

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**METODOLOGÍA DE CONGELACIÓN DEL PULPO (*Octopus mimus*)
TIPO BQF (CONGELADO RÁPIDO EN BLOQUE) Y DETERMINACIÓN
DEL TIEMPO TOTAL DE CONGELACIÓN, EN LA PLANTA
CONSORCIO DON RAÚL S.A.C.**

TESIS

Presentada por:

Bach. CRISTIÁN ANDRÉS CARRASCO MINGA

Para optar el Título profesional de:

INGENIERO PESQUERO

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

TESIS

**“METODOLOGÍA DE CONGELACIÓN DEL PULPO (*Octopus mimus*)
TIPO BQF (CONGELADO RÁPIDO EN BLOQUE) Y DETERMINACIÓN DEL
TIEMPO TOTAL DE CONGELACIÓN, EN LA PLANTA CONSORCIO DON
RAÚL S.A.C.”**

**Sustentado y aprobado el 15 de agosto del 2024, cuyo jurado calificador
está integrado por:**

Presidente :


.....
Dr. Freddy Walter Delgado Cabrera

Secretario :


.....
MSc. Leonardo Sheron Ramirez

Vocal :


.....
Msc. Calixto Quispe Pilco

Asesor :


.....
Dr. Walter Ibarcena Fernández

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Lorenzo Walter Ibárcena Fernández, en mi condición de ASESOR acreditado con Resolución de Facultad N° 7719-2023-FCAG del 2023, del 16 de junio del 2023, del Trabajo de tesis Titulado "METODOLOGÍA DE CONGELACIÓN DEL PULPO (*Octopus mimus*) TIPO BQF (CONGELADO RÁPIDO EN BLOQUE) Y DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CONGELACIÓN, EN LA PLANTA CONSORCIO DON RAÚL S.A.C." presentada por el Bach. CARRASCO MINGA Cristián Andrés, Para optar el título profesional de INGENIERO PESQUERO

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 13 %. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis anunciado líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para optar el título profesional de INGENIERO PESQUERO, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

Tacna, 21 de octubre del 2024.



FIRMA DEL ASESOR

Dr. Lorenzo Walter Ibárcena Fernández
DNI: 00411907



Huella digital



FIRMA DEL AUTOR

Cristian Andrés CARRASCO MINGA
DNI: 48232229



Huella digital

DEDICATORIA

Dedico principalmente este trabajo a Dios, por haberme guiado por un buen camino en mí toda mi carrera profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante en mi vida, por haberme acompañado durante todo mi proyecto estudiantil y por demostrarme siempre su cariño, apoyo y sus ganas de salir adelante. A mi padre, por haberme dado la vida y una niñez llena de obstáculos en la vida. A mi tío Andrés, a quien quiero como un padre y admiro mucho, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier dificultad de la vida. A mi hno. Max, a quien quiero mucho por haberme apoyado y cumplido la función de padre durante toda mi vida. A mi hno. Alex, a quien quiero mucho y quien siempre está presente para toda la familia. A mi primo Edwin, quien quiero mucho y agradezco por siempre escucharme. A mi hijo Aarón, quien amo y desde que llego a mi vida me dio las fuerzas para salir adelante y nunca rendirme ante las adversidades de la vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme la fuerza para salir adelante y por siempre guiarme para concluir bien esta etapa de mi vida.

Agradecer el apoyo y confianza brindada por parte de mi madre, que sin duda alguna estuvo a lado mío dándome su amor incondicional, corrigiéndome y celebrando mis triunfos.

A mi tío Andrés Minga, por haberme dado la oportunidad de dar un giro a mi vida y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.

A la empresa Cmar, por haberme dado la oportunidad de trabajar en mi carrera profesional.

A mis compañeros y amigos, que siempre estuvieron a lado mío aconsejándome y apoyándome en mi vida profesional.

A Masiel y familia cornejo, por haber estado conmigo en un camino largo de mi vida, por compartir alegrías y tristezas.

A Marivel, quien se comportó como madre por haberme enseñado el trabajo arduo en mi vida profesional.

Al Dr. Walter Ibárcena Fernández, por asesorarme durante la elaboración de mi proyecto de tesis. Al Dr. Freddy Delgado Cabrera, por haberse convertido en amigo y aconsejarme en mi carrera universitaria.

Finalmente agradezco a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente en la realización de mi proyecto.

CONTENIDO GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I | |
| PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 3 |
| 1.2 Formulación del problema | 5 |
| 1.2.1 Problema general | 5 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 5 |
| 1.3 Justificación e importancia de la investigación | 6 |
| 1.4 Objetivos | 7 |
| 1.4.1 Objetivo general | 7 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 7 |
| 1.5 Hipótesis | 7 |
| 1.5.1 Hipótesis general | 7 |
| 1.6 Limitaciones | 8 |
| 1.7 Viabilidad | 8 |
| CAPÍTULO II | |
| MARCO TEÓRICO | 9 |
| 2.1 Antecedentes | 9 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales | 9 |
| 2.1.2 Antecedentes a nivel nacional | 11 |
| 2.2 Bases teóricas | 13 |
| 2.2.1 Características generales del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 13 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.2.1.1 | Clasificación taxonómica | 13 |
| 2.2.1.2 | Distribución geográfica | 14 |
| 2.2.1.3 | Descripción | 15 |
| 2.2.1.4 | Características externas | 16 |
| 2.2.1.5 | Hábitat | 17 |
| 2.2.1.6 | Distribución | 17 |
| 2.2.1.7 | Reproducción | 18 |
| 2.2.1.8 | Comportamiento | 20 |
| 2.2.1.9 | Inteligencia | 21 |
| 2.2.1.10 | Coloración | 22 |
| 2.2.1.11 | Importancia nutricional del recurso | 22 |
| 2.2.1.12 | Extracción | 23 |
| 2.2.2 | Congelación de recursos hidrobiológicos | 24 |
| 2.2.2.1 | Congelación | 24 |
| 2.2.2.2 | Importancia | 25 |
| 2.2.2.3 | Curva de Congelación | 26 |
| 2.2.2.4 | Métodos de Congelación | 28 |
| 2.2.2.4.1 | Congelador por aire forzado | 28 |
| 2.2.2.5 | Tiempo de Congelación | 29 |
| 2.2.2.5.1 | Definición | 29 |
| 2.2.2.5.2 | Importancia | 30 |
| 2.2.2.5.3 | Factores que afectan el tiempo de congelación | 31 |
| 2.2.2.6 | Cálculo del Tiempo de Congelación | 32 |
| 2.3 | Definición de términos | 38 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO III | |
| MARCO METODOLÓGICO | 42 |
| 3.1 Lugar de Trabajo | 42 |
| 3.2 Tipo de estudio | 42 |
| 3.3 Diseño de investigación | 42 |
| 3.5 Operacionalización de las variables | 43 |
| 3.5.1 Variable dependiente | 43 |
| 3.5.2 Variable independiente | 43 |
| 3.5.3 Variable dependiente: Indicadores | 43 |
| 3.5.4 Variable independiente: Indicadores | 43 |
| 3.6 Población y muestra | 45 |
| 3.6.1 Población | 45 |
| 3.6.2 Muestra | 45 |
| 3.7 Técnica y metodología de estudio | 45 |
| 3.7.1 En el proceso | 45 |
| 3.7.2 De la materia prima | 47 |
| 3.7.3 Del producto final | 48 |
| 3.8 Materia Prima y equipos | 49 |
| 3.8.1 Materia prima | 49 |
| 3.8.2 Equipos y materiales | 50 |
| 3.9 Diseño de la Investigación | 51 |
| 3.9.1 Diagrama de Flujo experimental del congelado | 51 |
| 3.9.2 Descripción del proceso de la empresa CONSORCIO DON RAÚL S.A.C. | 52 |
| CAPÍTULO IV | |
| RESULTADOS | 59 |
| 4.1 Dela materia prima | 59 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1 Características de la especie | 59 |
| 4.1.2 Análisis físico proximal | 62 |
| 4.2 Del proceso | 63 |
| 4.2.1. Experimento 1 | 63 |
| 4.3 Del producto final | 72 |
| 4.3.1 Características generales | 72 |
| 4.3.2 Evaluación microbiológica | 74 |
| 4.3.3 Control físico (exudado) | 75 |
| 4.3.4 Balance de materia y rendimiento | 77 |
| CAPÍTULO V | |
| DISCUSIONES | 79 |
| CONCLUSIONES | 81 |
| RECOMENDACIONES | 83 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 84 |
| ANEXOS | 91 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Taxonomía del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 14 |
| Tabla 2. Composición químico proximal del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 23 |
| Tabla 3. Desembarque de recursos marítimos según especie, 2017 al 2021 (TM) | 23 |
| Tabla 4. Valores u2 utilizables para determinar tiempo de refrigeración (TK) mediante la ecuación de plank clasificar hx/k, hl/k | 36 |
| Tabla 5. Operacionalización de las variables | 44 |
| Tabla 6. Talla y peso del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 61 |
| Tabla 7. Composición química promedio del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 62 |
| Tabla 8. Tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente | 63 |
| Tabla 9. Tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido mediante fórmulas analíticas | 71 |
| Tabla 10. Dimensiones del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 73 |
| Tabla 11. Análisis proximal del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) fresco | 73 |
| Tabla 12. Análisis microbiológico del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 75 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Curva de congelación | 26 |
| Figura 2. Valores de $\ln c$, o respectivamente, de $\ln C1$, $\ln C2$, $\ln C3$, para láminas cilindros y esferas | 35 |
| Figura 3. Ubicación de la termocupla | 46 |
| Figura 4. Recepción del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 52 |
| Figura 5. Pesado | 53 |
| Figura 6. Eviscerado del pulpo | 54 |
| Figura 7. Selección y Clasificado | 55 |
| Figura 8. Plaqueado / Envasado | 56 |
| Figura 9. Congelado fase experimental | 57 |
| Figura 10. Congelado fase experimental | 58 |
| Figura 11. Mediciones morfométricas del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 61 |
| Figura 12. Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/4 del largo de la bandeja | 64 |
| Figura 13. Curva de congelado de pulpo (<i>Octopus mimus</i>) obtenido experimentalmente a 1/4 de la bandeja | 65 |

| | |
|--|----|
| Figura 14. Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/3 del largo de la bandeja | 66 |
| Figura 15. Curva de congelado de pulpo (<i>Octopus mimus</i>) obtenido experimentalmente a 1/3 de la bandeja | 67 |
| Figura 16. Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/2 del largo de la bandeja | 68 |
| Figura 17. Curva de congelado Curva de congelado de pulpo (<i>Octopus mimus</i>) obtenido experimentalmente a 1/2 de la bandeja | 69 |
| Figura 18. Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/2; 1/3 y 1/4 del largo de la bandeja | 70 |
| Figura 19. Diagrama de flujo final del proceso de congelado del pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | 76 |
| Figura 20. Rendimiento de congelado del pulpo (<i>Octopus mimus</i>), congelado en túnel por aire forzado | 78 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Planta CONSORCIO DON RAÚL S.A.C. ubicado en el Parque Industrial de Tacna. El pulpo (*Octopus mimus*) fue adquirido del desembarcadero Pesquero Morro Sama (DPA). Se utilizó el termorregistrador, las termocuplas se colocaron en tres posiciones diferentes: A₁: 1/4; A₂: 1/3 y A₃: 1/2, del bloque hasta llegar a -18 °C, y la temperatura del túnel de congelación fue de -35 °C. La posición A₃: 1/2, fue la que demoró más tiempo, donde el tiempo total de congelación, en planta y experimentalmente fue de 360,0 minutos el cual llegó la temperatura al centro del producto a -18 °C en. El análisis microbiológico, mostró ausencia salmonella, encontrándose dentro de los límites permisibles por la NTS 071-MINSA/DIGESA, 2008.

El porcentaje de rendimiento, fue de 84,90 % y congelado de 81,80 % con respecto a la materia prima. El tiempo total de congelación, mediante las fórmulas analíticas de Planck fue de 353,00 minutos

Palabras clave: Congelado, pulpo (*Octopus mimus*), tiempo de congelación.

ABSTRACT

This research work was carried out in the facilities of the CONSORCIO DON RAÚL S.A.C Plant. located in the Tacna Industrial Park. The octopus (*Octopus mimus*) was acquired from the Morro Sama Fishing Pier (DPA). The thermorecorder was used, the thermocouples were placed in three different positions: A1: 1/4; A2: 1/3 and A3: 1/2, of the block until reaching -18 °C, and the temperature of the freezing tunnel was -35 °C. Position A3: 1/2 was the one that took the longest, where the total freezing time, in the plant and experimentally, was 360,0 minutes, which reached the temperature at the center of the product at -18 °C. The microbiological analysis showed absence of salmonella, being within the permissible limits by NTS 071-MINSA/DIGESA, 2008.

The yield percentage was 84, 90% and frozen 81,80% with respect to the raw material. The total freezing time, using Planck's analytical formulas, was 353,00 minutes.

Keywords: Frozen, octopus (*Octopus mimus*), freezing time.

INTRODUCCIÓN

La comercialización de los productos hidrobiológicos es una de las principales actividades realizadas en los últimos tiempos para el consumo humano directo.

Se sabe que, para la comercialización de los productos hidrobiológicos, una de las formas de comercialización es la congelación que nos permite prolongar su vida útil, sin sufrir alguna alteración, debido a que el recurso Pulpo (*Octopus mimus*) en el Perú es un alimento muy adquirido por la población por sus niveles de proteína y su alto valor nutritivo. El recurso Pulpo (*Octopus mimus*), se encuentra en todo el litoral costero de nuestro país; que no solamente se comercializa en el ámbito local, sino también para exportación a nivel mundial.

Por lo mencionado, el propósito de la investigación es determinar el tiempo de congelado del pulpo *Octopus mimus* tipo BQF, esto porque normalmente en las empresas pesqueras ubicadas en el parque industrial de Tacna, lo realizan en forma empírica, por lo cual se requiere conocer su procesamiento tecnológico.

El objetivo del presente trabajo de investigación es “Metodología de congelación del pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF (congelado rápido en bloque) y determinación del tiempo total de congelación, en la planta Consorcio Don Raúl S.A.C.”

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICION DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad, existen diferentes productos comercializados a base de recursos hidrobiológicos, desde el tipo de especies, origen (marino o continental), forma del producto (dependiendo del corte que solicite el mercado), envasado y método de conservación. Pero el método de congelación, es el principal método de conservación de productos pesqueros y acuícolas con fines alimentarios, representa el 63 % del total de la producción de animales acuáticos elaborados para consumo humano (FAO, 2022).

A nivel mundial la demanda de cefalópodos, ha aumentado desde 1990 y seguirá incrementándose al transcurrir los años. Es así que para el año 2020, las exportaciones de cefalópodos ascendieron a 10 200 millones de USD, lo que equivalía al 6,8 % del valor total de las exportaciones de productos acuáticos. La comercialización de los cefalópodos a nivel mundial se ha incrementado con el tiempo, pero por el contrario la oferta corre peligro a causa de una mala gestión, lo que ha llevado a que en los

últimos años se hayan registrado subidas pronunciadas de los precios (FAO, 2022). Su gran acogida en el mercado, es debido a que su composición contiene altos niveles de proteínas, así como grasas poliinsaturadas. Por otro lado, su agradable sabor y textura permite que puedan ser preparados en diferentes platos (Ozogul et al., 2008).

Los cefalópodos, como el pulpo, el calamar y la sepia, son moluscos muy apreciados en la gastronomía global. Su captura principalmente en el medio natural destaca en países como China, India, Marruecos y Perú. Estos países también son importantes proveedores en el mercado internacional de cefalópodos, con destinos principales de exportación como China, Japón, Corea del Sur y la Unión Europea, especialmente España e Italia (FAO, 2022).

La pesquería del pulpo (*Octopus mimus*) en Perú es de gran importancia tanto económica como socialmente, En el año 2021, el desembarque de pulpo alcanzó las 1 151 toneladas métricas en Perú. La captura de pulpo es una actividad significativa para la economía local en las regiones donde se lleva a cabo, contribuyendo al sustento de comunidades costeras y siendo parte integral de la cultura pesquera del país (PRODUCE, 2022).

Es así que proponemos llevar una alternativa que de alguna manera motive a propiciar el desarrollo del sector pesquero y con ello impulse el crecimiento económico y que se dé la inquietud de realizar estudios que permitan ofrecer un producto en base al recurso pulpo mediante el método de congelación, como un nuevo producto con fines de exportación, cabe indicar que en las empresas de congelado no cuentan con un estudio de este procesamiento ya que lo realizan en forma empírica.

1.2 Formulación del problema

Para abordar la problemática planteada se ha considerado pertinente ejecutar una investigación que busque responder las siguientes interrogantes:

1.2.1 Problema general

¿Será posible determinar la metodología de congelación del pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF (congelado rápido en bloque) y determinar el tiempo total de congelación, en la planta Consorcio Don Raúl S.A.C”

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál será la composición proximal (proteína, grasa, ceniza, humedad y carbohidratos) de la materia prima y producto final?
2. ¿Cuál será el tiempo total de congelamiento del pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF?
3. ¿Cuáles son las condiciones microbiológicas del producto final?

4. ¿Cuál será el balance de materia del congelado de pulpo (*Octopus mimus*)?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

Considerando las ventajas del proceso de congelado como método de conservación para el pulpo (*Octopus mimus*) en Perú, se destaca su capacidad para retardar el deterioro del producto y preservar sus características frescas cuando se descongela. Esto lo convierte en una opción viable para el estudio mencionado, especialmente en comparación con métodos como la conserva, cuyos costos de producción suelen ser más altos.

El pulpo es un recurso de extracción temporal presente a lo largo del litoral costero peruano, y tiene un alto valor alimenticio.

En consecuencia, del presente trabajo de investigación, se pretende determinar la metodología de congelación del pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF (congelado rápido en bloque) y determinar el tiempo total de congelación, en la planta Consorcio Don Raúl S.A.C.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

“Determinar la metodología de congelación del pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF (congelado rápido en bloque) y determinar el tiempo total de congelación, en la planta Consorcio Don Raúl S.A.C.”

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición proximal (proteína, grasa, ceniza, humedad y carbohidratos) de la materia prima y producto final.
- Determinar el tiempo total de congelación del pulpo (*Octopus mimus*), tipo BQF, método práctico y la fórmula mediante la ecuación de Planck.
- Evaluar las condiciones microbiológicas del producto final.
- Determinar el balance de materia del proceso de congelado de pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

“El método de congelación del pulpo (*Octopus mimus*) tipo BQF (congelado rápido en bloque) influye en el tiempo total de congelación.

1.6 Limitaciones

- No se han identificado limitaciones.

1.7 Viabilidad

- Existen las condiciones favorables para el desarrollo del experimento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

- Reyes et al. (2014), desarrollaron el trabajo de investigación denominado “Efecto de la congelación y cocción sobre la textura y patrón electroforético de las proteínas de brazos de pulpo (*Octopus vulgaris*)”, artículo científico publicado en la revista Archivos Latinoamericanos de Nutrición, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la congelación, escaldado y diferentes tiempos de cocción sobre la textura y perfil electroforético (mide los tipos de proteína de la parte líquida) de las proteínas de brazos de pulpo. Donde se concluyó que tanto del análisis instrumental de la textura como la evaluación sensorial evidenciaron que las muestras de pulpo fresco en hielo fueron más duras que las previamente congeladas. Ni la temperatura de congelación ni el escaldado afectaron significativamente la textura. El tiempo óptimo de cocción del pulpo para lograr la mayor ternura fue de 45 min. La congelación previa a la cocción ocasionó mayor

deterioro en las bandas de miosina y de paramiosina que cuando se aplicó solo cocción al pulpo fresco. Estos resultados sugieren emplear la congelación como un método práctico para ablandar el pulpo antes de cocerlo.

- Rocha (2013), presentó la tesis titulada “Evaluación de la Calidad del Pulpo Congelado”, para la obtención del grado de maestro en Escuela Superior Agraria del Instituto Politécnico de Beja, cuyo objetivo fue la de evaluar la calidad de pulpos congelados, diferentes zonas de pesca y sujetas a dos técnicas de congelación diferentes, haciendo uso de indicadores de calidad, después del ciclo de congelación. Se obtuvo como conclusiones que, a congelación de pulpo por el método convencional, aire forzado en túnel estático, posiblemente indujo la formación de cristales de hielo extracelulares que causaron la contracción de la fibra muscular. Sin embargo, el pretratamiento con sal, el corto período de almacenamiento y la estructura interna del músculo del pulpo, contribuyeron a atenuar el daño físico causado por cristales y fenómenos asociados con la recristalización. La dureza es uno de los atributos que mejora significativamente con la congelación del pulpo, evaluado ya sea por análisis sensorial de la textura o por textura instrumental

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

- Noel (2008), presentó la tesis titulada “Estudio tecnológico del procesamiento del congelado del abalón (*Concholepas concholepas*) mediante el método IQF, que tuvo dentro de sus objetivos: evaluar las diferentes características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas del producto inicial y final; establecer el tiempo de congelación del abalón mediante el método de Planck, así como determinar las curvas de congelado para el choque. Donde se concluyó que el tiempo total de congelación calculado según ecuaciones analíticas fue de 140 minutos, mientras que el tiempo total de congelación obtenido experimentalmente fue de 145 minutos. El tiempo de paso a través de la zona crítica de congelado es de 106 minutos y se consigue cuando la termocupla está ubicada a 1/2 del largo de la bandeja.
- Mayta (2017), desarrolló la tesis “Congelado del pejerrey (*Odontesthes regia regia*) corte mariposa, en bloque y tipo exportación”, y dentro de sus objetivos se planteaba: hallar el análisis proximal de la materia prima y producto final, determinar el tiempo de congelación usando termorregistrador, establecer el tiempo total de congelamiento bajo la fórmula de Plank, evaluar microbiológicamente

al producto terminado y hallar el balance de materia. Llegando a las siguientes conclusiones: Según el experimento N° 1, la variable A3= $\frac{1}{2}$ del bloque, es la que se considera como el tiempo total de congelación del pejerrey en forma práctica, ya que es el punto donde se enfría más lentamente y cuyo tiempo fue de 142,0 minutos a la temperatura de -18 °C en el centro del producto. El tiempo Total de congelación del pejerrey, mediante las fórmulas analíticas de Planck fue de 139,20 minutos, El tiempo de paso a través de la zona crítica de congelado es de 106 minutos y se consigue cuando la termocupla está ubicada a $\frac{1}{2}$ del largo de la bandeja, Por efecto de congelado en el rendimiento tubo una pérdida o merma del 2%.

- Quispe (2019) desarrolló la tesis denominada “Determinación del tiempo de congelado de porciones de perico (*Coryphaena hipurus*) en fresco, empleado el método de aire forzado, en la Empresa Pesquera Frío del Sur SAC - 2016.”, que tuvo como objetivo: realizar el estudio sobre el tiempo de congelado de porciones de perico en fresco, empleando el método de aire forzado. Y llegó a las siguientes conclusiones: El tiempo total de congelación de porciones de perico, congelado en IQF; realizado experimentalmente fue de 2,17 horas equivalente a 130 minutos, sin embargo, mediante las fórmulas

analíticas de Planck, fueron de 2,57 horas equivalente a 154,2 minutos. El tiempo de paso a través de la zona crítica de congelado es de 80 minutos y se consigue cuando la termocupla está ubicada a 1/2 del largo de la bandeja. En el análisis microbiológico se encontró 11×10^6 ufc/g Recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables en el congelado de porciones de perico, probablemente ocurrió en el procesamiento del congelado, pero se encuentra dentro de los límites permisibles por la Norma 615-PE. El balance de materia realizado en el proceso de congelado de porciones de perico, fue de 35,30 %, en relación a la materia prima inicial. Por efecto de congelado en el rendimiento tubo una pérdida o merma del 1,70%.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Características generales del pulpo (*Octopus mimus*)

2.2.1.1 Clasificación taxonómica

En la Tabla 1 se visualiza la clasificación taxonómica del pulpo (*Octopus mimus*):

Tabla 1

Taxonomía del pulpo (Octopus mimus)

| | | |
|--------------|---|----------------------|
| Reino | : | Animalia |
| Phylum | : | Mollusca |
| Clase | : | Cephalopoda |
| Orden | : | Octopoda |
| Familia | : | Octopodidae |
| Género | : | Octopus |
| Especie | : | <i>Octopus mimus</i> |
| Nombre común | : | Pulpo |

Nota: MolluscaBase, (2019).

2.2.1.2 Distribución geográfica

El pulpo (*Octopus mimus*) tiene una distribución geográfica que abarca desde el norte del Perú, específicamente en Tumbes, hasta Chile central, llegando hasta la bahía San Vicente. Esta amplia área de distribución cubre el Pacífico sudeste de Sudamérica (Cardoso et al., 2004) y En cuanto a su distribución batimétrica, el pulpo se encuentra desde el intermareal (zona entre mareas) hasta una profundidad de aproximadamente 30 metros (Carbajal, 2017).

2.2.1.3 Descripción

El pulpo (*Octopus mimus*), como cefalópodo octópodo perteneciente a la familia Octopodidae, Su cuerpo es robusto y musculoso, con una cabeza bien diferenciada. De esta cabeza salen ocho brazos, situados alrededor de la boca central y ventral. Estos brazos están equipados con dos filas de ventosas en cada uno, que le permiten adherirse firmemente y capturar presas con precisión. Posee una boca con un "pico" similar en forma al de un loro, diseñado para capturar y manipular presas. A diferencia de otros cefalópodos como sepia y calamar, no tiene pluma interna ni concha, Como defensa cuenta con una bolsa de tinta al lado del hígado, que puede expulsar para crear una cortina de humo y escapar de los depredadores (Carbajal, 2017).

En cuanto al movimiento y locomoción, e desplaza principalmente reptando con sus tentáculos, para nadar, utiliza el sifón para expulsar un chorro de agua, lo que le permite moverse a cortas distancias con rapidez. Posee un sistema nervioso altamente desarrollado que le permite aprender por ensayo y error, así como por experiencia. Tiene memoria a corto y largo plazo, lo que le ayuda a adaptarse a su entorno y a sus presas (Carbajal, 2017).

2.2.1.4 Características externas

Los ocho brazos de los pulpos cuentan con (Hernández, 2000).

a) Ventosas

Las ventosas del pulpo son pegajosas y están dispuestas en dos filas en cada uno de sus ocho brazos. Estas ventosas son esenciales para la locomoción, manipulación de presas y exploración del entorno marino. Cada ventosa tiene la capacidad de crear un vacío cuando se adhiere a una superficie, proporcionando al pulpo un agarre firme y seguro.

b) Manto

Estas adaptaciones en el manto del pulpo, como el depósito de tinta y el sifón flexible, son ejemplos de cómo este cefalópodo ha evolucionado para enfrentar los desafíos del depredador en su hábitat marino. La capacidad de expulsar tinta y de propulsarse con rapidez mediante el sifón son estrategias efectivas que contribuyen a su supervivencia.

c) Brazos

Se conecta con un cerebro pequeño que depende del principal y que los usa para controlar sus brazos.

2.2.1.5 Hábitat

El pulpo (*Octopus mimus*) es un cefalópodo bentónico y nerítico, lo que significa que habita principalmente en el fondo marino, específicamente en áreas cercanas a la costa. Es conocido por ser muy sedentario y solitario, a excepción de la temporada de reproducción cuando busca pareja.

Sus hábitats preferidos son los fondos rocosos que ofrecen abundancia de grietas y piedras donde puede ocultarse y refugiarse. Puede encontrarse en aguas costeras hasta una profundidad de aproximadamente 100 metros.

En cuanto a las condiciones ambientales, el pulpo es sensible a las temperaturas extremas. No tolera temperaturas inferiores a los 7 °C ni superiores a los 33 °C, con un rango óptimo alrededor de los 16 a 17 °C. La salinidad del agua también varía según la región, pero generalmente se encuentra entre el 32% y el 40% (Hernández, 2000).

2.2.1.6 Distribución

Las principales zonas de captura corresponden al Atlántico Centro Oriental, al Mediterráneo y al Pacífico Centro Oriental. En el Perú, se

distribuye a lo largo de toda la costa, existiendo datos de captura de esta especie en todas las caletas del litoral peruano destacando la zona de Pisco. El pulpo está de temporada, los meses de septiembre a abril son los mejores para su consumo (Hernández, 2000).

2.2.1.7 Reproducción

Los pulpos alcanzan la madurez sexual a finales del invierno. Es durante este período que se concentran para reproducirse, principalmente a finales del invierno y en la primavera, cerca de la costa. Durante el cortejo, un macho interesado se acerca a una hembra y utiliza un brazo modificado llamado hectocótilo para tocarla. Este brazo tiene un surco profundo entre las dos filas de ventosas y termina en un extremo con forma de cuchara. Tras un período de galanteo, el macho inserta su hectocótilo bajo el manto de la hembra, y los espermatozoides se transfieren al oviducto de la hembra. Después del apareamiento, la hembra comienza a poner huevos en su guarida. Produce aproximadamente ciento cincuenta mil huevos en un período de dos semanas. Cada huevo está contenido en una cápsula transparente. Las crías, que inicialmente tienen unos 3 cm de longitud, son larvas planctónicas. Flotan en la superficie del agua y forman parte del plancton durante casi un mes. Durante este tiempo, son

dispersadas por las corrientes y mareas. Posteriormente, se sumergen y comienzan su vida en el fondo marino (Hernández, 2000).

Durante el período en que la hembra está cuidando los huevos, no se alimenta por un periodo de 1 a 2 meses. Este sacrificio de alimentarse es único en los pulpos y está dirigido a proteger y cuidar los huevos hasta la eclosión (Ponte, 2005).

Tras la eclosión de los huevos y la liberación de las crías al plancton, la hembra muere debido a la debilitación causada por el prolongado ayuno. Este es un sacrificio final en el ciclo reproductivo del pulpo, asegurando así que las crías tengan la mejor oportunidad de supervivencia inicial. (Hernández, 2000).

2.2.1.8 Comportamiento

La curiosidad y el comportamiento cauteloso de los pulpos son aspectos importantes de su vida diaria. Aunque pueden ser observados de cerca en ciertas circunstancias, es fundamental respetar su espacio y comportamiento natural para asegurar su bienestar y conservación en los hábitats marinos (Ponte, 2005).

Los pulpos son maestros del mimetismo. Pueden cambiar rápidamente el color y la textura de su piel para fundirse con su entorno, lo que les permite camuflarse y evitar ser detectados por depredadores o presas. Esta habilidad también se utiliza cuando se sienten amenazados o durante el cortejo, cambiando de color de manera conspicua para comunicar estados emocionales o intimidar a posibles adversarios (Ponte, 2005).

2.2.1.9 Inteligencia

Los pulpos son realmente extraordinarios en términos de inteligencia y capacidad cognitiva, destacándose como los invertebrados más inteligentes del reino animal, la capacidad cognitiva avanzada de los pulpos es una adaptación crucial que les permite prosperar en entornos marinos complejos y desafiantes. Su habilidad para aprender, resolver problemas y adaptarse es fundamental para su supervivencia, destacándolos como verdaderos maestros del océano en términos de inteligencia invertebrada (Hernández, 2000).

2.2.1.10 Coloración

El color es muy variable pues el propio pulpo lo cambia, mediante control nervioso, en función del ambiente en que se halle, variando entre

rojizo, marrón, amarillento, azulado o gris. El pulpo se mimetiza con el ambiente, cambiando tanto de forma como de color. Su estado de ánimo también influye en los cambios de color, apareciendo ondulaciones azules cuando está excitado, o volviéndose pálido cuando tiene miedo. Si está furioso dominan los colores rojizos (Ponte, 2005).

2.2.1.11 Importancia nutricional del recurso

a) Porción comestible

79 gramos por cada 100 gramos de producto fresco.

b) Fuente de nutrientes y sustancias no nutritivas

Proteínas, ácidos grasos omega 3, selenio, fósforo, calcio y sodio, vitamina B12, niacina, B6 y vitamina E.

c) Valoración nutricional

El pulpo es apreciado no solo por su sabor y textura únicos, sino también por su excelente perfil nutricional, el pulpo es una excelente fuente de proteínas de alta calidad. Las proteínas son esenciales para la formación y reparación de tejidos, así como para el buen funcionamiento del organismo en general. El pulpo es rico en ácidos

grasos omega 3, específicamente *ácido eicosapentaenoico* (EPA) y *ácido docosahexaenoico* (DHA). Estos ácidos grasos son beneficiosos para la salud cardiovascular, ya que ayudan a reducir los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre, además de tener efectos antiinflamatorios (Ponte, 2005).

d) Composición químico proximal

El pulpo es tiene un aporte proteico, donde se puede consumir en diferentes platos culinarios, aportando omega 3 y 6, en la tabla 2 se presenta la composición químico proximal del pulpo (*Octopus mimus*)

Tabla 2

Composición químico proximal del pulpo (Octopus mimus)

| Componente | Porcentaje (%) |
|---------------|----------------|
| Humedad | 83,60 |
| Proteína | 13,60 |
| Grasa | 1,40 |
| Cenizas | 1,10 |
| Carbohidratos | 2,20 |

Nota: MINSA, (2009).

2.2.1.12 Extracción

Durante el periodo 2017-2021 se presenta la extracción para procesamiento del recurso pulpo (*Octopus mimus*), donde se observa que en el año 2017 hubo mayor extracción con 6 289 toneladas, sin embargo en el año 2021 la extracción fue de 1 151 toneladas, ver tabla 3

Tabla 3

Desembarque de recursos marítimos según especie, 2017 al 2021 (TM)

| Especie | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Calamar | 1 336 | 600 | 11 379 | 1 706 | 207 |
| Pota | 295 975 | 362 232 | 526 902 | 492 363 | 517 710 |
| Pulpo | 6 289 | 1 361 | 900,1 | 1 170 | 1 151 |

Nota: PRODUCE, 2022.

2.2.2 Congelación de recursos hidrobiológicos

2.2.2.1 Congelación

La congelación es un método de conservación y se utiliza para alargar la calidad inicial de los alimentos. El propósito de congelar los alimentos es para prevenir el deterioro causado por microorganismos y reducir al máximo la actividad enzimática (Ibárcena y Muñante, 2001).

La congelación es un proceso que permite que los productos congelados, puedan ser expendidos como frescos una vez descongelados, sin distinguir si un producto ha sido o no congelado (ITP, 1999). Ya que la congelación correctamente lograda, conserva los alimentos sin producir cambios radicales en su tamaño, forma, textura, color o sabor.

El proceso de congelación termina en la práctica cuando la mayor parte del agua congelable se transforma en hielo en el centro térmico del producto, para la mayoría de los productos, la temperatura del centro térmico coincide en ese momento con la temperatura de almacenamiento (IIF, 1990).

El proceso no debe considerarse terminado hasta que la temperatura del producto no llegue a -18°C (0°F) en el centro térmico (CODEX, 1976).

2.2.2.2 Importancia

La congelación de pescado presenta una particularidad importante, por dos razones (IIF, 1990):

- Estos productos se deterioran más rápidamente que la carne y que muchos otros alimentos proteicos, incluso bajo refrigeración; la

congelación permite suministrar un producto de buena calidad a los consumidores alejados de los lugares de pesca.

- Estos productos son frecuentemente estacionales, es decir pescados durante un corto período del año o en cantidades variables en el curso del año. La congelación asegura la continuidad del aprovisionamiento a los transformadores o a los consumidores.

2.2.2.3 Curva de Congelación

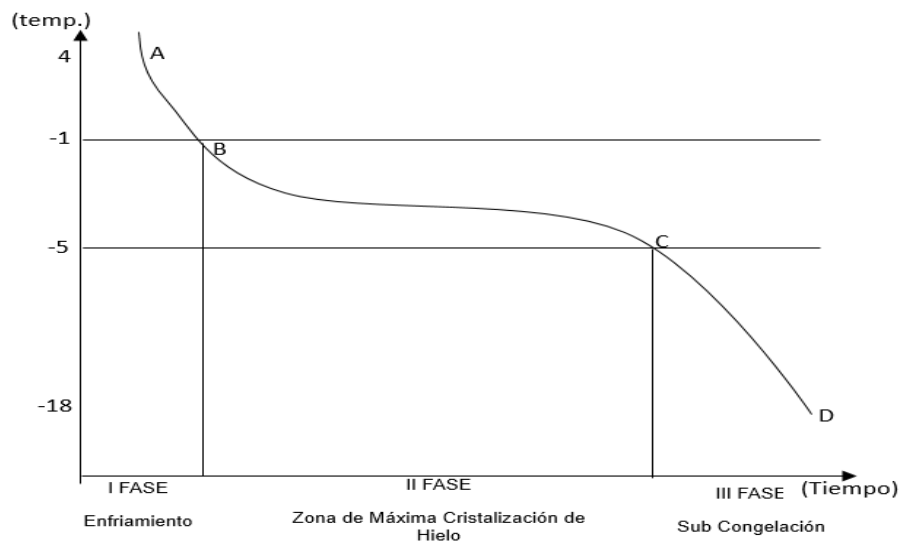
La curva de congelación es el registro de la temperatura del centro térmico de un alimento para determinar las fases del proceso de congelación (ITP, 1999).

Según el ITP (1999), existen tres fases en el proceso de congelación:

- Fase I o etapa de enfriamiento desde A hasta B.
- Fase II o zona de máxima cristalización desde B hasta C.
- Fase III o zona de sub-enfriamiento desde C hasta D.

Figura 1

Curva de congelación



- En el **punto A** aproximadamente empieza el enfriamiento de pescado o marisco y termina en el **punto B**.
- En el **punto B** el agua libre de constitución del pescado empieza a congelarse a una temperatura de -1°C o -2°C . A este punto también se le conoce como “*punto de inicio de congelación*”, el cual depende de la concentración de sus sales.
- En el **punto C** a -5°C se produce a una máxima formación de los cristales de hielo, por lo que se le denomina como “punto de congelación final”. El tramo de **B** a **C** se llama “*zona de máxima*”

cristalización". La forma de esta zona varía de acuerdo al porcentaje del contenido del agua del pescado.

En la **FASE I**, los microorganismos y enzimas están totalmente activas. El paso por los puntos A y B es muy importante para la buena calidad del producto. Por eso debe hacerse en muy corto tiempo el enfriamiento hasta temperaturas cercanas al punto de congelación (ITP, 1999).

En la **FASE II**, el 80 % del agua de pescado se convierte en hielo. Esta fase es muy importante para la formación del tipo de cristales de hielo (dentro o fuera de la célula), la cual depende de la velocidad de eliminación del calor latente en forma rápida o lenta (ITP, 1999).

En la **FASE III**, se debe poner atención a que temperatura termina la congelación del pescado. Esta temperatura debe ser igual o un poco más baja que la temperatura de la cámara de almacenamiento (ITP, 1999).

La temperatura final de congelación se refiere a la temperatura de la parte central del cuerpo del pescado más lentamente enfriado, durante el proceso de congelación.

2.2.2.4 Métodos de Congelación

Para el congelado de pescado, existen 3 métodos de congelación fundamentales, siendo los siguientes: Congelador por aire forzado, Congelador por contacto y congelador criogénico.

2.2.2.4.1 Congelador por aire forzado

Requiere gran consumo energético, pero con buenos rendimientos. Se basa en producir aire frío, a velocidades de 6 m/seg., con potentes ventiladores, pasando los productos a contracorriente en carretillas; o bien, dejando el producto estacionado y produciéndose corrientes discontinuas de aire enfriado. Este congelador es muy utilizado y se le conoce como *“túnel de congelación (Carrión, 2000)*.

El congelador por aire forzado tiene grandes ventajas para su extensión industrial para la aplicación de peces grandes, además tiene la ventaja para la aplicación de otras especies de forma y tamaño diferente y para todo tipo de productos alimenticios (ITP, 1999).

2.2.2.5 Tiempo de Congelación

La velocidad de congelación es uno de los factores más importante que influye en la calidad de los alimentos. Como consecuencia de esto, se

requiere frecuentemente estimar tiempos de congelación a fin de poder determinar prácticas adecuadas para la producción y distribución de alimentos congelados (Carranza, 1999).

2.2.2.5.1 Definición

Para algunos autores el “tiempo de congelación” es la duración del periodo del cambio de fase, mientras que otros lo definen como la duración del proceso completo de congelación, incluyendo pre-enfriamiento, cambio de fase y el periodo de sobre enfriamiento (Carranza, 1999).

El tiempo total de congelación es definido como el tiempo necesario para reducir la temperatura inicial del pescado desde el momento en que ingresa al congelador hasta que alcance la temperatura final de congelación de (-18°C) en su centro térmico (ITP, 1995).

2.2.2.5.2 Importancia

Es necesario conocer el tiempo exacto de congelación de los diferentes productos, ya que este influirá de la siguiente manera:

- Si el pescado se deja en el congelador cuando ya está adecuadamente congelado, se desperdicia capacidad de congelación y se retrasa innecesariamente la congelación del pescado. Si se trata de congeladores por circulación de aire, se producirán además

pérdidas de calidad debidas a la deshidratación de la superficie del pescado (NSR, 1999).

- Si el producto se retira del congelador antes de conseguir una temperatura de -18°C en el centro térmico, puede resultar una congelación muy lenta en el centro del mismo y en consecuencia una pérdida de calidad (IIF, 1990).

2.2.2.5.3 Factores que afectan el tiempo de congelación

Existen varios factores que influyen en el tiempo de congelación, siendo los siguientes:

- **Tamaño del producto**

El tiempo de congelación está directamente influenciado por el tamaño del producto. A medida que el espesor el aumento, el tiempo requerido para reducir el contenido de calor también se incrementa (ITP, 1995).

- **Temperatura del medio de congelación**

Con respecto a este factor, si la temperatura del medio que rodea al producto disminuye, la velocidad de transferencia de calor aumenta, lo que origina la disminución del tiempo de congelación (ITP, 1995).

- **Envase**

Tiene influencia el espesor y resistencia al paso del calor de los materiales de envase y capas de aire que estén incluidos (Mamani, 1997).

- **Coefficiente de transferencia de calor**

El parámetro que más influye en el tiempo de congelación es el coeficiente de transmisión de calor por convección (h).

Se ha demostrado que el tiempo disminuye significativamente en el rango de h , que va desde $50 \text{ w/m}^2\text{k}$ a $75 \text{ w/m}^2\text{k}$. En cambio con valores de h superiores, el tiempo solo disminuye ligeramente. (ITP, 1995)

2.2.2.6 Cálculo del Tiempo de Congelación

Existen varios artículos publicados para el cálculo de tiempo de congelación. Los procedimientos para determinar tiempos de congelación se pueden clasificar en 3 grupos:

- **Experiencias de transferencia de calor**

Los procedimientos de este tipo son los más simples aunque arrojan los estimados más exactos del tiempo de congelación, puesto que su

determinación se hace mediante monitoreo de la temperatura del alimento durante la congelación (Carranza, 1999).

Sin embargo, los datos del tiempo de congelación no pueden usarse para estimar los tiempos de congelación de procesos diferentes, ya que los datos son aplicables solamente al conjunto específico de condiciones usadas (Osorio et al, 1982).

- **Formulas teóricas**

Estas fórmulas se obtuvieron ya sea resolviendo ecuaciones de balance de calor, o bien resolviendo la ecuación de Fourier para transferencia de calor en estado no estacionario por conducción (Osorio et al, 1982).

Según Carranza (1999), la solución de estas ecuaciones, implican las siguientes asunciones:

- Las propiedades termofísicas del alimento son constantes, aunque las propiedades del alimento en estado congelado son diferentes.
- El alimento tiene un punto de congelación distintivo.
- La densidad del alimento en su estado congelado es idéntico a la de su estado no congelado.

- Fórmula de Planck: La fórmula de Planck es una de las más frecuentemente utilizadas debido a su simplicidad y se obtiene solucionando una ecuación de balance de calor (Carranza, 1999). Para esta fórmula se hacen las siguientes suposiciones, (Osorio et al, 1982):

se emplean las siguientes fórmulas planteadas por Planck:

a. Tiempo de refrigeración

$$T_k = \frac{X^2}{a} \cdot \frac{\ln(\theta_a / \theta) + \ln C_p}{U^2}$$

Siendo:

X = Espesor del producto (m)

Tk = Tiempo de refrigeración (h)

a = Difusividad térmica expresada en función al peso específico. (kcal/hm°C)

Cp = Calor específico del producto (kcal/k°C)

U = Magnitud resultante de la condición de transporte térmico en la superficie.

θ_a, θ = Diferencias de temperaturas (°C)

Θ_a = $t_a - t_o$

t_a = Temperatura inicial del producto (°C)

t_o = Temperatura final del producto (°C)

$$\Theta = t_g - t_o$$

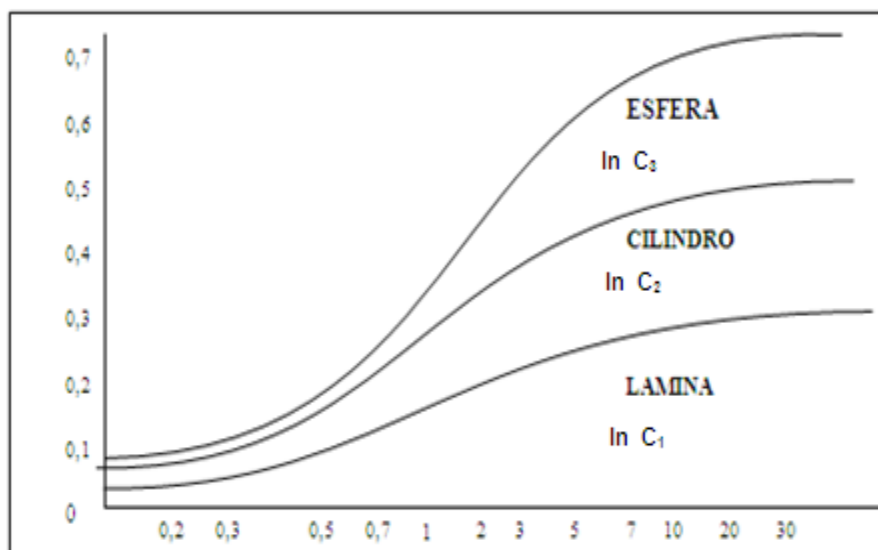
t_g = Temperatura inicial de congelación del producto (°C)

t_o = Temperatura del medio de congelación (°C)

Para desarrollar la ecuación se debe de utilizar la tabla 4 y la figura 2

Figura 2

Valores de $\ln c$, o respectivamente, de $\ln C_1$, $\ln C_2$, $\ln C_3$, para láminas, cilindros y esferas



Nota: Planck (1977).

Donde:

$\ln C_1$: corresponde si la muestra tiene forma laminar

$\ln C_2$: corresponde si la muestra es de forma cilíndrica

$\ln C_3$: corresponde si la muestra es de forma esférica

Tabla 4

Valores u^2 utilizables para determinar tiempo de refrigeración (T_K) mediante

la ecuación de planck clasificar $hx/k \cong hl/k$

| Índices HL/k | U para lámina |
|--------------|---------------|
| 0,01 | 0,0100 |
| 0,02 | 0,0199 |
| 0,05 | 0,0493 |
| 0,07 | 0,0683 |
| 0,10 | 0,0967 |
| 0,15 | 0,142 |
| 0,20 | 0,187 |
| 0,30 | 0,273 |
| 0,50 | 0,462 |
| 0,70 | 0,563 |
| 1,00 | 0,741 |
| 1,5 | 0,977 |
| 2,0 | 1,164 |
| 3,0 | 1,42 |
| 5,0 | 1,73 |
| 7,0 | 1,89 |
| 10,0 | 2,04 |
| 15,0 | 2,17 |
| 20,0 | 2,24 |
| 30,0 | 2,31 |
| 50,0 | 2,36 |
| 70,0 | 2,47 |

Nota: Planck (1977).

b. Tiempo de congelación

$$T = \rho/\theta (P d/h + R d^2/k)$$

$$\rho = H L_f \sigma$$

Donde:

T = Tiempo de congelación (h)

P y R = factores de forma de la Ec. De Planck, en el caso de flujo unidireccional para una lámina son:

$$P = 1/2 \quad R = 1/8$$

d = Espesor de la lámina a congelar (m)

ρ = Calor latente por unidad de volumen ($kcal/m^3$)

H = Porcentaje de humedad del producto (%)

L_f = Calor latente de fusión ($kcal/kg$)

σ = Densidad del producto (kg/m^3)

c. Tiempo total de congelación

$$T_{\theta} = T_k + t$$

Donde:

T_{θ} = Tiempo total de congelación, (Planck, 1977).

Tk = Tiempo de refrigeración (h)

t = Tiempo de congelación (h)

2.3 Definición de términos

- **Análisis proximal**

Los análisis proximales se aplican tanto a la materia prima utilizada para formular o a los productos terminados como parte de un control para verificar que cumplen con especificaciones o requerimientos establecidos previamente. Tienen como objetivo tener un conocimiento general de valor alimenticio de un alimento sometido a este análisis (Catalán, 2021).

- **Determinación de la proteína**

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. (FAO, 1993).

- **Determinación de la grasa**

La determinación de la grasa es uno de los análisis clave realizados en la industria alimentaria. Las muestras se extraen con un solvente adecuado según Soxhlet y extracción en caliente. Después de que el extracto se haya secado a un peso constante, el contenido total de grasa se determina gravimétricamente. (Tec instrumental, 2019)

- **Determinación de la ceniza**

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas. (Márquez, 2014)

- **Determinación de la humedad**

Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor proporción; en los alimentos naturales hay entre un 60% y un 95% de agua, como promedio. El hecho de conocer este contenido y poder modificarlo tiene aplicaciones inmediatas: saber cuál es la composición centesimal del producto, controlar las materias primas en el área industrial y facilitar su elaboración, prolongar su conservación impidiendo el desarrollo de microorganismos, mantener su textura y consistencia, y finalmente, frenar los intentos de fraude y adulteración si el producto no cumple los límites fijados por la normativa vigente. (Insuasti, 2014).

- **Determinación de carbohidrato**

Los carbohidratos tienen una amplia gama de efectos fisiológicos importantes para la salud, y constituyen la principal fuente de energía para la mayoría de la población mundial. En la dieta humana, los carbohidratos se encuentran en forma de almidones y de diferentes azúcares. (FAO, 2021)

- **Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico, contribuyen al cumplimiento de los programas de vigilancia sanitaria y zoonosológica a nivel nacional

emitidos por el INVIMA, como consecuencia de la concientización sobre la importancia de prevenir brotes epidemiológicos asociados al consumo de alimentos contaminados o en mal estado. Las pruebas microbiológicas pueden resumir información importante sobre un proceso de fabricación, un entorno de procesamiento y un lote de producto específico. También, informa si un procedimiento de muestreo está correctamente diseñado siguiendo las pautas reglamentarias o no. (Basicfarm, 2021)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Lugar de Trabajo

El presente estudio de investigación, se realizó en la planta Consorcio Don Raúl S.A.C. ubicada en la Mz. “G” lote 1 – 2 Parque industrial de Tacna, el cual dentro de sus procesos realizan congelado de pulpo (*Octopus mimus*).

3.2 Tipo de estudio

El tipo de investigación según Supo (2013), es aplicada, porque está definido a la solución de un problema planteado; el cual se basa fundamentalmente en la ubicación de la termocupla en la posición a lo largo de la bandeja para determinar el tiempo de penetración de frío hacia el centro del producto.

3.3 Diseño de investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se manipula la variable independiente para poder conocer su efecto sobre una o más variables dependientes (Hernández, 2014).

3.5 Operacionalización de las variables

3.5.1 Variable dependiente

- Tiempo total de congelación de pulpo (*Octopus mimus*).

3.5.2 Variable independiente

- Producto obtenido pulpo (*Octopus mimus*) congelado tipo BQF

3.5.3 Variable dependiente: Indicadores

- Análisis proximal (%)
- Tiempo total de congelamiento
- Análisis microbiológicas
- Balance de materia

3.5.4 Variable independiente: Indicadores

Ubicación de la termocupla de acuerdo de la altura de la bandeja

A₁: a $\frac{1}{4}$ del largo de la bandeja

A₂: a $\frac{1}{3}$ del largo de la bandeja

A₃: a $\frac{1}{2}$ del largo de la bandeja

Tabla 5

Operacionalización de las variables

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicador | Escala de medición | Método |
|--|--|--|--|---|--------------------|---|
| V.D: Tiempo total de congelación de pulpo (<i>Octopus mimus</i>) | Es el tiempo necesario para reducir la temperatura inicial del producto desde el momento en que ingresa al congelador hasta que alcance la temperatura final de congelación de (-18°C) en su centro térmico. | Es el tiempo que permanece en el congelador, el cual influye sobre la calidad del pulpo tipo roseta. | Análisis proximal | <ul style="list-style-type: none"> • Proteína • Grasa • Ceniza • Humedad • Carbohidratos | Razón | Official methods of analysis A.O.A.C. (2017) <ul style="list-style-type: none"> • Humedad A.O.A.C. (2017) • Grasa A.O.A.C. (2017) • Proteína A.O.A.C. (2017) • Cenizas A.O.A.C. (2017) • Carbohidratos (por diferencia) |
| | | | Tiempo total de congelamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Minutos | Continua | <ul style="list-style-type: none"> • Por observación |
| | | | Condiciones microbiológicas | <ul style="list-style-type: none"> • Escherichia coli • Aerobios mesófilos (30°C) • Vibrio parahaemolyticus • Staphylococcus Aureus • Salmonella spp | Razón | R.M N° 138-2021-PRODUCE “Norma sanitaria que establece criterios sanitarios para los recursos y productos hidrobiológicos y piensos de uso en acuicultura” |
| | | | Balance de materia | <ul style="list-style-type: none"> • Peso en cada etapa de proceso | Continua | <ul style="list-style-type: none"> • Por medición en balanza calibrada |
| V. Producto obtenido pulpo (<i>Octopus mimus</i>) congelado tipo BQF: | Es la unidad de medida de la masa. | Es la medida de la bandeja que se va a utilizar para el proceso de congelado BQF | Ubicación de la termocupla de acuerdo al largo de la bandeja | <ul style="list-style-type: none"> • ¼ de la bandeja • 1/3 de la bandeja • ½ de la bandeja | cm | <ul style="list-style-type: none"> • Método experimental |

3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

La población en este estudio fue de 500 kg de pulpo (*Octopus mimus*) que llegó a la planta de congelado Consorcio Don Raúl SAC.

3.6.2. Muestra

Se utilizará una muestra de 50 kilos de pulpo (*Octopus mimus*) para el desarrollo de la parte experimental.

3.7 Técnica y metodología de estudio

3.7.1 En el proceso

Prueba experimental

Se realizó en una bandeja de PVC 0,30 x 0,51 x 0,09 m de altura, para la toma de muestra se realizó la recepción del pulpo, luego se elimina las vísceras, la preparación previa y se colocó en la bandeja método BQF, cubierto con plástico de baja densidad, para el desarrollo del objetivo, se tomó como referencia el largo de la bandeja donde se colocó la termocupla a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$, para determinar el tiempo total de congelación en cada uno de ellos al llegar al -18°C , para ello se utilizó el termorregistrador (método práctico) para determinar el que demore más tiempo.

a. Variables

A₁: Ubicación de la termocupla, parte central, a $\frac{1}{4}$ del largo de la bandeja **(1)**.

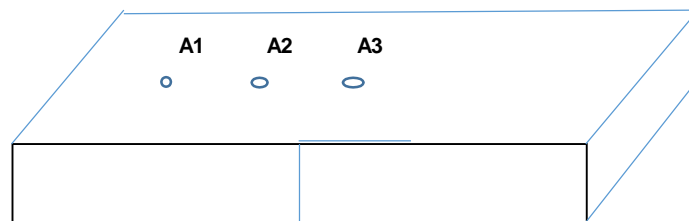
A₂: Ubicación de la termocupla, parte central, a $\frac{1}{3}$ del largo de la bandeja **(2)**.

A₃: Ubicación de la termocupla, parte central, a $\frac{1}{2}$ del largo de la bandeja **(3)**.

Representación gráfica: Determinación experimental del tiempo de congelación, ubicando la termocupla en tres posiciones diferentes.

Figura 3

Ubicación de la termocupla



3.7.2 De la materia prima

a) Técnica para determinar el grado de frescura, para ello se utilizó la tabla para análisis de frescura para cefalópodos, el cual se clasificó según el grado de frescura en muy buena, buena y mala (Comunidad Europea (1998))

b) Técnica para determinar el análisis proximal

Se realizó para la obtención de resultados el método oficial: Según AOAC, (1990).

➤ Humedad

Primero se realizó bajo el procedimiento de desecación, se introdujo la muestra en la estufa a (105°C) por 4 horas, hasta llegar a obtener un peso firme o constante

➤ Proteína bruta

Se realizó a través del método semi-microkjeldhal, después de obtenido el nitrógeno total es multiplicado por el factor (6,25) para obtener el porcentaje de proteína bruta.

➤ Grasa cruda

Se determinó por el método de Soxhlet, el cual consta de la extracción de la grasa utilizando un solvente (hexano)

➤ Ceniza

Se desarrolló por el método de calcinación a través de la mufla 600 °C por un tiempo de 4 horas, como resultado obtener sales minerales

➤ Carbohidratos

Es la diferencia de la sumatoria de los porcentajes de humedad, proteínas, grasas y cenizas al 100%.

3.7.3 Del producto final

a. Composición proximal

Se realizó en la materia prima y producto final, de acuerdo:

Official Methods of Analysis A.O.A.C. (2017)

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| ➤ Humedad | 950.4613 A.O.A.C. (2017) |
| ➤ Grasa totales | 960.39A A.O.A.C. (2017) |
| ➤ Proteínas bruta | 981.10 A.O.A.C. (2017) |
| ➤ Cenizas totales | 920.153 A.O.A.C. (2017) |
| ➤ Carbohidratos | Por diferencia |

b. Condiciones microbiológicas

Se realizará en el producto final, la información se obtendrá través de los análisis mencionados a continuación:

- *Escherichia coli*
- Aerobios mesófilos (30°C)
- *Vibrio parahaemolyticus*
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella spp*

Se evaluó según la R.M N° 138-2021-PRODUCE “Norma sanitaria que establece criterios sanitarios para los recursos y productos hidrobiológicos y piensos de uso en acuicultura”.

c. Balance de materia

Para determinar el balance de materia se realizó los pesos en las diferentes etapas del proceso para obtener finalmente el rendimiento.

3.8 Materia Prima y equipos

3.8.1 Materia prima

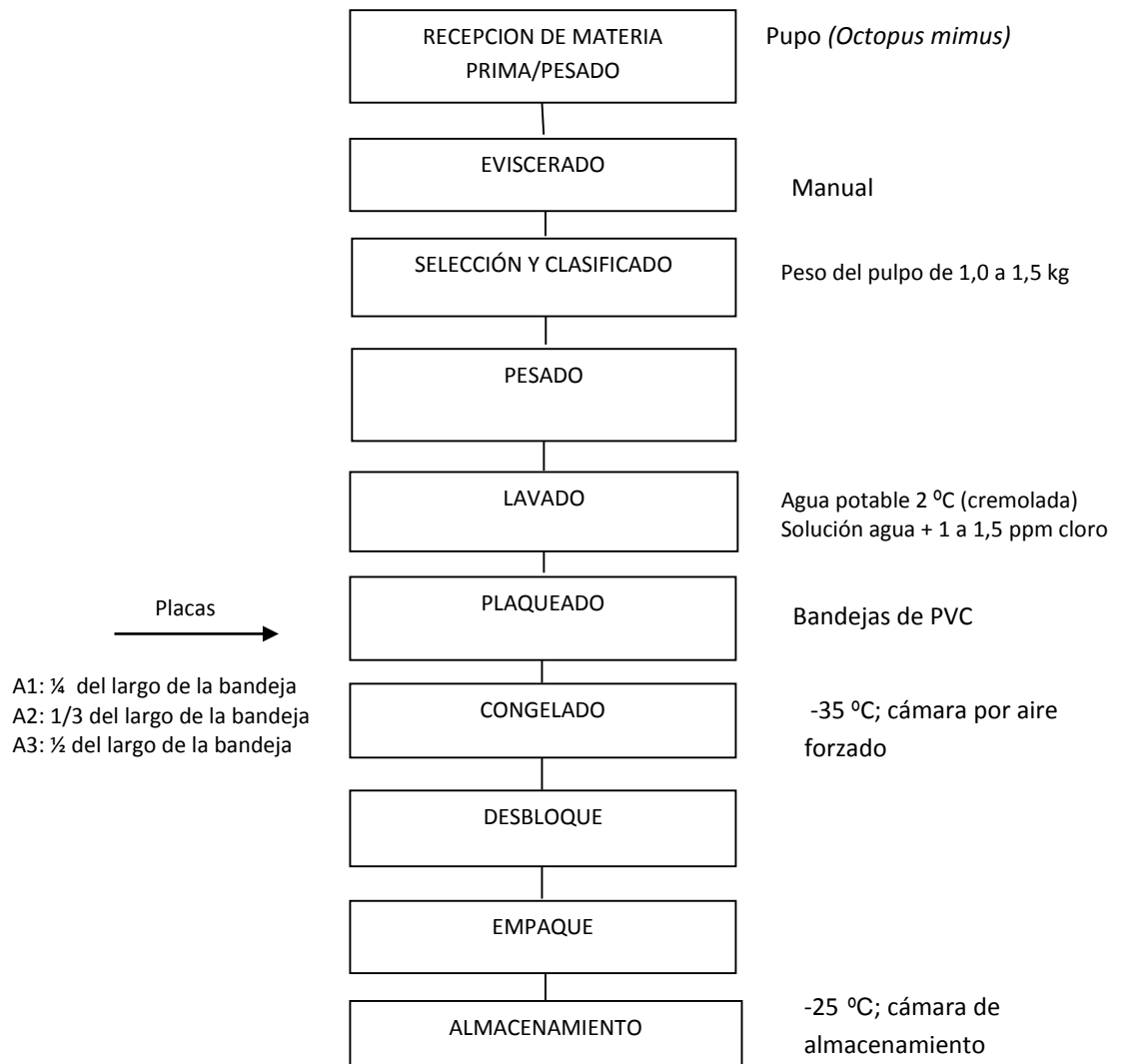
Se utilizó como materia prima el recurso pulpo (*Octopus mimus*), que será adquirido en el DPA “Desembarcadero Pesquero Artesanal” Morro sama (Puerto Grau).

3.8.2 Equipos y materiales

- Balanza analítica marca sartorius de 0,001g (e)
- Estufa eléctrica marca Memmert rango 200°C
- Equipo soxhlet (análisis de grasa)
- Equipo kjeldhal SKU: TE-008/50-04Balanza de precisión (0,1 g)
- Ictiómetro
- Túnel de congelación
- Laptop marca Toshiba
- Tablero de disección
- Termorregistrador con sus accesorios, termocupla
- Termómetro
- Formatos de registro

3.9 Diseño de la Investigación

3.9.1 Diagrama de Flujo experimental del congelado



3.9.2 Descripción del proceso de la empresa **CONSORCIO DON RAÚL S.A.C**

a) Recepción de materia prima

La materia prima (pulpo) se acopió del DPA (Desembarcadero Pesquero Artesanal) Morro sama y fue transportado a la planta en cámaras isotérmicas debidamente estibado dentro de bandejas plásticas, la temperatura no debe ser mayor de 4 °C. (ver figura 4) En el área de recepción se realizó el análisis físico organoléptico mediante la tabla de análisis de frescura para cefalopodos (Comunidad Europea, 1998), (ver anexo 2)

Figura 4

*Recepción del pulpo (*Octopus mimus*)*



b) Eviscerado

Se realizó en forma manual con la ayuda de un cuchillo de mango de plástico, para ello se extrajo las vísceras de la cabeza del pulpo, ojos y pico. El producto eviscerado es colocado en canastillas plásticas limpias con hielo y desinfectadas, luego se pesó para evaluar rendimientos, ver figura 5.

Figura 5

Eviscerado del pulpo



c) Selección y Clasificado

Consistió en clasificar y seleccionar el Pulpo del mismo tamaño y peso dentro del rango de 1 kilo a 1,5 kilos para determinar el tiempo total de congelado, ver figura 6.

Figura 6

Selección y Clasificado



d) Pesado

En esta etapa una vez ya efectuado el eviscerado se realizan los pesos en la balanza digital y calibrada, lo cual será 10 Kg por bandeja dato que sirvió para el cálculo del rendimiento, ver figura 7

Figura 7

Pesado



e) Lavado

Esta operación consistió en limpiar restos de residuo en el producto en agua clorada fría, bajo los siguientes parámetros según la empresa CONSORCIO DON RAÚL S.A.C:

- Temperatura del agua = igual o menor a 2° C
- Cloro residual = 1 ppm a 1.5 ppm.
- Tiempo de duración = 5 segundos
- Luego se dejó drenar todo para eliminar el exceso de agua

f) Plaqueado / Envasado

Para esta etapa se utilizaron placas de PVC, previamente lavadas y desinfectadas, a las que se les colocó una lámina de polietileno para

evitar el contacto directo del producto con la bandeja. Seguidamente se procede a acomodar las unidades de pulpo en la bandeja cubriéndolas con láminas de polietileno de baja densidad, en esta etapa se preparó la prueba experimental de congelado, ver figura 8.

Figura 8
Plaqueado / Envasado



g) Congelado

Las bandejas se colocaron en la cámara de congelación por aire forzado a una temperatura de $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se tomaron los datos respectivos cada 5 minutos, de acuerdo a la posición de la termocupla A1 (1/4); A2 (1/3); A3 (1/2) hasta llegar a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro térmico del producto, (Método práctico), ver figura 9

Figura 9
Congelado fase experimental



h) Desblocado

Luego se procedió a retirar o desbloquear el producto congelado de la bandeja, cuidadosamente.

i) Empacado

El producto fue empacado en bolsas de polietileno y colocadas en cajas master de cartón corrugado.

Figura 10

Congelado fase experimental



j) Almacenado

Esta etapa consistió en estibar el producto final en la Cámara de almacenamiento a -25 °C.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Dela materia prima

4.1.1 Características de la especie

Para la evaluación sensorial del pulpo *Octopus mimus*, análisis de frescura se tomaron 12 ejemplares al azar para su análisis, el cual se utilizó la tabla de la comunidad Europea para cefalopodos, obteniendo las siguientes características:

a. Piel

Extra : El pulpo presenta una pigmentación viva, piel adherente a la carne

b. Carne

Extra: El pulpo presenta una carne muy firme, color característico a la especie

c. Tentáculo

Extra: Resistentes al arranque

d. Olor

Extra: Fresco a algas marinas para el pulpo fresco.

De acuerdo al sistema de evaluación para pulpo fresco (Tabla de la comunidad Europea para cefalopodos), el pulpo está en una categoría Extra, obteniendo una calificación de Muy buena.

Clasificación para análisis organoléptico

| CATEGORÍA | CALIFICACIÓN |
|------------------|------------------|
| E (extra) | Muy buena |
| A | Buena |
| B | Mala |

4.1.2 Análisis físico

Como se observa en la tabla 6, La materia prima que se utilizó tuvo una talla de longitud total entre 55,3 cm y 70,0 cm como máximo y promedio de 63,5 cm; en el caso del peso total estuvo entre 1,100 kg y 1,450 kg, teniendo un peso promedio de 1,258 kg.

Tabla 6

Talla y peso del pulpo (Octopus mimus)

| Muestra | Talla (cm) | | Peso total (kg) |
|----------|------------------------|------------------|--------------------|
| | Lm (Long. De la manto) | LT (Long. Total) | |
| 1 | 12,8 | 57,5 | 1,100 |
| 2 | 13,3 | 55,3 | 1,180 |
| 3 | 14,6 | 68,7 | 1,210 |
| 4 | 13,8 | 55,9 | 1,145 |
| 5 | 13,9 | 55,7 | 1,140 |
| 6 | 14,0 | 58,1 | 1,195 |
| 7 | 14,1 | 67,8 | 1,250 |
| 8 | 13,9 | 63,6 | 1,300 |
| 9 | 14,8 | 68,7 | 1,380 |
| 10 | 15,1 | 66,2 | 1,400 |
| 11 | 14,3 | 62,8 | 1,310 |
| 12 | 13,0 | 58,2 | 1,180 |
| 13 | 14,5 | 68,0 | 1,350 |
| 14 | 13,8 | 69,0 | 1,300 |
| 15 | 15,2 | 70,0 | 1,450 |
| 16 | 14,1 | 62,0 | 1,320 |
| 17 | 13,5 | 67,0 | 1,230 |
| 18 | 13,6 | 68,0 | 1,200 |
| Promedio | 14,0 | 63,5 | 1,258 |

Figura 11

Mediciones morfométricas del pulpo (Octopus mimus)



4.1.2 Análisis químico proximal

Los resultados de los análisis químico de humedad, proteína, grasa total y cenizas del pulpo (*Octopus mimus*) fresco, se presentan en la tabla 7, el cual tuvo una humedad de 82,50 %, proteínas 13,10 %, grasa total fue de 1,14 %, carbohidratos totales fue de 2,08 % y finalmente cenizas fue de 1,18 %., el documento del análisis realizado por el laboratorio de Tecnología Pesquera se encuentra en el anexo 3.

Tabla 7

Composición química promedio del pulpo (Octopus mimus) Fresco

| Componente | Porcentaje (%) |
|-----------------------|-----------------------|
| Humedad | 82,50 |
| Proteína | 13,10 |
| Grasa total | 1,14 |
| Cenizas | 1,18 |
| Carbohidratos Totales | 2,08 |

Nota: Laboratorio de Tecnología Pesquera. (2024).

4.2 Del proceso

4.2.1. Experimento 1

En el presente experimento se puede observar que la curva de congelación que se ubicó la termocupla a $\frac{1}{2}$ del largo de la bandeja, tuvo un tiempo total de 360 minutos, tardando más tiempo en relación al que se ubicó a $\frac{1}{3}$ del largo de la bandeja con 300 minutos y a $\frac{1}{4}$ del largo de la bandeja con 245 min, ver tabla 8. Anexo 2

Tabla 8

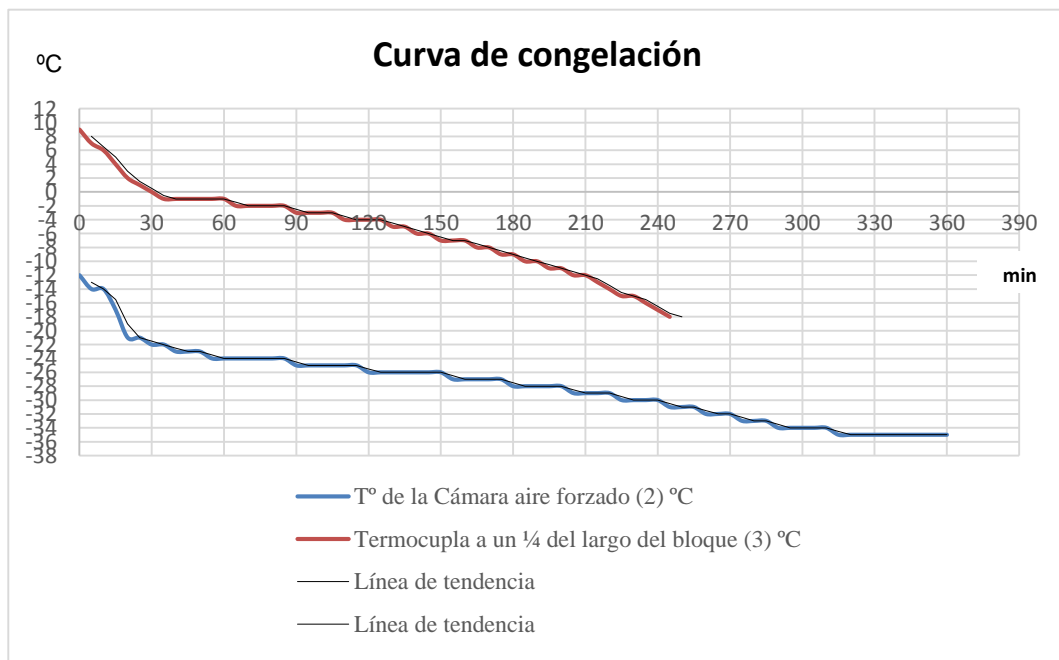
Tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente

| METODO DE CONGELACIÓN | TIEMPO (min) | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|-------------------|----------------------|
| | Refrigeración | Congelación | Sobre-congelación | Total de congelación |
| AIRE FORZADO | | | | |
| ¼ | 35 | 100 | 110 | 245,0 |
| 1/3 | 90 | 110 | 100 | 300,0 |
| ½ | 110 | 140 | 110 | 360,0 |

Nota: Elaboración propia

Figura 12

Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/4 del largo de la bandeja

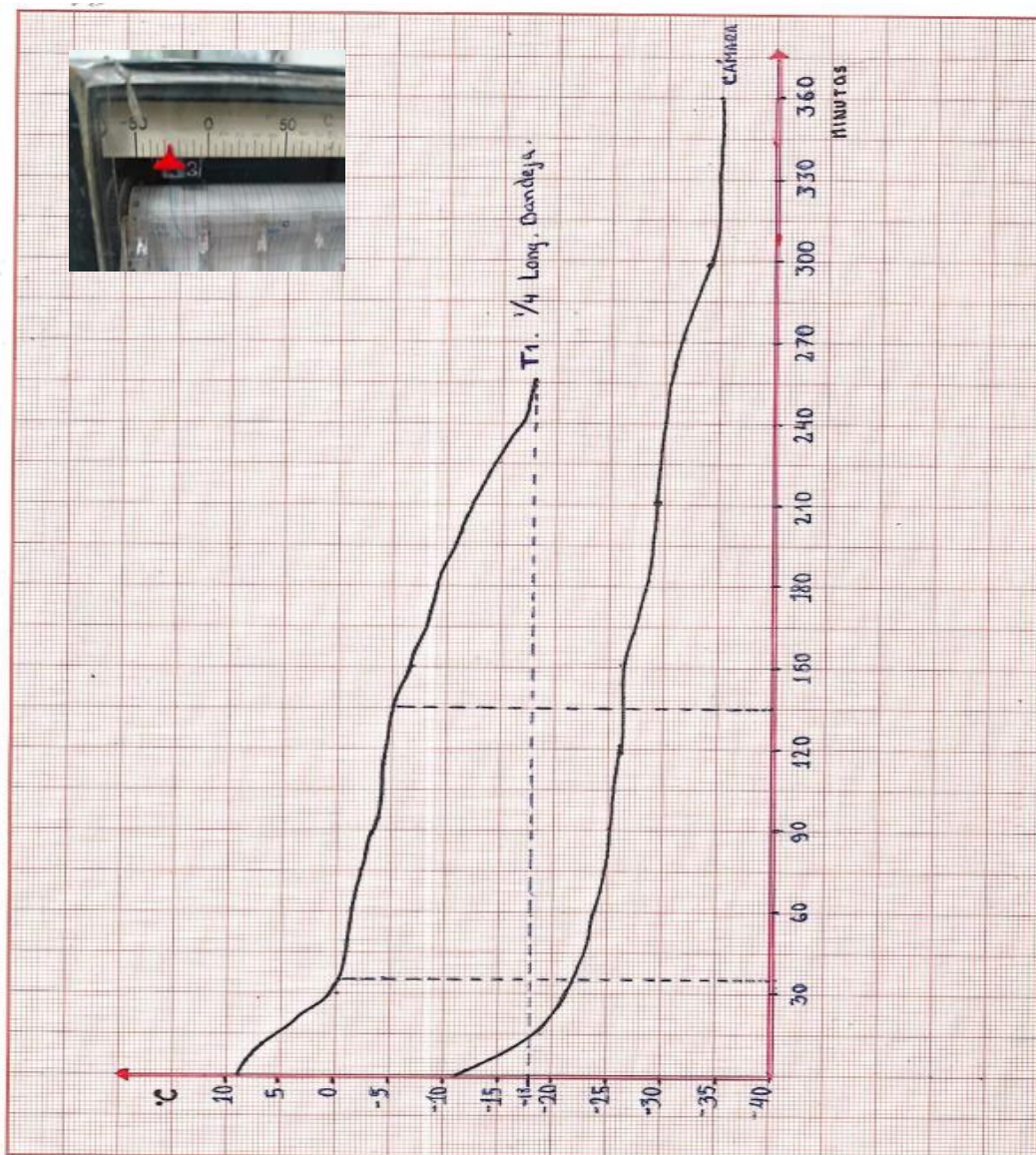


Nota: Elaboración propia

En las figuras 12 y 13, se observa la curva experimental con la variable A_1 (termocupla a $\frac{1}{4}$ del largo de la bandeja), el tiempo transcurrido en la fase II (zona de máxima formación de cristales), es menor que las otras dos variables A_2 , A_3 , debido a que la termocupla está a $\frac{1}{4}$ del largo de la bandeja y por lo tanto mucho más lejos del centro térmico, esto hace que la temperatura llegue más rápido a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el tiempo de la Fase II sea más corto.

Figura 13

Curva de congelado de pulpo (*Octopus mimus*) obtenido experimentalmente a 1/4 de la bandeja

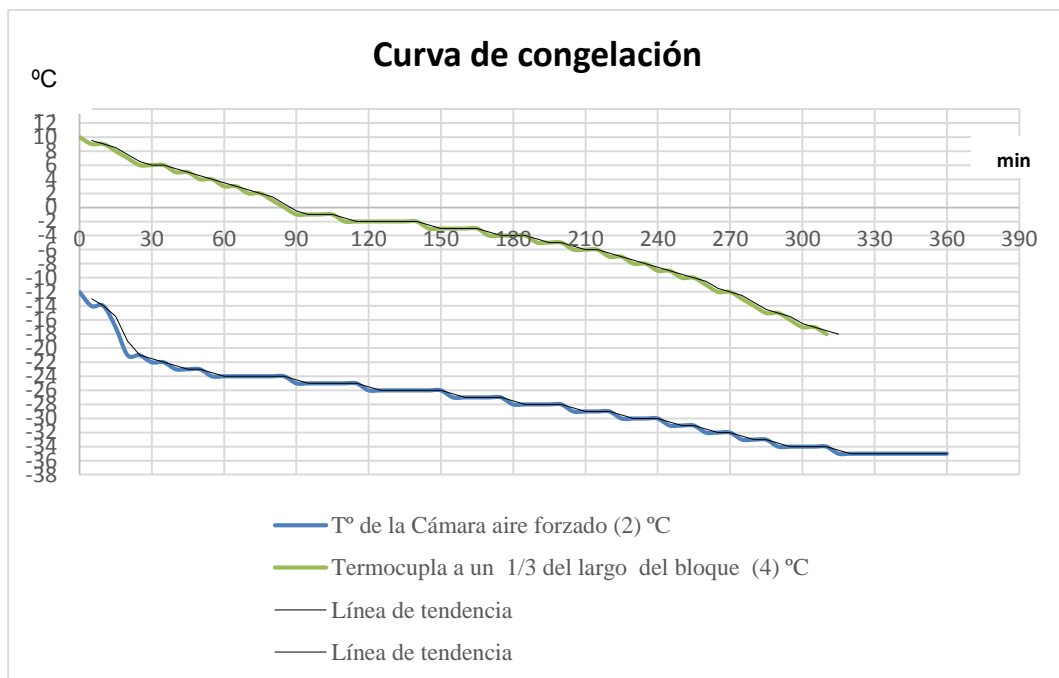


Nota: Elaboración propia

Figura 14

Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/3 del largo de la bandeja

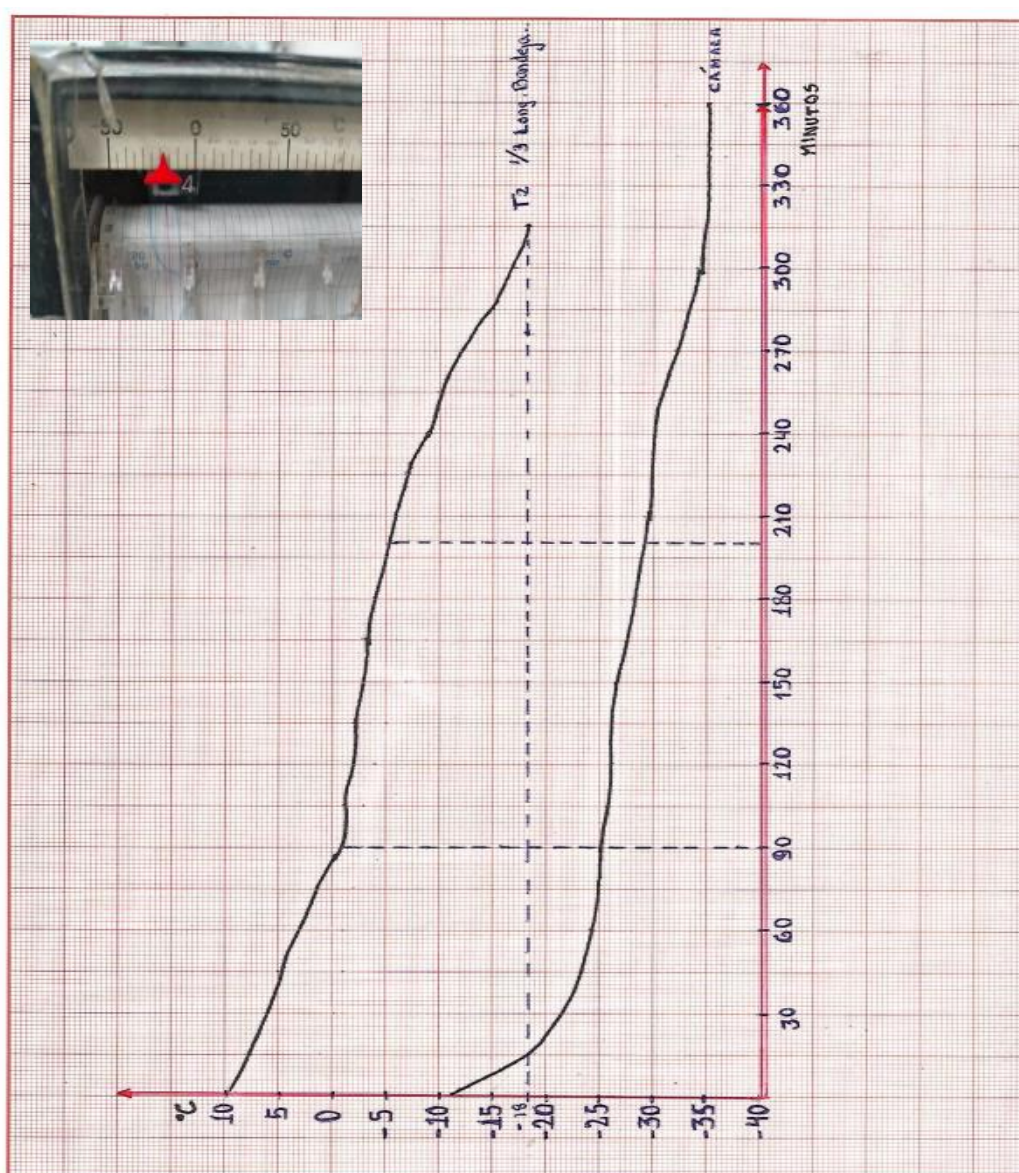
Nota: Elaboración propia



En las figuras 14 y 15, se observa la curva experimental con la variable A_2 (termocupla a 1/3 del largo de la bandeja), se observa que la Fase II (zona de máxima formación de cristales), que está representada por el color verde (termocupla en el pulpo), se alarga un poco, debido que la termocupla está a 1/3 del largo del bloque y por lo tanto hay mucho más calor latente que extraer y que se libera gradual y lentamente.

Figura 15

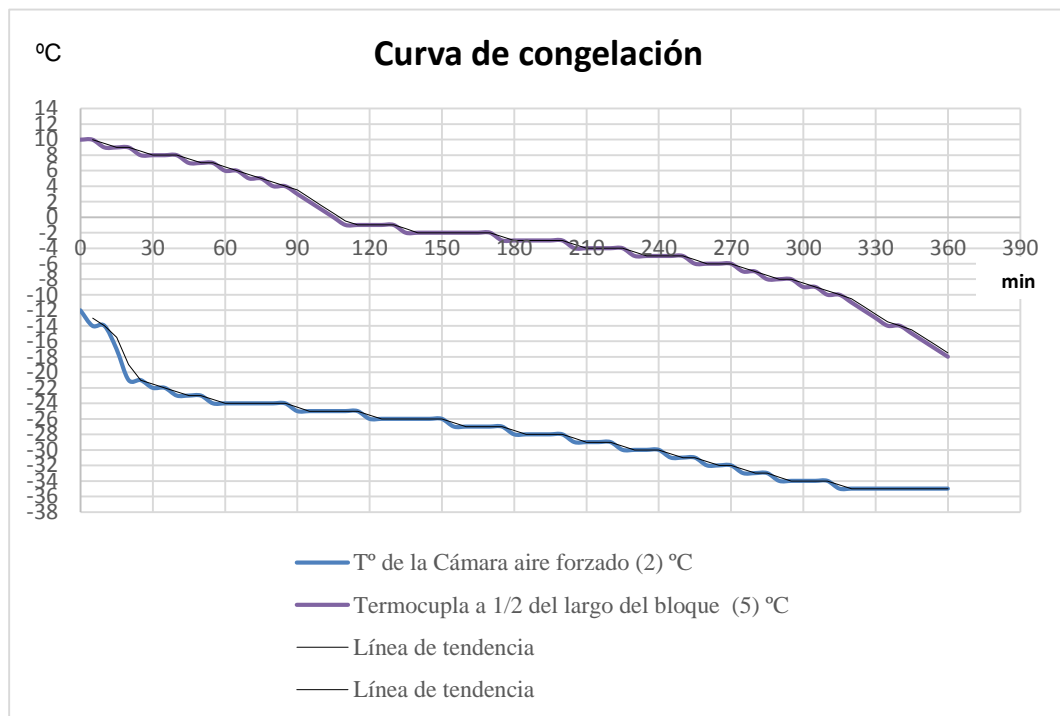
Curva de congelado de pulpo (*Octopus mimus*) obtenido experimentalmente a 1/3 de la bandeja



Nota: Elaboración propia

Figura 16

Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/2 del largo de la bandeja

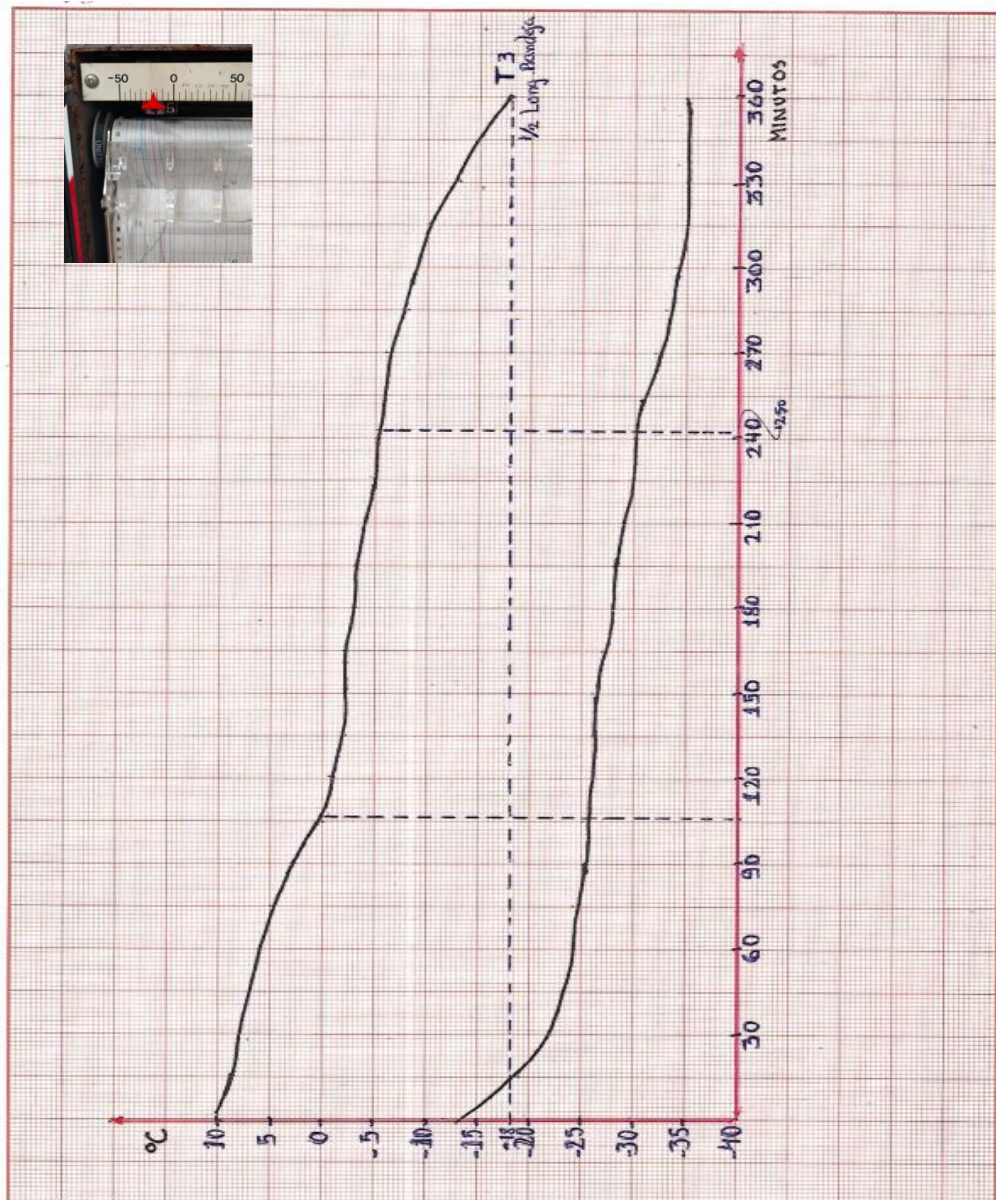


Nota: Elaboración propia

En las figuras 16 y 17, se observa la curva experimental con la variable A₃ (termocupla a 1/2 del largo de la bandeja), del experimento N° 1, que en la fase II (zona de máxima de formación de cristales de hielo), el tiempo se prolonga más que en las dos variables anteriores, debido a que la penetración del frío llega al centro térmico (punto que se enfría más lentamente).

Figura 17

Curva de congelado Curva de congelado de pulpo (*Octopus mimus*)
obtenido experimentalmente a 1/2 de la bandeja

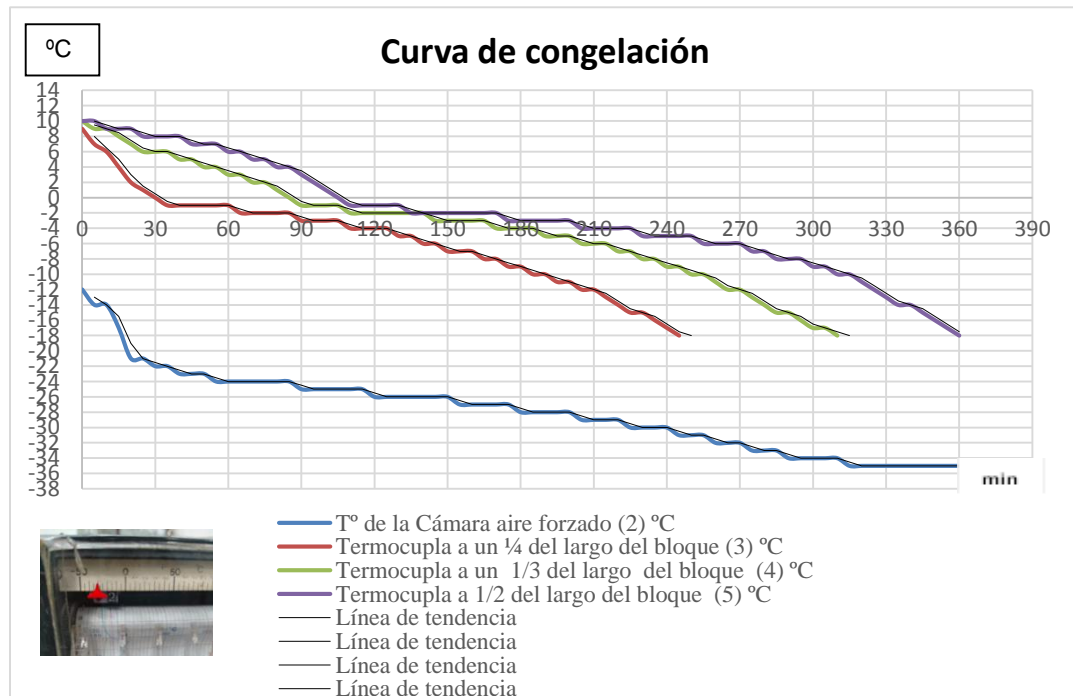


Nota: Elaboración propia

De la curva obtenida experimentalmente (figura 18), se reunieron datos del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación, que se reportan en la tabla 8, en donde el mayor tiempo total de congelación fue de 360 minutos, tiempo que empleo el producto para llegar a la temperatura de -18 °C, considerando que la temperatura de la cámara fue de -35 °C.

Figura 18

Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/4, 1/3 y 1/2 del largo de la bandeja



En la figura 18, se observa las 3 curvas de congelado, donde se aprecia la diferencia entre ellos, por lo cual el tiempo total de congelación que estuvo $\frac{1}{4}$ del largo de la bandeja fue de 240 minutos, sin embargo la termocupla que se encuentra a $\frac{1}{3}$ del largo de la bandeja fue de 300 minutos, mientras que la termocupla que se ubicó a $\frac{1}{2}$ del largo de la bandeja demoró más tiempo siendo de 360 minutos.

Tabla 9

Tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido mediante fórmulas analíticas

| FORMULAS ANALÍTICAS | TIEMPO (min.) | | |
|------------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| | REFRIGERACIÓN | CONGELACIÓN | TOTAL DE CONGELACIÓN |
| PLANCK | 108,00 | 240,00 | 348,00 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, se observa los resultados del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación, obtenidos mediante la ecuación de Planck (1977), el cual fue de 348 minutos. Se muestra en el Anexo 1.

Los cálculos realizados para encontrar los tiempos totales de congelación mediante las formulas analíticas de Planck, se muestran en el anexo 1.

4.3 Del producto final

4.3.1 Características generales

Las observaciones de carácter sensorial para la evaluación del producto congelado, se realizó teniendo en cuenta algunos criterios tomados a la materia prima fresca.

El producto antes de la evaluación se descongeló a temperatura ambiente (20 °C) bajo sombra.

Se observó que el producto luego de 30 días de almacenamiento conservó la textura firme, color y olor característicos; y buena apariencia, no presentando ningún deterioro físico contando con las características adecuadas para ser considerado apto para el consumo humano.

El pulpo, que se utilizó para el proceso de congelación (BQF) por aire forzado, donde presentaron las siguientes dimensiones en promedio, como se puede observar la tabla 10.

Tabla 10

Dimensiones del pulpo (Octopus mimus).

| Características | Dimensión (promedio) |
|------------------------|-----------------------------|
| Long. manto (cm) | 13,5 |
| Long. Total (cm) | 66,0 |
| Peso (g) | 1 229,0 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, se muestra el análisis proximal del pulpo (*Octopus mimus*) congelado, realizado en el laboratorio de Tecnología Pesquera, ver anexo 4.

Tabla 11

Análisis proximal del pulpo (Octopus mimus) congelado

| Componente | % |
|-------------------|----------|
| Humedad | 81,99 |
| Proteína | 13,99 |
| Grasa | 1,25 |
| Cenizas | 1,29 |
| Carbohidratos | 1,48 |

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Evaluación microbiológica

En la tabla 12, se reporta los resultados del análisis microbiológico realizado al pulpo, teniendo en cuenta la Norma Técnica SANITARIA 071-MINSA/DIGESA-V.01 emitida el año 2008, ver anexo 5.

Se observa la presencia de bacterias aerobias mesófilas viables en el pulpo, esto se debe probablemente a una contaminación que hubo durante el proceso de congelado. Los resultados en la determinación de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* está por debajo del rango permitido, *Salmonella* sp, indica ausencia de estos microorganismos.

La ausencia de estos microorganismos permite que el producto se encuentre apto para el consumo humano, considerando que las muestras analizadas, cumplieron con los estándares microbiológicos determinados por la NTS 071-M

INSA/DIGESA-V.01 año 2008, ver tabla 12.

Tabla 12

Análisis microbiológico del pulpo (*Octopus mimus*)

| Control Microbiológico | Resultados | Norma |
|---|-----------------------------------|----------------------------|
| Recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables. | 8x10 ¹ u.f.c/g muestra | |
| Salmonella sp.(en 25 g) | Ausencia | NTS 071 – |
| Enumeración de Staphylococcus aureus | <10 ¹ u.f.c/g | MINSA/DIGESA-V.01 año 2008 |
| Escherichia coli | <10 ¹ u.f.c/100g | |

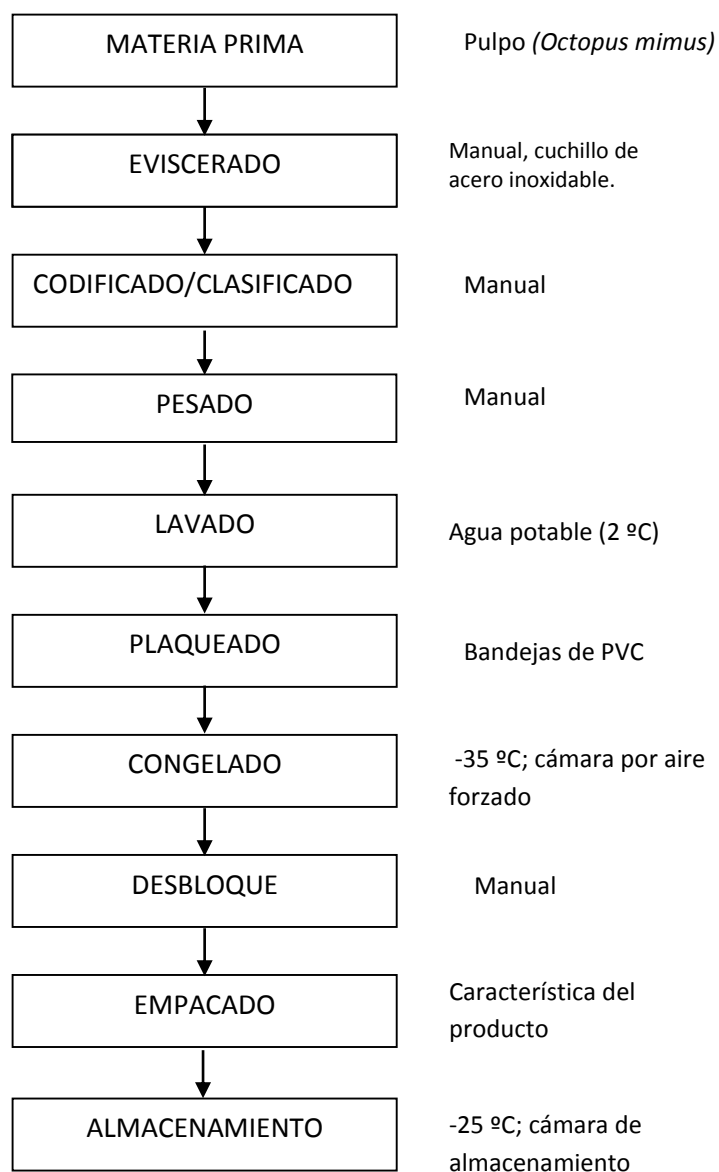
Nota: Elaboración propia

4.3.3. Control físico (exudado)

Se midió el exudado del pulpo (*Octopus mimus*) al medio ambiente. El peso inicial fue de 1,260 g, después del exudado quedó un peso de 1,218 g, es decir hubo una merma de 42 gramos, equivalente a 3,34 %; por lo que se puede decir que las condiciones de proceso y congelado fueron satisfactorias. El porcentaje de exudado se encuentra dentro del límite de tolerancia que es del 10 %.

Figura 19

Diagrama de flujo final del proceso de congelado del pulpo (*Octopus mimus*).



Nota: Elaboración propia.

4.3.4. Balance de materia y rendimiento

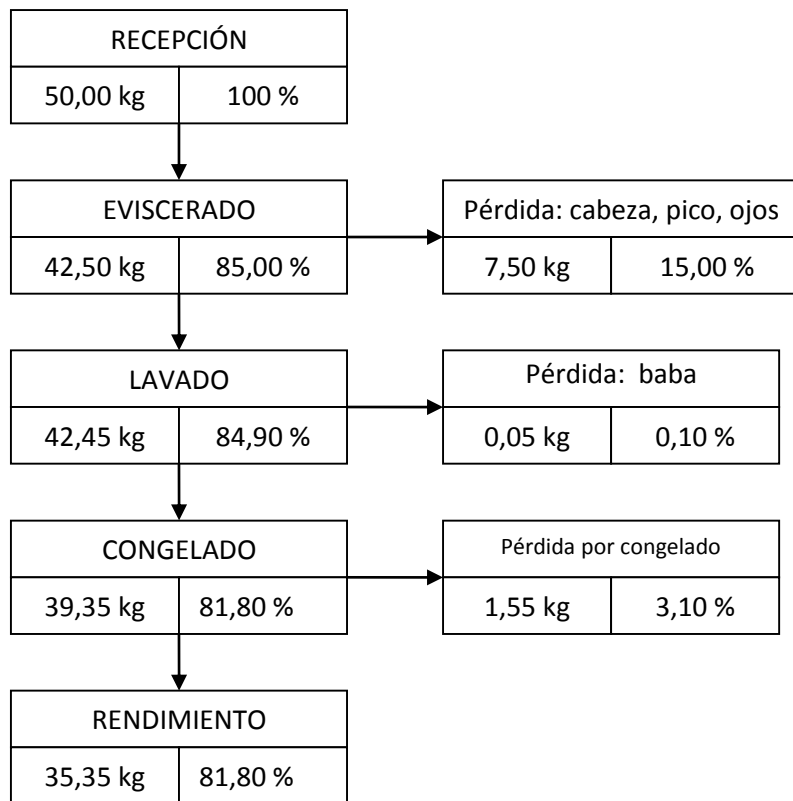
El balance de materia realizado por el proceso de congelado del pulpo (*Octopus mimus*), se muestra en la figura 20, donde se observa que su rendimiento final fue de 81,80 %.

La materia prima recepcionada constituyó el 100 %, luego fue eviscerado teniendo una pérdida del 15% considerándose esta etapa como de mayor pérdida, posteriormente fue lavada con chorros de agua fría, tuvo una pérdida de 0,1 % conformada por trazas: residuos impregnados, mucus, y otros; contándose con 84,90 % de producto para ser congelado, en el proceso de congelado se tuvo una pérdida de 3,1 %.

De esta manera encontramos un rendimiento promedio de 81,80 % con respecto a la materia prima inicial.

Figura 20

Rendimiento de congelado del pulpo (*Octopus mimus*), congelado en túnel por aire forzado.



Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIONES

En la tabla 7, se observa la composición química del pulpo (*Octopus mimus*) fresco cuyo resultado fue: Humedad 82,50 %, proteína 13,10 %, grasa 1,14 % y cenizas 1,18 %; sin embargo según la tabla 2, MINSA (2009), indica para el pulpo fresco: humedad 83,60 %, proteína 13,60 %, grasa 1,40 % y de 1,10 de cenizas. El cual se apreció una diferencia de 1,10 %; 0,50 %; 0,26 % y 0,08 % respectivamente, esto puede darse probablemente por la época de extracción, tamaño de especie, zona de captura, etc., sin embargo no difiere mucho con la pota (*Dosidicus gigas*), el cuanto a la humedad con 81,1 %; por otro lado difiere con Noel, (2008) realizó la composición química proximal del chanque (*Concholepas concholepas*) (molusco) donde obtuvo 74,3 % de humedad; 21,9 % de proteína; 0,3 % de grasa y 1,7 % de cenizas.

En la tabla 8, se observó que la termocupla el cual estuvo ubicada a 1/2 del largo de la bandeja en el proceso de congelado, ha demorado más tiempo en atravesar la fase crítica, (formación de cristales de hielo) el cual fue de 140 minutos, sin embargo cuando realizó el trabajo Mayta (2017), cuyo producto fue congelado de pejerrey corte mariposa BQF, el tiempo

que necesitó fue de 96 minutos, por otro lado se difiere con Noel (2008), sobre el congelado de abalon IQF, cuyo tiempo fue de 106 minutos en atravesar la fase crítica.

En la tabla 12, presenta los resultados del análisis microbiológico del pulpo congelado, ser un producto crudo se utilizó el método de congelación por aire forzado, y según la Norma Técnica SANITARIA 071-MINSA/DIGESA-V.01 emitida el año 2008, se encuentra apto para consumo humano; como también Rocha (2013), al realizar la prueba de calidad del pulpo bajo el mismo método de congelado se encuentra apto para consumo humano. Como también Noel (2008), realizó el trabajo de investigación congelado de abalón IQF, aplicó el método de congelado por aire forzado y al hacer analizado microbiológicamente se encontró apto para consumo humano.

CONCLUSIONES

1. La composición química de la materia prima fue: humedad 82,50 %; proteína: 13,10 %; grasa total: 1,14 %; cenizas: 1,27 %; carbohidratos totales: 2,08 %; Y del producto congelado fue de: humedad 81,99 %; proteína: 13,99 %; Grasa: 1,25 %, Ceniza: 1,29 % y carbohidratos: 1,48 %.
2. En la prueba experimental, la variable A_3 ubicado a $\frac{1}{2}$ del largo del bloque fue la que demoró más tiempo en llegar la temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro del producto. con 360,0 minutos, mientras que el tiempo total de congelación del pulpo (*Octopus mimus*), mediante las fórmulas analíticas de Planck fue de 348,0 minutos.
3. En el análisis microbiológico se encontró 8×10^1 ufc/g Recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables, $<10^1$ u.f.c/g de *Staphylococcus aureus* y $<10^1$ u.f.c/100gen *Escherichia coli* del pulpo (*Octopus mimus*) congelado, probablemente ocurrió en el procesamiento del congelado, pero se encuentran en los límites permisibles por la NTS 071-MINSA/DIGESA.

4. El rendimiento del pulpo (*Octopus mimus*), fue de 84,90 % y congelado BQF, fue de 81,80 %, en relación a la materia prima.

RECOMENDACIONES

1. A través del Instituto del Mar del Perú se recomienda realizar trabajos de investigación utilizando otras especies marinas.
2. Al Instituto Tecnológico Pesquero, realizar pruebas experimentales mediante el uso de diferentes métodos de congelación utilizando recursos hidrobiológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, (1990) “Métodos Físicos y Químicos para la Evaluación de la Calidad y Frescura de los Recursos y Productos Marinos” obtenido el 2 de junio del 2024 de: https://www.researchgate.net/publication/307634229_Metodos_Fisicos_y_Quimicos_para_la_Evaluacion_de_la_Calidad_y_Frescura_de_los_Recursos_y_Productos_Marinos

AOAC, (2017) “Métodos Físicos y Químicos” obtenido el 2 de junio del 2024 de: <https://www.aoac.org/>

Bacifam (2021) “Qué son los análisis microbiológicos” obtenido el 1 de junio del 2024 de: <https://www.google.com.mx/search?q=Bacifam+2021+analisis+microbiologico>.

Carbajal P, Santamaría J. (2017). “*Guía ilustrada para reconocimiento de crustáceos braquiros y anomuros con valor comercial del Perú*”. Lima, Instituto del Mar del Perú (Imarpe).

Cardoso F, Villegas P, y Estrella C. (2004). “*Observaciones sobre la biología de Octopus mimus (Cephalopoda: Octopoda) en la costa Peruana*”. Rev. peru biol. 11(1), 45-50.

Carranza, R. (1998). “*Congelación de Alimentos*”. Proyecto de Investigación.UNJBG-FAIP.

Carranza, L. (1999) "Tecnología de congelación de alimentos" La Academia, Obtenido el 10 de julio del 2024 de: https://www.academia.edu/73280313/Congelaci%C3%B3n_De_Alimentos

Carrión, J. (2000). "*Tecnología de la Congelación del Pescado*". Cuerpo Nacional Veterinario

Castro, E., F. Osorio y L., A. Guarda M. (1984). "*Conservación de Alimentos Mediante Frío. II Congelación*". Biblioteca Digital de la Universidad de Chile.

Catalán R., (2021) "Análisis proximal de alimentos" obtenido el 3 de junio del 2024 de: <https://tecnosolucionescr.net/blog/278-analisis-proximales-en-alimento>

CODEX, (1976) "*Norma del CODEX para pescados no eviscerados y eviscerados congelados rápidamente*" obtenido el 2 de julio del 2024 de: https://www.sanipes.gob.pe/normativas/14_PescadonoEvisceradoyEviscerado.pdf

Comunidad Europea (1998) "Determinación del grado de frescura del pescado por el Método organoléptico del Índice de Calidad (Método QIM)" obtenido el 6 de junio del 2024 de: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29864/Frescura%20Pescado%20QIM-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2022). *“El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul”*. Roma, FAO. Obtenido el 27 de junio del 2024 de: <https://doi.org/10.4060/cc0461es>

FAO, (2021) “Carbohidratos de componentes alimentarios” obtenido el 6 de junio del 2024 de: <https://www.fao.org/4/ah833s/Ah833s26.htm>

FAO, (1993). “Manual de técnicas para laboratorio, Análisis químico”, obtenido el 4 de junio del 2024 de: <https://www.fao.org/about/about-fao/es/>

Fernández, J., (2005). “Congelación”. Tecnología de Alimentos. Dpt. Ingeniería Química – UAL.

Gruda, Z., y Postolski J., (1986). *“Tecnología de la Congelación de los Alimentos”*. Editorial ACI \. Zaragoza-España.

Hernández, J. (2000). *“Biología, ecología y pesca del pulpo común (“Octopus vulgaris”, Cuvier 1797) en aguas de gran canaria”*. Tesis doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria Departamento de Biología.

Hernández, T. (2014) “Metodología de la Investigación” obtenido el 3 de junio del 2024 de: https://www.academia.edu/32697156/Hern%C3%A1ndez_R_2014_Metodologia_de_la_Investigacion

Ibárcena, W. (2002). *“Refrigeración y Congelación”*. UNJBG. Tacna-Perú.

Ibárcena, W. y L. Muñante. 1998: “*Tecnología del Congelado del Pulpo (Octopus sp)*”. Proyecto de Investigación. COIN-CEIN. FAIP-UNJBG. Tacna-Perú”.

Ibárcena, W. y Muñante. L., (2001): “*Congelación de Alimentos*”. Proyecto de Investigación. FAIP-UNJBG. Tacna-Perú.

IIF, (1990) “*Conservación de alimentos en frío*” obtenido el 20 de julio del 2024 de: https://fusades.org/publicaciones/conservacion_alimentos_frio.pdf

Insuasti, (2014) “*Evaluación de la calidad del pescado*” obtenido el 6 de junio del 2024 de: <https://www.fao.org/4/v7180s/v7180s09.htm>

ITP, (1999) “*Etapas de congelado de alimentos*” Instituto Tecnológico del Perú, obtenido el 27 de junio del 2024 de: www.itp.gob.pe

ITP, (1995) “*Conservación de alimentos por frío*” Instituto Tecnológico del Perú, obtenido el 12 de junio del 2024 de: www.itp.gob.pe

Madrid, A., Gómez P., Santiago y J., (1997). “*Refrigeración, Congelación y Envasado de los Alimentos*”. AMV Ediciones. Mundi- Prensa. Madrid-España.

Mayta R., (2017). “*Congelado de pejerrey (Odontesthes regia regia) corte mariposa, en bloque y tipo de exportación*”. Tesis para optar el título profesional de Ing. Pesquero UNJBG.

Mamani,T., (1997) “Envases y embalajes” Guías, obtenido el 14 de julio del 2024, de: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guias_sectoriales_ecodisenio/es_def/adjuntos/envases_embalajes.pdf

Márquez, (2014) “Análisis Químico Cuantitativo” obtenido el 6 de junio del 2024 de: https://www.academia.edu/44086924/Analisis_Qu%C3%ADmico_Cuantitativo

Noel W., (2008). “*Estudio tecnológico del procesamiento del congelado del abalón (Concholepas concholepas), mediante el método IQF*”. Tesis para optar el título profesional de Ing. En Industrias Alimentarias UNJBG.

NSR, (1999) “Prácticas para la elaboración y manipulación de los alimentos congelados rápidamente”. Acuerdo N° 899 - NSR 67.00.248:99 Obtenido el 11 de junio del 2024 de: <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/acuerdo-no-899-nsr-670024899-sobre-codigo-de-practicas-para-la-elaboracion-y-manipulacion-de-los-alimentos-congelados-rapidamente-lex-faoc028741/>

MolluscaBase. (2019). “*MolluscaBase. Octopus mimus Gould*”, Accessed through: World Register of Marine Species.

Osorio, F., Guarda, y Castro. E., (1982). “*Cálculos de Tiempos de Congelación y Descongelación*”. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile.

Osorio et al, 1982. "Aspectos tecnológicos de la congelación en alimentos" obtenido el 18 de junio del 2024 de: https://www.researchgate.net/publication/267156083_Aspectos_tecnologicos_de_la_congelacion_en_alimentos

Ozogul, Y., Duysak, Ozogul, F., Ozkutuk, A. (2008). "*Nutritional quality of body structural tissue of cephalopods affected by seasons*". Food Chemistry, 108, 847-852.

Ponte, M. (2005). "*Comportamiento del pulpo (Octopus minus)*" obtenido el 29 de junio del 2024 de: <http://mondopulpo.blogspot.com/2007/03/pulpo-octopus-vulgaris-ii.html>

Planck, (1977). "La energía radiante en la atmósfera" obtenido el 2 de julio del 2024 de: <https://catalogo.biblio.unc.edu.ar/Record/famaf.18213>.

PRODUCE. (2022). "*Anuario estadístico pesquero y acuícola 2021*". Ministerio de la Producción. Lima, Perú.

Quispe, M., (2019). "*Determinación del tiempo de congelado de porciones de perico (Coryphaena hipurus) en fresco, empleado el método de aire forzado*", en la Empresa Pesquera Frío del Sur SAC-2016.

Reyes, G., Nirchio, M., y Bello, R., (2014). "*Efecto de la congelación y cocción sobre la textura y patrón electroforético de las proteínas*

de brazos de pulpo (Octopus minus)". Archivos latinoamericanos de nutrición, 64(3), 198-205.

Rocha, A., (2013). "*Avaliação da qualidade do polvo congelado (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico de Beja)*". Escola Superior Agrária).

Supo, J, (2013) "Cómo empezar una tesis" Primera edición. Editado e impreso por BIOESTADÍSTICO EIRL. <https://asesoresenturismoperu.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/107-josc3a9-supoc3b3mo-empezar-una-tesis.pdf>

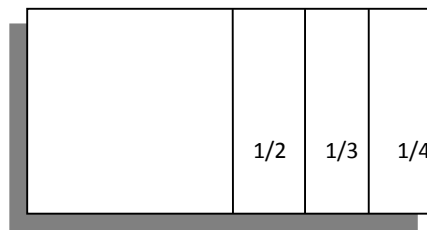
Tecinstrumental, (2019) "Equipos de laboratorio" obtenido el 2 de julio del 2024 de: <https://www.tecinstrumental.com/balanzas/analiticas>

ANEXOS

Anexo 1

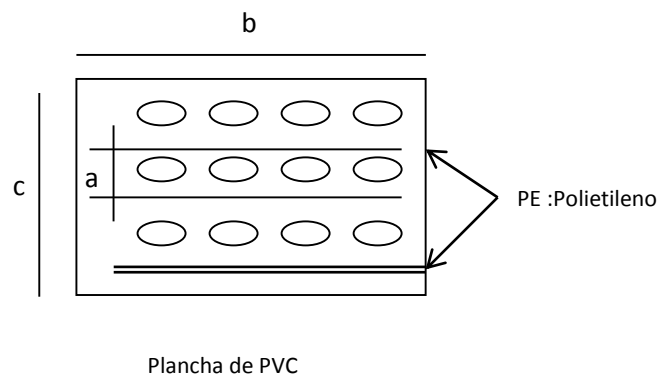
Cálculo del tiempo de congelación mediante las fórmulas analíticas de Planck

Representación gráfica: Determinación experimental del tiempo de congelación, ubicando la termocupla en tres posiciones diferentes.



- **Cálculo del tiempo total de congelación**

Tomando varias unidades de pulpo (*Octopus mimus*) dispuestas en una capa separadas por lámina de polietileno (sobre una bandeja de PVC, perforado).



- **Dimensiones de la bandeja**

$$a = 0,045 \text{ m}$$

$$b = 0,51 \text{ m}$$

$$c = 0,30 \text{ m}$$

$$e_{PE} = 54,51 \mu = 0,00005451 \text{ m}$$

$$e_{P1} = \frac{1}{16}'' = 0,0625 \text{ pulg} = 0,00158 \text{ m}$$

Los cálculos respectivos se hicieron para la zona central, por ser la más representativa.

La transferencia de calor se ha determinado por la relación que existe entre sus dimensiones:

$$b/a \text{ y } c/a \geq \frac{1}{4} \text{ transferencia de calor unidireccional}$$

$$b/a \text{ y } c/a < \frac{1}{4} \text{ transferencia de calor tridireccional}$$

- **Cálculos preliminares**

Para efectuar estos cálculos, se han empleado datos obtenidos en la composición química del pulpo (*Octopus mimus*) fresco de los resultados que se observan en la tabla 7.

| COMPONENTE | PROMEDIO (%) |
|---------------------------|--------------|
| Humedad | 82,50 |
| Proteínas | 13,10 |
| Grasas | 1,14 |
| Cenizas (sales minerales) | 1,18 |
| Carbohidratos | 2,08 |
| TOTAL | 100,00 |

- **Calor específico**

$$C_p = 2,094 X_f + 1,256 X_g + 4,187 H \quad \dots\dots\dots(a)$$

Reemplazando convenientemente los datos en la ecuación (a) se tiene:

$$2.094 = C_p \text{ de la grasa líquida}$$

$$1.256 = C_p \text{ de los sólidos}$$

$$4.187 = C_p \text{ de la humedad}$$

$$X_f = \text{Porcentaje de grasa}$$

$$X_g = \text{Porcentaje de los sólidos totales}$$

$$H = \text{Porcentaje de humedad}$$

$$C_p = 2,094 (0,0114) + 1,256 (0,1636) + 4,187 (0,825)$$

$$C_p = 3,6836282 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} = 0,8910 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

▪ **Coeficiente de conductividad térmica**

$$k = 0,7400 - 0,0117 (X_f) \quad \dots\dots\dots (b)$$

X_f = Porcentaje de grasa

Mediante la ecuación (b) se obtiene:

$$k = 0,7400 - 0,0177 (0,0114) = 0,7398 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$$

▪ **Coeficiente de la difusividad térmica**

$$a = \frac{K}{P \cdot C_p}$$

K = Conductividad térmica Kcal/ h m °C

P = peso específico Kg/m³

C_p = Calor específico Kcal/Kg
°C

.....(c)

Reemplazando valores en la ecuación (c) se tiene:

$$a = \frac{0,7398}{(1072 \times 0.0891)} = 7,7453 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$$

▪ **Coefficiente de transmisión superficial de calor**

Siendo las propiedades del aire a -35°C :

$$\sigma_a = 1.482 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,0744 \text{ kg/h m}$$

$$K_1 = 0,01869 \text{ kcal/m h}^\circ\text{C}$$

$$V_a = 6 \text{ m/s}$$

$$C_a = 0,2403 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$L = 0,51 \text{ m}$$

$$\sigma_a = \text{Densidad del aire (kg/m}^3\text{)}$$

$$\mu = \text{Viscosidad del aire (kg/hm)}$$

$$k_1 = \text{Conductividad térmica del aire (kcal/mh}^\circ\text{C)}$$

$$C_a = \text{Calor específico del aire (kcal/kg}^\circ\text{C)}$$

$$V_a = \text{Velocidad del aire (m/s)}$$

$$L = \text{Longitud de la lámina a congelar (m)}$$

Remplazando convenientemente en las ecuaciones (f) y (g), se tiene:

Cálculo del número de Reynolds:

$$N_{RE} = \frac{V_a L \sigma_a}{\mu} \dots\dots\dots(f)$$

V_a = Velocidad del aire (m/s)

L = Longitud de la lamina (m)

σ_a = Densidad del aire (Kg/m³)

μ =Viscosidad del aire (kg/hm)

$$N_{RE} = \frac{6 \text{ m/s} \times 0,51 \times 1.482 \text{ Kg/m}^3}{0,0744 \text{ Kg/hm} \times 1\text{h}/3600\text{s}}$$

$$N_{RE} = 219,502$$

Cálculo del número de Prandtl:

$$N_{PR} = \frac{\mu C_a}{K_1} \dots\dots\dots(g)$$

μ =Viscosidad del aire(kg/hm)

C_a = Calor específico del aire (kcal/kg°C)

k_1 = Conductividad térmica del aire (kcal/mh°C)

$$N_{PR} = \frac{0,0744 \frac{\text{kg}}{\text{hm}} \times 0,2467 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}}{0,01868 \frac{\text{kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}}$$

$$N_{PR} = 0,9825$$

$$hL/K_1 = N_{NU} = 0,664 (N_{RE})^{1/2} (N_{PR})^{1/3} \dots\dots\dots(d)$$

Despejando "h" en la ecuación (d), se tiene lo siguiente:

$$h = 0,664 (219,502)^{1/2} \times (0,9825)^{1/3} \times (0,01869/0,40)$$

$$h = 11.3311 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

a) **Mediante la ecuación de Planck**

o **Tiempo de refrigeración**

$$T_k = \frac{x^2}{a} \cdot \frac{\ln(\theta_a/\theta) + \ln C}{u^2}$$

Siendo:

$$2X = 0,090 \text{ m}$$

$$X = 0,045 \text{ m};$$

$$X^2 = 8,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$2X$ = Espesor del producto (m)

T_k = Tiempo de refrigeración (h)

a = Difusividad térmica expresada en función al peso específico
(kcal/hm°C)

C = Calor específico del producto (kcal/kg°C)

U = Magnitud resultante de la condición de transporte térmico en la
superficie.

θ_a, θ = Diferencias de temperaturas (h)

$$\theta_a = t_a - t_o$$

t_a : Temperatura inicial del producto (°C).

t_o : Temperatura del medio de congelación (°C) .

$$\theta = t_g - t_o$$

t_g : Temperatura inicial de congelación del producto (°C).

t_o : Temperatura del medio de congelación (°C).

Sustituyendo los valores de (i) y (j) se tiene lo siguiente:

$$\theta_a = t_a - t_o$$

.....(i)

$$\theta_a = 9 - (-35) = 44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta = t_g - t_o$$

.....(j)

$$\theta = -1 - (-35) = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entonces:

$$\ln(\theta_a/\theta) = \ln 44/34 = 0,26$$

Calculando el ln C

$$h = 11.3311 \text{ kcal/b m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

$$x = 0,045 \text{ m}$$

$$k' = 0,7398 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$$

sustituyendo "U" en vez de "h" y "k'" en vez de "k" se tiene:

$$UX/k' = (11.3311 \times 0,045) / 0,7398 = 0.689$$

En la figura 2 (lamina) para:

$$UX/k = 0.8568 \text{ ----- ln C} = 0,15$$

En la tabla 4 (lámina) para:

$$UX/k = 0.689 \text{ ----- } u^2 = 0.4945$$

Reemplazando "a' " en lugar de "a" (anexo 2) en la ecuación (h) (por ser flujo de calor unidireccional) se obtiene:

$$T_K = \frac{8,1 \times 10^{-4}}{7,7453 \times 10^{-4}} \times \frac{0.689 + 0,15}{0.4945}$$

$$T_K = 1,77 \text{ h}$$

○ **Tiempo de congelación**

$$t = \rho/\theta (P d/h + R d^2/k) \text{(k)}$$

Donde:

$$d = 0,037 \text{ m}; d^2 = 1,369 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

P = 1/2; R = 1/8 (Factores de forma constante de Planck, para flujo de calor unidireccional).

○ **Calor latente**

$$\rho = H L_f \sigma \dots\dots\dots(I)$$

Reemplazando valores en la ecuación (I)

$$\rho = 0,763 \times 66 \times 1072$$

$$\rho = 53983,78 \text{ kcal/m}^3$$

Empleando “k” y “U” en vez de “k” y “h”

respectivamente, se tiene:

$$t = \frac{53983,78}{28} \left(\frac{0,037}{2 \times 11,3311} + \frac{1,369 \times 10^{-3}}{8 \times 0,369} \right)$$

$$t = 4,04 \text{ h}$$

○ **Tiempo total de congelación**

$$T_\theta = T_k + t \dots\dots\dots(II)$$

Reemplazando valores en la ecuación (II):

$$T_\theta = 1,77 + 4,04 = 5,81 \text{ h} = 348 \text{ minutos}$$

Anexo 2

Datos de temperatura de congelación por aire forzado

| Tiempo (min) | Tº de la Cámara aire forzado (2) ºC | Termocupla a un ¼ del largo del bloque (3) ºC | Termocupla a un 1/3 del largo del bloque (4) ºC | Termocupla a 1/2 del largo del bloque (5) ºC |
|-----------------|---|---|--|--|
| 0 | -12 | 9 | 10 | 10 |
| 5 | -14 | 7 | 9 | 10 |
| 10 | -17 | 6 | 9 | 9 |
| 15 | -19 | 4 | 8 | 9 |
| 20 | -21 | 2 | 7 | 9 |
| 25 | -21 | 1 | 6 | 8 |
| 30 | -22 | 0 | 6 | 8 |
| 35 | -22 | -1 | 6 | 8 |
| 40 | -23 | -1 | 5 | 8 |
| 45 | -23 | -1 | 5 | 7 |
| 50 | -23 | -1 | 4 | 7 |
| 55 | -24 | -1 | 4 | 7 |
| 60 | -24 | -1 | 3 | 6 |
| 65 | -24 | -2 | 3 | 6 |
| 70 | -24 | -2 | 2 | 5 |
| 75 | -24 | -2 | 2 | 5 |
| 80 | -24 | -2 | 1 | 4 |
| 85 | -24 | -2 | 0 | 4 |
| 90 | -25 | -3 | -1 | 3 |
| 95 | -25 | -3 | -1 | 2 |
| 100 | -25 | -3 | -1 | 1 |
| 105 | -25 | -3 | -1 | 0 |
| 110 | -25 | -4 | -2 | -1 |
| 115 | -25 | -4 | -2 | -1 |
| 120 | -26 | -4 | -2 | -1 |
| 125 | -26 | -4 | -2 | -1 |
| 130 | -26 | -5 | -2 | -1 |

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 135 | -26 | -5 | -2 | -2 |
| 140 | -26 | -6 | -2 | -2 |
| 145 | -26 | -6 | -3 | -2 |
| 150 | -26 | -7 | -3 | -2 |
| 155 | -27 | -7 | -3 | -2 |
| 160 | -27 | -7 | -3 | -2 |
| 165 | -27 | -8 | -3 | -2 |
| 170 | -27 | -8 | -4 | -2 |
| 175 | -27 | -9 | -4 | -3 |
| 180 | -28 | -9 | -4 | -3 |
| 185 | -28 | -10 | -4 | -3 |
| 190 | -28 | -10 | -5 | -3 |
| 195 | -28 | -11 | -5 | -3 |
| 200 | -28 | -11 | -5 | -3 |
| 205 | -29 | -12 | -6 | -4 |
| 210 | -29 | -12 | -6 | -4 |
| 215 | -29 | -13 | -6 | -4 |
| 220 | -29 | -14 | -7 | -4 |
| 225 | -30 | -15 | -7 | -4 |
| 230 | -30 | -15 | -8 | -5 |
| 235 | -30 | -16 | -8 | -5 |
| 240 | -30 | -17 | -9 | -5 |
| 245 | -31 | -18 | -9 | -5 |
| 250 | -31 | | -10 | -5 |
| 255 | -31 | | -10 | -6 |
| 260 | -32 | | -11 | -6 |
| 265 | -32 | | -12 | -6 |
| 270 | -32 | | -12 | -6 |
| 275 | -33 | | -13 | -7 |
| 280 | -33 | | -14 | -7 |
| 285 | -33 | | -15 | -8 |
| 290 | -34 | | -15 | -8 |
| 295 | -34 | | -16 | -8 |
| 300 | -34 | | -17 | -9 |
| 305 | -34 | | -17 | -9 |
| 310 | -34 | | -18 | -10 |
| 315 | -35 | | | -10 |

| | | |
|-----|-----|-----|
| 320 | -35 | -11 |
| 325 | -35 | -12 |
| 330 | -35 | -13 |
| 335 | -35 | -14 |
| 340 | -35 | -14 |
| 345 | -35 | -15 |
| 350 | -35 | -16 |
| 355 | -35 | -17 |
| 360 | -35 | -18 |

TABLA DE ANALISIS SENSORIAL PARA CEFALOPODOS

| CRITERIOS | | | |
|---|----------------|---|--|
| CARACTERISTICA | | ACEPTACION | RECHAZO |
| PIEL: Lisa y húmeda ventosas adheridas firmes al cuerpo. | COLOR | Pigmentación viva Característico de la especie, brillante (café /gris /blanco) | Rojizo sin brillo. Ventosas fraccionadas y fácilmente desprendibles del cuerpo. |
| | TEXTURA | Mucus transparente | Viscosa |
| OJOS: | | Convexos abombados Negros brillantes | Manchados y opacos |
| OLOR | | Fresco a marisco, característico del producto | Fétido, amoníaco |
| CARNE: | | Músculo consistente y elástico | Elasticidad disminuida carne chisosa y porosa |
| SIGNOS VITALES | | Reflejo muscular Cambios en pigmentación | Ninguno |
| TEMPERATURA * | | $\leq 7^{\circ}\text{C}$ para pulpo barco $< 20^{\circ}\text{C}$ para pulpo lancha | $< 7^{\circ}\text{C}$ para pulpo barco $< 20^{\circ}\text{C}$ para pulpo lancha |
| pH | | 6.0 - 6.5 | |

* El pulpo que llega a recepción con signos vitales como son: Reflejo muscular y cambios en la pigmentación, es aceptado aunque registre temperatura mayor a los 7°C.

Fuente: Limbania Belman.

Anexo 3

Análisis proximal del pulpo (*Octopus mimus*) fresco



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA



CERTIFICADO DE ANÁLISIS ANÁLISIS PROXIMAL

SOLICITANTE : Cristian Andrés Carrasco Minga
PROYECTO DE TESIS : “ Metodología de Congelación del Pulpo (*Octopus mimus*) Tipo BQF Congelamiento Rápido en Bloque) y Determinación del Tiempo Total de Congelación , en la Planta Consorcio Don Raul S.A.C.”
MUESTRA: Pulpo (*Octopus mimus*) fresco
FECHA DEL ANÁLISIS: 08 de marzo del 2024
METODOLOGÍA : Según Normas de la AOAC 2017

| PARÁMETROS | RESULTADOS |
|-------------------------|------------|
| Humedad % | 82,50 |
| Cenizas % | 1,18 |
| Proteínas Totales% | 13,10 |
| Lípidos Totales % | 1,14 |
| Carbohidratos Totales % | 2,08 |



MSc. Leonardo Sheron Ramírez
Jefe del Laboratorio

Anexo 4

Análisis proximal del pulpo (*Octopus mimus*) congelado



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PESQUERA

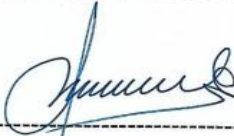


CERTIFICADO DE ANÁLISIS ANÁLISIS PROXIMAL

SOLICITANTE : Cristian Andrés Carrasco Minga
PROYECTO DE TESIS : “ Metodología de Congelación del Pulpo (*Octopus mimus*) Tipo BQF Congelamiento Rápido en Bloque) y Determinación del Tiempo Total de Congelación , en la Planta Consorcio Don Raul S.A.C.”
MUESTRA: Pulpo (*Octopus mimus*) congelado
FECHA DEL ANÁLISIS: 06 de marzo del 2024
METODOLOGÍA : Según Normas de la AOAC 2017

| PARÁMETROS | RESULTADOS |
|-------------------------|------------|
| Humedad % | 81,99 |
| Cenizas % | 1,29 |
| Proteínas Totales% | 13,99 |
| Lípidos Totales % | 1,25 |
| Carbohidratos Totales % | 1,48 |




MSc. Leonardo Sheron Ramirez
Jefe del Laboratorio

Anexo 5

Análisis microbiológico del pulpo (*Octopus mimus*) congelado



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA



INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE *Octopus mimus* – “PULPO” CONGELADO

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Usuario / Emp. : CRISTIÁN ANDRÉS CARRASCO MINGA
Dirección : Asociación Federico Barreto Mz A – Lote 15

II. DATOS DEL MUESTREO

Distrito : Tacna
Provincia / Dpto. : Tacna/ Tacna
Fecha y Hora : Martes, 19 de marzo del 2024 – 10:30 a. m.
Lugar de muestreo : La muestra *Octopus mimus* “pulpo” fue traída al laboratorio de Microbiología, aproximadamente 500 gramos, en una bolsa plástica de primer uso.
Trabajo de Investigación: " Metodología de congelación del pulpo - *Octopus mimus* - tipo BQF (congelamiento rápido en bloque) y determinación del tiempo total de congelación, en la Planta Consorcio Don Raul S.A. C."

III. PERSONA QUE REALIZÓ LOS ANÁLISIS

Dr. Mblgo. César Julio Cáceda Quiroz
Jefe del laboratorio de Microbiología – U.N.J.B.G., Facultad de Ciencias – Tacna

IV. DATOS DE LA MUESTRA

Muestra:

El día 19 de marzo del presente año trajeron al Laboratorio de Microbiología, de la Facultad de Ciencias, de la UNJBG una muestra de *Octopus mimus* – “pulpo” aproximadamente 500 gramos, congelado, en una bolsa plástica de primer uso.

Octopus mimus – “pulpo” (congelado)

- 500 gramos, aproximadamente



DR. CÉSAR JULIO CÁCEDA QUIROZ
BIOLOGO - MICROBIOLOGO
C.B.P. 1150



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS SOLICITADOS:

***Octopus mimus* – “pulpo” (congelado)**

- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (R.M.A.M.V.)
- Enumeración de *Escherichia coli*
- Enumeración de *Staphylococcus aureus*
- Investigación de *Salmonella* sp.

Los procedimientos del análisis microbiológico se realizaron según la I.C.M.S.F.(Comisión Internacional de Métodos Estandarizados de Alimentos), 2000.

V. RESULTADO SEGÚN MÉTODO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

| <i>Octopus mimus</i> – “pulpo” | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | RESULTADO | REQUISITO* MICROBIOLÓGICO |
|--------------------------------|--|--|---------------------------------|
| M1 | R.M.A.M.V. | 8 x 10 ¹ ufc/g. (ausencia) | 10 ³ ufc/g. |
| | Enumeración de <i>E. coli</i> | < 10 ¹ u.f.c./ 100 g. | 23 x 10 ¹ ufc/100 g. |
| | Enumeración de <i>S. aureus</i> | < 10 ¹ ufc/g. | 10 ² ufc/g. |
| | Investigación de <i>Salmonella</i> sp. | Ausencia en 25 g. | Ausencia en 25 g. |

*: Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem X.7: Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.



 DR. CESAR JULIO CÁCEDA QUIROZ
 BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO
 C.B.P. 1159



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA



VII. CONCLUSIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

Octopus mimus – “pulpo” (congelado)

La muestra analizada - *Octopus mimus* – “pulpo”

- **sí cumple** con los requisitos microbiológicos de la Norma Sanitaria sobre: “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01, Lima-Perú), grupo XI.3 (moluscos y crustáceos crudos), según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA del 27 de agosto del 2008. En consecuencia, es **APTO** para el consumo humano.

Tacna, 25 de marzo del 2024



DR. CESAR JULIO CÁCEDA QUIROZ
BIÓLOGO - MICROBIOLOGO
C.B.P. 1950