (2016). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (Zea mays) var, Blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón cevallos*. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Orrego, C. (2003). *Procesamiento de Alimentos* Universidad Nacional de Colombia ISBN 958-9322-80-8.
- Ortiz, D., Castro, M., & Padilla, M. (2023). Importancia de la academia y la innovación alimentaria. *Boletín Informativo CEI*, 10(2), 134-145. Obtenido de <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/3620>
- Ortiz-Sanchez, J., Cabrera-Chavez, F., & Calderon de la Barca, A. (2013). Maize prolamins could induce a gluten-like cellular immune response in some celiac disease patients. *Nutrients*, 4174-4183. doi:10.3390/nu5104174
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., & Del Nobile, M. (2021). Enrichment of durum wheat pasta with vegetable byproducts: Effects on chemical, nutritional and quality traits. *Foods*, 10(5), 1059-1069. doi:<https://doi.org/10.3390/foods10051059>
- Pajuelo, B., & Vasquez, J. (2016). El pejerrey (*Odontesthes regia regia*) en el Perú: Una perspectiva integral de su aprovechamiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(1), 332-343. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11661>
- Palermo, M., Pellegrini, N., & Flogliano, V. (2014). The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1057-1070.
- Pandey, J. (2020). Fish flaqukes: a nutritional snack from low value fish. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 230-237. Obtenido de https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper/volume2/issue_5_may_2020/1025/1628083016.pdf

- paredes, M., Guanga, E., Orozco, E., & Vargas, V. (2023). *Sumak kawsay un modelos constructivista para mejorar la sostenibilidad energetica den el Ecuador*. Chimborazo: Universidad Nacional del Chimborazon-Ecuador. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9234474>
- Paredes, V., Cepeda, M., & Obando, P. (2020). *Plan de marketing estrategico para el emprendimiento "La Tamaleria"*. Ibague-Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Paredi, M., Tomas, M., Crupkin, M., & Descalzo, A. (2014). Rendimiento de la carne y composición centesimal de pejerreyes (*Odontesthes bonariensis*) de dos ambientes lénticos de Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2), 331-337. doi:<https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000200011>
- Pari, L., & Salazar, K. (2023). *Cuantificación de sustancias antioxidantes y evaluación de la capacidad antioxidante de truchas arcoíris (oncorhynchus mykis) del rio Salcca y piscigranja Langui en sus dos estadios finales de la provincia de Canchis-Cusco-Perú*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <http://200.48.82.27/handle/20.500.12918/8362>
- Park, H., Park, J., & Yoon, W. (2020). ffect of Dehydration on the Rheological Measurement of Surimi Paste in Cone-Plate Rheometry:. *Jeat and Mass Transfer Simulation Processes*, 234-241. doi:<https://doi.org/10.3390/pr8020234>
- Parvathy, U., Bindu, J., & Joshy, G. (2016). Development and optimization of fish-fortified instant noodles using response surface methodology. *Institute of Food Science Technology*, 167-173. doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.13313>
- Parzanese, M. (2021). Sopas deshidratadas: una tendencia en auge. *Revista Alimentos Argentinos*, 23-28. doi:<https://doi.org/10.24215/18536838e088>

- Peleg, M. (1983). Physical Properties of Food. *AVI Publishing Company*, 13-16.
- Peña, S. R. (2017). *Formulacion para la inudustrializacion y aceptacion del tamal en la ciudad de Chincha*. Ica-Peru: Universidad Autonoma de Ica.
- Perez, F., & Salvador, M. (2022). *Analisis sensorial de alimentos y respuesta del consumidor*. Zaragoza-españa: Acribia SA. Obtenido de https://www.editorialacribia.com/libro/analisis-sensorial-de-alimentos-y-respuesta-del-consumidor_140525/
- Perez-Soto, E., Soto-Simental, S., Guemes-Vera, N., & Gonzales-Montiel, L. (2016). Aceptabilidad de tamales elaborados con diferentes sustitutos de manteca de cerdo. *Investigacion y Desarrollo en Ciencia y tecnologia de Alimentos*, 626-630.
- Poulsen, P. (1990). Thermal Diffusivity of Foods Measured by Simple Equipment. *J. Food and Engeenering*. 115-122.
- Rabello, A. d. (2008). Determinación do coeficientes convectivo de transferencia de calor de figos sometidos a resfriamiento rápido. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*. 176-182.
- Reyes, R. (2023). *procesamiento de congelado de pejerrey (Odontesthes regia regia)*. Ica: Universidad Nacional san Luis Gonzada de Ica. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/items/405a8776-9917-476e-8b66-9986900a827c>
- Ribeiro, K., Vicentini, N., & Maestro, V. (2021). Pejerreyes (Odontesthes spp.): Potencial y desafios para la acuicultura en América Latina. *revista Brasileira de zootecnia*, e20200252. doi:<https://doi.org/10.37496/rbz5020200252>
- Robson, K., Kandampully, J., & Storer, C. (2021). Exploring the drivers of consumer food convenience behaviours in the UK: A mixed methods study. *Appetite*2021, 167-173. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105657>

- Roca-Saboya, A., & Vidalon-Flores, J. (2014). *Estudio de la cinética en los procesos combinados de la deshidratación osmótica y secado de filetes de pejerrey (Odontesthes regia regia)*. Lima-Peru: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/351>
- Rojas-Rosiles, J. (2018). *Análisis microbiológicos de pastas de sémola de trigo de marca libre*. Puebla-Mexico: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/7da3674a-5367-4cb6-b2e1-63dd54ecd7c8>
- Rouzaud, S. (1993). El uso de los aceites comestibles en la freidura. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 1(4), 28-33.
- Ruiz, W., & Giron, J. (2019). Perfil de composición química y calidad proteica del pejerrey (Odontesthes regia regia) de la amazonia peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 877-887. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16101>
- Sablani, S. (2009). Measurement of Surface heat Transfer Coefficient. *Food Properties handbook*, 50-62.
- Salaverry, O. (2012). La comida en el antiguo Peru. *Historia de la Salud Pública*, 409-413.
- Samaniego, T. S. (2013). *Vida útil de humtas dulces de maíz choclo serrano tipo Cuzco (Zea mays l.) Almacenadas en refrigeración*. Huancayo-Peru: Universidad Nacional del Centro.
- Sanchez, J. R. (2009). *Algunas características físicas y químicas de las principales especies para el consumo humano y su rendimiento en productos pesqueros, en el Peru*. Lima: IMARPE. Obtenido de <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/261/2/INF%2033.pdf>
- Sandhu, J. P. (2016). Experimental determination of convective heat transfer coefficient during controlled frying of potato discs. *LWT-Food Science and Technology*, 65: 180-184.

- Severiano-Perez, P. (2019). ¿Que es y como se utiliza la evaluacion sensorial? *Inter disciplina*, 7(19), 123-136. doi:<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- Sevilla, R. (2005). *magnitud e impacto potencial de la liberacion de organismos geneticamente modificados y sus productos comerciales, Caso: maiz*. Lima-Peru: conam.gob.pe.
- Shaeed, R., Bapary, A., Islam, N., & Kamal, M. (2009). Optimisation of marine fish drying using solar tunnel dryer. *Institute of Food Science Technology*, 678-683.
doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00236.x>
- Shaheen, S., Azam, M., & Ahmad, S. (2020). Instant soup mixes: Quality evaluation and nutritional upliftment. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4426-4434.
doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04484-7>
- Silva, P., & Goncalvez, E. (2017). Effect of storage conditions on the quality of pasta type noodles made with pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) flesh. *ournal of Food Science and Technology*, 25(4), 3448-3455. doi:DOI: 10.1007/s11947-017-1084-8]
- Singh, P., & Arnab, S. (2009). Thermal properties of Frozen Foods. En M. Rao, S. Syed, & A. Rizvi, *Engineering Properties of Foods*. (págs. 34-67). CRC Press. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781420028805-9/thermal-properties-frozen-foods-paul-singh-arnab-sarkar>
- Singh, P., & Heldman, D. (2014). *Introduction to Food Engineering*. Academic Press.
doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398530-9.00001-9>
- Siripon, K., Tansakul, A., & Mittal, G. (2007). Heat Transfer modeling of chicken cooking in hot water. *Food research International*, 40(7), 923-930.
- Souza, B., & Goncalves, E. S. (2016). Influence of the addition of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) flesh on the quality of pasta type noodles. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(4), 662-673. doi: 10.1080/10498855.2015.1106944

- Szczesniak, A. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, , 13(4), 215-225. doi:[https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)
- Tafur, H. (2018). *Modelamiento de la cinetica de secado de las hojas de sacgaculandro (Eryngium foetidum L.) por conveccion forzada*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1600
- Taipe, F. (2016). *Determinación del tiempo de cocción y capacidad de retención de agua en nugget con carne de cuy (Cavia porcellus. Cusco, Peru*.
- Tamang, J., & Kailasapathy, K. (2022). *Fermented foods and beverages of the world: Nutrients, bioactive compounds, and health benefits*. CRC Press.
doi:<https://doi.org/10.1201/9781003216049>
- Taype-Landeo, O., Ilimpe-Perez, p., yauricasa-Tornero, S., & Crisanto-Soto, E. (2022). Determinantes del tiempo y humedad de equilibrio en la deshidratación osmótica de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*). *Ventana Científica*, 12(9), 25-39. Obtenido de <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/1329>
- Tirado, A., Torres, G., Acevedo, C., Barrios, T., & Montero, P. (2016). Composicion, propiedades termofisicas y difusividad termica de bollo cocido. *Revista Politecnica ISSN 1900-2351*, 12(22), 79-86.
- Tirado, D., Acevedo, D., & Montero, P. (2015). Transferencia de calor y materia durante el proceso de freido de alimentos: Tilapia (*Ocherhromis nilotivus*), y Fruta de pan (*Artocarpues communis*). *Informacion Tecnologica*, 26(1), 85-93. doi:10.4067/S0718-07642015000100010
- Torres, J., Gallo, L., & Acevedo, D. (2016). Determinacion de los parametros de transferencia de calor durante la coccion de bollos de maiz amarillo. *UGCiencia*, 213-225.
- uquiche-Maucaylle, r. (2019). *Alimentación y biología reproductiva de la carpa común (Cyprinus carpio(Linnaeus, 1758)) en las lagunas de Huacarpay y Urcos, provincia de*

- Quispicanchi–región Cusco*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4170>
- Vargas, A., Lopez, M., & Sanchez, P. (2020). Estrategias para el manejo sostenible del pejerrey (*Odontesthes regia regia*) en el litoral peruano. *Revista de Gestion Ambiental y Sostenibilidad*, 7(2), 45-59. doi:DOI: 10.31236/RGAS.7(2).2020.160
- Vasiliu, M., & Navas, P. (2009). Propiedades de coccion, física y sensoriales de una pasta tipo fettuccini elaborada con semola de trigo durum y harina deshidratada de cebollin (*Allium fi stulosum L.*). *SABER*, 21(1), 70-79. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427739438010>
- Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., . . . Di Scala, K. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum L. var. Hungarian*). *Food Chemistry*, 131(1), 120-129.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.035>
- Velez-Ruis, J., & Sosa-Morales, M. (2003). Evaluation of physical properties of dough of donust during deep-fat frying ay different temperaturas. *International Journal of Food Properties*, 6(2), 341-353.
- Verlinden, M. (1995). procesamiento de almidon.
- Vidaurre-Ruiz, J., & Castañeda-Muñoz, J. (2014). determinacion de los parametros optimos de transferencia de calor durante el calentamiento de loche (*Curcuvita moschata Duchense*) utilizando soluciones numericas y analiticas. *Rev. Ingenieria: Ciencia, Tecnologia e Innovacion.*, 1(2), 94-105.
- Vilca-Cáceres, V., Gómez-Pacco, N., & Vargas-Callo, W. (2020). Calidad nutricional y niveles de aceptabilidad de productos innovados con base a pescado: empanizado y kamaboko.

- Journal of the Selva Andina Research Society*, 153-166. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942020000200010&script=sci_arttext
- Villanueva, A., Dominguez, A., & N., L. (2018). *Manual para la elaboracion estandarizada de tamales a pequeña escala*. Los Cerrillos- Mexico: Universidad autonoma del estado de Mexico.
- Yanniotis, S. (2008). *Solving problems in Food Engineering*. New York: Springer USA.
- Yildiz, A., Palazoglu, T., & Erdogdu, F. (2007). determination of heat and mass transfer parameters during frying of potato slices. *Journal of Food Enginnering*, 79(1), 11-17.
- Yogesh, J. (2003). *Coomputation Heat Transfer*. Nueva York: Routledge-NY.
doi:<https://doi.org/10.1201/9781315140018>
- Zepeda-Zamora, C. (2014). *Elaboración de una pasta tipo espagueti de pescado blanco de nilo (Oreochromis niloticus), con ayuda de la enzima transglutaminasa*. Puebla-Mexico: Universidad Autoinoma de Puebla. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/f65d41b9-8292-4c87-a6f1-18b0b42af41b>
- Zorrilla, S., & Singh, R. (2003). Heat transfer in doublesided cooking of meat patties considering two dimensional geometry and radial. *Journal of Food Enginnering*, 57(1), 57-65.

ANEXOS

Anexo A: Resultados cinética de deshidratado de pasta de pejerrey a 40°C

Anexo A.1: Resultados de la cinética del deshidratado de fideos de pejerrey

ANALISIS A 40°C

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
23,53	125	0,032	64,9995	85	0,308	66	2,031	0,015	0,01

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA+ BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	210	85	20,00	0,308	1,000	0,0000	0,0000
15	900	209	84	19,00	0,292	0,950	-0,0513	0,3750
30	1800	206	81	16,00	0,246	0,800	-0,2231	1,1250
45	2700	204	79	14,00	0,215	0,700	-0,3567	0,7500
60	3600	202	77	12,00	0,185	0,600	-0,5108	0,7500
75	4500	201	76	11,00	0,169	0,550	-0,5978	0,3750
90	5400	199	74	9,00	0,138	0,450	-0,7985	0,7500
105	6300	198	73	8,00	0,123	0,400	-0,9163	0,3750
120	7200	196	71	6,00	0,092	0,300	-1,2039	0,7500
135	8100	195	70	5,00	0,077	0,250	-1,3862	0,3750

150	9000	194	69	4,00	0,062	0,200	-1,6093	0,3750
165	9900	193	68	3,00	0,046	0,150	-1,8970	0,3750
180	10800	192	67	2,00	0,031	0,100	-2,3024	0,3750
195	11700	192	67	2,00	0,031	0,100	-2,3024	0,0000
210	12600	191	66	1,00	0,015	0,050	-2,9953	0,3750

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H₂O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H₂O/Kg SS	Dimensión característica (m)
23,53	125	0,032	64,9995	85	0,308	65	2,031	0,000	0,01

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA+ BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H2O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	210	85	20,00	0,308	1,000	0,0000	0,0000
15	900	206	81	16,00	0,246	0,800	-0,2231	1,5000
30	1800	205	80	15,00	0,231	0,750	-0,2877	0,3750
45	2700	203	78	13,00	0,200	0,650	-0,4308	0,7500
60	3600	202	77	12,00	0,185	0,600	-0,5108	0,3750
75	4500	199	74	9,00	0,138	0,450	-0,7985	1,1250
90	5400	197	72	7,00	0,108	0,350	-1,0498	0,7500
105	6300	196	71	6,00	0,092	0,300	-1,2039	0,3750
120	7200	196	71	6,00	0,092	0,300	-1,2039	0,0000
135	8100	194	69	4,00	0,062	0,200	-1,6093	0,7500
150	9000	194	69	4,00	0,062	0,200	-1,6093	0,0000
165	9900	193	68	3,00	0,046	0,150	-1,8970	0,3750
180	10800	192	67	2,00	0,031	0,100	-2,3024	0,3750
195	11700	191	66	1,00	0,015	0,050	-2,9953	0,3750
210	12600	190	65	0,00	0,000	0,000	-10,5967	0,3750

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
23,53	125	0,032	64,9995	85	0,308	68	2,0 31	0,046	0,01

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA+ BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	210	85	20,00	0,308	1,000	0,0000	0,0000
15	900	209	84	19,00	0,292	0,950	-0,0513	0,3750
30	1800	208	83	18,00	0,277	0,900	-0,1054	0,3750
45	2700	205	80	15,00	0,231	0,750	-0,2877	1,1250
60	3600	203	78	13,00	0,200	0,650	-0,4308	0,7500
75	4500	201	76	11,00	0,169	0,550	-0,5978	0,7500
90	5400	200	75	10,00	0,154	0,500	-0,6931	0,3750
105	6300	198	73	8,00	0,123	0,400	-0,9163	0,7500
120	7200	197	72	7,00	0,108	0,350	-1,0498	0,3750
135	8100	196	71	6,00	0,092	0,300	-1,2039	0,3750
150	9000	196	71	6,00	0,092	0,300	-1,2039	0,0000
165	9900	195	70	5,00	0,077	0,250	-1,3862	0,3750
180	10800	194	69	4,00	0,062	0,200	-1,6093	0,3750
195	11700	193	68	3,00	0,046	0,150	-1,8970	0,3750

Anexo A.2: Resultados cinética de deshidratado de pasta de pejerrey a 50°C

ANALISIS A 50°C

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
23,53	125	0,032	57,3525	75	0,308	58	1,792	0,011	0,01

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA+ BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	200	75	17,65	0,308	1,000	0,0000	0,0000
15	900	195	70	12,65	0,221	0,717	-0,3331	1,8750
30	1800	193	68	10,65	0,186	0,603	-0,5053	0,7500
45	2700	191	66	8,65	0,151	0,490	-0,7133	0,7500
60	3600	190	65	7,65	0,133	0,433	-0,8362	0,3750
75	4500	189	64	6,65	0,116	0,377	-0,9764	0,3750
90	5400	187	62	4,65	0,081	0,263	-1,3343	0,7500
105	6300	186	61	3,65	0,064	0,207	-1,5766	0,3750
120	7200	185	60	2,65	0,046	0,150	-1,8970	0,3750
135	8100	184	59	1,65	0,029	0,093	-2,3713	0,3750
150	9000	183	58	0,65	0,011	0,037	-3,3052	0,3750

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
23,53	125	0,032	57,3525	200	0,308	58	1,792	0,011	0,01

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA+ BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	200	75	17,65	0,308	1,000	0,0000	0,0000
15	900	198	73	15,65	0,273	0,887	-0,1203	0,7500
30	1800	194	69	11,65	0,203	0,660	-0,4155	1,5000
45	2700	192	67	9,65	0,168	0,547	-0,6039	0,7500
60	3600	190	65	7,65	0,133	0,433	-0,8362	0,7500
75	4500	189	64	6,65	0,116	0,377	-0,9764	0,3750
90	5400	188	63	5,65	0,098	0,320	-1,1394	0,3750
105	6300	187	62	4,65	0,081	0,263	-1,3343	0,3750
120	7200	185	60	2,65	0,046	0,150	-1,8970	0,7500
135	8100	184	59	1,65	0,029	0,093	-2,3713	0,3750
150	9000	183	58	0,65	0,011	0,037	-3,3052	0,3750

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
23,53	125	0,032	57,3525	200	0,308	58	1,792	0,011	0,01

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA+ BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	200	75	17,65	0,308	1,000	0,0000	0,0000
15	900	196	71	13,65	0,238	0,773	-0,2570	1,5000
30	1800	194	69	11,65	0,203	0,660	-0,4155	0,7500
45	2700	191	66	8,65	0,151	0,490	-0,7133	1,1250
60	3600	190	65	7,65	0,133	0,433	-0,8362	0,3750
75	4500	188	63	5,65	0,098	0,320	-1,1394	0,7500
90	5400	187	62	4,65	0,081	0,263	-1,3343	0,3750
105	6300	186	61	3,65	0,064	0,207	-1,5766	0,3750
120	7200	185	60	2,65	0,046	0,150	-1,8970	0,3750
135	8100	184	59	1,65	0,029	0,093	-2,3713	0,3750
150	9000	183	58	0,65	0,011	0,037	-3,3052	0,3750

Anexo A.3: Resultados cinética de deshidratado de pasta de pejerrey a 60°C.

ANALISIS A 60°C

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
76,5	125	0,032	21,385	91	3,255	26	0,668	0,216	0,025

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	216	91	69,62	3,255	1,000	0,0000	0,0000
30	1800	208	83	61,62	2,881	0,885	-0,1221	3,0000
60	3600	201	76	54,62	2,554	0,785	-0,2427	2,6250
90	5400	197	72	50,62	2,367	0,727	-0,3187	1,5000
120	7200	191	66	44,62	2,086	0,641	-0,4449	2,2500
150	9000	186	61	39,62	1,852	0,569	-0,5638	1,8750
180	10800	182	57	35,62	1,665	0,512	-0,6702	1,5000
210	12600	177	52	30,62	1,432	0,440	-0,8215	1,8750
240	14400	174	49	27,62	1,291	0,397	-0,9246	1,1250
270	16200	171	46	24,62	1,151	0,354	-1,0396	1,1250
300	18000	168	43	21,62	1,011	0,310	-1,1696	1,1250
330	19800	165	40	18,62	0,870	0,267	-1,3190	1,1250

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H2O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
360	21600	164	39	17,62	0,824	0,253	-1,3742	0,3750
390	23400	161	36	14,62	0,683	0,210	-1,5609	1,1250
420	25200	159	34	12,62	0,590	0,181	-1,7081	0,7500
450	27000	157	32	10,62	0,496	0,152	-1,8807	0,7500
480	28800	154	29	7,61	0,356	0,109	-2,2129	1,1250
510	30600	153	28	6,61	0,309	0,095	-2,3536	0,3750
540	32400	151	26	4,61	0,216	0,066	-2,7137	0,7500

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
76,5	125	0,032	21,15	90	3,255	26	0,661	0,229	0,025

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	215	90	68,85	3,255	1,000	0,0000	0,0000
30	1800	209	84	62,85	2,972	0,913	-0,0912	2,2500
60	3600	203	78	56,85	2,688	0,826	-0,1915	2,2500
90	5400	197	72	50,85	2,404	0,739	-0,3031	2,2500
120	7200	192	67	45,85	2,168	0,666	-0,4066	1,8750
150	9000	187	62	40,85	1,931	0,593	-0,5220	1,8750
180	10800	183	58	36,85	1,742	0,535	-0,6251	1,5000
210	12600	179	54	32,85	1,553	0,477	-0,7400	1,5000
240	14400	174	49	27,85	1,317	0,405	-0,9051	1,8750
270	16200	172	47	25,85	1,222	0,375	-0,9796	0,7500
300	18000	168	43	21,85	1,033	0,317	-1,1477	1,5000
330	19800	166	41	19,85	0,939	0,288	-1,2437	0,7500
360	21600	164	39	17,85	0,844	0,259	-1,3499	0,7500

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H2O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
390	23400	161	36	14,85	0,702	0,216	-1,5339	1,1250
420	25200	159	34	12,85	0,608	0,187	-1,6786	0,7500
450	27000	157	32	10,85	0,513	0,158	-1,8478	0,7500
480	28800	155	30	8,85	0,418	0,129	-2,0515	0,7500
510	30600	153	28	6,85	0,324	0,099	-2,3077	0,7500
540	32400	151	26	4,85	0,229	0,070	-2,6530	0,7500

Humedad Inicial (%)	Peso bandeja (g)	Área de bandeja (m ²)	SS (g)	Masa inicial (g)	X inicial Kg H ₂ O/Kg SS	Peso final (g)	Ls/A	Humedad de equilibrio Kg H ₂ O/Kg SS	Dimensión característica (m)
76,5	125	0,032	27,025	115	3,255	37	0,845	0,369	0,025

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H ₂ O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
0	0	240	115	87,98	3,255	1,000	0,0000	0,0000
30	1800	232	107	79,98	2,959	0,909	-0,0953	3,0000
60	3600	227	102	74,98	2,774	0,852	-0,1599	1,8750
90	5400	219	94	66,98	2,478	0,761	-0,2727	3,0000
120	7200	213	88	60,98	2,256	0,693	-0,3666	2,2500
150	9000	206	81	53,98	1,997	0,614	-0,4885	2,6250
180	10800	200	75	47,98	1,775	0,545	-0,6064	2,2500
210	12600	195	70	42,98	1,590	0,488	-0,7164	1,8750
240	14400	190	65	37,98	1,405	0,432	-0,8401	1,8750
270	16200	186	61	33,98	1,257	0,386	-0,9514	1,5000
300	18000	183	58	30,98	1,146	0,352	-1,0439	1,1250
330	19800	179	54	26,98	0,998	0,307	-1,1821	1,5000
360	21600	177	52	24,98	0,924	0,284	-1,2592	0,7500

TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	MASA BANDEJA (g)	PESO (gr)	HUMEDAD (g)	X Kg H2O/Kg SS	MR	ln(MR)	RD
390	23400	174	49	21,98	0,813	0,250	-1,3871	1,1250
420	25200	172	47	19,98	0,739	0,227	-1,4826	0,7500
450	27000	170	45	17,98	0,665	0,204	-1,5881	0,7500
480	28800	167	42	14,98	0,554	0,170	-1,7707	1,1250
510	30600	164	39	11,98	0,443	0,136	-1,9942	1,1250
540	32400	162	37	9,97	0,369	0,113	-2,1770	0,7500

Análisis de varianza ANOVA de las temperaturas y tiempos de deshidratado.
Tabla

Análisis de Varianza para Humedad - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Temperatura	25.3115	2	12.6557	106.62	0.0000
B:Tiempo	2.38842	9	0.26538	2.24	0.0699
RESIDUOS	2.13665	18	0.118703		
TOTAL (CORREGIDO)	29.8366	29			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla anterior de ANOVA descompone la variabilidad de la Humedad en base seca en contribuciones debidas a los factores de A (Temperatura) y B(Tiempo), arios factores, conforme la suma de cuadrados Tipo III, la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los P-values prueban la significancia estadística de cada uno de los factores (A y B). Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Humedad con un 95.0% de nivel de confianza.

Pruebas de Múltiple Rangos para Humedad por Temperatura

Tabla

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
50	10	0.15471	0.108951	X
40	10	0.182	0.108951	X
60	10	2.11673	0.108951	X
Contraste	Sig.	Diferencia		+/- Límites
40 – 50		0.02729		0.393422
40 – 60	*	-1.93473		0.393422

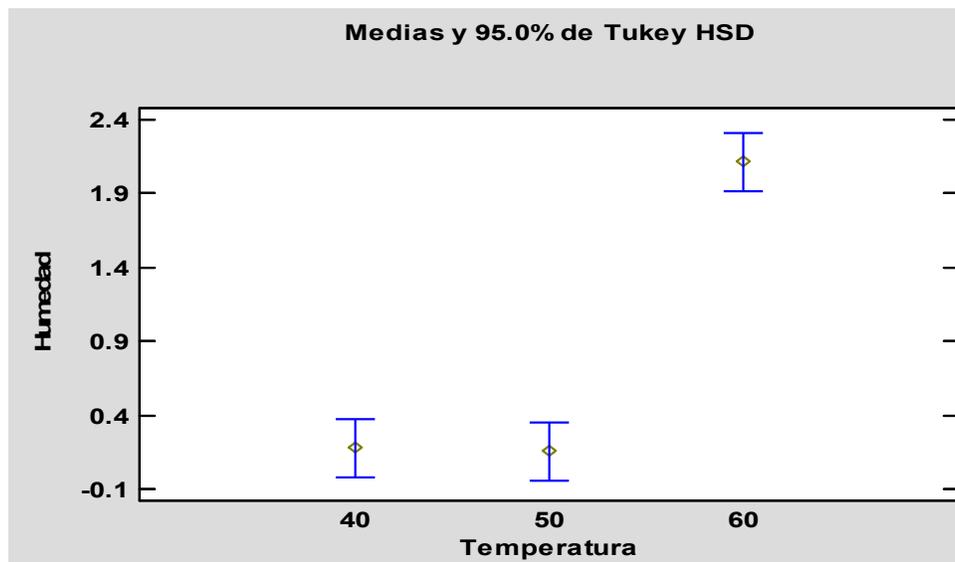
50 – 60	*	-1.96202	0.393422
---------	---	----------	----------

* indica una diferencia significativa.

La anterior tabla procede a comparar de forma múltiple, para lograr determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza, el método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

Figura.

Diferencia de medias de temperatura para Humedad por Tukey HSD



En la figura anterior se puede apreciar que entre las temperaturas de 40 y 50°C se comparten muchos resultados de valores para Humedad, mientras que en el tratamiento a 60°C las medias y valores están por encima de los anteriores, notándose claramente la diferencia entre sus medias y resultados, totalmente distintos a los grupos de 40 y 50°C.

ANEXO B: Resultados del cálculo de parámetros de deshidratado.

cálculos para la: Transferencia de masa y coeficiente de difusividad térmica (Da)						
Temperatura de secado	δ_n	$-2(\delta_n^2 \frac{Dt}{L^2})$	$Bim = \delta_n \tan \delta_n$	L	$D = \frac{kc L}{Bim}$	$kc = \frac{D Bim}{L}$
40°C	0.2905	0.0003	0.086847123	0.01	1.77746E-07	1.54367E-06
50°C	0.3544	0.0004	0.131136091	0.01	1.59236E-07	2.08816E-06
60°C	0.3188	0.0005	0.105222539	0.025	1.53739E-06	6.47071E-06

ANEXO C: Resultados de análisis químico.**INFORME N° 031 - LAASA LAB EIRL. - 2023**

SOLICITANTES: *Abrigo Huayhua Marco – Cod: 101040*
Abrill Estrada Fiorella Isabel - Cod: 080748

PROYECTO: *“Deshidratación de pasta de pejerrey (Odontesthes regia regia) para la utilización en sopa instantánea”.*

Facultad de Ingeniería de Procesos – Escuela Profesional de Ingeniería Agro Industrial Universidad San Antonio Abad del Cusco- Sede Sicuani.

MUESTRA 1: PASTA DE PEJERREY**➤ CARACTERIZACION DE LA MUESTRA**

Toma de muestra : Realizada por solicitante.
 Lugar de Procedencia :
 Distrito : Sicuani - Canchis – Cusco
 Fecha de muestreo : 10/07/2023
 Descripción de muestra : 01Frasco de kilo.
 Condición de muestra :
 Recibida : 1fco. Nuevo PPT con 1 kg de muestra.

RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	LMP (Límite máximo permisible)	Valores en Muestra 1
Resultados microbiológicos			
Proteínas	%	17,5	13,3
Humedad	%	64,45	31,3
pH		7,00	6,50
Porcentaje de grasa	%	12,3	8,7

Cusco, 12 de octubre del 2023.


 Bióloga María de Carmen Yañez Mujica
 BIOLOGA
 C. B. P. 8298

MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

ANEXO D: Resultados del análisis microbiológico.

INFORME N° 20 AM- LAASA

LAB EIRL / 2022 ANÁLISIS

SOLICITANTE *Abrigo Huayhua Marco – Cod: 101040*
PROYECTO: *"Deshidratación de pasta de pejerrey (Odontesthes regia*

MICROBIOLOGICO DE

ALIMENTOS

Muestra 1: PASTA

Lugar de Muestreo : **Muestra**
entregada en Laboratorio, envasado al **vacío**
Distrito : **Sicuani.**
Provincia : **Canchis.**
Departamento : **Cusco**

Fecha de muestreo : **31 /08/2022**

RESULTADOS

N° Ref. Laboratorio	Muestra	Numeración Microorg.heterotróficos /g.	Mohos /g.	Coliformes /g.	Staphylococcus aureus /g.	E. coli /25g. (44.5 °C)	Salmonella sp. /25g.
Muestra 1	Pasta 1	145	35	0	16	0	Ausencia
Límites máximos permisibles			100	10	100	100	Ausencia /25g.

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado por Incorporación en placa. Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE LA REFERENCIA	<i>NTS 071-MINSA/DIGESA-V.01 NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUNO HUNANO, con RM 591-2008/MINSA, Grupo V. Granos de Cereales, Leguminosas, Quenopodiáceas y Derivados (Harinas y otros); Categoría V.6 <u>Fideos o Pastas desecadas</u>. Con o sin relleno(Incluye fideos a base de verduras, al huevo y otros)</i>

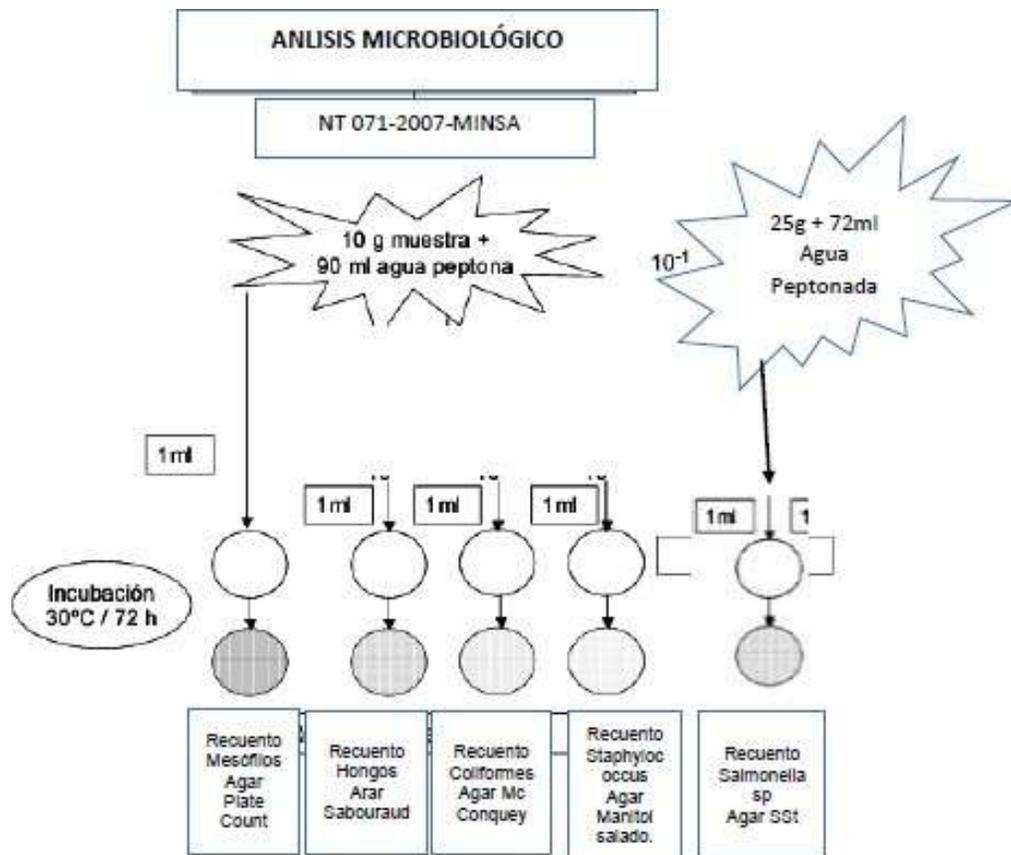
De acuerdo a los resultados de análisis y en el marco del documento de referencia, la muestra: Cumple con los ECA (Estándares de Calidad), establecidos

Cusco, 6 de setiembre del 2022. MCYM.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

por el documento de referencia

FLUXOGRAMA DE ANALISIS



ANEXO E: REGISTRO FOTOGRAFICO

IMANEN N°1: MUESTRAS DE ANÁLISIS EN LABORATORIO

	
<p>Muestras entregadas en laboratorio, envase al vacio</p>	<p>Material operativo para análisis</p>
	
<p>Placas de cultivo después incubación</p>	<p>Tubos de fermentación múltiple para el NMP de Coliformes</p>
	
<p>Tubos negativos, en NMP, ausencia de gas</p>	

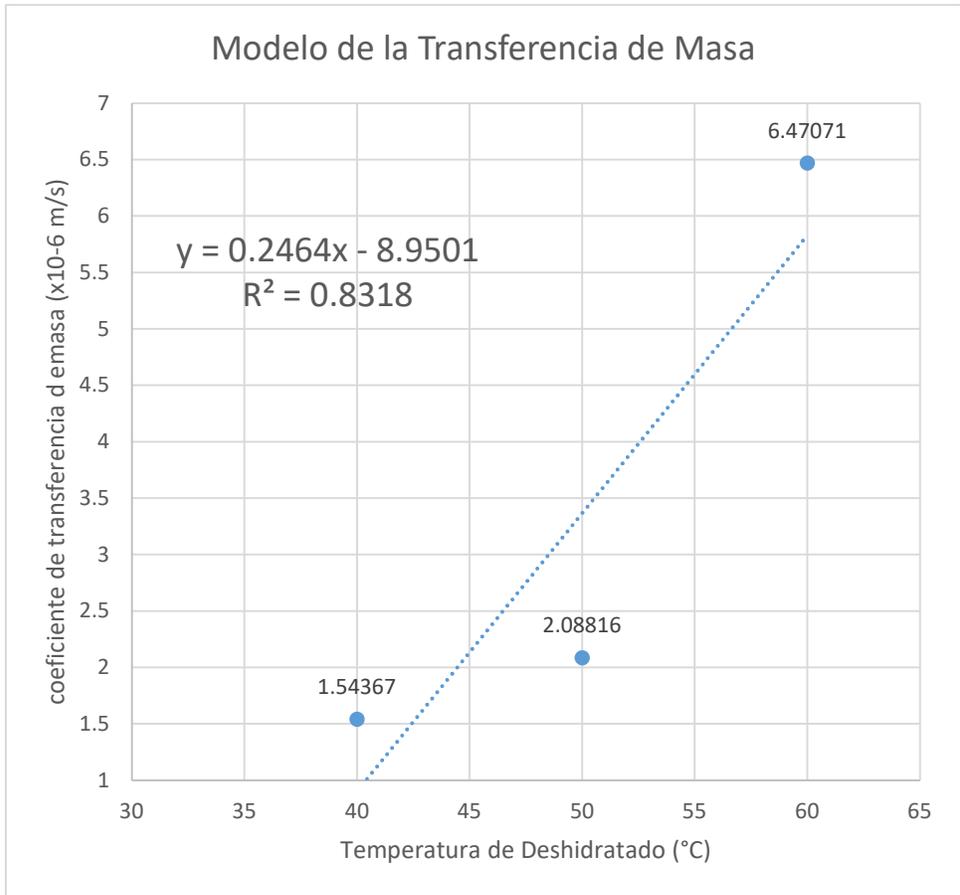
ANEXO F: Modelos matemáticos de los coeficientes con respecto a la temperatura de deshidratación

Conforme a los resultados de la Tabla 10, se tiene:

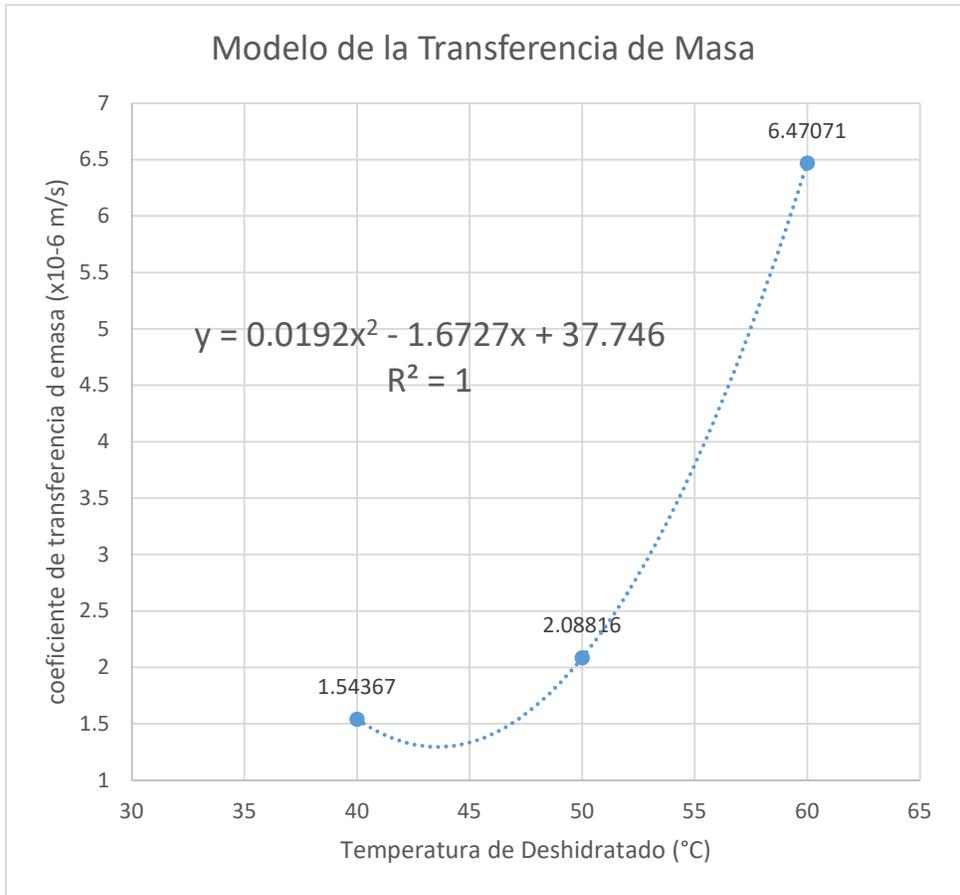
Temperatura de deshidratación	Coefficiente de transferencia de masa (kc) m/s	Coefficiente de Difusividad (Da) m ² /s
40°C	1.54367x10⁻⁶	1.77746x10⁻⁷
50°C	2.08816x10 ⁻⁶	1.59236x10 ⁻⁷
60°C	6.47071x10⁻⁶	1.53739x10⁻⁷

Modelo para el coeficiente de transferencia de masa

Lineal:

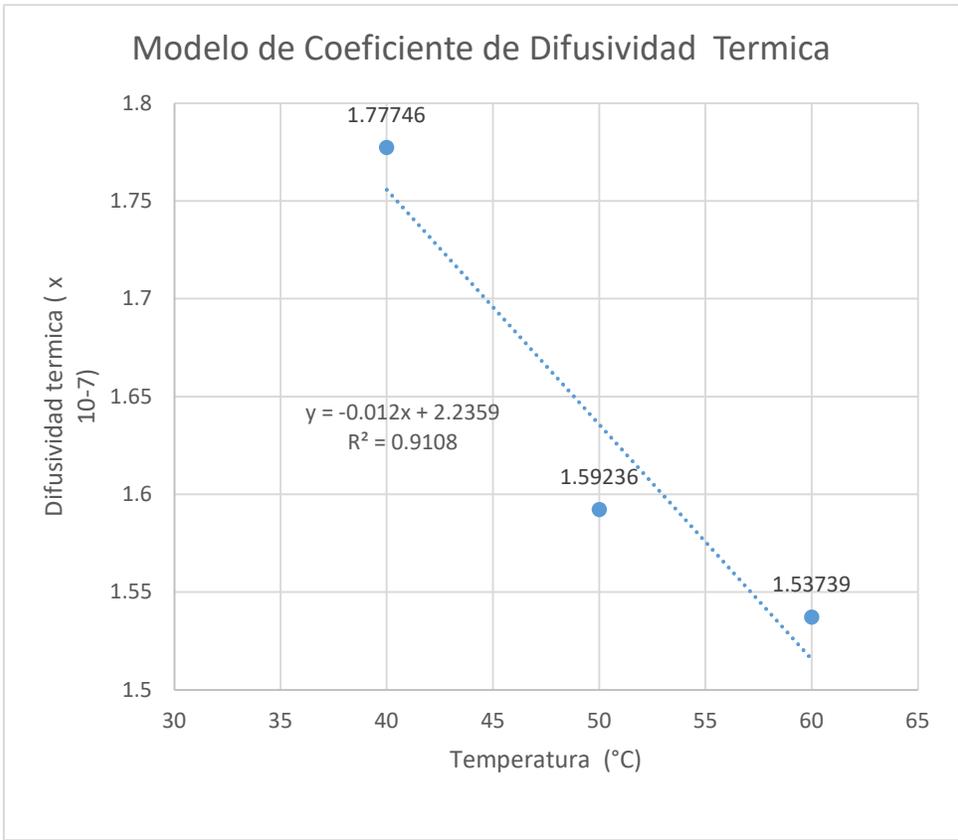


Cuadrático:

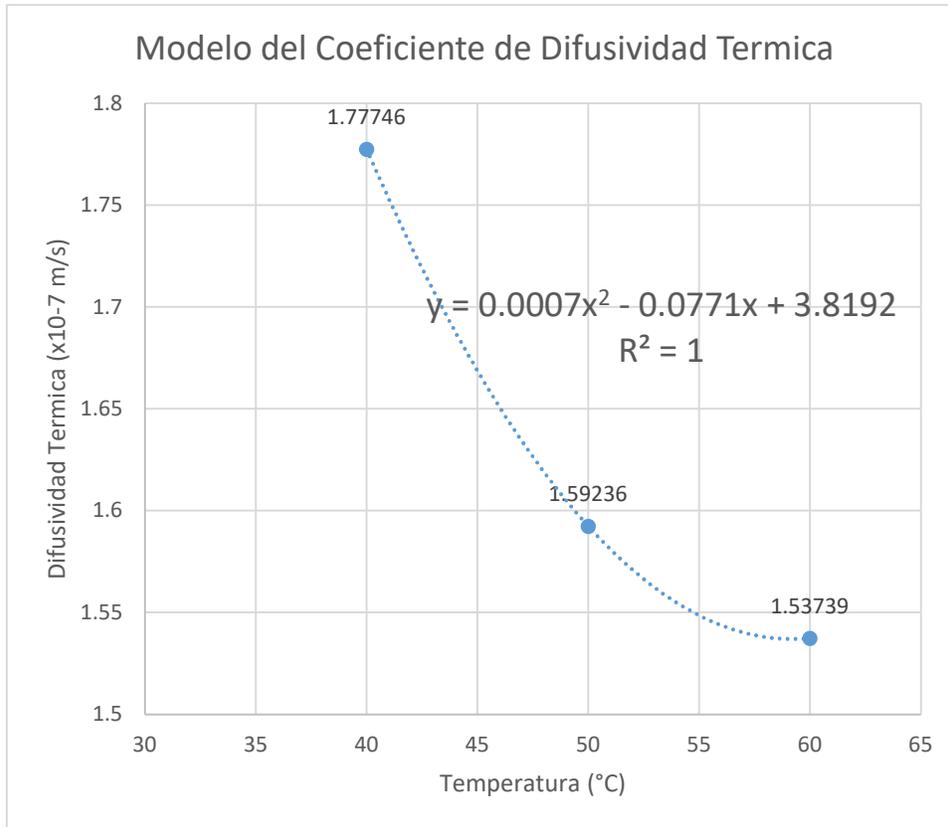


Modelo para la coeficiente de difusividad termica

Lineal:



Cuadrático:



En ambos casos un modelo cuadrático (polinómica de grado 2), es un modelo que se ajusta al 100% de la información desde el rango de los 40 a los 60°C.

ANEXO G: Panel fotográfico

IMAGEN N°2: DESHIDRATACIÓN DE PEJERREY



IMAGEN N°3: DESHIDRATACIÓN DE PEJERREY



IMAGEN N°4: VERIFICACIÓN DEL PROCESO



IMAGEN N°5: PREPARACIÓN DE LA PASTA



IMAGEN N°6: EXTRUSIÓN DE LA PASTA



IMAGEN N°7: ANÁLISIS SENSORIAL

