

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias**

**ESTUDIO TECNOLÓGICO DEL PROCESAMIENTO  
DEL CONGELADO DEL ABALÓN**

***(Concholepas concholepas)***

**MEDIANTE EL METODO IQF**

**TESIS**

Presentada por :

**Bach. WILFRED STACY NOEL MARTELL**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

TACNA - PERÚ

2008

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA  
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Tomo N° II ..... Folio N° 155-156 .....

El Jurado calificador nominado mediante Resolución Faculta-  
tiva N° 2466-2006-FAIA ....., Integrada por

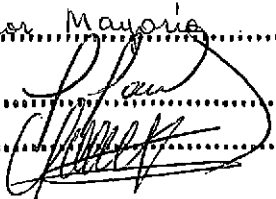
<u>Dr. Miguel Barco</u> .....	<u>Presidente</u> .....
<u>Mex. Leticia Banchope</u> .....	<u>Miembro</u> .....
<u>Ing. Juan Angulo</u> .....	<u>Miembro</u> .....
<u>Mex. Nicolás Segurios</u> .....	<u>Asesor</u> .....

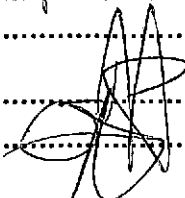
Para examinar el Trabajo de Tesis:

Estudio Tecnológico del Procesamiento del  
Congelado del Abalon (Concholípas concholípas)  
mediante el Método I.G.F. .....

presentada por Bach. Wilfred Stacy Noel Martell  
Obteniendo el siguiente veredicto: Aprobado .....

por mayoría .....

 .....

 .....

Tacna, 24 de noviembre del 2006 .....

## **AGRADECIMIENTOS**

- **AL ING. NICOLAS SEQUEIROS ASESOR DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION. SIN CUYO CONSEJO Y DIRECCION NO HUBIESE CULMINADO EN LA META FIJADA.**
  
- **AL ING. FREDDY DELGADO CO – ASESOR DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION. QUIEN ME APOYO EN TODO MOMENTO CON LA FINALIDAD DE CULMINAR EL PRESENTE.**
  
- **AL DECANO DE LA FACULTAD Y A TODOS LOS PROFESORES QUE EN FORMA DESINTERESADA AYUDARON CON SOLUCIONAR CIERTOS PROBLEMAS PRESENTADOS Y PLANTEADOS.**
  
- **AL CENTRO DE PRODUCCION DE TECNOLOGIA PESQUERA (CEPROTEP) DE LA FAIP/UNJBG POR LAS FACILIDADES PRESTADAS.**
  
- **AL LABORATORIO DE TECNOLOGIA PESQUERA FAIP/UNJBG POR LAS FACILIDADES DEL CASO.**
  
- **AL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA FACI/UNJBG POR LAS FACILIDADES BRINDADAS.**
  
- **A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS, ASI COMO A LOS COMPAÑEROS DE ESTUDIO QUE DE UNA U OTRA MANERA COLABORARON CON EL FELIZ TERMIMO DE ESTE TRABAJO DE TESIS A QUIENES GUARDARE SIEMPRE UN GRAN AFECTO.**

**AGRADECIMIENTO A DIOS, A  
MIS PADRES POR EL APOYO  
CONSTANTE, A MIS HERMANAS,  
A MI HERMANO Y MI HIJO POR  
EL ALIENTO RECIBIDO EN TODO  
MOMENTO, PARA QUIENES  
GUARDO UN ETERNO CARIÑO.**

## INDICE

RESUMEN.....	1
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO II.....	5
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....	5
2.1. ASPECTOS GENERALES.....	5
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.1.2. Historia de vida y reproducción del abalón ( <i>Concholepas concholepas</i> ) .....	6
2.1.2.1. Morfología Externa.....	8
2.1.2.2. Morfología Interna .....	10
2.1.3. Composición químico - física de algunos moluscos peruanos. ...	14
2.1.4. Distribución vertical y extracción.....	15
2.1.4.1. Intermareal.....	15
2.1.4.2. Los Pulmoneros. ....	16
2.1.4.3. Buceo con compresora.....	16
2.1.5. Distribución geográfica del abalón ( <i>Concholepas concholepas</i> ) en América del Sur. ....	16
2.2. MÉTODOS DE CONGELACIÓN.....	22
2.2.1. Congelador tipo anaquel por contacto. ....	22
2.2.2. Congelador por corriente de aire o aire forzado.....	22
2.2.3. Congelador de placas de contacto.....	23

2.2.4.	Congelación por inmersión. ....	24
2.2.5.	Congelador por nitrógeno líquido. ....	24
2.2.6.	Factores físicos utilizados en la congelación de alimentos.....	25
2.2.6.1.	Calor específico .....	25
2.2.6.2.	Peso específico.....	25
2.2.6.3.	Coeficiente de conductividad térmica .....	26
2.2.6.4.	Coeficiente de difusividad térmica .....	26
2.2.6.5.	Coeficiente de transmisión superficial del calor .....	26
2.2.7.	Tiempo de congelación.....	27
2.3.	PROCESOS DE CONGELACIÓN.....	35
2.3.1.	Curvas de congelación de alimentos. ....	37
2.3.1.1.	Fase I.....	37
2.3.1.2.	Fase II.....	37
2.3.1.3.	Fase III.....	38
2.3.2.	Congelación IQF (Individual quick freezing).....	39
2.3.3.	Estándares microbiológicos para marisco.....	41
2.4.	OPERACIONES EN EL PROCESO DE CONGELADO.....	41
2.4.1.	Transporte y recepción de la materia prima.....	41
2.4.2.	Eviscerado.....	42
2.4.3.	Lavado.....	42
2.4.4.	Desinfección.....	43
2.4.5.	Escurrido .....	43
2.4.6.	Clasificación y pesaje .....	43
2.4.7.	Estibado en bandejas .....	43
2.4.8.	Congelación.....	44
2.4.9.	Descarga del producto congelado.....	44

2.4.10.	Empacado del producto .....	44
2.4.11.	Almacenamiento .....	45
2.4.12.	Transporte .....	45
2.4.13.	Descongelación .....	45
2.5..	INSUMOS BÁSICOS A UTILIZAR.....	46
2.5.1.	Solución clorada .....	46
2.5.2.	Polifosfatos .....	46
2.6.	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	47
CAPITULO III.....		49
MATERIALES Y MÉTODOS.....		49
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN. ....	49
3.2.	MATERIA PRIMA.....	49
3.3.	EQUIPOS Y MATERIALES.....	50
3.3.1.	Equipos .....	50
3.4.	MÉTODOS Y CONTROLES ANALÍTICOS.....	52
3.4.1.	De la materia prima .....	52
3.4.1.1.	Análisis físico organoléptico .....	52
3.4.1.2.	Análisis químico proximal de materia prima y en el producto final.....	53
3.4.1.3.	Análisis microbiológico en la materia prima y en el producto final.....	54
3.4.2.	Del producto en proceso.....	55
3.4.2.1.	Evaluación sensorial. ....	55
3.4.3.	Del producto final .....	56
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	57
3.5.1.	Experimento 1.....	57

3.5.2.	Experimento 2.....	58
3.5.3.	Experimento 3.....	58
3.6.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO. ....	60
3.6.1.	Recepción de la materia prima .....	60
3.6.2.	Eviscerado.....	60
3.6.3.	Lavado.....	60
3.6.4.	Hidratación .....	61
3.6.5.	Desinfección .....	61
3.6.6.	Plaqueado .....	61
3.6.7.	Congelado .....	62
3.6.8.	Desbloqueo y pesado .....	62
3.6.9.	Desmanche o maquillado .....	62
3.6.10.	Codificado.....	62
3.6.11.	Glaseado .....	63
3.6.12.	Empacado .....	63
3.6.13.	Almacenamiento .....	63
3.7.	MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DEL TIEMPO TOTAL DE CONGELACIÓN.....	64
3.7.1.	Determinación experimental del tiempo de congelación .....	64
3.7.2.	Determinación del Tiempo mediante el empleo de fórmulas analíticas .....	65
3.7.2.1.	Ecuaciones de Plank.....	65
3.7.2.2.	Ecuaciones de Nagaoka et al.....	65
CAPITULO IV	.....	66
HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	.....	66

4.1	IDENTIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	66
4.2.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	66
4.2.1.	Variables independientes:.....	66
4.2.2.	Variables dependientes .....	67
4.2.3.	Indicadores.....	67
CAPITULO V .....		68
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		68
5.1.	DE LA MATERIA PRIMA.....	68
5.1.1.	Análisis físico sensorial.....	68
5.1.1.1.	Análisis físico .....	68
5.1.1.2.	Análisis organoléptico .....	68
5.1.1.3.	Análisis químico proximal.....	69
5.1.1.4.	Análisis microbiológico.....	70
5.2.	PARTE EXPERIMENTAL PROCESO DEL CONGELADO DE ABALON ( <i>Concholepas concholepas</i> ) IQF TIPO EXPORTACIÓN .....	73
5.2.1.	Experimento 1.....	73
5.2.1.1.	Color. ....	73
5.2.1.2.	Olor. ....	75
5.2.1.3.	Apariencia general. ....	76
5.2.2.	Experimento 2.....	77
5.2.3.	Experimento 3.....	78
5.2.3.1.	Tiempo de refrigeración, congelación y tiempo total de congelado.....	78
5.2.3.2.	Tiempo de refrigeración, congelación y tiempo total de congelado por formulas analíticas. ....	85

5.3. DEL PRODUCTO FINAL.....	92
5.3.1. Análisis químico proximal .....	92
5.3.2. Análisis Microbiológico.....	93
5.3.3. Control físico (exudado).....	93
5.3.4. Balance de materia.....	94
CAPITULO VI .....	96
CONCLUSIONES.....	96
CAPITULO VII .....	98
RECOMENDACIONES.....	98
CAPITULO VIII .....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXO N° 01 .....	103
CALCULOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL EXPERIMENTO 1.....	103
ANEXO N° 02 .....	112
REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LA DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL TIEMPO DE CONGELACIÓN, UBICANDO LA TERMOCUPLA EN TRES POSICIONES DIFERENTES. ....	112
ANEXO N° 3.....	113
VELOCIDAD DE CONGELADO.....	113
ANEXO N° 04 .....	115
DATOS DE TEMPERATURA CONGELACIÓN POR AIRE FORZADO.....	115
APÉNDICE 1 .....	117
RELACION DE ECUACIONES.....	117

## INDICE DE FIGURAS

Nº 1	Morfología interna del Abalón	12
Nº 2	Distribución geográfica del Abalón	18
Nº 3	Valores de $\ln C_0$ para láminas, cilindros y esferas	31
Nº 4	Diseño experimental – congelado del Abalón IQF	58
Nº 5	Diagrama de proceso – congelado del Abalón	72
Nº 6	Curva de refrigeración, congelación y tiempo total de Congelación del Abalón a $\frac{1}{4}$ del largo de bandeja	81
Nº 7	Curva de refrigeración, congelación y tiempo total de Congelación del Abalón a $\frac{1}{3}$ del largo de bandeja.	82
Nº 8	Curva de refrigeración, congelación y tiempo total de Congelación del Abalón a $\frac{1}{2}$ del largo de bandeja.	83
Nº 9	Curva comparativa del cálculo del tiempo de congelación	84
Nº 10	Balance de materia en congelado del Abalón – IQF	95

## RESUMEN

El presente trabajo tiene por finalidad dar a conocer la importancia industrial del congelado del molusco abalón (*Concholepas concholepas*) procedente del desembarcadero artesanal de Morro Sama.

Se realizaron pruebas experimentales en la Empresa Industrial "PROPELUR" (Productos Pesqueros del Sur), para establecer el flujo de operaciones más adecuado para el proceso de congelado de abalón (*Concholepas concholepas*) (IQF) tipo exportación, dando a conocer la determinación de los parámetros de congelación.

El proceso incluye un tiempo de hidratación y se realizó mediante 04 pruebas manteniendo constante la temperatura (5°C), sometiendo el producto a 1, 2, 3 y 4 horas de hidratación y a través de una evaluación sensorial, se evaluaron los atributos de color, olor y apariencia general, resultando favorable el sometido a 2 horas, sin perder el color natural, conservando el olor a algas marinas y apariencia general aceptable.

Se realizó una prueba de inmersión, en donde se consideraron tres concentraciones (0,1%, 0,2% y 0,3%) de polifosfato con relación a la cremolada (agua + hielo), seguidamente se llevó el producto al proceso de congelación a una temperatura de - 30°C, finalmente se determinó que utilizando polifosfato en

la concentración del 0,1% el porcentaje de pérdida por congelación fue de 3,9 % con respecto al peso de muestra inicial. La finalidad es retención de proteínas.

El tiempo de congelación obtenido experimentalmente fue de 145 minutos, mientras que el tiempo obtenido mediante los cálculos de Plank (1977) fue de 140 minutos; y Nagaoka et al (1987), fue de 147 minutos.

Durante el control físico del exudado se obtuvo un porcentaje de pérdida por congelación del 3,9% con respecto a la muestra tomada para la evaluación, encontrándose este valor dentro de los límites tolerantes que corresponden de 9 a 10%.

Así mismo se obtuvo un rendimiento de abalón (*Concholepas concholepas*) de 88,89% luego del proceso de congelado. Es decir el producto comestible tiene una buena proporción para su aprovechamiento.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

Para conservar adecuadamente los productos hidrobiológicos por congelación, la temperatura en el centro térmico de los mismos, debe ser reducida hasta  $-18^{\circ}\text{C}$  y aun menos, con la finalidad de prolongar su vida útil. De este modo, se logra suspender por completo el desarrollo microbiano y reducir al máximo la actividad enzimática.

Una vez congelados, tales productos deben ser almacenados hasta su utilización a temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$ , ello debido a que la conservabilidad o capacidad de conservación de un alimento esta en estrecha relación con la duración del periodo de almacenamiento y la temperatura de la cámara.

*La Concholepas concholepas* conocido comúnmente como Chanque o Tolina en el Perú y como Loco en Chile, es uno de los moluscos gasterópodos de mayor importancia económica en el Perú. Actualmente este recurso se encuentra sobre explotado, debido al incremento desmesurado de sus niveles de extracción, ocasionando por el gran valor económico de sus exportaciones.

Actualmente su distribución se encuentra restringida al área de influencia de las corrientes de Humbolt y Sub Antártica. La distribución más amplia para esta especie; es como límite Norte la Isla de Lobos de Afuera y como límite Sur

el Estrecho de Magallanes en Chile.

La gran aceptación de este recurso en los mercados internacionales ha causado en los últimos años un severo incremento en las capturas, esfuerzo y consecuentemente en el precio.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- a) Evaluar las diferentes características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas del producto inicial y final.
- b) Establecer un flujo de proceso para el congelado del abalón tipo IQF.
- c) Hacer un estudio y determinación de capacidad de hidratación y pérdidas de peso después del congelado.
- d) Establecer el tiempo de congelación del abalón mediante el método de PLANK y NAGAOKA et al. (1987)
- e) Determinar las curvas de congelado para el abalón.
- f) El tiempo hallado compararlo con los tiempos de proceso tradicionales.

## CAPITULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

#### 2.1. ASPECTOS GENERALES.

En el Perú el abalón también se le conoce como chanque, tolina o pie de burro, en Chile toma el nombre de loco, comercialmente se usa el de abalón o loco. Su nombre en Inglés es false abalone. Según VEGAS, V. Mencionado por Guevara (1983) la clasificación taxonómica del Abalón es la siguiente.

##### 2.1.1. Clasificación taxonómica.

Reino	:	Animal
Sub Reino	:	Metazoo
Phyllum	:	Mollusca
Clase	:	Gasterópoda
Orden	:	Neo gasterópoda
Familia	:	Muricidae
Género	:	Concholepas
Especie	:	<b><i>Concholepas concholepas</i></b>
Nombre común	:	Pata de burro, abalón, loco, chanque, tolina.

(CASTILLA et al, 1979)

### 2.1.2. Historia de vida y reproducción del abalón (*Concholepas concholepas*)

La anatomía de *Concholepas concholepas* indica a esta especie como dioica sin dimorfismo sexual externo y con fecundación interna.

Existe un método simple para determinar el sexo de animales vivos sin necesidad de desconchar, basándose en la presencia o ausencia de pene. También describe el apareamiento, resultado de observaciones nocturnas. (GALLARDO, 1973).

En la naturaleza se presentan grandes agrupaciones reproductivas denominadas en Chile, Maicillo o Flor de loco, éstas son estacionales y actualmente se desconocen los mecanismos de atracción de adultos que favorecen su reproducción.

Ocurren con mayor frecuencia durante el verano (Diciembre a Abril), pero es posible observarlas durante todo el año.

Estas agrupaciones son formadas por grandes grupos de adultos sub. Maréales, en proporción sexual 1:1 los cuales ascienden hacia el intermareal o a aguas más someras por alimento, cópula y puestas de cápsulas.

Aunque los mecanismos no se encuentran bien descritos en la actualidad, estas agrupaciones son significativamente muy peligrosas para la especie, ya que los buzos conocedores de estos eventos capturan grandes cantidades del recurso incrementan notablemente la captura y cortando el ciclo de reproducción de ésta especie.

Luego de la cópula, la hembra retiene los espermatozoides en un receptaculum seminis, y los huevos son fertilizados mientras descienden por el oviducto, éstos embebidos en albúmina, entran en la glándula de la cápsula, donde son depositados en unas cápsulas muy blandas y transparentes, que varían entre los 9 y 30 mm, en relación directa al tamaño de la madre y contienen entre 500 y 15 000 huevos respectivamente, las que son fijadas sobre substratos duros con ayuda del propodio.

Las cápsulas no contienen huevos nutricios, todos los huevos eclosionan como larvas velíferas tempranas, en un lapso de 25 a 55 días. La relación entre el número de larvas producidas por un adulto está en proporción directa a su tamaño.

La fecundidad máxima es obtenida por hembras de 100 mm de longitud peristomal, con un promedio de 7,19 millones de larvas por año, decreciendo en las clases superiores a los 100 mm.

Las posturas son observadas todo el año, son mayores durante los maicillos y también se han reportado variaciones en la madurez dependiendo principalmente de la localidad. En nuestro medio la primera madurez sexual es alcanzada entre los 55 a 60 mm de longitud peristomal.

El desarrollo de los huevos ocurre dentro de las cápsulas, atravesando los estadios de huevo, trocófora y veliger temprana, con 250 mm las que al eclosionar la cápsula son transportadas por las corrientes durante 2 a 3 meses, hasta alcanzar 1 700 a 1 800 mm en el estadio de veliger avanzada y competente para asentarse y realizar la metamorfosis.

El modelo aceptado por los autores para explicar la historia de vida del chanque asume que los juveniles se asientan en el intermareal y luego migran hacia el submareal para engrosar las poblaciones submareales.

Pero ha sido reportado también un importante asentamiento submareal, el cual tendría mucha mayor capacidad de mantener las poblaciones submareales. (GALLARDO, 1973).

#### **2.1.2.1. Morfología Externa.**

El abalón es un molusco que se caracteriza por tener una concha muy gruesa, uniforme, con una espiral

corto de dos vueltas la última comprende toda la vuelta.

La superficie externa es áspera, rugosa, marcada por costillas muy gruesas, separadas por otros más pequeños de color grisáceo que nace del ápice del umbo y se proyectan hacia el borde exterior de la concha.

La parte interna de la concha o "vianda" es cóncava de color blanquecino, de aspecto liso y brillante, la cavidad basal es oval redondeada y de igual diámetro de la concha, en la cual se aloja el cuerpo del abalón. El cuerpo está constituido por: cabeza, masa visceral y el pie.

La cabeza es pequeña y presenta en la parte superior, dos tentáculos retractiles y en la base de estos se encuentran los ojos fotorreceptores, la boca se localiza en la parte inferior de la cabeza y está en dirección al sustrato. **(LOZADA et al, 1989)**

La masa visceral está compuesta por todos los órganos internos limitados por el manto en su parte

superior y el pie por la parte inferior; a partir del manto se origina la concha.

El pie es una masa musculosa que cubre casi toda la superficie inferior del peristomal o abertura de la concha. (LOZADA et al, 1989)

#### **2.1.2.2. Morfología Interna**

El abalón es una especie que posee sistema digestivo, respiratorio, circulatorio, reproductor, nervioso y excretor. Ver figura N° 01

##### **a) Sistema Excretor**

Consta de un nefridio, situado en la parte anterior de la masa visceral. La excreción implica filtración al interior del celoma y resorción y secreción en el nefridio.

##### **b) Sistema Reproductor.**

Comprende el sistema reproductor masculino y sistema reproductor femenino.

- **Sistema Reproductor Masculino.**

Los individuos sexualmente maduros, presentan testículo, un espermi ducto (actúa como vesícula seminal) una glándula prostática, un conducto deferente y el órgano copulador.

- **Sistema Reproductor Femenino**

Los individuos hembras presentan ovario, un oviducto, y glándulas que actúan como receptáculo seminal, una glándula capsular y un poro genital.

En cuanto a la sexualidad, el abalón es una especie dioica de sexos separados externamente, no presenta dimorfismo.

El ciclo reproductivo del abalón es normal con estadios gonadales definidos, sin una etapa de verdadero reposo y rápida recuperación. El Abalón alcanza un tamaño de 120 mm con un peso promedio de 45,9 g. (LOZADA et al, 1989)

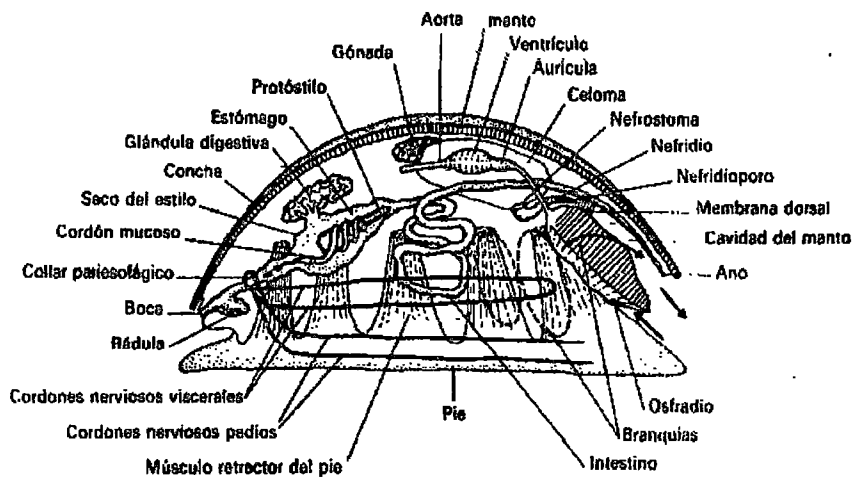


Figura Nº 01: Morfología interna del abalón (*Concholepas concholepas*).

Fuente: (OLIVERA, 1984).

### c) Alimentación

Sobre la preferencia alimentaria de (*Concholepas concholepas*), se señala como la más importante a los mitilidos, a los cirrípedos y las ascidias, sin dejar de lado el canibalismo y en algunos casos se reportan hábitos carroñeros. (LOZADA et al, 1989).

Una de las comunidades biológicas más productivas del litoral Peruano y que son fuente de alimento del Chanque, es sin duda las praderas de macroalgas pardas, las cuales se extienden desde la costa central del Perú hasta la frontera con Chile.

En investigaciones realizadas por IMARPE en Punta Coles (Moquegua) durante los años 1999 y 2000, se encontró que las praderas de (*Lessonia traveculata*) son de alta importancia ecológica para la supervivencia de una variedad de peces e invertebrados marinos, muchos de los cuales son recursos de gran importancia económica para los extractores artesanales de mariscos, en especial el chanque (*Concholepas concholepas*) y el erizo verde (*Loxechinus albus*).

Así mismo, las algas pardas también han concitado interés para empresas exportadoras por ser la principal materia prima para la extracción de alginatos, por lo que se ha iniciado su extracción en algunas zonas del litoral, especialmente de las especies (*Lessonia nigresens*), (*Lessonia traveculata*), (*Macrocystis integrifolia*).

Su alimentación varía con fases de desarrollo y comprende microalgas unicelulares cuando es larva pelágica, (*Balanus lavéis*) en la fase de asentamiento y estado juvenil, (*Balanus flusculos*) cuando son juveniles avanzados. Finalmente consumen Cirrípedos, Piures, Cangrejos, Almejas y

peces muertos en la etapa adulta. (LOZADA et al, 1989).

### 2.1.3. Composición químico - física de algunos moluscos peruanos.

En el cuadro N° 01 se aprecia la composición químico proximal de algunos moluscos comerciales del Perú.

**Cuadro N° 01: Composición química promedio del abalón (*Concholepas concholepas*)**

ESPECIE	AGUA	PROTEÍNA	CENIZA	LÍPIDOS	CARBOHIDRATOS
<i>Concholepas concholepas</i> (Abalón)	77,11 %	20,00 %	1,27 %	0,43 %	1,02 %
<i>Fisurella latimarginata</i> (Lapa)	79,29 %	17,35 %	1,27 %	0,51 %	1,58 %
<i>Mesodesma donacium</i> (macha)	78,86 %	14,21 %	1,28 %	0,98 %	4,67 %

Fuente: (COLLAZOS, 1975)

**Cuadro N° 02: Composición física promedio del abalón (*Concholepas concholepas*)**

COMPONENTES	CHANQUE	MACHA	CARACOL
Concha	68 %	60 %	74 %
Comestible	25 %	26 %	18 %
Visceras	7 %	14 %	8 %

Fuente: (COLLAZOS, 1975)

**Cuadro N° 03. Composición química parte comestible del abalón  
(*Concholepas concholepas*)**

COMPONENTES	ALMEJA	CARACOL	TOLINA	MACHA
Agua (g/100g)	82,0	78,6	74,3	74,4
Proteína (g/100g)	14,4	16,9	21,9	15,7
Etéreo (g/100g)	1,1	0,8	0,3	2,8
Calcio (mg/100g)	50,0	158,0	85,0	93,0
Fósforo (mg/100g)	221,0	106,0	130,0	180,0
Hierro (mg/100g)	1,8	2,0	1,5	4,0

**Fuente: (COLLAZOS, 1975).**

#### **2.1.4. Distribución vertical y extracción.**

La distribución vertical de este recurso varía desde el intermareal hasta los 40 metros, siempre sobre substratos duros o rocosos, especialmente pequeñas islas, paredes rocosas verticales, grietas y mochos o rocas sumergidas. Esta variedad de nivel también define diferentes métodos de extracción:

##### **2.1.4.1. Intermareal**

Es realizada por los llamados Saltamocheros, se basa principalmente en captura de juveniles (< 50 mm).

Este es un método de extracción sumamente dañino para las poblaciones de Chanque, ya que el intermareal es la zona de asentamiento de juveniles por excelencia.

#### **2.1.4.2. Los Pulmoneros.**

Extraen también juveniles, ligeramente superiores en talla, que se encuentran protegidos en el cinturón de *Lessonia* en pequeñas grietas desde el intermareal hasta los 10 metros de profundidad, y como su nombre lo indica se capturan a pulmón con snorkel en muchos casos.

#### **2.1.4.3. Buceo con compresora**

Es el más eficaz y productivo, se realiza desde los 10 a 40 metros de profundidad donde se ubican las poblaciones con adultos en su mayoría (> 50 mm).  
(FLORES, 1987).

#### **2.1.5. Distribución geográfica del abalón (*Concholepas concholepas*) en América del Sur.**

Su distribución esta limitada desde las costas chilenas y parte centro sur de las costas peruanas.

Esta especie parece alcanzar su límite norte a la altura del Callao. En las costas occidentales del departamento de Tacna y Moquegua se encuentran distribuidos a lo largo de la zona rocosa comprendida en dirección de sur a norte, entre Llostay en Tacna hasta la Punta Icuy en el límite con el departamento de Arequipa, siendo los lugares de mayor concentración Vila-Vila, Morro Sama, Quebrada del Burro, Punta Colorada y Punta picada.

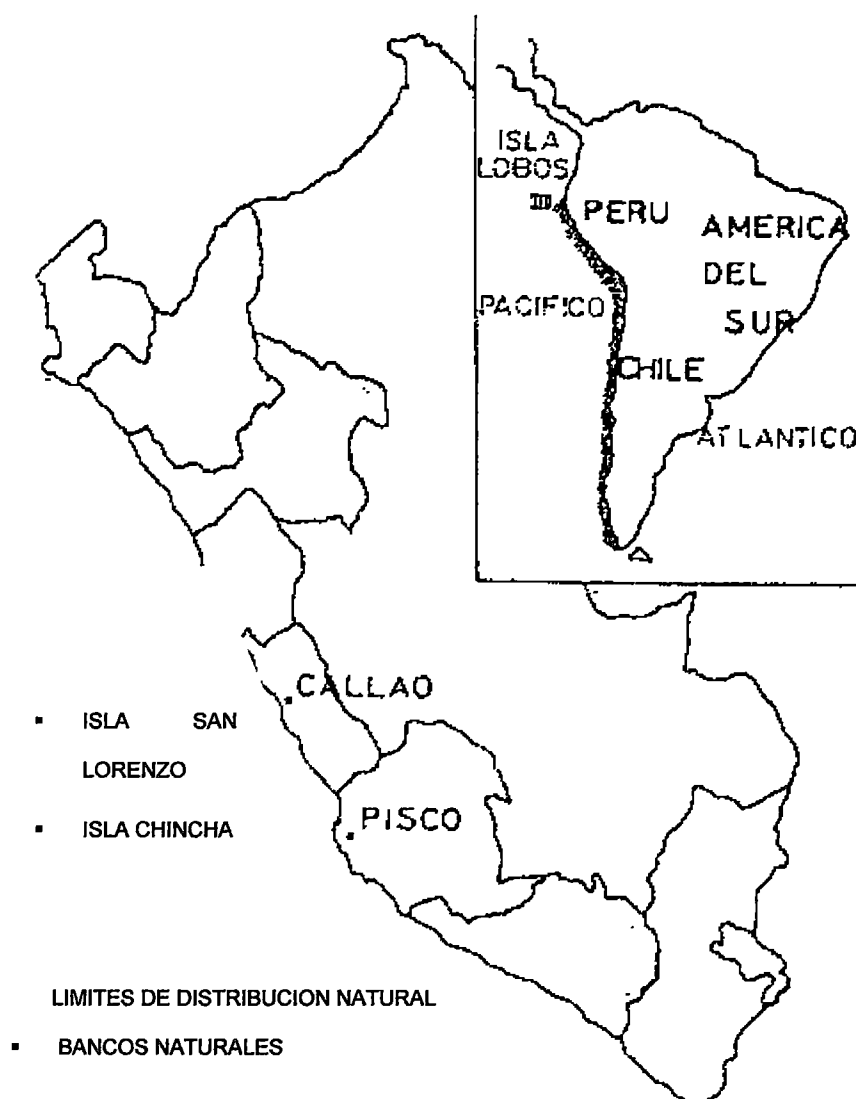
En el departamento de Moquegua se le encuentra desde Punta Icuy hasta Yerbabuena límite con el departamento de Arequipa, siendo los lugares de mayor concentración Punta de Coles, Isla lobos, Punta Sopladora, Pocomá, El Platanar y Yerbabuena.

También se encuentra en Pisco, San Andrés, Islas Chincha, San Lorenzo, Atico, Mollendo.

El hábitat de esta especie alcanza desde 12 ° LS en la parte norte del departamento de Lambayeque a la altura de Puerto Elena aproximadamente hasta el balneario de Llostay en Tacna (17° 49' LS) y en Chile desde Arica (18° 20' LS) hasta tierra del fuego (55° 00' LS) incluyendo el archipiélago de Juan Fernández.

El hábitat es en zona intermareal hasta aproximadamente 30 m de profundidad, donde es más abundante. (LOZADA et al, 1989).

La Figura N° 02 nos muestra la distribución geográfica del Abalón, así mismo los Cuadros 4, 5 y 6 muestran información de desembarque, congelado y enlatado de mariscos entre 1995 y 2004 en el Departamento de Tacna.

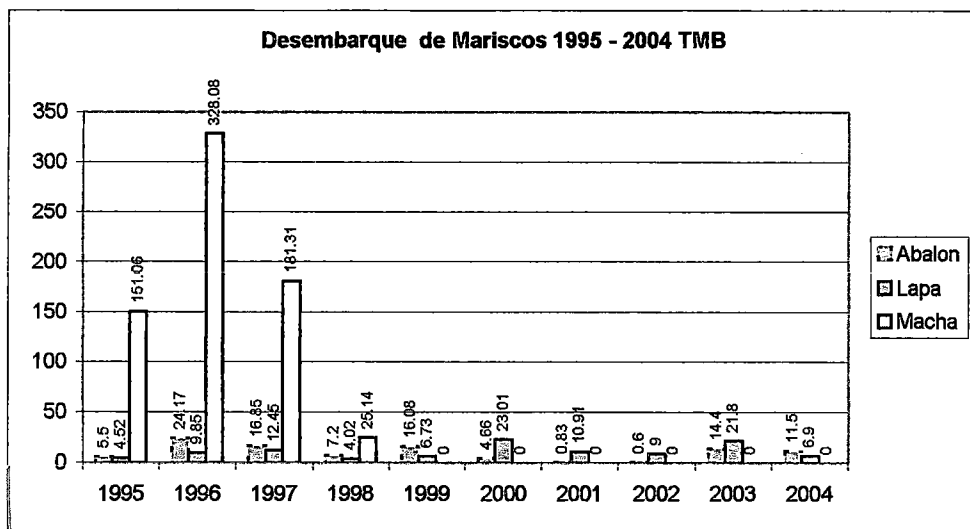


**Figura N° 02: Distribución geográfica del abalón (*Concholepas concholepas*)**

**Cuadro N° 04: Estadística de desembarque de mariscos 1995 – 2004**  
**Consumo Humano Directo - Toneladas Métricas Brutas**

MARISCO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Abalón	5,50	24,17	16,85	7,20	16,08	4,66	0,83	0,60	14,40	11,50
Lapa	4,52	9,85	12,45	4,02	6,73	23,01	10,91	9	21,8	6,9
Macha	151,06	328,08	181,31	25,14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: (DIREPRO – TACNA, 2005).

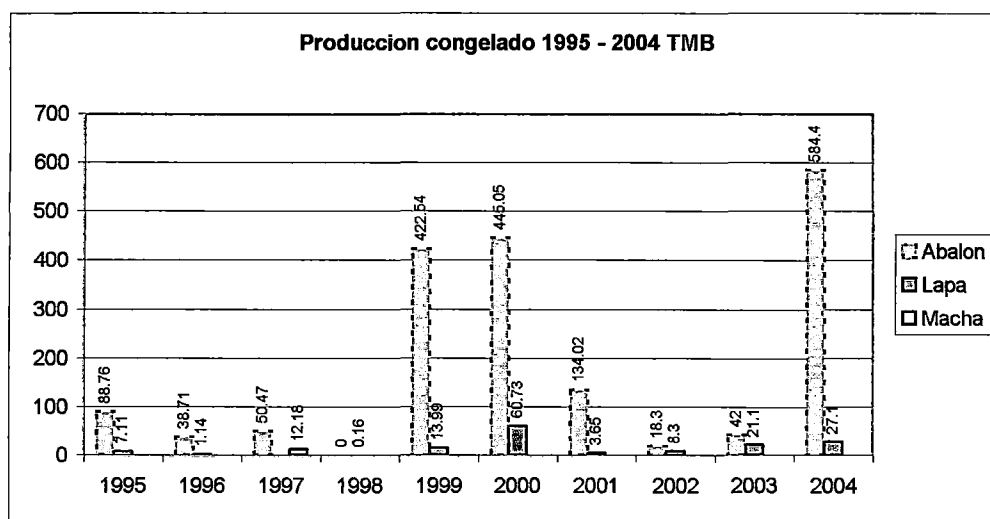


Fuente: (DIREPRO – TACNA, 2005).

**Cuadro Nº 05: Estadística de producción congelado de mariscos 1995 – 2004 (Toneladas Métricas Brutas)**

CONGELADO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Abalón	88,76	38,71	50,47	99,89	422,54	445,05	134,02	18,30	42,00	584,40
Lapa	7,11	1,14	0,0	0,16	13,99	60,73	3,65	8,30	21,10	27,10
Macha	0,0	0,0	12,18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: (DIREPRO – TACNA, 2005).

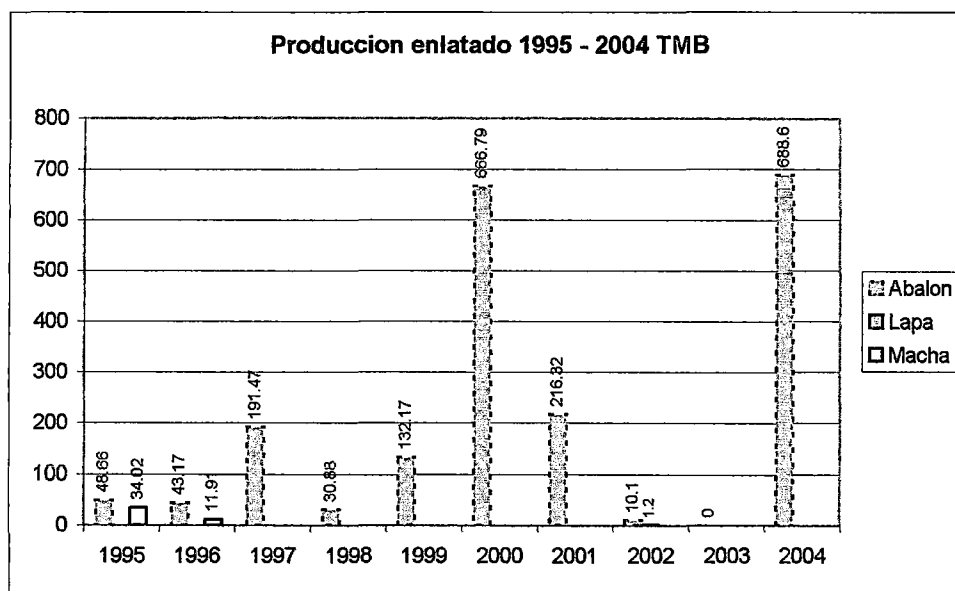


Fuente: (DIREPRO – TACNA, 2005).

**Cuadro N° 06: Estadística de producción de enlatado de mariscos 1995 – 2004 (Toneladas Métricas Brutas)**

ENLATADO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Abalón	48,66	43,17	191,47	30,88	132,17	666,79	216,32	10,10	0,00	688,60
Lapa								1,2		
Macha	34,02	11,91								

Fuente: (DIREPRO – TACNA, 2005).



Fuente: (DIREPRO – TACNA, 2005).

## **2.2. MÉTODOS DE CONGELACIÓN**

Los principales métodos de congelación que se aplican a los recursos pesqueros son:

### **2.2.1. Congelador tipo anaquel por contacto.**

Consiste en someter al producto a bajas temperaturas oscilantes entre los  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  poniéndolo en bandejas de aluminio (estantes) o serpentines en donde circula salmuera fría, amoníaco u otra sustancia refrigerante, tiene la ventaja de ajustarse a la variedad de pescados en cuanto a su tamaño y su forma pero carece de una congelación rápida debido a la ausencia de ventiladores.

### **2.2.2. Congelador por corriente de aire o aire forzado.**

Por este sistema se reduce el tiempo necesario para la congelación sobre todo por las velocidades de aire empleadas por uno o varios ventiladores de acuerdo a la capacidad del túnel y temperaturas hasta de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La velocidad de aire varía de 4 a 6 m/s siendo su velocidad de congelación 2 a 5 veces más rápida que el congelador tipo

anaquel por lo que tiene grandes ventajas, resaltando su versatilidad por lo que hace tener buena aceptación industrial.

Esta técnica congela el producto sea cual fuere su presentación forma y tamaño, pueden ser trozos, bloques, IQF, enteros, envasados, etc. Lo principal es que la corriente de aire llegue a todos los puntos por igual.

### **2.2.3. Congelador de placas de contacto.**

El congelador por contacto, es utilizado generalmente para congelar bloques, donde la temperatura real de congelación equivale a la del evaporador.

El pescado o carnes son envasados en bandejas en forma de bloques colocados en placas de congelación que son presionados desde la parte superior hasta la parte inferior a través de un pistón hidráulico.

Existen dos tipos, horizontales de 10 a 26 placas donde se emplea mano de obra para cargar y descargar el bloque. Capacidad de 10 a 15 Kg cada uno.

Los verticales son más comunes con una altura del bloque de 7 cm y que tienen el mismo principio de funcionamiento.

#### **2.2.4. Congelación por inmersión.**

Es someter o sumergir el producto con o sin envase a un medio líquido frío tales como soluciones acuosas de azúcar, salmuera u otra solución eutéctica.

La transferencia de calor es rápida ya que el medio enfriante se encuentra en contacto directo con el producto. El refrigerante o solución no debe ser tóxico e idealmente se deberá utilizar aquellas soluciones que imparten compatibilidad con el producto que es congelado por ejemplo la solución salina.

La desventaja radica que la sal del líquido refrigerante puede penetrar al producto afectando su calidad.

#### **2.2.5. Congelador por nitrógeno líquido.**

En este sistema los alimentos son trasladados a través de una faja transportadora donde son pre-enfriados con nitrógeno frío, y luego son rápidamente congelados mediante pulverización o rociados de nitrógeno en estado líquido.

El procedimiento de rociado ofrece ventajas como una rápida congelación acompañada de una intensa eliminación de oxígeno

lo que impide la oxidación de grasas. La desventaja de este método es su alto costo. (GUEVARA, 1983).

## 2.2.6. Factores físicos utilizados en la congelación de alimentos.

### 2.2.6.1. Calor específico

Para hallar el valor del calor específico,  $c$  (KJ/Kg°C), empleamos la ecuación planteada por Charm (1978) (I.I.F. 1990).

$$c = 2,094 X_f + 1,256 X_s + 4,187 H \quad (a)$$

Donde:

2,094	$c$ de la grasa líquida
1,256	$c$ de los sólidos
4,187	$c$ de la humedad
$X_f$	Porcentaje de grasa
$X_s$	Porcentaje de sólidos totales
$H$	Porcentaje de humedad.
$c$	Calor específico

### 2.2.6.2. Peso específico

El peso específico  $\gamma$  (Kg/l), que en especies hidrobiológicas a 15 °C tienen un valor de 1,072 Kg/l (MEYER, 1984).

00367

### 2.2.6.3. Coeficiente de conductividad térmica

Según Cárdenas (1973), el coeficiente de conductividad térmica,  $K$  (Kcal/hm°C) se determina, conociendo el porcentaje de grasa,  $X_f$  con la ecuación siguiente:

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

(IBARCENA, 1985)

### 2.2.6.4. Coeficiente de difusividad térmica

El coeficiente de difusividad térmica,  $a$  (m<sup>2</sup>/h); viene a ser el índice de conducción de temperatura de un cuerpo y es hallado mediante la ecuación planteada por Planck (1997) (LEES, 1969).

$$a = K / Yc \quad (c)$$

### 2.2.6.5. Coeficiente de transmisión superficial del calor

Según Planck (1977), este valor,  $h$  (Kcal/hm°C) se calcula por la siguiente ecuación:

$$h L/k_a = N_{NU} = 0,664 (N_{RE})^{1/2} (N_{PR})^{1/3} \quad (d)$$

$$N_{NU} = \text{Número de Nusselt} = hL/k_a \quad (e)$$

$$N_{RE} = \text{Número de Reynolds} = VL * \delta_a / \mu \quad (f)$$

$$N_{PR} = \text{Número de Prandtl} = \mu C_a/k_a \quad (g)$$

$h$  = Coeficiente de transmisión superficial de calor

$L$  = Longitud de la lámina a congelar.

$V$  = Velocidad del aire

$\rho_a$  = Densidad del aire

$\Phi$  = Viscosidad del aire

$k_a$  = Conductividad térmica del aire

$C_a$  = Calor específico del aire

### 2.2.7. Tiempo de congelación

Según Lescano (1973) citado por Ríos, la definición más apropiada del tiempo de congelación es "Tiempo para que la temperatura inicial se reduzca a una temperatura en la cual esencialmente ya no se formen cristales de hielo" (RIOS LA ROSA, 1978).

Esta duración o el tiempo de congelación depende de:

- De la temperatura inicial y final
  - De la cantidad de calor a extraer
  - De las dimensiones del producto (espesor)
  - De la forma y los factores de la transmisión térmica
- (MEYER, 1984).

Planck (1963), afirma que el tiempo de congelación es el tiempo transcurrido a partir de la temperatura inicial de la congelación, hasta una temperatura óptima de congelación para cada producto, que es ajeno del tiempo que ha sido enfriado ya hasta el punto de congelación y que todo el calor de congelación se elimina en las proximidades de dicho punto.

Además se asume que los productos que se van a congelar tienen formas geométricas como láminas, cilindros o esferas.

El tiempo de congelación depende de que si todo el calor se disipa por toda la superficie o solamente por una parte de ella y si el producto es congelado, empacado o no.

Para el cálculo del tiempo total de congelación se emplean las siguientes fórmulas planteadas por Planck:

### **Tiempo de enfriamiento o refrigeración**

#### **A – 1 Flujo unidireccional**

$$T_k = \frac{X^2}{a} \cdot \ln \frac{(0a/0) + \ln C}{u^2} \quad (h)$$

Donde:  $\theta_a = t_a - t_o \quad (i)$

$\theta = t_g - t_o \quad (j)$

## A - 2 Flujo polidireccional o tridimensional

$$T_k = \frac{X^2}{a} \cdot \ln \frac{(0a/0) + \ln C_1 + \ln C_2 + \ln C_3}{u^2 + (X/Y)^2 v^2 + (X/Z)^2 w^2} \quad (k)$$

Siendo:

X = Espesor del producto.

T<sub>k</sub> = Tiempo de refrigeración.

a = Difusividad térmica expresada en función al peso específico.

X, Y, Z = Dimensiones principales del producto.

C, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, u, v, w = Magnitudes resultantes de la condición de transporte térmico en la superficie

t<sub>a</sub> = Temperatura inicial del producto.

t<sub>g</sub> = Temperatura inicial de congelación del producto.

t<sub>o</sub> = Temperatura del medio congelante.

θ, θ<sub>a</sub> = Diferencias de temperaturas.

Para el desarrollo de las ecuaciones (h) y (k) es necesario emplear la figura 03 y el cuadro N° 07.

**Cuadro N° 07: Valores de  $u^2$ ,  $v^2$ ,  $w^2$  utilizables para determinar el tiempo de refrigeración ( $T_k$ ) mediante la ecuación de Planck.**

INDICES	$u^2, v^2, w^2$ 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
1,50	0,977
2,00	1,164
3,00	1,42
5,00	1,73
7,00	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

Fuente: (PLANK, 1977).

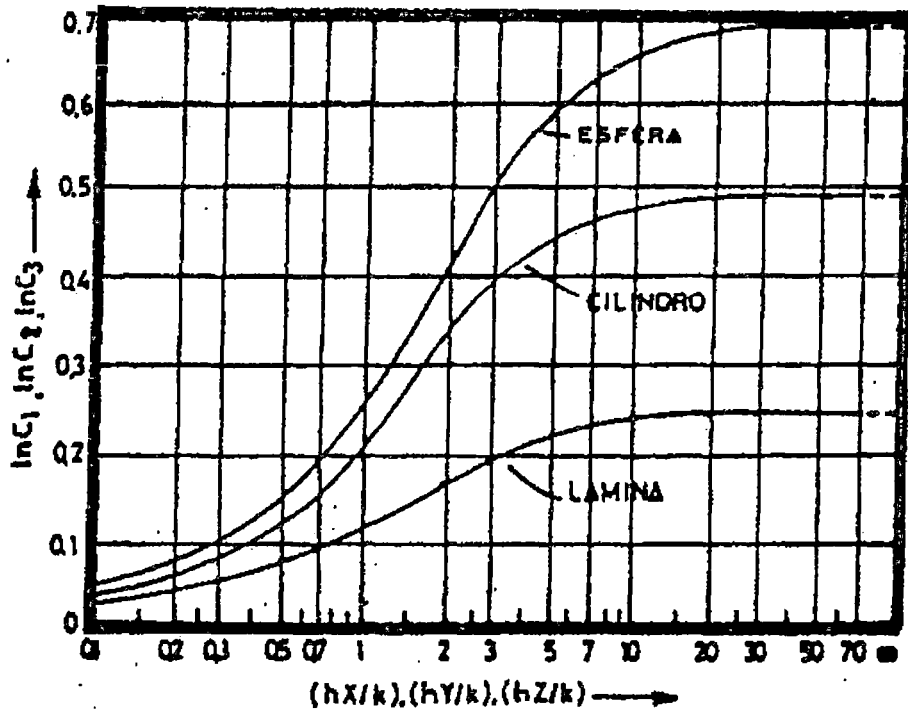


Figura N° 03: Valores de  $\ln C_0$ , respectivamente de  $\ln C_1$ ,  $\ln C_2$ ,  $\ln C_3$ , para laminas, cilindros y esferas.

Fuente: (PLANK, 1977).

### **Tiempo de congelación**

$$t = \rho/\theta (P d/h + R d^2/k) \quad (1)$$

$$\rho = H L_f \delta \quad (\text{m})$$

Donde:

t = Tiempo de congelación.

P y R = Factores de forma de la ecuación de Planck.

d = Espesor de la lamina a congelar.

$\rho$  = Calor latente por unidad de volumen.

H = Porcentaje de humedad del producto.

$L_f$  = Calor latente de fusión.

$\delta$  = Densidad del producto.

**(CHARM, 1971).**

### **B – 1 Flujo unidireccional**

Para lamina: P = 1/2 y R = 1/8

Para cilindro: P = 1/4 y R = 1/16

Para esfera: P = 1/6 y R = 1/24

### **B – 2 Flujo polidireccional**

Para un bloque, las dimensiones están expresadas en términos de la longitud del lado más corto; por lo tanto, las dimensiones podrán ser:

$$D \times B_1 D \times B_2 D \quad (n)$$

Siendo:

$D$  = Longitud del lado mas corto del bloque a congelar.

$B_1$  y  $B_2$  = Constantes del diagrama de Ede (1974)

Los valores de  $P$  Y  $R$  están en función de  $B_1$  y  $B_2$ ; pueden ser obtenidas de la representación grafica de las constantes de Plank, pudiendo emplearse cualquier sistema de unidades. (CHARM, 1971).

### Tiempo total de congelación

$$T_{\theta} = T_k + t \quad (o)$$

Donde:

$T_{\theta}$  = Tiempo total de congelación. (PLANK, 1977).

Nagaoka et al, propusieron correcciones basadas en resultados experimentales, a fin de reducir las inexactitudes de la ecuación básica de Plank, siendo la expresión resultante la siguiente: (RIOS LA ROSA, 1978).

$$T_{\theta} = H (C_w (t_a - t_g) + L_f + C_i (t_g - t_{\theta})) (1 + 0.00445 (t_a - t_g))$$

$$\delta/\theta (P d/h + R d^2/k_i) \quad (p)$$

Donde:

$C_w$  y  $C_i$  = Calores específicos del agua y del hielo.

$t_{\theta}$  = Temperatura final de congelación.

$k_i$  = Conductividad térmica del hielo.

Si los alimentos están empaquetados, es preciso añadir la resistencia de los materiales de embalaje y la de los espacios ocupados por aire, que siempre existen pero que son difíciles de evaluar. (PLANK, 1977).

Si  $k_1, k_2$ , son índices de conductividad térmica y  $e_1$  y  $e_2$ , los espesores de cada una de las capas de envoltura del alimentos, se tiene: (PLANK, 1977).

$$\sum_{e=1}^{e=n} \frac{e_e}{k_e} = \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \dots + \frac{e_n}{k_n} \quad (q)$$

Y:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h} + \sum_{e=1}^{e=n} \frac{e_e}{k_e} \quad (r)$$

Donde:

$$\sum_{e=1}^{e=n} \frac{e_e}{k_e} = \text{Resistencia térmica de los empaques.}$$

$h$  = Coeficiente de transferencia de calor.

$U$  = Coeficiente de transferencia de calor modificado.

$1/U$  = Resistencia total a la transmisión de calor.

El Cuadro N° 08 muestra algunas características de los empaques empleados en congelación de alimentos.

**Cuadro N° 08: Valores de orientación sobre características de los laminados más empleados en el empaque de congelados.**

N°	Características	Celofán normal	Celofán resistente al clima AST	Polietileno	Polietileno con capa de celofán
1	Grosor de uso comercial (micras)	20 a 40	20 a 45	25 a 200	50 a más
2	Peso específico (Kg/dm <sup>3</sup> )	1,45	1,40 a 1,45	0,92	1,2
3	Calor específico (Kcal/Kg °C)	--	--	0,55	--
4	Coefficiente de conductividad térmica (Kcal/m °C)	--	0,06 a 0,09	0,26	--
5	Absorción de agua, tiempo de inmersión 24 horas (%)	Alta	Alta	0,01	--
6	Permeabilidad al vapor de agua a 37,8 °C y gradiente de humedad del 09% al	Muy alta	3 a 12	8 a 12	12
7	0%				
8	Permeabilidad al vapor de agua a – 15°C y un gradiente de humedad del 100% al 65%	300	0,3 a 0,5	0,03	0,04
9	Permeabilidad al aire (gradiente de presión 250 mm de agua (cm <sup>3</sup> / dm <sup>2</sup> ))	0,1 Impermeable	casi 0 Impermeable	0,4 a 0,8 Poca	0,1 Muy poca
10	Permeabilidad grasas y aceites Permeabilidad olores	Impermeable		Fuerte	Muy poca

**Fuente: (PLANK, 1977).**

### 2.3. PROCESOS DE CONGELACIÓN

Según el Instituto Internacional del Frío, las diferentes partes del producto pasan por distintas fases en tiempos diferentes, en donde se suceden tres etapas térmicas:

a) Pre-congelación.

Es el lapso de tiempo entre el momento en que el producto, a su temperatura original, es sometido a un proceso de congelación y el instante en que comienza la cristalización del agua.

b) Congelación.

Período durante el cual la temperatura es casi constante en un punto dado; el calor extraído se emplea en transformar la mayor parte del agua en hielo.

c) Reducción de la temperatura de almacenamiento

Período durante el cual la temperatura se reduce desde la temperatura a la que la mayor parte del agua congelada se ha transformado en hielo, a la temperatura final deseada.

d) Control físico (exudado).

El exudado es el líquido que libera el producto descongelado. La cantidad depende de la frescura inicial de la materia prima, temperatura y tiempo de almacenamiento del producto congelado.

El exudado puede ser menor que el 5% cuando el producto es fresco y en caso contrario puede ser mayor del 20%. El límite máximo tolerante debe ser aproximadamente menor de 10% (RIOS LA ROSA, 1978).

### **2.3.1. Curvas de congelación de alimentos.**

Los alimentos están constituidos por un número elevado de solutos disueltos en agua.

Cuando se registra la Temperatura vs. Tiempo de un alimento a congelarse los puntos experimentales adoptan una curva característica llamada "Curva de Congelación de Alimentos" y que básicamente consta de tres fases bien definidas.

#### **2.3.1.1. Fase I.**

En éste se produce la refrigeración del producto a congelar, la temperatura desciende en forma rápida hasta la temperatura crioscópica o temperatura de congelación, no existe cambio de estado. Se conoce esta fase con el nombre de zona de pre-enfriamiento.

#### **2.3.1.2. Fase II.**

Es el período de cambio de fase. Una vez que se alcanza el punto de congelación no se observa variación de temperatura, retirándose gradualmente el calor latente de solidificación, es decir, se produce gradualmente un cambio de estado.

#### **2.3.1.3. Fase III.**

Se denomina período de templado. Una vez alcanzada la conversión total de agua en hielo nuevamente se inicia un gradual y permanente descenso de la temperatura.

En alimentos, este comportamiento es muy claro, ya que la conversión de parte del agua en hielo implica un incremento en la concentración de diversas sales en el agua líquida remanente, consecuentemente se produce un descenso en el punto de congelación.

El proceso de congelación en los alimentos, es más complejo que la congelación del agua pura. Los alimentos al contener otros solutos disueltos, además de agua pura, presentan un comportamiento de congelación similar al de las soluciones.

La evolución de la temperatura con el tiempo durante el proceso de congelación es denominada curva de congelación. (EARLE, 1979).

### **2.3.2. Congelación IQF (Individual quick freezing).**

IQF son las siglas que en inglés significa Individual Quick Freezing o congelado rápido de manera individual. Consiste en que se deja el producto a ser congelado por lo general en un túnel de frío y acondicionado uno por uno sin tocarse, a temperaturas muy bajas y a su salida el producto tiene la apariencia de estar petrificado por el frío. Luego las piezas se acondicionan en cajas quedando sueltas y separadas y a veces con una lamina de plástico.

**Tipos de congelado IQF.-** Las formas de obtener productos congelados IQF son básicamente dos:

- a) Inmersión en Nitrógeno líquido a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para congelar la superficie del producto de tal forma que sea instantánea.
- b) Mediante un movimiento continuo o rotación del producto durante el proceso de congelado en un equipo diseñado para tal fin o propósito.

Ambas tecnologías evitan que el producto se pegue obteniéndose un 100% de la producción IQF, incluso para productos con alto contenido de agua.

Este proceso de congelación rápida permite los cristales de hielo que se forman de las células de los tejidos sean de tamaño muy pequeño de esta manera se evitan que las paredes celulares que conforman los tejidos se rompan y se deterioren. Por lo tanto al descongelar el producto no presente derrame de fluidos celulares lo cual garantiza una textura, valor nutritivo y sabor igual al producto fresco.

Adicionalmente el uso de esta técnica garantiza que los productos no necesiten ningún tipo de químicos o preservantes para su conservación. Además es importante resaltar que gracias a los cambios drásticos de temperatura se reduce de forma importante la presencia de carga microbiana en el producto (López, 1994).

**Beneficios del congelado IQF según Eggen; 1998:**

- Fácil y rápida preparación.
- Buena conservación de nutrientes.
- Uso de 100% del producto.
- Se evita mermas por proceso y almacenaje.
- Mejora la microbiología del producto.
- Alargamiento de vida útil del producto.

### 2.3.3. Estándares microbiológicos para marisco.

Uno de los principales efectos del congelado en alimentos es su acción inhibidora sobre los microorganismos y en algunos casos su eliminación. Por otro lado en la congelación de mariscos se considera algunos estándares microbiológicos las mismas que se muestran en el Cuadro N° 09. Siendo esta una garantía y justificación para estos productos.

**Cuadro N° 09 Estándares microbiológicos para mariscos.**

TIPO DE MICROORGANISMO	Ufc/g
Recuento total de gérmenes	< a $10^5$
Coliformes (NMP)	< a 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	< a 100
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	< a 100

Ufc/g: Unidades formadoras de colonias por gramo.

**Fuente:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1989).

## 2.4. OPERACIONES EN EL PROCESO DE CONGELADO

### 2.4.1. Transporte y recepción de la materia prima

El transporte se realiza en cámaras isotérmicas para mantenerlo fresco durante el trayecto a la sala de proceso.

Kreuzer, R. (1974), manifiesta que en algunos países se exige que el producto sea entregado a las plantas de procesamiento con concha o valva.

Si la distancia a las plantas de procesamiento es considerable entonces se estima que el producto sea transportado sin concha.

En esta operación o fase se inspecciona el grado de frescura de la materia prima haciendo un estudio cualitativo y cuantitativo, como también un análisis físico sensorial. (MEYER, 1984).

#### **2.4.2. Eviscerado.**

Eliminación de la parte visceral empleando un instrumento especial o adecuado como el cuchillo. El corte realizado es de acuerdo al tipo de molusco.

#### **2.4.3. Lavado**

Se realiza con chorros de agua clorada de 5 ppm aproximadamente, con la finalidad de eliminar la arena, materiales extraños que posteriormente aceleran la descomposición de la materia prima. (MEYER, 1984).

#### **2.4.4. Desinfección**

El producto en proceso debe ser sumergido por 30 ó 60 segundos en agua fría clorinada (3 ppm de cloro residual), para reducir la flora bacteriana. (WOOD, 1976).

#### **2.4.5. Escurrido**

El escurrido debe realizarse inmediatamente después de la desinfección en un tiempo aproximado de 5 a 10 minutos, utilizando para tal efecto, un tamiz o bandeja de plástico con fondo agujereado, de gran superficie y poca altura para facilitar el escurrido del producto. (WOOD, 1976).

#### **2.4.6. Clasificación y pesaje**

Consiste en seleccionar el producto de acuerdo al tamaño y comercialmente referido al número de piezas por libra de peso.

#### **2.4.7. Estibado en bandejas**

El producto es estibado individualmente dentro de una bandeja de aluminio (con fondo perforado), en capas intercaladas con láminas de polietileno de baja densidad, hasta una altura de 4 a 5 niveles.

#### **2.4.8. Congelación**

En la congelación se utilizan congeladores de placa de contacto (tipo horizontal), también de aire forzado (túnel de congelación).

El primero se emplea para productos envasados en bloques y el segundo para productos en forma individual, debido a que en ambos se logra una congelación rápida. ((WOOD, 1976). El proceso de congelación debe considerarse concluido cuando la temperatura del producto sea no mayor de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el centro térmico después del proceso de congelado.

#### **2.4.9. Descarga del producto congelado**

La descarga del producto congelado que contiene la bandeja, se debe realizar en la zona de empaque inmediatamente después de haber terminado la operación del congelado. (WOOD, 1976).

#### **2.4.10. Empacado del producto**

Los productos individuales son separados de las láminas, depositados en recipientes de aluminio y colocados en bolsas de polietileno; estos son pesados, sellados y empacados en cajas de cartón corrugado para su almacenamiento. (IBARCENA, 1985).

#### **2.4.11. Almacenamiento**

Los productos empacados luego de ser correctamente apilados en “parihuelas”, son trasladados inmediatamente a la cámara frigorífica. La temperatura de almacenamiento de la cámara debe ser de -25 °C con una fluctuación que no sea más o menos de 3 °C. (IBARCENA, 1985).

#### **2.4.12. Transporte**

Las unidades de transporte de productos congelados deben tener un aislamiento adecuado para mantener la temperatura correcta y mantenerlos constantemente limpios y libres de olores extraños. La temperatura en el transporte y en la entrega debe mantenerse por debajo de -18 °C de acuerdo a la recomendación del Instituto Internacional del Frió. (IFOP, 1990).

#### **2.4.13. Descongelación**

Durante la descongelación se libera el exceso de agua absorbida por el músculo durante el lavado e inmersión prolongada en agua. Esto presenta un inconveniente comercial y se refleja con el problema de falta de peso y para atenuarlo debe lavarse con solución salina al 3%.

La técnica recomendable para descongelar un producto es la de utilizar aire frío en reposo, a fin de ayudar a la reabsorción del agua de fusión del hielo en el tejido, reduciendo la exudación y evitando el reblandecimiento, pero la desventaja de esta técnica es el tiempo prolongado que se emplea. En el caso de efectuarse el método del descongelado rápido este debe llevarse a cabo sumergiendo el producto envuelto previamente en bolsas de polietileno en agua fluyente. (HERMANN, 1976).

## **2.5. INSUMOS BÁSICOS A UTILIZAR.**

### **2.5.1. Solución clorada**

En condiciones normales de temperatura y presión el cloro es un gas de color amarillo verdoso de olor penetrante. Es extremadamente reactivo, por lo que en la naturaleza no lo encontramos en estado puro sino combinado, formando mayoritariamente sales metálicas, de las cuales la más abundante es el cloruro sódico. El 0,045 % de la corteza terrestre está compuesta por combinaciones de cloro, que representa el 2,9 % de los océanos. Una solución clorada tiene efecto desinfectante.

### **2.5.2. Polifosfatos**

Los polifosfatos son polímeros o más exactamente policondensados de las sales sódicas o potásicas de los ácidos metafosfóricos. (MULTON, 1988).

**Funciones:**

- Poder de retención de agua en la carne.
- Mejora el sabor del alimento y prolonga su plazo de conservación.
- Ejerce influencia positiva sobre la textura y homogeneidad de la carne.
- Mejora la eficiencia del blanqueado.

## **2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial es el análisis del alimento y otras características por medio de los sentidos; es decir, es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos y microbiológicos.

Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos y análisis; o sea, sus cinco sentidos. (ANZALDUA, 1996).

La evaluación sensorial, entonces es la medición y cuantificación de las características de un producto, ingredientes o modelo, las cuales son

percibidas por nuestros sentidos, dichas características por su importancia son:

**Apariencia** : color, tamaño, conformación y uniformidad.

**Olor** : miles de compuestos volátiles que constituyen el aroma.

**Gusto** : dulce, amargo, salado y ácido.

**Textura** : propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad.

**Sonido** : aunque de poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo de investigación, se realizó en la Planta PROPESUR (Productos Pesqueros del Sur) ubicado en el Parque Industrial. Las pruebas se efectuaron en una cámara de congelación con aire forzado.

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos se realizaron en los siguientes laboratorios:

- a. Centro de Producción de Tecnología Pesquera (CEPROTEP) de la FAIP/ UNJBG.
- b. Laboratorio de Tecnología Pesquera de la FAIP / UNJBG.
- c. Laboratorio de Microbiología de la FACI / UNJBG.

#### 3.2. MATERIA PRIMA.

Para el desarrollo de éste trabajo de investigación se utilizó como materia prima abalones (*Concholepas concholepas*) provenientes del desembarcadero artesanal de Morro Sama, fueron adquiridos 40 Kg y de inmediato fueron transportados en cajas de tecnopor con hielo hasta el centro de proceso.

### 3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

#### 3.3.1. Equipos

- a) **Túnel de congelamiento.** El método de congelación utilizado fue por aire forzado, cuya velocidad promedio de enfriamiento es de 5 m/s, refrigerante R-502 y la temperatura promedio de congelamiento es de -30 °C.

El túnel está conformado por: la cámara de tres toneladas de capacidad, con un compresor de 10 HP, un condensador enfriado con dos ventiladores marca BOHN-AMERICANA.

- b) **Termo registrador.** Marca SHIMADEN CO, LTD eléctrico 220V 60Hz con una escala de temperatura -50 °C a 150 °C, contando con 06 termocuplas.

- c) **Cámara de almacenamiento congelado.** Está conformada por la cámara de almacenamiento de 3 toneladas de capacidad, un compresor de 07 HP, un condensador enfriado por dos ventiladores de marca BOHN-AMERICANA, refrigerante R-502 y temperatura de almacenamiento de -22°C.

- d) **Rash o coches porta bandejas.** Con medidas de 2,60m x 0,70m x 1,60m, capacidad para 14 bandejas de aluminio.
- e) **Bandejas de aluminio con base perforada.** Con medidas de 0,70m x 0,40m x 0,05m.
- f) **Selladora de envases flexibles.** 220v fabricación americana.
- g) **Balanza analítica.** De precisión marca Metter Ajiso capacidad máxima 150 g Industria australiana.
- h) **Estufa.** Marca Memmert modelo U400 rango de temperatura 0 °C a 220 °C Industria alemana.
- i) **Mufla.** Marca Thermolyne, type 1500 Furnace. Rango de temperatura 0° C a 1200 °C Industria americana.
- j) **Equipo extractor Soxhelt.** Marca Labline. Instruments INC Rango de temperatura 0 °C a 370 °C Industria americana.
- k) **Equipo Microkjeldahl.** Marca Labconco.

- I) **Material de vidrio diverso para análisis.** Probetas, pipetas, vasos, erlenmeyer, balón, otros.

### **3.4. MÉTODOS Y CONTROLES ANALÍTICOS.**

#### **3.4.1. De la materia prima**

##### **3.4.1.1. Análisis físico organoléptico**

###### **a) Análisis físico:**

Se realizaron mediciones morfométricas del recurso (longitud, ancho, peso y altura).

###### **b) Análisis sensorial.**

Se determinó el grado de frescura y calidad a través de la evaluación de los siguientes parámetros (color, olor, apariencia general).

**Cuadro N° 10: Estándares Organolépticos en la Evaluación del abalón**

CARACTERÍSTICAS	ESTADO DE FRESCURA	
	Fresco	Deteriorado
Color	Normal característico a la especie	Maltratado, despigmentado
Olor	A mar y algas	A ácido sulfhídrico
Apariencia general	Característico a la especie fresca	Amarillento

**Fuente: elaboración propia**

#### **3.4.1.2. Análisis químico proximal de materia prima y en el producto final**

Se realizaron por duplicado, teniendo en cuenta los métodos y pautas oficiales de la AOAC: (Association of Official Analytical Chemists International) Asociación Internacional de Análisis Químicos Oficiales, y el manual del ITP (Instituto Tecnológico Pesquero). Los análisis fueron:

- **Humedad**

Se determinó mediante desecación, colocando la muestra en la estufa a 105 °C por 4 horas, hasta obtener un peso constante.

- **Proteínas**

Se determinó mediante el método Kjeldahl, el cual nos permite determinar el nitrógeno total, que

multiplicado por el factor 6,25 (para carnes); se obtiene el porcentaje de proteína.

- **Grasas**

El método utilizado fue el Soxhlet, cuyo fundamento es la extracción de la grasa mediante un solvente (hexano) y luego eliminar el solvente por evaporación.

- **Cenizas**

Se realizó utilizando el método de incineración en la mufla a 600 °C por espacio de 4 horas, con el fin de obtener las sales minerales.

- **Carbohidratos**

Se realiza por diferencia del 100% los porcentajes de humedad, proteínas, grasas y cenizas.

### **3.4.1.3. Análisis microbiológico en la materia prima y en el producto final**

Las pruebas microbiológicas se realizaron teniendo en cuenta la metodología recomendada por I.C.M.S.F. y el Instituto Tecnológico Pesquero (ITP).

Las pruebas microbiológicas fueron:

- a) Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables (Método del Recuento Estándar en Placas).
- b) Enumeración de Coliformes (Técnica del número más probable).
- c) Enumeración de *Staphylococcus aureus* (Método de siembra directa en placas).
- d) Investigación de *Salmonella sp* (Método de siembra en placas).

### **3.4.2. Del producto en proceso.**

#### **3.4.2.1. Evaluación sensorial.**

Durante el desarrollo de las pruebas, se emplearon jueces semi entrenados y no entrenados.

##### **a) Prueba de ranking**

El Tes. se emplea para las siguientes pruebas:

La presentación de las muestras a los panelistas se llevó a cabo teniendo en cuenta lo siguiente: la hidratación de las muestras de abalón sumergidos

en cremolada por 04 periodos de tiempo (1, 2, 3 y 4 horas), su codificación fue a través de símbolos a fin de no inducir preferencia alguna al panelista.

Se procedió a dar una breve explicación acerca de las pruebas (panelistas son los trabajadores de la planta) y se les pidió que ordenen las muestras de acuerdo a su preferencia considerando el atributo correspondiente a cada prueba. Los resultados fueron llevados a un cuadro y evaluados mediante la prueba de ranking.

### **3.4.3. Del producto final**

#### **3.4.3.1. Control físico (Exudado).**

Para realizar la prueba de exudado se tomó un kilogramo de producto congelado y se colocó en una canastilla y se dejó descongelar por una hora aproximadamente, bajo sombra, a temperatura ambiente (20 °C), luego se procedió a pesar el producto, determinándose el porcentaje de exudado.

#### **3.4.3.2. Balance de materia**

Para realizar el balance de materia en la elaboración del producto, se procedió a controlar los pesos durante cada una de las etapas del proceso tecnológico, con la finalidad de determinar el rendimiento en cada etapa, para finalmente reportar el rendimiento del producto final expresada en porcentaje.

### **3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.**

Durante el desarrollo del trabajo se llevaron a cabo 03 experimentos con sus respectivas variables, las mismas que serán evaluadas sensorialmente a fin de seleccionar la mejor según la aceptabilidad de los panelistas. El proceso se desarrolló de acuerdo a la figura N° 04.

#### **3.5.1. Experimento 1.**

Según el diseño experimental se realiza para encontrar el tiempo óptimo de hidratación, considerándose para ello 04 tiempos a una temperatura constante, seguidamente fueron evaluadas sensorialmente (color, olor, apariencia general) a fin de elegir una de ellas según la aceptabilidad de los panelistas.

Prueba 1: hidratación	1hora
Prueba 2: hidratación	2horas
Prueba 3: hidratación	3horas
Prueba 4: hidratación	4horas

### **3.5.2. Experimento 2.**

Para determinar la mejor acción de sal por inmersión del producto a través de tres concentraciones de polifosfato (0,1%; 0,2%; 0,3%), en la solución de cremolada, con un tiempo constante (5 segundos), considerándose la influencia de la solución de cremolada sobre el exudado del producto.

Prueba 1: inmersión cremolada + 0,1% polifosfato

Prueba 2: inmersión cremolada + 0,2% polifosfato

Prueba 3: inmersión cremolada + 0,3% polifosfato

Prueba 4: inmersión cremolada

### **3.5.3. Experimento 3**

Para determinar el tiempo de congelación, se fue ubicando la termocupla en tres posiciones diferentes (1/4,1/3,1/2) del largo de la bandeja, con el objeto de encontrar el punto donde se requiere más tiempo para alcanzar la temperatura crioscópica.

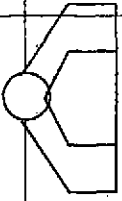

MATERIA PRIMA	EVICERADO	LAVADO	HIDRATADO	EVALUACIÓN SENSORIAL	DESINFECCIÓN	INMERSIÓN	PLAQUEO	CONGELADO	DESCONGELADO
									
ANÁLISIS, CONTROLES Y PARÁMETROS									
Color Olor Tamaño Análisis proximal Análisis microbiológico	Extracción de vísceras	Residuos de vísceras Residuos Jugos 5 ppm cloro	T = 5 °C $\theta$ = 1 hora $\theta$ = 2 horas $\theta$ = 3 horas $\theta$ = 4 horas	Color Olor Apariencia	DINAMIN al 0.03%	Cremlada 5 °C Polifosfato: 0,0 % 0.1 % 0.2 % 0.3 %  $\theta$ = 5 seg.	Placas Acero inoxidable Laminas Poliétileno 3 -- 4 $\mu$	Túnel de congelado -30 °C 80% HR Tiempos de congelado	Producto descongelado: - Exudado - Balance de materia

Figura N° 4: Diseño experimental del congelado de abalón (*Concholepas concholepas*) IQF tipo de exportación

Fuente: Elaboración propia

### **3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO.**

#### **3.6.1. Recepción de la materia prima**

La materia prima utilizada para el presente trabajo de investigación es el abalón (*Concholepas concholepas*), fue adquirido en el desembarcadero artesanal de Morro Sama, transportada en cajas de tecnoport con hielo hasta el lugar de proceso.

Al recepcionar se realizó el examen físico-sensorial y se separarán las especies dañadas. Se tomaran muestras para realizar el análisis microbiológico y proximal del abalón fresco.

#### **3.6.2. Eviscerado**

Una vez pesado el producto se procedió a distribuir en las mesas para que se extraigan las vísceras, sifones y opérculo o uña, para esta operación se usaron cuchillos, teniendo cuidado de no cortar el músculo.

#### **3.6.3. Lavado**

La materia prima fue lavada en agua fría con el propósito de eliminar parte de las vísceras y residuos de jugos viscerales y

cualquier materia extraña que acelere la descomposición, para su desinfección se usó 5 ppm de cloro en la solución.

#### **3.6.4. Hidratación**

Se consideró en esta fase 04 tiempos de hidratación a temperatura constante.

#### **3.6.5. Desinfección**

Al concluir la hidratación, el producto fue retirado de las tinajas de canastillas, para lo cual se preparó una solución de Dinamin al 0.03% (por 50 litros de agua = 15 ml de desinfectante), la desinfección se realiza por inmersión eliminando así la carga microbiana.

#### **3.6.6. Plaqueado**

Se prepararon placas de acero inoxidable cubiertas de plástico de polietileno de 3 a 4 micras de espesor para evitar el contacto del metal con el producto y facilitar el desbloqueo.

Se coloca el producto en las placas formando tres capas para el congelado, colocando la parte blanda hacia arriba. Estas placas

se colocaron finalmente en anaqueles que se encuentran en túneles.

#### **3.6.7. Congelado**

Las bandejas de aluminio fueron colocadas en coches transportadores para luego ser trasladadas al túnel de congelación, a una temperatura de -30 °C y 80% HR.

#### **3.6.8. Desbloqueo y pesado**

Una vez congelado el producto se descargó el túnel, volteando las placas en cajas plásticas para ser pesadas y almacenadas.

#### **3.6.9. Desmanche o maquillado**

Consistió en separar las placas manchadas de color verde o lila debido a la ruptura de la hiel. Asimismo residuos de vísceras o sifones que permanezcan después de congelar.

#### **3.6.10. Codificado**

El codificado se realizó teniendo en cuenta la cantidad de piezas por kilo las cuales tuvieron que ser parejas en cada código.

Los rangos fueron: 6/8, 9/12, 13/15, 16/20, 21/25, 26/30, 31/40, 41/60, 61/80 y 81/100.

#### **3.6.11. Glaseado**

Consistirá en preparar una solución de agua fría aproximadamente de 2 a 3 °C con 1,5 a 2 ml de Dinamin al 0,03% como desinfectante por un tiempo de 5 segundos para que el glaseado sea firme; estando el producto a una temperatura de -18 °C a -22 °C el cual se sumerge en esta agua preparada y por diferencia de temperatura el agua que esta a 2 °C va a formar una capa de hielo alrededor del producto.

#### **3.6.12. Empacado**

El producto fue colocado en bolsas de polietileno, sellado y posteriormente colocados en cajas de cartón master corrugado.

#### **3.6.13. Almacenamiento**

El producto se ubicó en la cámara de almacenamiento con aire forzado a una temperatura de -25 °C y 85% HR.

### **3.7. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DEL TIEMPO TOTAL DE CONGELACIÓN**

La finalidad fue determinar el tiempo que emplea el molusco abalón en congelarse, por lo que, las determinaciones tanto en forma experimental como mediante fórmulas analíticas, se hicieron para una bandeja con tres capas de producto, separadas por láminas de polietileno.

La determinación del tiempo total de congelación se realizó de la siguiente manera:

#### **3.7.1. Determinación experimental del tiempo de congelación**

La determinación del tiempo de congelación, se realizó empleando un termoregistrador, que fue instalado en la capa central de la bandeja con los productos a congelar. Se conectaron también un terminal para el registro de la temperatura de la cámara de congelamiento.

Se realizaron dos pruebas para determinar el tiempo experimental de congelación, de las cuales se eligió una de ellas basándose en los mejores resultados obtenidos.

La temperatura inicial del producto a congelar fue de 10 °C, la temperatura de la cámara de -30 °C y la temperatura final de congelamiento de -18 °C.

### **3.7.2. Determinación del Tiempo mediante el empleo de fórmulas analíticas**

Las ecuaciones analíticas que se emplearon para el cálculo del tiempo son las siguientes:

#### **3.7.2.1. Ecuaciones de Plank**

Para el cálculo del tiempo total de congelación: Ver  
2.2.2

#### **3.7.2.2. Ecuaciones de Nagaoka et al**

Para el cálculo del tiempo total de congelación: Ver  
2.2.2

## CAPITULO IV

### HIPÓTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

#### 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Es posible realizar el congelado IQF del abalón (*Concholepas concholepas*) tipo exportación sin alterar las características físico químicas y sensoriales de dicho producto.

#### 4.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Los principales factores de investigación del presente estudio han permitido la identificación de variables que serán evaluados de acuerdo al diseño experimental.

##### 4.2.1. Variables independientes:

- Tiempo de hidratación.
- Temperatura de hidratación.
- Tiempo de inversión.
- Concentración de polifosfatos.
- Temperatura de congelación (túnel).

#### **4.2.2. Variables dependientes**

- Características sensoriales (olor, color, apariencia general).
- Variación de peso por hidratación.
- Porcentaje de exudado de descongelado.
- Tiempo total de congelado.

#### **4.2.3. Indicadores**

- Color de producto; plumizo claro y zonas claras.
- Olor del producto; a mar ó algas frescas.
- Exudado después de descongelado < 10%.
- Tiempo de paso por zona crítica de congelado  $\leq 2$  horas.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1. DE LA MATERIA PRIMA

##### 5.1.1. Análisis físico sensorial

##### 5.1.1.1. Análisis físico

La materia prima utilizada fue de 6,8 cm de largo, lo que equivale aproximadamente a 22 piezas por kilogramo, con un peso promedio de 45 g por Unidad.

**Cuadro N° 11: Dimensiones del abalón (*Concholepas concholepas*) - Parte comestible**

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES (PROMEDIO)
Longitud	6,8 cm
Ancho	3,0 cm
Altura	2,0 cm
Peso	47,0 g

**Fuente: elaboración propia**

##### 5.1.1.2. Análisis organoléptico

La evaluación organoléptica de frescura del abalón para las muestras tomadas al azar dieron como resultado los siguientes datos que se muestran en el Cuadro N° 12, por lo que se puede decir que se trabajo una materia prima de calidad aceptable.

**Cuadro N° 12: Características organolépticas del abalón (*Concholepas concholepas*) - Parte comestible.**

CARACTERÍSTICAS	ESTADO DE FRESCURA
	FRESCO
1.- Color	Normal característico a la especie
2.- Olor	A mar y algas
3.- Apariencia general	Característico a la especie fresca

**Fuente: Elaboración propia**

#### 5.1.1.3. Análisis químico proximal

**Cuadro N° 13: Composición química del abalón (*Concholepas concholepas*) - Parte comestible**

COMPONENTE	PROMEDIO (%)
Humedad	75,97
Proteínas (N 6,25)	20,45
Grasas	0,37
Cenizas (sales minerales)	1,39
Carbohidratos	1,82
TOTAL	100,00

**Fuente: Elaboración propia**

Los resultados del análisis químico como se puede apreciar en el cuadro N° 12, en el caso del producto fresco lo porcentajes (%) de los valores en los diferentes componentes del abalón, humedad, proteína, grasa, cenizas y carbohidratos del molusco abalón (*Concholepas concholepas*) se encuentran dentro de los rangos reportados en la citas bibliográficas. Estos valores pueden ser afectados por varios factores como son: la zona de extracción, alimentación, hábitat, etc.

#### 5.1.1.4. Análisis microbiológico

**Cuadro N° 14: Análisis microbiológico del abalón (*Concholepas concholepas*) - Parte comestible**

PRUEBAS	CANTIDAD (Ufc/g)
Acrobios Mesófilos Viables (NGAV)	$5 \times 10^7$ ufc/g
Coliformes totales (NMP)	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia

**Fuente: Elaboración propia**

Se observa en el cuadro N° 13 la presencia de bacterias mesófilas viables en el abalón, esto se debió probablemente a una ligera contaminación que se produjo durante el transporte, los mismos que se

encuentran dentro de los límites permitidos por los estándares establecidos.

Los resultados en la determinación de bacterias Coliformes totales, ***Staphylococcus aureus***, ***Salmonella sp.***, indican su ausencia de estos microorganismos. Por consiguiente se considera un producto apto para el consumo humano directo.

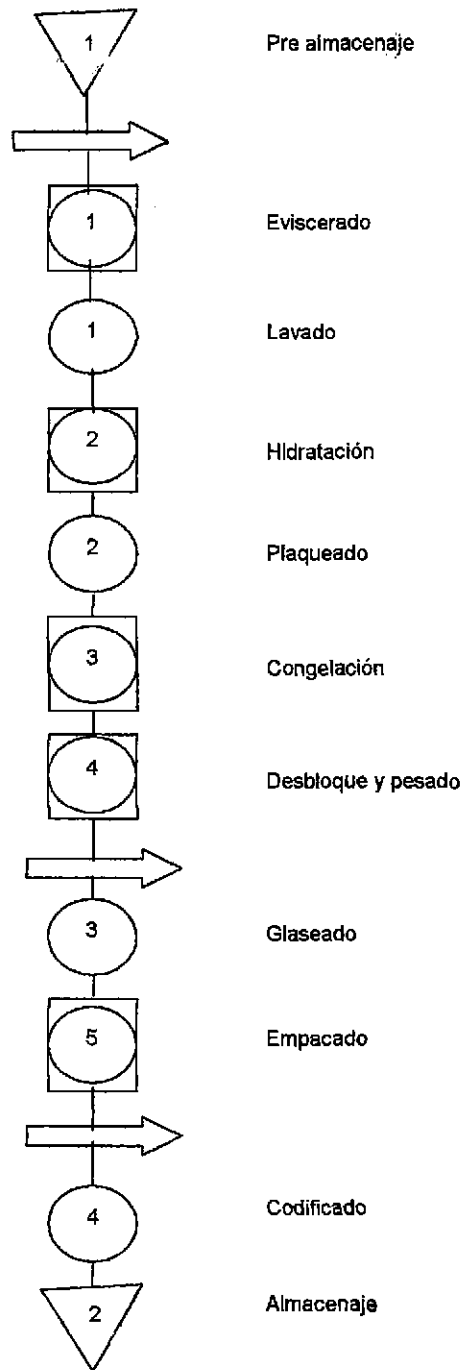


Figura N° 05: Diagrama de proceso de congelado del abalón

## **5.2. PARTE EXPERIMENTAL PROCESO DEL CONGELADO DE ABALON (*Concholepas concholepas*) IQF TIPO EXPORTACIÓN**

Las diversas operaciones realizadas para el congelado del abalón se ilustran en la figura N° 05. Así mismo los aspectos evaluados consisten en los siguientes experimentos:

Experimento 1: Evaluación sensorial (color, olor, apariencia general).

Experimento 2: Evaluación del proceso de inmersión.

Experimento 3: Tiempo de refrigeración y congelado.

### **5.2.1. Experimento 1**

Se realizó la evaluación sensorial, obteniendo los siguientes resultados:

#### **5.2.1.1. Color.**

Los resultados obtenidos en la evaluación del color se muestran en el cuadro N° 15 y según dichos resultados y en análisis de varianza respectivo se encontró que las muestras A y B no muestran diferencia significativa al 5% de probabilidad, por lo tanto los jueces consideraron que para 1 ó 2 horas de hidratación del molusco, su color permanece en

buenas condiciones; sin embargo a la 3ra y 4ta hora ya se observaron cambios en su coloración, lo cual no fue aceptada por los jueces al momento de su evaluación.

**Cuadro N° 15: Resultados de la evaluación sensorial (Color) del abalón después de la hidratación**

Muestra	A	B	C	D	TOTAL
Panelista					
1	5	4	2	3	14
2	4	4	3	4	15
3	3	5	1	2	11
4	3	4	2	2	11
5	3	4	2	2	11
6	5	3	1	2	11
7	4	3	2	3	12
8	3	4	1	1	9
9	4	3	1	1	9
10	3	4	2	3	12
11	3	4	2	2	11
12	4	3	1	3	11
13	3	4	2	1	10
TOTAL	47	49	22	29	147
Promedio	3,62	3,77	1,69	2,23	

**Fuente: Elaboración propia**

A = 1 hora

B = 2 horas

C = 3 horas

D = 4 horas

**5.2.1.2. Olor.**

Los resultados de la evaluación sensorial olor se reporta en el cuadro N° 15 en donde las muestras A y B no tienen diferencia significativa al 5% de probabilidad, por lo tanto en la 1era y 2da hora de hidratación, el grado de frescura no varía significativamente, debido a que el olor a frescura se mantiene, en cambio los jueces determinaron que a la 3ra y 4ta hora si existe diferencia significativa en cuanto al olor se refiere.

**Cuadro N° 16: Resultados de la evaluación sensorial (Olor) del abalón después de la hidratación.**

Muestra	A	B	C	D	TOTAL
Panelista					
1	3	4	2	2	11
2	4	3	3	1	11
3	3	1	1	1	6
4	3	3	2	2	10
5	4	3	2	2	11
6	2	3	1	3	9
7	2	2	2	1	7
8	4	2	1	2	9
9	4	2	1	3	10
10	3	1	2	2	8
11	3	3	2	1	9
12	4	2	1	4	11
13	3	2	2	1	8
TOTAL	42	31	22	25	120
Promedio	3,23	2,38	1,69	1,92	

**Fuente: Elaboración propia**

### 5.2.1.3. Apariencia general.

Los resultados se pueden ver en el cuadro N° 17 donde los jueces concluyen que la muestra A y B no tienen diferencia significativa al 5% de probabilidad y que tanto en la 1era y 2da hora de hidratación el molusco abalón no existe diferencia en la apariencia general, sin embargo la muestra C y D (3ra y 4ta hora) existe diferencia significativa por lo tanto los jueces los rechazan.

**Cuadro N° 17: Resultados de la evaluación sensorial (Apariencia general) del abalón después de la hidratación.**

Muestra	A	B	C	D	TOTAL
Panelista					
1	4	4	2	4	14
2	4	5	3	3	15
3	5	4	1	2	12
4	4	3	2	2	11
5	4	3	2	2	11
6	3	5	2	3	13
7	3	4	2	3	12
8	4	5	1	1	11
9	3	3	3	1	10
10	4	5	2	1	12
11	4	4	1	2	11
12	3	4	4	2	13
13	4	5	4	3	16
TOTAL	49	54	29	29	161
Promedio	3,77	4,15	2,23	2,23	

**Fuente: Elaboración propia**

### 5.2.2. Experimento 2

Se realizó el experimento que consistió en sumergir muestras de abalón por 5 segundos en recipientes que contenían diferentes porcentajes de polifosfato (0,1%; 0,2%; 0,3%) y otro sin polifosfato con relación a la cremolada, posteriormente se llevaron a la congelación, obteniéndose los resultados que se muestran en el cuadro N° 18:

**Cuadro N° 18: Resultados de la inmersión en polifosfato de muestras de abalón (*Concholepas concholepas*)**

Peso de la muestra (1 Kg.)	Producto descongelado (g)	Porcentaje de drenado (%)
1.- Cremolada + 0,1% polifosfato	960,0	3,90
2.- Cremolada + 0,2% polifosfato	963,0	3,89
3.- Cremolada + 0,3% polifosfato	967,0	3,88
4.- Cremolada	956,0	4,40

**Fuente: Elaboración propia**

Se puede observar que posterior a la inmersión en soluciones de polifosfato (0,2% y 0,3%) aplicadas a las muestras de abalón y realizado su control de pérdida por drenado, la diferencia del mismo no es tan significativa en cuanto a la merma de peso del producto, en cambio en la solución 0,1% se obtuvo un mayor drenado en relación a las demás muestras con polifosfato.

### 5.2.3. Experimento 3

#### 5.2.3.1. Tiempo de refrigeración, congelación y tiempo total de congelado.

El objetivo fue el determinar el tiempo de congelación, ubicando la termocupla en tres posiciones diferentes ( $1/4$ ,  $1/3$ ,  $1/2$ ) del largo de la bandeja, con el objeto de encontrar el punto donde se requiere más tiempo para cruzar la zona de máxima cristalización (desde  $-1$  °C a  $-5$  °C).

En esta prueba experimental se procedió a colocar la termocupla a  $1/4$ ,  $1/3$ , y  $1/2$  del largo de la bandeja (**Ver Anexo N° 02**), en el cuadro N° 19 se puede observar el tiempo de congelación obtenido a través de la termocupla ubicada a  $1/2$  del largo de la bandeja, demoró 145 minutos, tardando más que los otros dos tiempos totales de congelación ( $1/3$ ,  $1/4$ ). Los resultados del tiempo de refrigeración, congelación y tiempo total de congelado se muestran en el cuadro N° 19.

**Cuadro N° 19 Tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente.**

Método de congelación	Tiempo (min.)		
	Refrigeración	Congelación	Total de congelación
Aire forzado			
¼	16	90	106
1/3	19	105	124
½	22	123	145

**Fuente: Elaboración propia**

La forma de la curva de congelación del producto, tiene estrecha similitud con la forma de las curvas de congelación descritas en la literatura por Plank (1977), Instituto Internacional del Frío (1990), en donde se observa tres secciones claramente definidas, la primera sección corresponde a la zona de extracción del calor sensible, la segunda sección correspondiente a la zona de extracción del calor latente y la tercera sección correspondiente a la zona de extracción de calor latente; en la figura N° 09 se aprecia el comportamiento de los diferentes puntos a lo largo de la bandeja y a su vez se muestra el tiempo total de congelación.

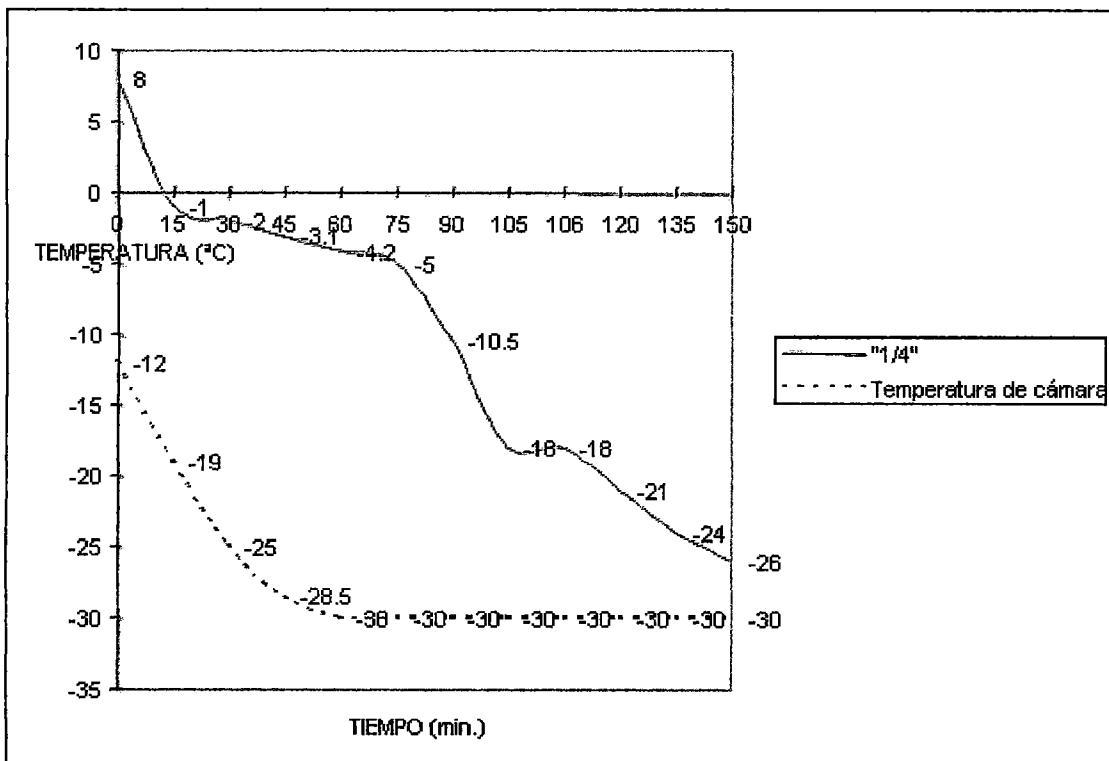
De la curva obtenida experimentalmente se reunieron

datos del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación, que se reportan en el cuadro N° 19, en donde el tiempo total de congelación fue de 145 minutos, tiempo que empleo el producto para llegar a la temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , considerando que la temperatura de la cámara es de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Por otro lado si analizamos el comportamiento de cada punto o termocupla ubicados a lo largo de la bandeja se aprecia que para el punto a  $\frac{1}{4}$  de la bandeja, la curva de congelado (figura N° 06) obedece al comportamiento normal mostrando las tres etapas del congelado y el tiempo total de congelación correspondiendo a 106 minutos obteniéndose en forma experimental.

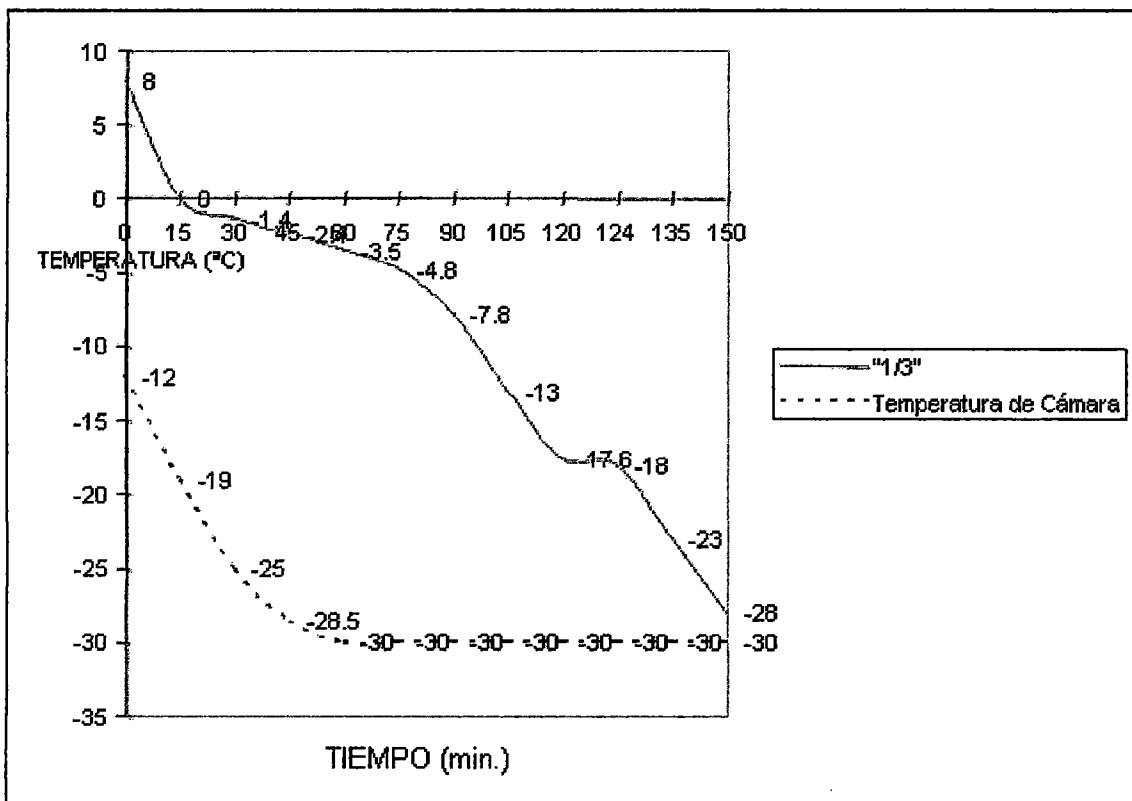
Igual análisis se puede hacer al punto ubicado a  $\frac{1}{3}$  de la bandeja. La curva también muestra las tres etapas de congelado y el tiempo total de congelado es de 124 minutos, lo cual se aprecia en la figura N° 07. Finalmente cuando el punto esta a  $\frac{1}{2}$  del largo de la bandeja el comportamiento es el mismo y el tiempo total de congelación es de 145 minutos (ver figura N° 08). Los datos de temperatura, tiempo de intervalo del experimento se muestran en el Anexo N° 04

Desde el punto de vista de selección de tiempo total de congelación la bibliografía indica que se considere aquella que demande menos tiempo en pasar por la zona crítica o de máxima cristalización, dicha consideración recae en la bandeja cuyo punto esta ubicada a  $\frac{1}{4}$  de su largo, con un tiempo total de 106 minutos.



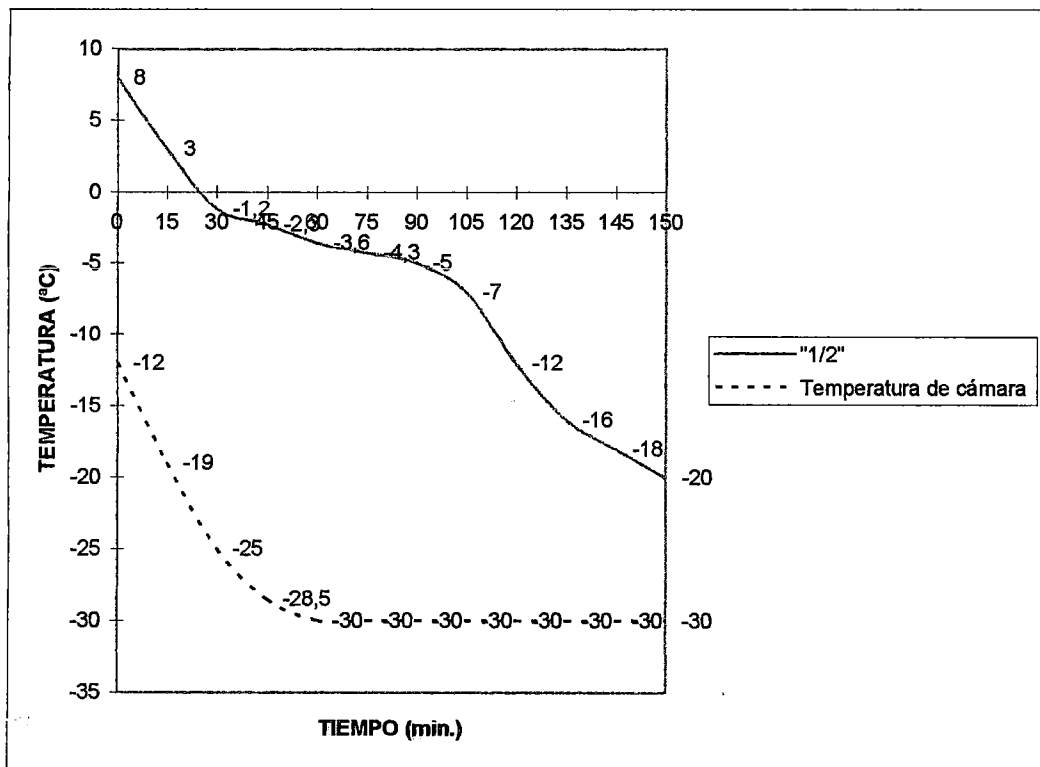
**Figura N° 06:** Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a  $\frac{1}{4}$  del largo de la bandeja.

**Fuente:** Elaboración propia



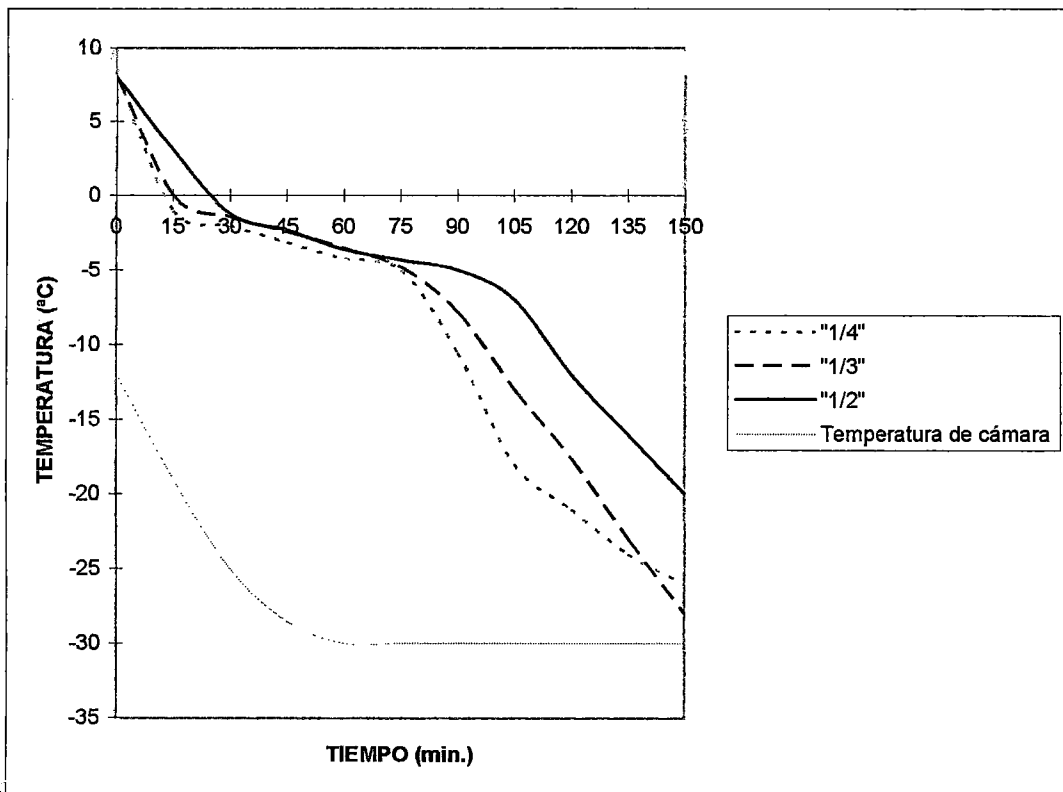
**Figura Nº 07: Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/3 del largo de la bandeja**

**Fuente: Elaboración propia**



**Figura N° 08:** Curva del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenido experimentalmente a 1/2 del largo de la bandeja.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura N° 09: Curva comparativa para el cálculo experimental del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación**

**Fuente: Elaboración propia**

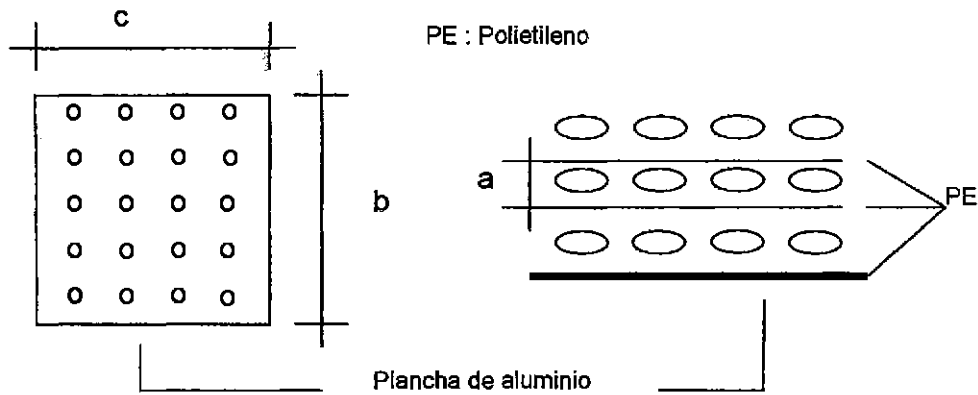
**5.2.3.2. Tiempo de refrigeración, congelación y tiempo total de congelado por formulas analíticas.**

Según recomienda la bibliografía para esas determinaciones es necesario conocer ciertas características físico químicas del producto, en este caso los resultados obtenidos en el Cuadro N° 13 serán de gran utilidad, asimismo se hará uso de los factores físicos detallados en la sección 2.2.1.

Consideraciones preliminares

**a) Cálculo del tiempo total de congelación**

Tomando varias unidades de abalón dispuestas en 03 capas separadas por láminas de polietileno (sobre una plancha de aluminio perforado).



a: 0,0216 m

b: 0,53 m

c: 0,55 m

$e_{PE}$ : 54,51  $\Phi$

$e_{A1}$ :  $\frac{1}{16}$ " : 0,00158

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

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

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

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

**b) Cálculos preliminares**

Para efectuar estos cálculos, se han empleado valores promedios de la composición química del abalón del cuadro N° 13, resultando:

**Cuadro N° 20: Composición química del abalón (Concholepas concholepas) – Parte comestible**

COMPONENTE	PROMEDIO (%)
Humedad	75,97
Proteínas (N 6,25)	20,45
Grasas	0,37
Cenizas (sales minerales)	1,39
Carbohidratos	1,82
TOTAL	100,00

**Fuente: Elaboración propia**

**c) Calor específico**

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

$$c = 2,094(0,0037) + 1,256(0,236) + 4,187(0,759)$$

$$c = 3,4821 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C} = 0,832 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

**d) Coeficiente de conductividad térmica**

Mediante la ecuación (b) se obtiene:

$$K = 0,74 - 0,0177 (0,0037) = 0,7399 \text{ Kcal/h m } ^\circ\text{C}$$

**e) Coeficiente de la difusividad térmica**

Reemplazando valores en la ecuación (c) se tiene:

$$a = 0,7399 / (1072 \times 0,832) = 8,296 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$$

**f) Coeficiente de transmisión superficial de calor**

Siendo las propiedades del aire a  $-35^\circ\text{C}$ :

$$\delta a = 1,484 \text{ Kg/m}^3$$

$$\mu = 0,05616 \text{ Kg/h m}$$

$$K_a = 0,01869 \text{ Kcal/m h }^\circ\text{C}$$

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

$$N_{RE} = 261,60256$$

$$N_{PR} = 0,7172$$

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

$$h = \frac{0,664(261,60256)^{1/2} \times (0,7172)^{1/3} \times (0,01869/0,55)}$$

$$h = 10,33 \text{ Kcal/b m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

### UNA CAPA DE ABALON (CAPA CENTRAL)

Mediante la ecuación de Plank

#### a) Tiempo de refrigeración

$$2X = 0,0216 \text{ m} ; X = 0,0108 \text{ m} ; X^2 = 1,1664 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\ln (\theta_a/\theta) = 0,31$$

Sustituyendo "U" en vez de "h" se tiene:

$$UX/k = (10,329 \times 0,0108) / 0,3699668 = 0,30152$$

En la figura N° 03 (lamina) para:

$$UX/k = 0,30152 \text{ -----} \ln C = 0,0545$$

En el cuadro N° 7 (lamina) para:

$$UX/k = 0,30152 \text{ -----} u^2 = 0,2742$$

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

$$T_K = \frac{1,1664 \times 10^{-4}}{4,148 \times 10^{-4}} \times \frac{0,31 + 0,0545}{0,2742}$$

$$T_K = 0,3738 \text{ h}$$

#### b) Tiempo de congelación

$$d = 0,0216 \text{ m} ; d^2 = 4,6656 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

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

Reemplazando valores en la ecuación (1);  
empleando “k” y “U” en vez de “k” y “h” (apéndice  
1) respectivamente, se tiene:

$$t = \frac{53,75029}{33} \left( \frac{0,0216}{2 \times 10329} + \frac{4,6656 \times 10^{-4}}{8 \times 03699668} \right)$$

$$t = 1,9598 \text{ h}$$

**c) Tiempo total de congelación**

Reemplazando valores en la ecuación (o):

$$T_e = 0,3738 + 1,9598 = 2,3336 \text{ h} = 140 \text{ min.}$$

**d) Mediante la ecuación de Nagaoka**

Reemplazando “U” en lugar de “h” (apéndice 2)  
en la ecuación (p):

$$T_e = 0,7597 \frac{(1(10-(-2)))}{(1+(0,00445))} + 66 + 0,55 \frac{(-2-(20))}{(10-(-2))}$$

$$\left( \frac{1072}{33} \right) \left( \frac{0,0216}{2 \times 10,329} + \frac{4,6656 \times 10^{-4}}{8 \times 1,8} \right)$$

$$T_e = 2,463 \text{ h} = 147 \text{ min.}$$

**Cuadro N° 21: Tiempo de refrigeración, congelación y tiempo total de congelación obtenido mediante formulas analíticas**

Formulas analíticas	Tiempo (min.)		
	Refrigeración	Congelación	Total de congelación
Plank	22,5	117,5	140
Nagaoka			147

**Fuente: Elaboración propia**

Luego de haber aplicado las respectivas formulas en el Cuadro N° 20 se observa los resultados del tiempo de refrigeración, congelación y total de congelación obtenidos mediante la ecuación de Plank (1977) y el tiempo total de congelación mediante la ecuación de Nagaoka et al.

De los resultados se observa que el tiempo total de congelación de Plank (1977) es menor respecto al tiempo total de congelación de Nagaoka et al, esto debido fundamentalmente a que este método sustituye la conductividad térmica del producto ( $k$ ) por la conductividad térmica del hielo ( $k_i$ ).

Mientras tanto, el método de Plank (1977) se puede encontrar el tiempo de refrigeración. Según los resultados experimentales y mediante formulas analíticas se aprecia que las formulas de Nagaoka et

al se aproxima mas a lo obtenido en el experimento, es decir con tiempos de congelación de 147 y 145 minutos respectivamente.

### 5.3. DEL PRODUCTO FINAL

#### 5.3.1. Análisis químico proximal

**Cuadro N° 22 Composición química del abalón (*Concholepas concholepas*) congelado**

COMPONENTE:	PROMEDIO (%)
Humedad	74,0
Proteínas (N 6,25)	23,43
Grasas	0,62
Cenizas (sales minerales)	0,51
Carbohidratos	1,44
TOTAL	100,00

**Fuente: Elaboración propia**

Los resultados del análisis proximal del abalón se presentan en el Cuadro N° 21 en el cual se puede observar que el porcentaje de humedad disminuye ligeramente en comparación con el producto fresco, esto se debe al proceso de congelación del producto. Asimismo el incremento de proteínas se debe a la variación en la proporción de los componentes, de igual manera ocurre con la grasa y las cenizas.

### 5.3.2. Análisis Microbiológico

**Cuadro N° 23: Análisis microbiológico del abalón (*Concholepas concholepas*) congelado**

Pruebas	Cantidad (Ufc/g)
Aerobios Mesófilos Viables (NGAV)	2x10 <sup>2</sup> ufc/g
Coliformes	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia

**Fuente: Elaboración propia**

En el Cuadro N° 22 se reporta los resultados del análisis microbiológico realizado al abalón congelado.

Se observa una presencia de bacterias mesófilas viables en el abalón congelado, probablemente a una contaminación que existió durante una etapa del proceso de congelado, los resultados en la determinación de los demás microorganismos (Aerobios Mesófilos Viables, Coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.*) se encuentran dentro de los parámetros establecidos y que indican su ausencia.

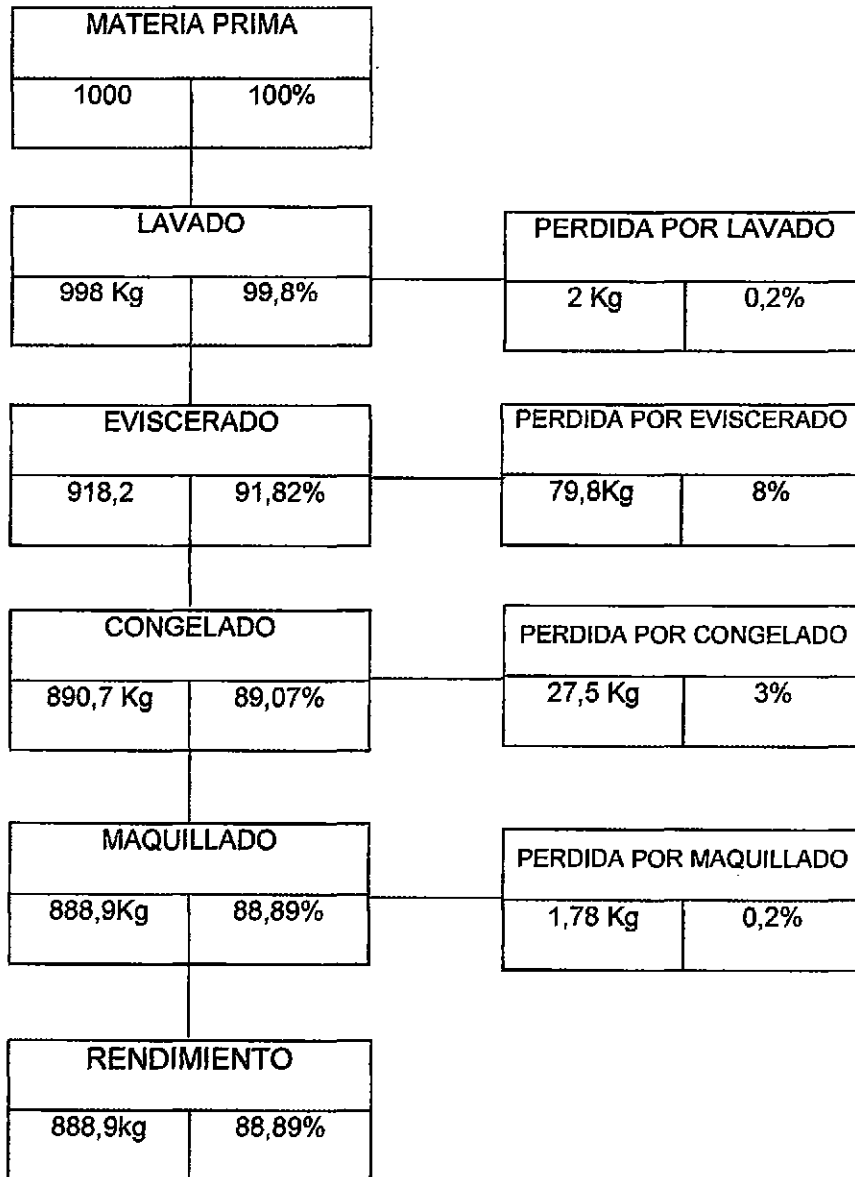
### 5.3.3. Control físico (exudado)

Tomando 1 Kg de producto congelado en bloque de abalón después del descongelado quedó un peso de 961 g, es decir hubo

una merma del 3,9%; 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%. Según lo encontrado se pudo comprobar que los polifosfatos si tienen un efecto favorable en la retención de líquidos en el producto.

#### **5.3.4. Balance de materia**

El balance de materia realizado para el proceso de congelado del molusco abalón (*Concholepas concholepas*), se muestra en la Figura N° 10, donde se observa que el rendimiento fue de 88,89%



**Figura N° 10:** Balance de materia del proceso de congelado del abalón (*Concholepas concholepas*) IQF tipo exportación.

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

1. La materia prima utilizada fue de 6,8 cm de largo, equivalente a 22 piezas por kilogramo, con un peso promedio de 45 g por unidad contenido de proteínas 20,45 %, Humedad 75,97 %, ceniza 1,39 %, grasa 0,37 %.
2. Los análisis físico-químicos, microbiológicos y organolépticos efectuados al producto en fresco y congelado, cumplen con los requisitos señalados en la literatura, lo que demuestra que los parámetros utilizados durante el proceso de congelado del abalón fueron los más adecuados.
3. Se consideró un tiempo de hidratación de 2 horas, para luego de una evaluación sensorial, determinar sobre el producto un color natural, olor a algas marinas y apariencia general aceptable.
4. Los tiempos totales de congelación calculados mediante ecuaciones analíticas de Plank y Nagaoka et al, fueron de 140 y 147 minutos respectivamente, mientras que el tiempo total de congelación obtenido experimentalmente fue de 145 minutos.
5. El menor tiempo de paso a través de la zona crítica de congelado es de 106 minutos y se consigue cuando la termocupla esta ubicada a  $\frac{1}{4}$  del largo de la bandeja.

6. El resultado de la ecuación analítica de Nagaoka et al, se aproxima mejor al tiempo total de congelación obtenido experimentalmente.
7. La inmersión en polifosfatos tiene efecto favorable para el congelado encontrándose mermas del orden de 3,9 % que están por debajo de los niveles de tolerancia luego del descongelado. El método de congelado IQF diseñado para el abalón nos garantiza la obtención de un producto tipo exportación.
8. El balance de materia nos determina que el rendimiento para el proceso de congelado de abalón (*Concholepas concholepas*) fue de 88,89%.

## CAPITULO VII

### RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios a nivel de planta piloto con la finalidad de observar el proceso en volúmenes mayores para productos hidrobiológicos de exportación.
2. Promover la elaboración de normas y reglamentos para el congelado de productos hidrobiológicos.
3. Realizar estudios de congelado de diversos productos alimenticios observando su comportamiento en envases y embalajes.
4. Realizar estudios de congelado en productos alimenticios utilizando otros métodos de congelado, tales como mediante placas e inmersión.

## CAPITULO VIII

### BIBLIOGRAFÍA

- 1 ANZALDUA (1996). "Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y Practica". Barcelona - España.
- 2 EGGEN B AFLEKTK (1998). "Nuevo Curso de Ingeniería del Frió". Edit. AMV. Pag. 69-93. Buenos Aires - Argentina.
- 3 CASTILLA, J.C. GUIADO, C. Y CANCINO, J. (1979). "Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de (*Concholepas concholepas*), (*Gastropoda: Muricidae*) Biología Pesquera, : 99 –114. Lima Perú.
- 4 COLLAZOS, C. (1975) "La Composición de los Alimentos Peruanos" 5ta edición. Ministerio de Salud. Lima, Perú.
- 5 CHARM, S. (1971) "Ingeniería de los alimentos" Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- 6 Dirección Regional de la Producción – Tacna, 2005
- 7 GALLARDO C. (1973) "Desarrollo intracapsular de (*Concholepas concholepas*), (*Brugiere*) (*Gastropoda: Muricidae*) Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural : 3 – 16

- 8 EARLE, R.L. (1979). "Ingeniería de los Alimentos". Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- 9 FLORES, F.E. (1987). "Evaluación para el Procesamiento para Congelado I.Q.F. del Molusco Aductor con Coral (*Argopecten purpuratus*), Abalón (*Concholepas concholepas*) y Caracol (*Thais chocolata*). Tesis para optar el grado académico de Bachiller en Pesquería - Transformación, UNJBG. Tacna, Perú
- 10 GUEVARA, A. Y CARDENAS B.(1983). "Manipuleo y Procesamiento de la Concha de Abanico Congelada en el Complejo de la Puntilla". Instituto Tecnológico Pesquero. Lima, Callao.
- 11 HERMANN, K. (1976). "Alimentos Congelados, Tecnología y Comercialización". Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- 12 IBARCENA, W. (1985). "Estudio Técnico-Económico para la Instalación de una Planta de Congelado para Pescado y Mariscos". Tesis para optar el Título de Ingeniero Pesquero. UNJBG. Tacna, Perú.
- 13 IFOP-CHILE "Catálogo de Normas Internacionales de Calidad Productos Pesqueros". Santiago, Chile
- 14 I.I.F. (1990). "Alimentos Congelados Procesado y su Distribución". Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

- 15 KREUZER R.(1974). "Industrial Refrigeration", Mec Millon Ed. Pag. 95-109 USA.
- 16 LEES, R. (1969). "Manual de Análisis de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- 17 LOPEZ A (1994). "Las Instalaciones Frigoríficas en las Industrias Agroalimentarias". Ed. Vicente Pag. 117-141. Madrid - España.
- 18 LOZADA, E. CAÑAS, P Y SCHUFFENEGER M. (1989) "Ciclo reproductivo del recurso loco (*Concholepas concholepas*), en H. E. BUSTOS (Ed.) Estudio repoblamiento de recursos bentónicas área piloto, IV región, II Investigaciones específicas (vol. AP 89/3bn, pp. 13 – 39) Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Lima Perú
- 19 MEYER, M.R. (1984). "Control de Calidad de Productos Agropecuarios". Manual para Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. México
- 20 OLIVERA, M. (1984) "Contribución al Estudio Tecnológico para el Envasado de (*Concholepas concholepas*) abalón, Tesis para optar el grado de bachiller en ingeniería pesquera UNJBG Tacna – Perú.
- 21 MULTON, J. (1988). "Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Agroalimentarias". Editorial Acribia. Zaragoza, España.

- 22 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- 23 PLANCK, R. (1977). "El Empleo del Frío en la Industria de la Alimentación". Editorial Reverte S.A. Barcelona, España.
- 24 RÍOS LA ROSA, J. (1978). "Curvas de Congelación y Descongelación de Carne de Vacuno y Cálculo de Tiempos y Velocidades de Congelación". Tesis para optar el grado de Ingeniero en Industrias Alimentarias.
- 25 WOOD, P.C. (1976). "Manual de Higiene de los Mariscos". Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- 26 [http://www.carbueros.com/html/your\\_business/Food\\_IQFFreezing.htm](http://www.carbueros.com/html/your_business/Food_IQFFreezing.htm)
- 27 <http://agronomia.unal.edu.co/revista/Agronomia%2021-1y2/10%20procesamiento.pdf>
- 28 <http://www.santdalmai.com/esp/empresa/instalacions.html>
- 29 [http://www.frimont.com/Frimont\\_Chile/Sist\\_frig/Starfrost.htm](http://www.frimont.com/Frimont_Chile/Sist_frig/Starfrost.htm)
- 30 <http://www.comepez.com.ar/images/conservaCrudomain.htm>

ANEXO N° 01

CALCULOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL EXPERIMENTO 1

Control estadístico

Método: Test de Ranking

Cuadro N° 24: Resultados evaluación sensorial (Color)

Muestra	A	B	C	D	TOTAL
Panelista					
1	5	4	2	3	14
2	4	4	3	4	15
3	3	5	1	2	11
4	3	4	2	2	11
5	3	4	2	2	11
6	5	3	1	2	11
7	4	3	2	3	12
8	3	4	1	1	9
9	4	3	1	1	9
10	3	4	2	3	12
11	3	4	2	2	11
12	4	3	1	3	11
13	3	4	2	1	10
TOTAL	47	49	22	29	147
Promedio	3,62	3,77	1,69	2,23	

Cálculos del análisis de varianza

a) Factor de corrección (FC)

$$FC = \frac{(147)^2}{52} = \frac{21609}{52}$$
$$FC = 415,6$$

**b) Suma de cuadrados de las muestras (SCM)**

$$SCM = \frac{(47)^2 + (49)^2 + (22)^2 + (29)^2}{13} - FC$$

$$SCM = 40,93$$

**c) Suma de cuadrados de los jueces (SCJ)**

$$SCJ = \frac{(14)^2 + (15)^2 + (11)^2 + \dots + (11)^2 + (10)^2}{3} - FC$$

$$SCJ = 8,65$$

**d) Suma de cuadrados totales (SCT)**

$$SCT = (5)^2 + (4)^2 + (3)^2 + \dots + (2)^2 + (3)^2 + (1)^2 - FC$$

$$SCT = 67,4$$

**Cuadro N° 25: Análisis de varianza**

FV	GE	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Panelistas	12	8,65	0,72	27,55	(2,88)
Tratamientos	3	40,93	13,64		
Error	36	17,82	0,495		
Total	51	67,4			
Fc > Ft (5%) Existe diferencia significativa entre las muestras.					

**e) Prueba “t”: diferencia mínima significativa (dms)**

$$dms = tp \sqrt{\frac{2(CMerror)}{\text{Número de observaciones}}}$$

$$dms = 3,82 \sqrt{\frac{2(0,495)}{13}}$$

$$dms = 0,745$$

**f) Comparación entre medias con (dms al 5%)**

$A - B = (3,63 - 3,77) = 0,15 < dms =$  No hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

$A - C = (3,62 - 1,69) = 1,93 > dms =$  Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

$A - D = (8,62 - 2,23) = 1,39 > dms =$  Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

$B - C = (3,77 - 1,69) = 2,08 > dms =$  Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Control estadístico

Método: Test De Ranking

**Cuadro N° 26: Resultados evaluación sensorial (Olor)**

Muestra	A	B	C	D	TOTAL
Panelista					
1	3	4	2	2	11
2	4	3	3	1	11
3	3	1	1	1	6
4	3	3	2	2	10
5	4	3	2	2	11
6	2	3	1	3	9
7	2	2	2	1	7
8	4	2	1	2	9
9	4	2	1	3	10
10	3	1	2	2	8
11	3	3	2	1	9
12	4	2	1	4	11
13	3	2	2	1	8
TOTAL	42	31	22	25	120
Promedio	3,23	2,38	1,69	1,92	

**Cálculos del análisis de varianza**

**a) Factor de corrección (FC)**

$$FC = \frac{(120)^2}{52 \cdot 52} = \frac{14400}{52}$$
$$FC = 276,9$$

**b) Suma de cuadrados de las muestras (SCM)**

$$SCM = \frac{(42)^2 + (31)^2 + (22)^2 + (25)^2}{13} - FC$$

$$SCM = 18,02$$

**c) Suma de cuadrados de los jueces (SCJ)**

$$SCJ = \frac{(11)^2 + (11)^2 + (6)^2 + \dots + (11)^2 + (8)^2}{3} - FC$$

$$SCJ = 8,1$$

**d) Suma de cuadrados totales (SCT)**

$$SCT = (3)^2 + (4)^2 + (3)^2 + \dots + (1)^2 + (4)^2 + (1)^2 - FC$$

$$SCT = 49,1$$

**Cuadro N° 27: Análisis de varianza**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Panelistas	12	8,1	0,675	9,40	(2,88)
Tratamientos	3	18,02	6,00		
Error	36	22,98	0,638		
Total	51	49,10			
Fc > Ft (5%) Existe diferencia significativa entre las muestras.					

**e) Prueba “t”: diferencia mínima significativa (dms)**

$$dms = t_p \sqrt{\frac{2(CMerror)}{Número de observaciones}}$$

$$dms = 3,82 \sqrt{\frac{2(0,638)}{13}}$$

$$dms = 1,189$$

**f) Comparación entre medias con (dms al 5%)**

$A - B = (3,23 - 2,38) = 0,85 < dms =$  No hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

$A - C = (3,23 - 1,69) = 1,54 > dms =$  Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

$A - D = (3,23 - 1,92) = 1,31 > dms =$  Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Control estadístico

Método: Test de Ranking

**Cuadro N° 28: Resultados evaluación sensorial (Apariencia general)**

Muestra	A	B	C	D	TOTAL
Panelista					
1	4	4	2	4	14
2	4	5	3	3	15
3	5	4	1	2	12
4	4	3	2	2	11
5	4	3	2	2	11
6	3	5	2	3	13
7	3	4	2	3	12
8	4	5	1	1	11
9	3	3	3	1	10
10	4	5	2	1	12
11	4	4	1	2	11
12	3	4	4	2	13
13	4	5	4	3	16
TOTAL	49	54	29	29	161
Promedio	3,77	4,15	2,23	2,23	

**Cálculos del análisis de varianza**

**a) Factor de corrección (FC)**

$$FC = \frac{(161)^2}{52 \cdot 52} = \frac{25921}{52}$$
$$FC = 498,4$$

**b) Suma de cuadrados de las muestras (SCM)**

$$SCM = \frac{(49)^2 + (54)^2 + (29)^2 + (29)^2}{13} - FC$$

$$SCM = 39,98$$

**c) Suma de cuadrados de los jueces (SCJ)**

$$SCJ = \frac{(14)^2 + (15)^2 + (12)^2 + \dots + (13)^2 + (16)^2}{3} - FC$$

$$SCJ = 20,9$$

**d) Suma de cuadrados totales (SCT)**

$$SCT = (4)^2 + (4)^2 + (5)^2 + \dots + (2)^2 + (2)^2 + (3)^2 - FC$$

$$SCT = 74,6$$

**Cuadro N° 29: Análisis de varianza**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Panelistas	12	20,90	1,74	9,50	(2,88)
Tratamientos	3	39,98	7,89		
Error	36	30,03	0,83		
Total	51	74,60			
Fc > Ft (5%) Existe diferencia significativa entre las muestras.					

e) Prueba "t": diferencia mínima significativa (dms)

$$dms = tp \sqrt{\frac{2(CMerror)}{\text{Número de observaciones}}}$$

$$dms = 3,82 \sqrt{\frac{2(0,495)}{13}}$$

$$dms = 0,745$$

f) Comparación entre medias con (dms al 5%)

A - B = (3,63 - 3,77) = 0,15 < dms = No hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

A - C = (3,62 - 1,69) = 1,93 > dms = Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

A - D = (8,62 - 2,23) = 1,39 > dms = Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

B - C = (3,77 - 1,69) = 2,08 > dms = Si hay diferencia significativa al 5% de probabilidad.

**ANEXO Nº 02**

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LA DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL  
DEL TIEMPO DE CONGELACIÓN, UBICANDO LA TERMOCUPLA EN TRES  
POSICIONES DIFERENTES.**

	1/2	1/3	1/4

### ANEXO N° 3

#### VELOCIDAD DE CONGELADO

##### Una capa de abalón (Capa central)

Para hallar estos valores se ha considerado el espesor total de las tres capas de producto separadas por laminas de polietileno donde los resultados de  $r = 0,7$  y  $r = 1$  corresponden a las velocidades de la superficie y centro de la capa central respectivamente.

Reemplazando valores en la ecuación (t):

a) Cuando  $r = 0,7$

$$V = 0,6342 \text{ cm/h}$$

Reemplazando valores en la ecuación (s), sustituyendo "k" en lugar de "k"  
(apéndice 1)

b) Cuando  $r = 0,3$

$$V = \frac{33}{53,75029} \left( \frac{1}{\frac{1}{10,33} + \frac{0,3 \times 0,0649}{2 \times 0,3699668}} \right)$$

$$V = 0,1182 \text{ cm/h}$$

c) Cuando  $r = 0,5$

$$V = 0,1178 \text{ cm/h}$$

d) Cuando  $r = 0.7$

$$V = 0,1176 \text{ c,/h}$$

**e) Cuando  $r = 0,85$**

$$V = 0,1174 \text{ cm/h}$$

**f) Cuando  $r = 1$**

$$V = 0,1172 \text{ cm/h}$$

**ANEXO N° 04**

**DATOS DE TEMPERATURA CONGELACIÓN POR AIRE FORZADO**

UBICACIÓN DE LA TERMOCUPLA A LO LARGO DE LA BANDEJA ( °C )				TEMPERATURA DE LA CAMARA DE CONGELACION AIRE FORZADO ( °C.)
Tempo	¼	1/3	½	
0	8	8	8	-12,0
5	3	6	7	-14,0
10	0	4	5	-16,0
15	-1	0	3	-19,0
20	-1,2	-1	2	-21,0
25	-1,5	-1,1	-1,0	-23,0
30	-2	-1,4	-1,2	-25,0
35	-2,4	-1,7	-1,5	-27,0
40	-2,3	-2,0	-1,9	-28,0
45	-3,1	-2,4	-2,3	-28,5
50	-3,5	-2,8	-2,8	-29,0
55	-3,9	-3,0	-3,2	-29,5
60	-4,2	-3,5	-3,6	-30,0
65	-4,5	-4,0	-3,9	-30,0
70	-4,7	-4,5	-4,0	-30,0
75	-5,0	-4,8	-4,3	-30,0
80	-6,9	-5,0	-4,6	-30,0
85	-8,1	-6,5	-4,8	-30,0
90	-10,5	-7,8	-5,0	-30,0
95	-13,0	-9,0	-6,0	-30,0
100	-15,3	-11,0	-6,5	-30,0

UBICACIÓN DE LA TERMOCUPLA A LO LARGO DE LA BANDEJA ( °C )				TEMPERATURA DE LA CAMARA DE CONGELACION AIRE FORZADO ( °C )
Tempo	¼	1/3	½	
105	-18,0	-13,0	-7,0	-30,00
110	-19,0	-15,0	-8,0	-30,0
115	-20,0	-16,5	-9,5	-30,0
120	-21,0	-17,6	-12,0	-30,0
125	-22,2	-18,0	-13,0	-30,0
130	-23,3	-19,5	-14,0	-30,0
135	-24,0	-23,0	-16,0	-30,0
140	-25,0	-23,0	-17,0	-30,0
145	-25,2	-23,0	-18,0	-30,0
150	-26,0	-28,0	-20,0	-30,0
155	-26,0	-28,5	-21,0	-30,0
160	-26,0	-28,5	-23,0	-30,0
165	-26,0	-28,5	-25,0	-30,0

Fuente: Elaboración propia

## APÉNDICE 1

### RELACION DE ECUACIONES

$$c = 2,094 Xf + 1,256 Xs + 4,187 H \quad (a)$$

$$K = 0,7400 - 0,0117 (Xf) \quad (b)$$

$$a = K/ Yc \quad (c)$$

$$h L/k_a = N_{NU} = 0,664 (N_{RE})^{1/2} (N_{PR})^{1/3} \quad (d)$$

$$N_{NU} = hL/k_a \quad (e)$$

$$N_{RE} = VL_a/\mu \quad (f)$$

$$N_{PR} = \mu Ca/ka \quad (g)$$

$$T_k = \frac{X^2}{a} \cdot \ln \frac{(0a/0) + \ln C}{u^2} \quad (h)$$

$$\theta_a = t_a - t_o \quad (i)$$

$$\theta_g = t_g - t_o \quad (j)$$

$$T_k = \frac{X^2}{a} \cdot \ln \frac{(0a/0) + \ln C_1 + \ln C_2 + \ln C_3}{u^2 + (X/Y)^2 v^2 + (X/Z)^2 w^2} \quad (k)$$

$$t = \rho/\theta (P d/n + R d^2/k) \quad (l)$$

$$\rho = H L_f \delta \quad (m)$$

$$D \times B_1 D \times B_2 D \quad (n)$$

$$T_\theta = T_k + t \quad (o)$$