

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LA FIRMEZA, SABOR  
DE LA CARNE Y ACEPTABILIDAD GENERAL DE SOPA DE CARACOL  
(*Helix aspersa*) ENLATADA.

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Autor

NATALI GESABELLA CASTILLO DÍAZ

TRUJILLO-PERÚ

2014

La presente tesis ha sido aprobada por el siguiente jurado:

---

Ing. Dr. Carlos Lescano Anadón

PRESIDENTE

---

Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta

SECRETARIO

---

Ing. Ms. Elena Urraca Vergara

VOCAL

---

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos

ASESOR

## DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor para mis padres y hermana Ingrid Castillo; que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por su apoyo y estímulo constante a lo largo de mi vida.

Como una madre siempre te he visto, a mi abuela Rosario Lopez por su apoyo incondicional y profundo amor.

Sacrificaste tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, por tu sacrificio y por todas las horas compartidas en la realización de la tesis a mi novio Ledwin Ivan León Pizarro.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento al Dr. Antonio Rodríguez Zevallos, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua y a mi amigo Jesús Obregon, que me apoyo en la parte estadística de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
Carátula.....	<i>i</i>
Aprobación por el jurado de Tesis.....	<i>ii</i>
Dedicatoria.....	<i>iii</i>
Agradecimiento.....	<i>iv</i>
Índice General.....	<i>v</i>
Índice de Cuadros.....	<i>vii</i>
Índice de Figuras.....	<i>viii</i>
Índice de Anexos.....	<i>ix</i>
Resumen.....	<i>xi</i>
Abstract.....	<i>xii</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Caracol.....	4
2.1.1. Aspectos generales.....	4
2.1.2. Propiedades nutricionales.....	4
2.1.3. Producción y comercialización.....	6
2.2. Tratamiento térmico de alimentos enlatados.....	7
2.2.1. Objetivo del tratamiento térmico.....	7
2.2.2. Efecto del tratamiento térmico en los alimentos	7
2.2.3. Esterilización térmica comercial.....	8
2.2.4. Transferencia de calor en productos enlatados.	8
2.2.5. Tiempo de muerte térmica.....	9
2.2.6. Tratamiento térmico de sopas.....	12
2.3. Firmeza.....	13

2.4.	Evaluación sensorial.....	14
2.4.1.	Pruebas discriminativas.....	14
2.4.2.	Pruebas afectivas.....	15
		<u>Pág.</u>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1.	Lugar de ejecución.....	17
3.2.	Materiales y equipos.....	17
3.3.	Métodos.....	19
3.3.1.	Esquema experimental.....	19
3.3.2.	Método experimental.....	20
3.3.3.	Métodos de análisis.....	24
3.3.4.	Análisis estadístico.....	27
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1.	Medición de $F_0$ de la sopa de caracol enlatada.....	28
4.2.	Firmeza de la carne de caracol.....	28
4.3.	Sabor de la carne de caracol.....	31
4.4.	Aceptabilidad general de la sopa de caracol.....	32
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>38</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>

**ÍNDICE DE CUADROS**

	<u>Pág.</u>
Cuadro 1. Composición química proximal de la carne de caracol	5
Cuadro 2. Componentes minerales de la carne de caracol.....	5
Cuadro 3. Valores de $F_0$ de algunos productos cárnicos.....	11
Cuadro 4. Ingredientes no cárnicos de la sopa de caracol.....	22
Cuadro 5. Componentes para la preparación del líquido de gobierno.....	23
Cuadro 6. Prueba de Levene para la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada.....	30
Cuadro 7. Análisis de varianza para la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada.....	30
Cuadro 8. Prueba de Duncan para la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada.....	31
Cuadro 9. Prueba de Friedman para el sabor de la carne de la sopa de caracol enlatada.....	32
Cuadro 10. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada.....	33
Cuadro 11. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Esquema experimental para evaluar el efecto del tratamiento térmico en sopa de caracol enlatada.....	19
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de sopa de caracol enlatada.....	20
Figura 3. Tarjeta de evaluación sensorial para la aceptabilidad general sopa de caracol enlatada.....	25
Figura 4. Tarjeta de ordenamiento para el sabor de la carne de caracol.....	26
Figura 5. Firmeza de la carne de sopa de caracol enlatada a diferentes tratamientos térmicos de esterilización.....	29



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<u>Pág.</u>
Anexo A. Determinación del tiempo de tratamiento térmico ( $F_{\text{proceso}}$ ) de sopa de caracol enlatada.....	42
Anexo B. Determinación de muerte térmica $F_0$ de sopa de caracol enlatada.....	43
Anexo C. Tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 113 °C.....	44
Anexo D. Tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 117 °C.....	45
Anexo E. Tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 121 °C.....	46
Anexo F. Penetración de calor del tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 113 °C.....	47
Anexo G. Penetración de calor del tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 117 °C.....	51
Anexo H. Penetración de calor del tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 121 °C.....	55
Anexo I. Valores de muerte térmica $F_0$ de la sopa de caracol enlatada.....	59

Anexo J. Firmeza de la sopa de caracol enlatada, con tratamiento térmico a temperatura de esterilización de 113 °C.....	59
Anexo K. Firmeza de la sopa de caracol enlatada, con tratamiento térmico a temperatura de esterilización de 117 °C.....	60

Pág.

Anexo L. Firmeza de la sopa de caracol enlatada, con tratamiento térmico a temperatura de esterilización de 121 °C.....	61
Anexo M. Prueba de ordenamiento para el sabor de la carne de la sopa de caracol enlatada a diferentes tratamientos térmicos de esterilización.....	62
Anexo N. Prueba de aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada a diferentes tratamientos térmicos de esterilización.....	63
Anexo O. Vistas fotográficas del desarrollo experimental para la elaboración de la sopa de caracol.....	64

## RESUMEN

Se evaluó el efecto del tratamiento térmico sobre la firmeza, sabor de la carne y aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada. Se evaluaron tres tratamientos térmicos (113 °C x 51.65 min, 117 °C x 20.51 min y 121 °C x 8.19 min) a un valor de muerte térmica de  $F_0 = 8$  min para asegurar la esterilidad comercial. La firmeza de la carne de caracol se evaluó con el texturómetro Instron universal. El análisis de varianza mostró efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tratamiento térmico en esta característica. La prueba de Duncan indicó que el tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 min) presentó el valor más alto de firmeza (1.33 N). Para las variables no paramétricas se usó la prueba de Friedman, donde, para la evaluación del sabor de la carne de caracol el tratamiento térmico no presentó efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre esta variable. Para la prueba de aceptabilidad general se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, donde, se determinó la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), demostrándose que el tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 min) presentó la calificación de aceptabilidad general más alta con rango promedio de 2.26 y valor de moda estadística de 8 (me agrada mucho). La prueba de Wilcoxon determinó que el mejor tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 min) fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos. El tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 min) fue el mejor tratamiento en esta investigación, considerando valores deseables de las variables dependientes estudiadas.

**ABSTRACT**

The effect of heat treatment on firmness, flavor and overall acceptability of beef soup canned snail was evaluated. Three heat treatments (113 °C x 51.65 min , 117 °C x 20.51 and x 8.19 °C 121 min) were assessed at a value of thermal death of  $F_0 = 8$  min to ensure commercial sterility. The firmness of snail meat was assessed with the Instron universal texture analyzer. Analysis of variance showed significant ( $p < 0.05$ ) heat treatment in this feature. Duncan's test indicated that the  $TT_2$  (117 °C x 21 min) treatment had the highest firmness value (1.33 N). Variables for nonparametric Friedman test was used, where, for the evaluation of the flavor of snail meat heat treatment showed no significant effect ( $p > 0.05$ ) on this variable. To test for overall acceptability hedonic 9-point scale was determined was used, where the existence of significant differences ( $p < 0.05$ ), demonstrating that treatment  $TT_2$  (117 °C x 21 min) provided the overall acceptability score more with high average range value of 2.26 and statistical mode 8 (I like a lot). The Wilcoxon test determined that the best treatment  $TT_2$  (117 °C x 21 min) was statistically different from other treatments. The  $TT_2$  (117 °C x 21 min) treatment was the best treatment in this study, considering desirable values of the dependent variables.

## I. INTRODUCCIÓN

La integración de los mercados gracias a la globalización, y la nueva tendencia del consumo de alimentos listos para consumir (precocinados, congelados) proporcionan un tiempo mínimo para su preparación y cocción antes de su consumo, donde, se busca métodos para conservar los alimentos y que no se vean afectados en su calidad sensorial, por lo cual los consumidores demandan alimentos que sean seguros para la salud manteniendo sus características sensoriales lo más intactas posible (Huertas, 2008).

Conservar los alimentos enlatados mediante tratamiento térmico ha demostrado ser efectivo para el control de microorganismos alimentarios, por ello es preciso garantizar una inocuidad del alimento mediante este método de conservación. La exigencia de alimentos mínimamente tratados y procesados por parte de los consumidores, ha sido vista en la necesidad de disminuir el tiempo para tratamiento térmico junto con la eliminación de los conservantes químicos, para proporcionar alimentos naturales con características sensoriales intactas, por lo que se ha hecho urgente la innovación de nuevas técnicas de conservación. El principal objetivo para cualquier proceso térmico es maximizar la calidad nutricional y sensorial del producto. La calidad nutricional, tal como el contenido vitamínico, es importante en algunos productos específicos y para sectores de público bien entendido, sin embargo, la percepción del consumidor común va dirigida a los atributos sensoriales tales como textura, color y sabor (Quitral y otros, 2005).

Para establecer las condiciones de esterilización, se asigna la combinación de temperatura, tiempo y presión correlacionada para cada etapa del proceso, que permita garantizar la muerte térmica del

microorganismo indicador y la inactivación de las toxinas. En el diseño del tratamiento térmico para productos enlatados, el mayor problema es evaluar el efecto letal del período durante el cual la temperatura de los envases está empezando a ser la máxima, especialmente cuando penetración de calor es lenta y la temperatura continúa subiendo durante la mayor parte del tiempo de proceso. Un procedimiento usado para estimar el efecto letal de los procesos térmicos es medir la temperatura en el punto geométrico más frío del envase y calcular el efecto letal por procedimientos gráficos o matemáticos (Carbajal y otros, 2008).

El caracol es un alimento tradicional consumido desde la antigüedad, utilizado a lo largo del tiempo en casi todos los países europeos. La crianza de caracoles de tierra es de reciente aparición en nuestro país. La costa peruana posee condiciones climáticas excepcionales de humedad y temperatura constantes, lo que hace que esta actividad económica pueda ser desarrollada como explotaciones controladas o criaderos intensivos (Larrea y otros, 2013).

En la búsqueda de alternativas de fuentes de alimento, es importante considerar recursos naturales hasta ahora poco utilizados por la mayoría de la población. El caracol constituye un recurso de importancia, ya que el problema de la producción de proteína animal a bajo costo es siempre un tema latente. Los caracoles pueden competir con los bovinos, porcinos y aves de corral, ya que con bajos costos de instalación, mano de obra y alimentación se logra producir carne de óptima calidad y a bajo costo (Sonoda, 2006).

La sopa de caracol es un producto de baja acidez (pH mayor a 4.6), con una actividad de agua superior a 0.85, lo que obliga al producto a ser contenido en un envase hermético, que debe resistir un tratamiento térmico lo suficientemente fuerte como para inactivar posibles esporas de

*Clostridium botulinum*; este tratamiento térmico es conocido como valor  $F_0$  (tiempo total en minutos que debe aplicarse al producto) (Córdova, 2006).

El problema planteado para la presente investigación fue:

¿Cuál será el efecto del tratamiento térmico de esterilización (113 °C x 51.65 min, 117 °C x 20.51 min y 121 °C x 8.19 min) sobre la firmeza, sabor y aceptabilidad general de sopa de caracol (*Helix aspersa*) enlatada?

Los objetivos planteados fueron:

- Evaluar el efecto del tratamiento térmico de esterilización sobre la firmeza, sabor de la carne y aceptabilidad general de sopa de caracol enlatada.
- Determinar el tratamiento térmico de esterilización que proporcione la mayor firmeza, sabor de la carne y aceptabilidad general de sopa de caracol enlatada.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. Caracol

#### 2.1.1. Aspectos generales

El caracol (*Helix aspersa*) llamado también “caracol común”, “granulado” ó “petit gris”, es el más difundido en las zonas mediterráneas, por su aclimatación a las zonas cálidas.

Tiene una concha en forma de cono muy convexa, esta especie representa el 70% del patrimonio de la cría de caracoles de otra especie. Otra característica importante es la fuerte capacidad reproductiva (casi 120 huevos al año en dos cavadas) (Cervantes y otros 2008).

#### 2.1.2. Propiedades nutricionales

La carne del caracol es un alimento completo, bajo en calorías y grasas, rico en proteínas y minerales (Asociación Española Helicicultura, 2002). Actualmente la tendencia es hacia una alimentación nutritiva, baja en grasas y baja en calorías. El caracol cumple con estos requisitos teniendo tan solo 0.4% de grasas, además de ser rico en proteínas (20.6%) y bajo en calorías cada 100 g tiene de 76 - 80 calorías (Larrea y otros, 2013).

Para apreciar más a este exótico animal es necesario tener la información correcta sobre la composición química proximal de la carne, como se muestra en el Cuadro 1.



**Cuadro 1. Composición química proximal de la carne de caracol**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (por cada 100 g de porción comestible)</b>
Agua (g)	69.6
Proteína (g)	20.6
Lípidos (g)	0.4
Carbohidratos (g)	6.6
Ceniza (g)	2.8

Fuente: Cervantes y otros (2008).

En el Cuadro 2 se presenta los diferentes componentes minerales de la carne de caracol, destacando que contiene en mayor proporción al magnesio.

**Cuadro 2. Componentes minerales de la carne de caracol**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (por cada 100 g de porción comestible)</b>
Sodio (mg)	252.5
Potasio (mg)	320.1
Calcio (mg)	158.1
Magnesio (mg)	538.7
Fierro ( $\mu\text{g}$ )	29.2
Cobre ( $\mu\text{g}$ )	11.4
Cadmio ( $\mu\text{g}$ )	2.6
Plomo ( $\mu\text{g}$ )	2.7

Fuente: Cervantes y otros (2008).

### **2.1.3. Producción y comercialización**

En el Perú no se conoce al caracol comestible terrestre como un producto de consumo masivo y no existe un gran mercado para su comercialización. Se calcula que el país consume anualmente 0.5 t, según fuentes de la UNALM (Sonoda, 2006).

#### **a. Caracol vivo fresco**

Generalmente el caracol vivo se vende en el mercado europeo, los cuales son lavados y desinfectados para ser preparados y comercializados a nivel minorista, mayorista y de industrias transformadoras para su posterior procesamiento (Cervantes y otros, 2008).

#### **b. Caracol congelado**

Otra forma de comercializarlo es enviarlos vivos en recintos congelados para que posteriormente se utilicen en el procesamiento de las industrias transformadoras y se comercialice en mercados minoristas y mayoristas (Cervantes y otros, 2008).

#### **c. Caracol en conserva y enlatado**

Después de que el caracol ha sido procesado y transformado de la forma adecuada, se envasa o enlata acompañado con salsa, aceites o licores para ser comercializado en restaurantes para el consumo final (Cervantes y otros, 2008).

#### **d. Platos preparados listos**

Se incluyen a aquellos productos que en su cantidad y contenido nutritivo cubren por entero una comida, bastando para su consumo con solo calentarlos. Se clasifican en: platos únicos; menús de varios componentes y sopas. Los platos únicos son presentación en las que todos los ingredientes se mezclan entre sí en la elaboración de un único

receptáculo. Por ejemplo tenemos el arroz con carne y verduras, legumbres diversas acompañadas de carne y verduras, entre otros. Bajo la denominación de “sopas” se incluyen productos fluidos más o menos espesos con sabores diversos (Sielaff, 2000).

## **2.2. Tratamiento térmico de alimentos enlatados**

El tratamiento térmico constituye uno de los métodos más importantes de conservación de alimentos, no sólo por los efectos deseables que se obtienen sobre su calidad, sino también por su efecto conservador al destruir enzimas, parásitos y microorganismos (Fellows, 2007).

### **2.2.1. Objetivo del tratamiento térmico**

El objetivo fundamental del enlatado de la carne y de los productos cárnicos es mantener la seguridad y alargar el tiempo de vida útil desde el punto de vista sensorial. El microorganismo de mayor interés es el *Clostridium botulinum*, que en condiciones de anaerobiosis (como el que se presenta en el interior de una lata), produce una toxina muy potente. La eliminación de los riesgos de este patógeno, depende de un control adecuado de la temperatura de procesamiento y almacenamiento (Footitt y Lewis, 1999).

### **2.2.2. Efecto del tratamiento térmico de los alimentos**

La elevación de la temperatura acelera la evaporación superficial del agua del alimento lo que trae como consecuencia la desecación superficial. La cocción favorece también la conversión del agua ligada en agua libre, este fenómeno aumenta con la temperatura y en carnes comienza a los 45 °C y es sensiblemente importante a los 60 °C. Al elevar la temperatura de las proteínas de origen animal se produce primero la activación de ciertas enzimas y luego la desnaturalización de las proteínas. Dicha

activación se produce entre 30 - 50 °C cuyo efecto más sobresaliente es el cambio de solubilidad debido a la formación de gel más o menos homogéneo (Casp y Abril, 2003).

### **2.2.3. Esterilización térmica comercial**

La esterilización térmica comercial es aquella operación unitaria en que los alimentos son calentados a una temperatura suficientemente elevada y durante un tiempo suficientemente largo como para destruir en lo mismo la actividad microbiana y enzimática (Fellows, 2007).

El tratamiento térmico de los alimentos suele denominarse erróneamente esterilización, es importante reconocer que un producto que ha sido sometido a “esterilización” térmica no puede ser estéril si se asume que la destrucción microbiana por el calor sigue un curso logarítmico, la esterilidad absoluta es inalcanzable. El tratamiento térmico consiste simplemente en reducir la probabilidad de supervivencia hasta un grado en que el producto pueda ser considerado “estéril”. La esterilidad comercial puede definirse como un producto que ha sido sometido a un tratamiento térmico tal que no se altera en condiciones normales de almacenamiento, ni supondrá un peligro para la salud del consumidor (Rees y Bettinson, 1994).

### **2.2.4. Transferencia de calor en productos enlatados**

En la penetración de calor ideal en los productos envasados se ha supuesto que durante el tiempo de proceso el producto mantiene la temperatura requerida. Esto significa que el producto alcanza la temperatura de régimen de forma instantánea y se enfría de la misma forma, lo que en la práctica solo es casi cierto cuando se tratan líquidos en capas muy finas. En el resto de los casos se tiene una determinada

masa de producto que se calentará y enfriará dentro de un envase y estos intercambios térmicos se verán afectados por la naturaleza del producto y envase como por la geometría de este último (Casp y Abril, 2003).

La medida de las variaciones de la temperatura en diversos puntos del producto y más especialmente en el punto crítico, en función del tiempo y otros factores, se realiza por medio de pares termoeléctricos especiales, fijos en el recipiente y unidos a un registrador (Jiménez, 2007).

En productos como sopas, la transferencia de calor es principalmente por conducción, por tanto, se tarda un tiempo largo hasta que se eleve el centro térmico o la temperatura del “punto más frío” de una masa sólida (Bailón, 1994).

#### **2.2.5. Tiempo de muerte térmica (F)**

##### **a. Valor de F proceso**

Tiempo de muerte térmica o letalidad de proceso a la temperatura de trabajo en el autoclave (Jiménez, 2007).

El tiempo de muerte térmica es el tiempo que se le da un tratamiento a una temperatura determinada con el objetivo de encontrar la estabilidad del alimento y asegurar su calidad tanto física como microbiológica (Casp y Abril, 2003).

##### **b. Letalidad**

La letalidad es el tiempo de muerte térmica, equivalente al calentamiento en un minuto, a la temperatura de referencia de esterilización (121.1 °C) y el valor de Z en función a la especie de microorganismo (*Clostridium botulinum*, Z = 10 °C). Para un proceso en el cual el producto alimenticio está sujeto a un perfil de temperatura-tiempo, la letalidad equivalente

permite decidir si un tratamiento térmico en particular es seguro para garantizar la esterilidad comercial. Existen tablas de valores de letalidad recomendados para una gran diversidad de alimentos (Alvarado y otros, 2009).

### c. Valor de $F_0$

Es el tiempo de muerte térmica o letalidad de proceso a 121.1 °C y  $Z = 10$  °C (Jiménez, 2007).

La letalidad alcanzada mediante el calor recibido durante el tratamiento en el punto más frío del envase se le denomina “ $F_0$ ” y es definido puntualmente como una medida de la capacidad de un determinado tratamiento térmico para reducir el número de esporas o de células vegetativas de un determinado microorganismos por envase (Jay, 2009).

Para comparar la eficacia de distintos procesos de esterilización se utiliza el valor  $F_0$ , llamado tiempo de muerte térmica o letalidad del proceso, que representa la combinación de tiempo – temperatura recibida por el alimento. El valor  $F_0$  se representa como un subíndice que indica la temperatura del autoclave durante el tratamiento y el valor  $Z$  del microorganismo contra el que el tratamiento va dirigido (Fellows, 2007). Así, por ejemplo, un proceso de esterilización a una temperatura de autoclave de 115 °C calculado para un microorganismo con valor  $Z$  de 10 °C se representa:

$$F_{115}^{10}$$

Debe señalarse, sin embargo, que los valores  $F_0$  recomendados y calculados dependen de diversos factores como por ejemplo: pH, valor  $D$ , valor de  $A_w$ , y recuento inicial de microorganismos, entre otros, por lo que las condiciones de calentamiento deben siempre comprobarse a

intervalos regulares mediante recuentos bacteriológicos y pruebas de conservación.

La calibración del tratamiento térmico en determinados valores  $F_0$  pueden también garantizarse alcanzado la correspondiente temperatura interna máxima (Jiménez, 2007). En el Cuadro 3, se muestran algunos valores mínimos de  $F_0$  para determinados productos con carnes.

Los valores dependen de factores que influyen en la penetración de calor anteriormente presentados como: factores relacionados al producto, al proceso y al envase por lo que estos son referenciales de estudios científicos (Lespinard, 2011).

**Cuadro 3. Valores de  $F_0$  de algunos productos cárnicos**

<b>Producto</b>	<b>Tamaño de envase</b>	<b><math>F_0</math></b>
Ají con carne	Varios	6
Pan con carne	307 x 409	6
Salchichas de Viena	Varios	5
Trozos de carne	307 x 409	6
Pollo	Varios	8
Guiso de carne vacuno	211 x 400	3

Fuente: Lespinard (2011).

En la industria conservera para alimentos poco ácidos suelen utilizarse valores de  $F_0$  en un rango de 6 – 14 min, pues estos proporcionan un margen de seguridad adicional (Heinz, 2000).

### **2.2.6. Tratamiento térmico de sopas**

De los varios puntos de control existentes en una línea de proceso de enlatado de los alimentos pocos ácidos, ninguno es más crítico para el fabricante ni plantea mayores riesgos para la salud de los consumidores que el tratamiento térmico. Todas las sopas con excepción de aquellas que utilicen tomates como ingrediente principal están clasificadas como alimentos de baja acidez (pH entre 4.5 y 7). La elaboración de productos enlatados de baja acidez comprende varias etapas generales de preparación y procesamiento de los alimentos previa a la esterilización y precisa de operaciones de acondicionamiento de los envases posteriores al tratamiento térmico (Tamayo, 2008).

El factor más importante de los que condicionan la penetración del calor en los productos es su naturaleza, que es la que va a determinar por qué mecanismo de transmisión de calor va a producirse el intercambio térmico. Un tipo de producto es aquel líquido que contiene en su seno sólidos de pequeño tamaño (sopas) donde la penetración de calor viene determinada en gran medida por la movilidad del líquido. La temperatura de los sólidos puede considerarse la misma que la del líquido que los rodea (Casp y Abril, 2003).

Para los productos en envases cilíndricos como las sopas que presenten un perfil de calentamiento por conducción (sólidos, productos viscosos) el punto crítico de calentamiento se encuentra localizado en el centro geométrico del envase ya que él es el punto más alejado de la fuente de calentamiento; pero en los productos que se calientan por convección (líquidos, vegetales, alimentos poco viscosos, alimentos poco articulados) el punto crítico de calentamiento se encuentra en el eje vertical



aproximadamente a una décima de la altura del envase medida desde la base del mismo (Tamayo, 2008).

### **2.3. Firmeza**

La textura en la que se incluye la firmeza es un muy importante indicador de calidad. La palabra textura deriva del latín *textura* que significa tejido y que originalmente se tomó en referencia a la estructura, sensación y apariencia de los tejidos. No fue hasta la década de los años setenta que se empezó a utilizar para describir la constitución, estructura o esencia de cualquier cosa en relación con sus constituyentes y/o elementos formativos (Jiménez, 2007).

Para la medida de textura mediante equipos se emplea a nivel universal una máquina adaptada a muestras agroalimentarias conocida como Instron debido al nombre de la empresa que la fábrica, esta máquina es adaptable a ensayos muy variados y entre las más efectuados se tiene los de penetración, extrusión, cizalla, compresión o flexión (Jiménez, 2007).

El texturómetro es un aparato que consta de una plataforma donde se deposita la muestra y de un brazo móvil al que se adaptan diversos punzones. El brazo punzón sube y baja a una velocidad constante, fijada por el experimentador, al igual que otros parámetros. El aparato va asociado a un ordenador, que es el que maneja y recoge los resultados del ensayo. Tras el ensayo se genera una curva fuerza-distancia, en la que el punto más alto determina el valor de fuerza máxima, utilizando como medida de la dureza de productos cárnicos (Onega, 2003).

El parámetro "Hardness" es definido como la fuerza pico alcanzada por la sonda durante el primer ciclo de compresión. La palabra Hardness se puede emplear para dureza o firmeza dependiendo del producto a evaluar (Jiménez, 2007).

## **2.4. Evaluación sensorial**

La evaluación sensorial de los alimentos constituye en la actualidad una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo con diferentes pruebas, según sea la finalidad que se efectúe (Anzaldúa-Morales, 2005).

### **2.4.1. Pruebas discriminativas**

Son aquellas pruebas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia (Anzaldúa-Morales, 2005).

Las pruebas discriminativas se pueden usar jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas, sin embargo, para algunas comparaciones más complejas es preferible trabajar con jueces entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular y evaluar la magnitud de la diferencia. Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son prueba de comparación apareada simple, prueba triangular prueba duo-trío, prueba de comparaciones apareadas de Scheffé, prueba de comparaciones múltiples y la prueba de ordenamiento (Anzaldúa-Morales, 2005).

#### **Ordenamiento (ranking) para análisis afectivos**

Esta prueba es muy sencilla, en ella se les dan a los jueces tres o más muestras que diferencien en alguna propiedad y se les pide que las pongan en orden creciente o decreciente de dicha propiedad resaltante como sabor, picante o dulce, así se les pide “ordenen del sabor menos

picante al más picante” u “ordenen del sabor más dulce al menos dulce” (Anzaldúa-Morales, 2005).

La prueba de ordenamiento tiene la ventaja de ser rápida y permitir la evaluación de un número de muestras mayor que en las otras pruebas, aunque su principal limitación es que la evaluación realizada es únicamente válida para el conjunto de muestras estudiadas y no pueden compararse los resultados de un conjunto con los de otro. Sin embargo, su aplicación en la industria alimentaria es muy común dada su sencillez, facilidad y rapidez (Anzaldúa-Morales, 2005).

La escala empleada para este tipo de prueba es la escala ordinal, Onega (2003) indica que estas escalas usan números o palabras organizadas de “alto” a “bajo” o “más” a “menos”, etc., con respecto a algún atributo de un conjunto de productos, las categorías no son intercambiables. Con este tipo de escalas lo más frecuente es hacer una ordenación o “ranking” de los productos respecto de la característica estudiada. Su mayor inconveniente es que no se mide la magnitud de la diferencia entre productos y los datos no indican la localización (solo dicen que es más o menos que otro). El análisis de los datos incluye los métodos para escalas ordinales, en particular los métodos no paramétricos (Anzaldúa-Morales, 2005).

#### **2.4.2. Pruebas afectivas**

Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia, aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto). Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto para esta prueba se utilizan; escalas categorizadas donde los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra escogiendo la categoría apropiada. Esta prueba tiene ventajas en que requiere menos tiempo para evaluar, presenta procedimientos más interesantes para el juez, su poder de aplicación es

amplio, puede ser utilizado por jueces no entrenados y puede ser utilizada con un elevado número de estímulos (Ureña y otros, 1999).

### **Aceptabilidad general**

Según Anzaldúa-Morales (2005) para llevar a cabo estas pruebas, se utilizan las escalas hedónicas, que son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento en quienes lo prueban. Las escalas hedónicas pueden ser verbales o gráficas, la elección del tipo de escala depende de la edad de los jueces y del número de muestras a evaluar.

Para esta prueba el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone. Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces catadores no entrenados y éstos deben ser consumidores potenciales o habituales del producto (es interesante que su criterio responda a un cierto conocimiento del alimento o bebida a catar) y compradores de esa gama de alimentos (Anzaldúa-Morales, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

La elaboración de la sopa de caracol (*Helix aspersa*), envasado, sellado de latas y tratamiento térmico fueron realizados en la Unidad de Producción Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicada en el departamento de Lambayeque. Los análisis de firmeza fueron realizados en el Laboratorio de Ciencias de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego y las pruebas sensoriales se realizaron en las instalaciones de la Empresa Agroindustrial CORINOR.

#### 3.2. Materiales y equipos

##### **Materia prima**

Caracol (*Helix aspersa*) procedente de la provincia de Virú, departamento de La Libertad.

##### **Insumos**

- Apio fresco
- Arroz blanco
- Arveja verde fresca
- Cebolla criolla
- Culantro fresco

- Glutamato monosódico. Marca Ajinomoto
- Poro fresco
- Sal de mesa yodada. Marca Emsal
- Zanahoria fresca
- Papa blanca fresca
- Aceite vegetal. Marca Primor Premium

### **Equipos**

- Autoclave vertical, marca Can modelo H90.
- Equipo de penetración de calor analógico, marca Ellab (0 – 130 °C).
- Selladora semiautomática, marca Tarva (600 latas/h).
- Balanza analítica, marca Sartorius. Rango de 0 - 3100 g. Precisión  $\pm 0.0001$  g.
- Termómetro digital, marca Multidigital. Rango de -50°C a 200 °C. Precisión  $\pm 0.05$  °C.
- Cocina eléctrica de 4 hornillas marca Seteclo.
- Texturómetro, marca Instron. Modelo 3342. Capacidad de carga de 0.5 kN (112 lbf). Espacio de ensayo vertical de 651 mm.

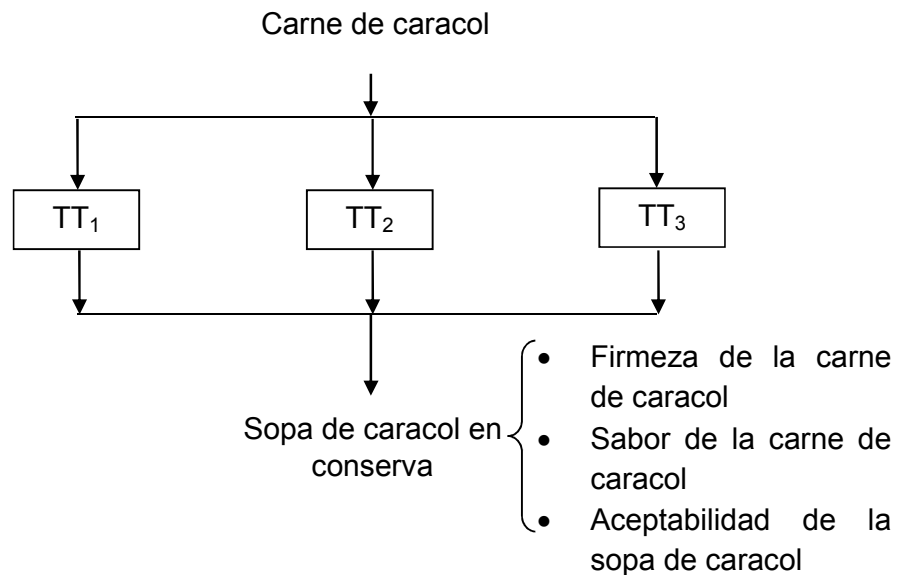
### **Materiales**

- Envases de hojalata tipo Tall 301 x 408. Marca FADESA
- Abre latas de acero
- Bandejas de plástico
- Tinas de plástico
- Cuchillos de acero
- Cucharas de acero
- Colador de plástico

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Esquema experimental

El esquema experimental para la elaboración de la sopa de caracol en conserva se presenta en la Figura 1. La variable independiente es la relación temperatura – tiempo de tratamiento térmico y las variables dependientes firmeza, sabor de la carne y aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada.



**Leyenda:**

TT<sub>1</sub>: tratamiento de 113 °C por 51.65 min

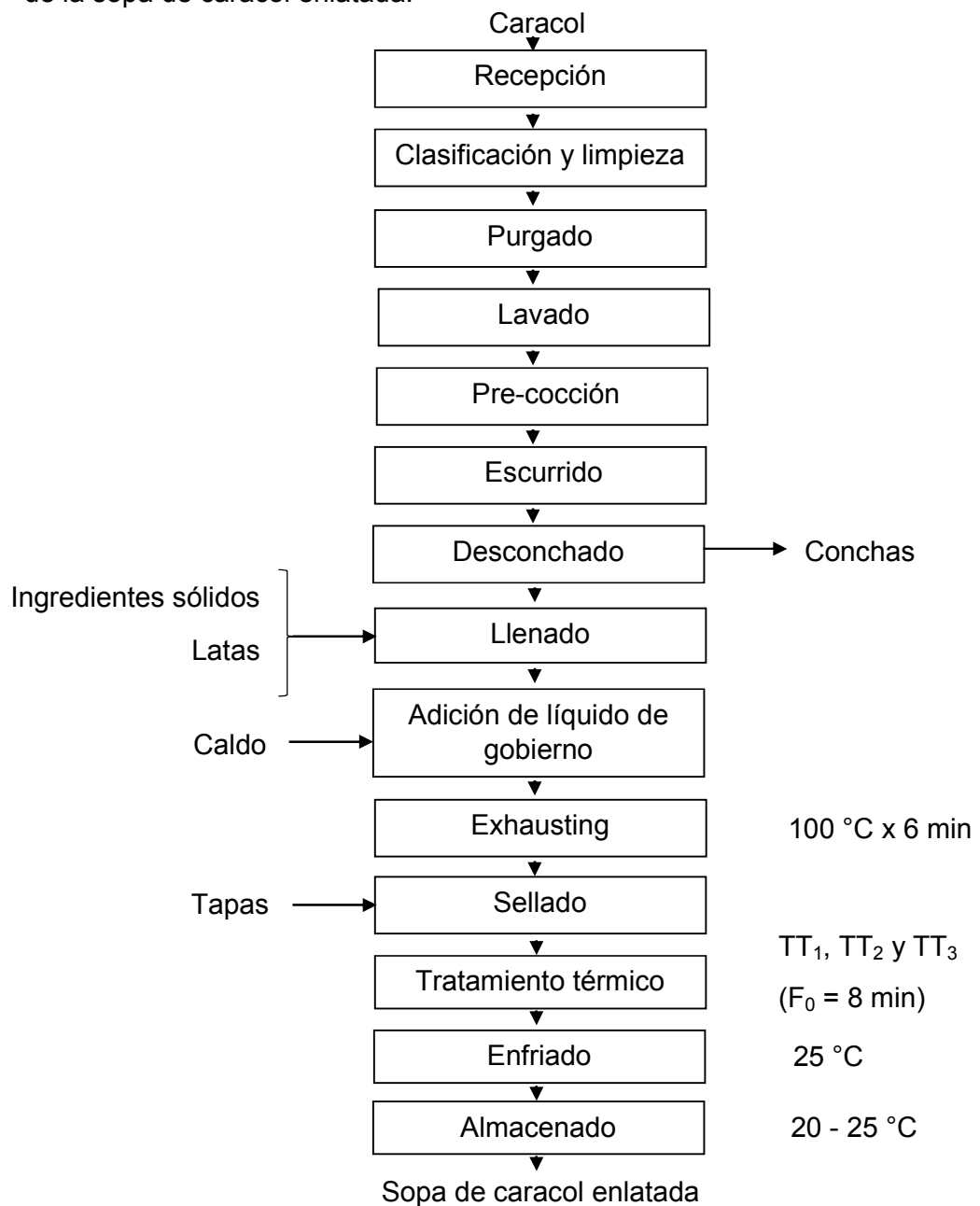
TT<sub>2</sub>: tratamiento de 117 °C por 20.51 min

TT<sub>3</sub>: tratamiento de 121 °C por 8.19 min

**Figura 1. Esquema experimental para evaluar el efecto del tratamiento térmico en sopa de caracol enlatada.**

### 3.3.2. Método experimental

En la Figura 2, se observa el flujo de proceso seguido para la obtención de la sopa de caracol enlatada.





## **Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de sopa de caracol enlatada.**

A continuación se describe cada operación realizada para preparar la muestra experimental (basado en Alvarado, 2004; Córdova, 2006; Jiménez, 2007; Gálvez, 2013).

### **Recepción**

Los caracoles vivos provenientes del campo se mantuvieron a temperatura ambiente (20 °C), se verificó que estén en buen estado, se pesaron para cuantificar la cantidad de materia prima que ingresó.

### **Clasificación y limpieza**

Se clasificaron los caracoles según su tamaño, solo se usaron los que medían de 15 – 20 mm de largo y de 8 – 12 mm de espesor, seguido de una limpieza con agua limpia potable, esto fue necesario para reducir el recuento de microorganismos presentes en la superficie del caracol.

### **Purgado**

El purgado es una operación básica e indispensable para procesar los caracoles. Este paso consistió en limpiar interiormente y de manera natural el caracol (vaciar su tracto digestivo). Para ello se puso a los caracoles dentro de sacos de red entre 1 - 2 kg durante 2 - 3 días, con la finalidad de que ellos mismos consuman sus reservas y eliminen lo digerido.

### **Lavado**

Luego del purgado se sacó a los caracoles en cubetas plásticas y se eliminaron los caracoles muertos, o aquellos que presentaron coloraciones extrañas. Se lavaron con abundante agua potable.

### **Precocción**

Los caracoles limpios libre de materiales extraños fueron colocados en un colador y llevados al vapor generado en un recipiente con agua hirviendo (100 °C), se mantuvo en el vapor por un tiempo de 6 min, permitiendo así la muerte de los caracoles y facilitando la extracción de su carne.

### **Ecurrido**

Los caracoles fueron escurridos en una canastilla de plástico por un período de 2 min para eliminar el agua excedente.

### **Desconchado**

Se procedió a separar la carne de la concha del caracol con la ayuda de una cuchara, seguido de un lavado con abundante agua potable.

### **Llenado**

Se colocó 80 g de carne de caracol entera en envases de hojalata tipo Tall 301 x 408 con capacidad de 402 g, seguidamente se colocó los ingredientes no cárnicos (122 g) como arroz, arveja verde, zanahoria y papa en las proporciones que se muestran en el Cuadro 4.

### **Cuadro 4. Ingredientes no cárnicos de la sopa de caracol**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Arroz blanco	24.4	20.00
Arveja verde fresca	16.5	13.55
Zanahoria fresca	33.1	27.12
Papa blanca	48.0	39.33
Total	122.0	100

### **Adición de líquido de gobierno**

Se preparó el líquido de gobierno a base de un caldo elaborado a partir de la cocción (100 °C x 10 min) de apio, cebolla, culantro, glutamato monosódico, poro, aceite y sal en agua (las cantidades se muestran en el Cuadro 5). Luego se llenó los envases que contenían los ingredientes secos con 200 g de líquido de gobierno caliente a una temperatura de 95 - 98 °C.

### **Cuadro 5. Componentes para la preparación del líquido de gobierno**

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Apio fresco	1.75
Cebolla criolla	3
Culantro fresco	1
Glutamato monosódico	1
Poro fresco	3
Sal de mesa yodada	1.5
Aceite vegetal	1.5
Agua potable	87.25
Total	100

**Exhausting**

Con esta operación se evacuó el aire que se encontraba en el interior de la lata, por medio de vapor a una temperatura de 100 °C por 6 min.

**Sellado**

Se colocó la tapa al envase lleno y se selló con una selladora semiautomática. Esta operación consistió en traslapar las pestañas del cuerpo del envase mediante el doble cierre, que dejó al envase conteniendo al producto cerrado herméticamente.

**Tratamiento térmico**

Las latas se sometieron a los procesos térmicos de esterilización en estudio: 113 °C x 51.65 min, 117 °C x 20.51 min y 121 °C x 8.19 min, hasta un valor de muerte térmica de  $F_0 = 8$  min.

**Enfriado**

Las latas se enfriaron con agua potable hasta la temperatura de 25 °C.

**Almacenado**

Las latas se almacenaron a la temperatura de 20 - 25 °C (hasta el periodo de evaluación de 3 - 5 días) en un lugar fresco y seco, libre de los rayos directos del sol.

**3.3.3. Métodos de análisis****3.3.3.1. Análisis físicos****Firmeza de la carne de caracol**

Para este análisis se empleó el texturómetro marca Instron, modelo 3342, el cual midió la resistencia a la penetración en la carne de caracol (fuerza

máxima presentada antes de la ruptura o flujo del material que fue expresada en N). La carne de caracol (forma cilíndrica, de 15 – 20 mm de largo y de 8 – 12 mm de espesor) se apoyó sobre una base sólida, con una perforación central que permitió el libre paso del punzón al momento de atravesarla (velocidad de 10 mm/s). El diámetro del punzón fue de 6 mm (Gálvez, 2013). Por cada repetición de los tratamientos se midió la firmeza a la carne de 10 caracoles, los valores se encuentran en los Anexos J, K y L.

### 3.3.3.2. Análisis sensorial

#### Análisis sensorial para el sabor de la carne de caracol

Se efectuó una prueba de ordenamiento con 60 jueces no entrenados, habituales consumidores de carne de caracol (habitantes de Virú), a los cuales se les brindó una explicación verbal de como ejecutar la prueba, se les brindó información de cómo ordenar y calificar cada una de las muestras de carne de caracol en cuanto al sabor, se les proporcionó la correspondiente tarjeta de evaluación con las muestras codificadas (Figura 3) con escala adimensional ordinal, teniendo que codificar de manera ascendente (de menor a mayor sabor de carne de caracol) (Gálvez, 2013). Para el análisis se emplearon las 4 repeticiones de cada tratamiento, a los primeros 30 jueces se les presentó la primera repetición, a los 30 siguientes la segunda, tercera y cuarta repetición, en bloques de 10 panelistas; los resultados de la prueba de ordenamiento del sabor de la carne de caracol se encuentran en el Anexo M.

<i>Tarjeta de ordenamiento para sabor de la carne de caracol</i>	
Nombre: _____ Fecha: _____	
Muestra evaluada: _____ Prueba N°(TT): _____	
INSTRUCCIONES: Pruebe las muestras y ordénelas según su incremento en intensidad de sabor, de la muestra de menor sabor a mayor sabor. Se les pide poner especial atención y concentración durante la evaluación.	
ENSAYO	Muestras ordenadas de menor (izquierda) a mayor (Derecha) intensidad
SABOR	.....                      .....
Observaciones: .....	

**Figura 3. Tarjeta de ordenamiento para el sabor de la carne de caracol.**

Fuente: Gálvez (2013)

**Aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada**

Se realizó empleando una tarjeta con escala hedónica verbal de nueve puntos (Figura 4) y 60 jueces no entrenados (Anzaldúa-Morales, 2005). A cada juez se le presentaron tres muestras de sopa de caracol debidamente codificadas al azar con 3 dígitos. Los jueces evaluadores reportaron en la tarjeta de evaluación el grado de placer producido por cada muestra evaluada (Ureña y otros, 1999). Para el análisis se emplearon las 4 repeticiones de cada tratamiento, a los primeros 30 jueces se les presentó la primera repetición, a los 30 siguientes la segunda, tercera y cuarta repetición, en bloques de 10 panelistas; los resultados de la prueba de aceptabilidad general de la sopa de caracol se encuentran en el Anexo N.

<i>TARJETA DE ACEPTABILIDAD GENERAL DE LA SOPA DE CARACOL ENLATADA</i>			
Nombre: _____		Fecha: _____	
Muestra: _____		Muestra N°: _____	
Evalúe las muestras y señale con una X según su criterio de aceptabilidad			
<b>Escala</b>	<b>Clasificación de Muestras</b>		
	<b>324</b>	<b>158</b>	<b>586</b>
Me agrada muchísimo			
Me agrada mucho			
Me agrada moderadamente			
Me agrada poco			
Ni me agrada ni me desagrada			
Me desagrada poco			
Me desagrada moderadamente			

**Figura 4. Tarjeta de evaluación sensorial para la aceptabilidad general sopa de caracol enlatada.**

Fuente: Ureña y otros (1999)

**3.3.4. Análisis estadístico**

El método estadístico correspondió a un diseño unifactorial de 3 niveles, con 4 repeticiones (12 unidades experimentales). Para la variable paramétrica firmeza, se empleó la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de varianzas (Montgomery, 2004), posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), al observarse diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos. Para el análisis de las variables no paramétricas: sabor de la carne y aceptabilidad general se utilizó las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza al 95%. Para procesar los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 20.0 y para la elaboración de las figuras se usó el software Statistica versión 10.0.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

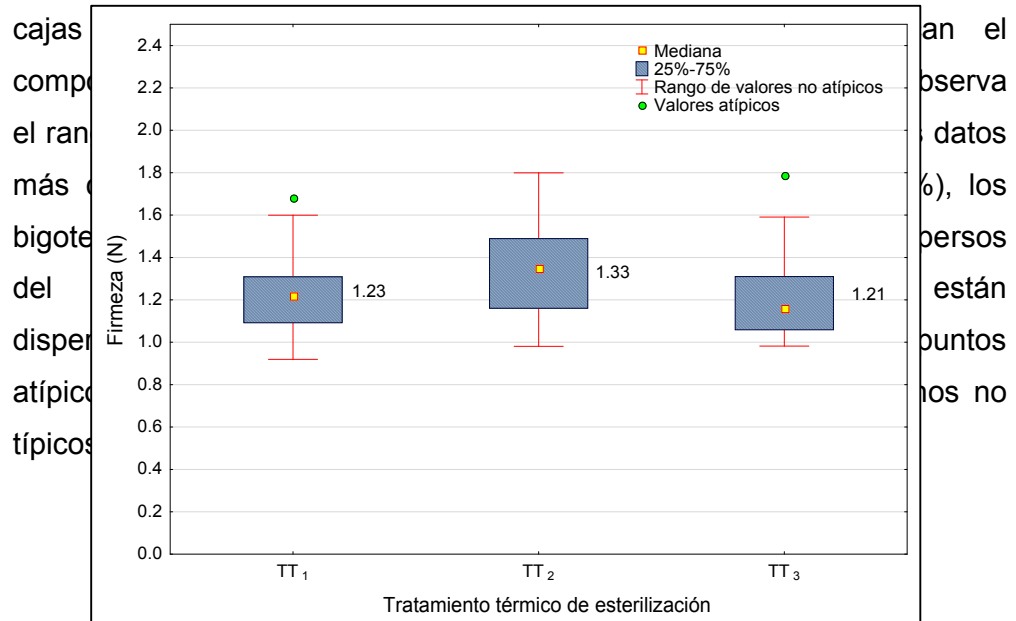
### 4.1. Medición de valores de $F_0$ en la sopa de caracol enlatada

Para bridar la seguridad comercial de la sopa de caracol enlatada en envases tipo Tall, con un valor de  $F_0 = 8$  min, a tres temperaturas de 113, 117 y 121 °C, se determinó el tiempo de tratamiento térmico ( $F_{\text{proceso}}$ ), usando la fórmula descrita por Sikorski (1994) la cual se muestra en el Anexo A. Donde los tiempos de tratamiento térmico fueron: 51.65, 20.51 y 8.19 min. Para determinar el tiempo de muerte térmica o letalidad del proceso térmico ( $F_0$ ) se usó la formula descrita por Earle (1968), la cual se muestra en el Anexo B, donde los valores de  $F_0$  fueron 8.7, 8.7 y 9.8 min (Anexo I). Según Casp y Abril (2003) el tiempo mínimo requerido es  $F_0 = 3$  minutos, para la destrucción de esporas del *Clostridium botulinum*, además, Sikorski (1994) señala que la elección del proceso térmico en la industria conservera emplea  $F_0 = 3$  min para evitar riesgos de salud pública y  $F_0 = 5 - 7$  min para la prevención del deterioro por esporas mesófilas y termófilas. Las curvas de tratamiento térmico registradas, se representan gráficamente en los Anexos C, D y E, los valores numéricos de penetración de calor en los Anexos F, G y H.



#### 4.2. Firmeza de la carne de caracol

En la Figura 5, se muestra el comportamiento de la firmeza (N) de la carne de la sopa de caracol a diferentes tratamientos térmicos de esterilización. Se observa que el tratamiento  $TT_2$  (117 °C x 20.56 min) presentó mayor valor de firmeza de la carne de caracol de 1.33 N, los tratamientos  $TT_1$  (113 °C x 51.65 min) y  $TT_3$  (121 °C x 8.19 min) presentaron menores valores de firmeza de 1.23 y 1.21 N respectivamente. los datos experimentales se encuentran en los Anexos J, K y L. Resultados similares fueron reportados por Jiménez (2007), quien evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de esterilización de 113 °C x 51.65 min, 117 °C x 20.56 min y 121 °C x 8.19 min ( $F_0 = 8$  min) sobre la textura (evaluado en forma del parámetro de firmeza) de las colas de langostino blanco (*Penaeus vannamei*) en envase tipo tuna ½ lb, donde observó que el valor de firmeza más alto (15.28 N) se obtuvo con el tratamiento térmico de 117 °C x 20.56 min, los tratamientos de 113 °C x 51.65 min y 121 °C x 8.19 min presentaron valores bajos de firmeza de 13.27 y 10.46 N, respectivamente. Además, en la Figura 5, se observa las



TT <sub>1</sub> : 113 °C por 51.65 min	TT <sub>2</sub> : 117 °C por 20.51 min	TT <sub>3</sub> : 121 °C por 8.19 min
--	--	---------------------------------------

**Figura 5. Firmeza de la carne de sopa de caracol enlatada a diferentes tratamientos térmicos de esterilización.**

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de firmeza de la carne de caracol de la sopa enlatada, se observa que existió homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 6. Prueba de Levene para la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada**

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	0.796	0.454

El Cuadro 7 muestra el análisis de varianza para los valores de firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada. El análisis de varianza muestra que el tratamiento térmico de esterilización presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada**

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Firmeza (N)	Tratamiento térmico	0.319	2	0.159	4.419	0.014
	Error	4.222	117	0.036		
	Total	4.541	119			

Gálvez (2013) determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del proceso térmico de esterilización (113 °C x 110 min, 117 °C x 90 min y 121 °C x 70 min), sobre la textura de la carne del guiso de cuy (*Cavia porcellus*) enlatado.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de firmeza (N) de la carne de la sopa de caracol enlatada. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subconjuntos. Se observa en el subconjunto 2, al tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 min), que presentó el valor más alto de firmeza (1.33 N). Jiménez (2007) observó que el tratamiento térmico de 117 °C x 20.56 min presentó el mayor valor de firmeza en las colas de langostino en conserva con 15.28 N.

**Cuadro 8. Prueba de Duncan para la firmeza de la carne de la sopa de caracol enlatada**

Tratamiento térmico	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Subconjunto	
			1	2
TT <sub>3</sub>	121	8.19	1.21	
TT <sub>1</sub>	113	51.65	1.23	
TT <sub>2</sub>	117	20.51		1.33

TT<sub>1</sub>: 113 °C por 51.65 min    TT<sub>2</sub>: 117 °C por 20.51 min    TT<sub>3</sub>: 121 °C por 8.19 min

Gálvez (2013) determinó que el proceso térmico de 121 °C x 70 min permitió obtener la mayor textura instrumental (17.44 N) en la carne del guiso de cuy (*Cavia porcellus*) enlatado. La carne de cuy no presenta características similares a la carne de caracol, pero se tomó como referencia en esta investigación por los tratamientos térmicos empleados.

#### 4.3. Sabor de la carne de caracol

En el Anexo M, se presenta los valores promedios de la prueba de ordenamiento de sabor de la carne de caracol. En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Friedman, esta prueba determinó que el tratamiento térmico no presentó efecto significativo ( $p > 0.05$ ) sobre el sabor de la carne de la sopa de caracol enlatada. Estadísticamente todas las muestras fueron idénticas en cuanto al atributo de sabor de la carne de caracol.

**Cuadro 9. Prueba de Friedman para el sabor de la carne de la sopa de caracol enlatada**

Tratamiento térmico	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Rango promedio
TT <sub>1</sub>	113	51.65	1.98
TT <sub>2</sub>	117	20.51	2.03
TT <sub>3</sub>	121	8.19	1.98
Chi-cuadrado		0.100	
p		0.951	

Además, se observa que el tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 minutos) presentó el valor más alto de rango promedio de 2.03 (el cual refleja mayor percepción de sabor de la carne), pero, estadísticamente no hubo

diferencias, en esta investigación el sabor de la carne de caracol no se vio afectado por los diferentes tipos de tratamiento térmico (113 °C x 52 min, 117 °C x 21 min y 121 °C x 9 min).

#### 4.4. Aceptabilidad general de la sopa de caracol

En el Anexo N, se presenta los valores promedios obtenidos de la prueba de aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada. En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tratamiento térmico de esterilización sobre la aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada. Además, se observa que el tratamiento TT<sub>2</sub> (117 °C x 21 min) presentó el valor de moda estadística más alto (8 = “me agrada mucho”) y rango promedio de 2.26.

**Cuadro 10. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada**

Tratamiento térmico	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Moda	Rango promedio
TT <sub>1</sub>	113	52	6	1.91
TT <sub>2</sub>	117	21	8	2.26
TT <sub>3</sub>	121	9	7	1.83
Chi-cuadrado			6.829	
p			0.033	

Jiménez (2007) determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tratamiento térmico (113 °C x 51.65 min, 117 °C x 20.56 min y 121 °C x 8.19 min) sobre la aceptabilidad general de picante de colas de langostino blanco (*Penaeus vannamei*) en envase tipo tuna ½ lb, para lo cual usó una escala hedónica de 9 puntos, donde determinó que los tratamientos

térmicos a 117 °C x 20.56 min y 121 °C x 8.19 min, presentaron mayor aceptación general con valores de rango promedio de 1.38 y 2.35, respectivamente.

Larrea y otros (2013) determinaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de tres tiempos de tratamiento térmico (40, 45 y 50 min) a 121 °C y dos líquidos de gobierno (aceite de oliva y salmuera) en envases tipo tuna de ½ lb, sobre la aceptabilidad general de la conserva de carne de caracol (*Hélix aspersa Müller*). La prueba de aceptabilidad general fue realizada con 30 jueces entrenados (chefs) de nacionalidad francesa, quienes determinaron que la conserva de carne de caracol con el tiempo de tratamiento térmico de 45 min fue el de mayor aceptación. Con este tratamiento térmico se obtuvo un valor de  $F_0$  de 11.98 min.

Córdova (2006) evaluó tiempos (30 y 40 min) y presiones de esterilización (68.947 y 103.421 kPa) sobre la aceptabilidad general de sopa de caracol (*Strombus sp*), donde observó que a 40 min de tratamiento térmico los puntajes de aceptabilidad general eran altos, a comparación de la sopa de caracol con tratamiento térmico de 30 min.

Alvarado (2004) evaluó la aceptabilidad general de la sopa de caballa (*Scomber japonicus peruanus*) en conserva, donde determinó la existencia de efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la temperatura (111, 116 y 121 °C) y tiempo (70, 80, 90 min) de esterilización, además, utilizó porciones de caballa, sazonados con caldo y otros ingredientes como arroz, arveja, papa y zanahoria, con características de un plato listo. El tratamiento térmico de mayor aceptabilidad general de la sopa de caballa en conserva fue de 116 °C x 70 min, ya que este tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas, con promedio de 8.8.

La prueba de Wilcoxon o múltiples comparaciones (Cuadro 11) es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa. En esta prueba se comparó la sopa de

caracol enlatada elaborada con el tratamiento térmico que brindó el mayor valor de moda estadística y rango promedio en la prueba de Friedman, contra los demás tratamientos, con la finalidad de determinar diferencias significativas entre estos. El tratamiento  $TT_2$  (117 °C x 21 min) se comparó en forma pareada con los demás tratamientos, donde se observó que fue estadísticamente diferente al tratamiento  $TT_1$  (113 °C x 52 min) y  $TT_3$  (121 °C x 9 min), por lo que es el mejor tratamiento en cuanto a aceptabilidad general.

**Cuadro 11. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada**

Tratamiento térmico		Z	p
$TT_1$	$TT_2$	-2.13	0.033
	$TT_3$	-0.066	0.948
$TT_2$	$TT_3$	-2.169	0.030

$TT_1$  : 113 °C por 51.65 min     $TT_2$  : 117 °C por 20.51 min     $TT_3$  : 121 °C por 8.19 min

Mohan y otros (2006) demuestran que la aceptabilidad general está relacionada con la esterilidad comercial de un alimento enlatado; los procesos térmicos correspondientes a una misma muerte térmica  $F_0 = 8$  min se consideran aptos para el consumo seguro de las personas. Lespinard (2011) expresa que en un proceso térmico de relación temperatura/tiempo se obtienen mejores resultados en las características

sensoriales de un producto cárnico enlatado a altas temperaturas y menores tiempos de exposición al calor a un mismo tiempo de muerte térmica ( $F_0$ ). En esta investigación fue el tratamiento térmico intermedio.

El tratamiento térmico  $TT_2$  (117 °C x 21 min) permitió obtener la calificación más alta en la aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada con una moda estadística de 8 (me agrada mucho) y rango promedio de 2.26, además este fue diferente a los tratamientos  $TT_1$  (113 °C x 52 min) y  $TT_3$  (121 °C x 9 min), por lo que es el mejor tratamiento en cuanto a aceptabilidad general.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó el efecto significativo del tratamiento térmico de esterilización sobre la firmeza de la carne y aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada.

No existió efecto significativo del tratamiento térmico de esterilización sobre el sabor de la carne de la sopa de caracol enlatada.

El tratamiento  $TT_2$  (117 °C x 21 min) presentó el valor más alto de firmeza (1.33 N) y la calificación de aceptabilidad general más alta con valor 8 (me agrada mucho) y rango promedio de 2.26 en la sopa de caracol enlatada.



## VI. RECOMENDACIONES

- A partir de esta investigación evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, realizar pruebas aceleradas para determinar el tiempo de vida útil de la sopa de caracol enlatada.
- Evaluar el efecto de otras variedades de caracol como *Hélix pomatia* y *Hélix lucurum*, sobre la firmeza y aceptabilidad general de una sopa enlatada.
- Determinar la composición química proximal de la sopa de caracol enlatada.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, C. 2004. Evaluación de la calidad sensorial, sanitaria y composición química de sopa de caballa (*Scomber japonicus peruanus*) en conserva, sometida a diferentes tratamientos de esterilización. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Alvarado, J., Martínez, G., Navarrete, J., Botello, E., Calderón, M. y Jiménez, H. 2009. Fenomenología de la esterilización de alimentos líquidos enlatados. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Celaya Ave. Celaya, México.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. 2da edición. Zaragoza.

Bailón, R. 1994. Evaluación de las condiciones de proceso para el enlatado de olluco (*Ullucus tuberos usloz*) con charqui. Tesis Para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM. Lima, Perú.

Carbajal, C.; Luz, M.; Ospina, M.; Nelly, A.; Olga L.; Ramírez, S.; Restrepo, C.; Adarve E. y Restrepo, E. 2008. Evaluación de la textura a cinco cortes de carne de res conservados por esterilización en envase de hojalata. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. págs. 232-243.

Casp, A. y Abril, J. 2003. Procesos de conservación de alimentos. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Cervantes, K.; Gómez, A.; Moye, A. y Romero, J. 2008. Plan de negocios de exportación de caracoles enlatados a España para la empresa.

Córdova, D. 2006. Optimización del proceso de enlatado para sopa de caracol elaborada con receta garífuna. Proyecto de graduación para optar el título en ingeniero Agroindustrial. Universidad Zamorano, Honduras.

Earle, R. 1968. Ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Fellows, P. 2007. Tecnología del Procesado de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Footitt, R. y Lewis, A. 1999. Enlatado de pescado y carne. Acribia. Zaragoza, España.

Galvez, A. 2013. Influencia del proceso térmico y del tipo de salsa sobre la textura, sabor y aceptabilidad general de guiso de carne de cuy (*Cavia porcellus*) enlatado. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Heinz, S. 2000. Tecnología de la fabricación de conservas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

Huertas, J. 2008. Efecto de tratamientos térmicos en combinación con los aceites esenciales de clavo y tomillo sobre la supervivencia de *Listeria Monocytogenes* evaluada in vitro y en una sopa comercial. Trabajo de grado para optar el título de Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Cartagena, España.

Jay, J. 2009. Microbiología moderna de los alimentos. 5ta Ed. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Jiménez, M. 2007. Influencia de la temperatura de esterilización sobre la consistencia de salsa, textura, sabor y aceptabilidad general de picante de colas de langostino Blanco (*Penaeus vannamei*) en envase tipo tuna ½ lb. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Larrea, C.; Leon, N.; Villareal, D. y Muñoz, J. 2013. Influencia de tres tiempos de tratamiento térmico en la calidad de la conserva de carne de caracol (*Hélix aspersa müller*) contenida en dos líquidos de gobierno (salmuera y aceite de oliva). Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.

Lepinard, A. 2011. Curso de procesamiento térmico. Centro de Investigación y Desarrollo de Crio tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Argentina.

Mohan, O.; Chandragiri, N; Teralandur, K; Srinivasa, G; y Jagannath, B. 2006. Effect of time of ther processing the quality of shrimp and package in aluminuim pounch. JFS S: Sensory an Nutritive Qualities of Food. Journal of Food Science Vol. 22 N° 1 Pg. C 11 – 14.

Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Universidad estatal de Arizona. Editorial Limusa S.A. México.

Onega, M. 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas aditivas, instrumentales y sensoriales. Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Quitral V.; Romero N.; Ávila L.; Marín, M.; Núñez, H. y Simpson R. 2005. Retención de tiamina como función de las condiciones de proceso térmico en salmón en conserva. Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile.

Sielaff, H. 2000. Tecnología de la fabricación de conservas. Acribia. Zaragoza, España.

Rees, J. y Bettison, J. 1994. Procesamiento térmico y envasado de alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Sikorski, Z. 1994. Tecnología de los productos del mar. Recursos composición y conservación. Acribia. Zaragoza. España.

Sonoda, E. 2006. Estudio Técnico Económico para la instalación de un criadero de caracoles comestibles terrestres. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial.

Tamayo, J. 2008. Diseño y optimización del tratamiento térmico para sopa de frejoles enlatada en envases de formato A6. Tesis a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Ureña, M.; D'Arrigo, M. y Girón, O. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Aplicación didáctica. Primera edición. Editorial Agraria. Lima, Perú.

## VIII. ANEXOS

### Anexo A. Determinación del tiempo de tratamiento térmico ( $F_{\text{proceso}}$ ) de sopa de caracol enlatada

Para el procedimiento del tiempo de esterilización ( $F_{\text{proceso}}$ ) se empleó la fórmula (1) descrita por Sikorski (1994).

$$F_{\text{proceso}} = F_0 * 10^{\left(\frac{T_{\text{referencia}} - T_{\text{autoclave}}}{Z}\right)} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

- $F_0$  = 8 min.
- $Z$  = 10 °C.
- $T_{\text{referencia}}$  = 121.1 °C.
- $T_{\text{autoclave}}$  = 113, 117 y 121 °C.

$F_{\text{proceso}}$  = tiempo de esterilización empleado a la temperatura en evaluación con un  $F_0$  de 8 min.

Ejemplo para obtener el tiempo de proceso térmico ( $F_{\text{proceso}}$ ) tomando como referencia la temperatura de 113 °C, con un valor de muerte térmica de  $F_0 = 8$  min.

$$F_{\text{proceso}} = 8 \text{ min} * 10^{\left(\frac{121.1 \text{ }^\circ\text{C} - 113 \text{ }^\circ\text{C}}{10 \text{ }^\circ\text{C}}\right)}$$

$$F_{\text{proceso}} = 51.65 \text{ min.}$$

### **Anexo B. Determinación de muerte térmica $F_0$ de sopa de caracol enlatada**

Para determinar el tiempo de muerte térmica ( $F_0$ ) se empleó la formula (2) descrita por Earle (1968).

$$F_0 = \Delta\theta * 10^{-\left(\frac{T \text{ referencia} - T \text{ lata}}{Z}\right)} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

$\Delta\theta$  = variación de tiempo (min)

$Z$  = 10 °C.

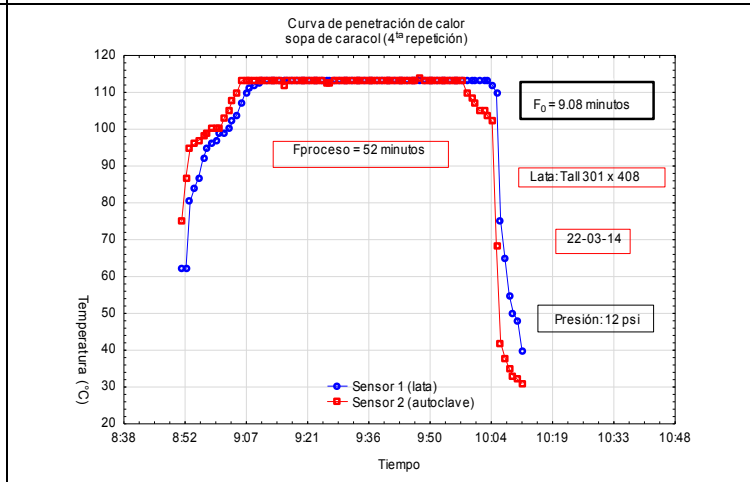
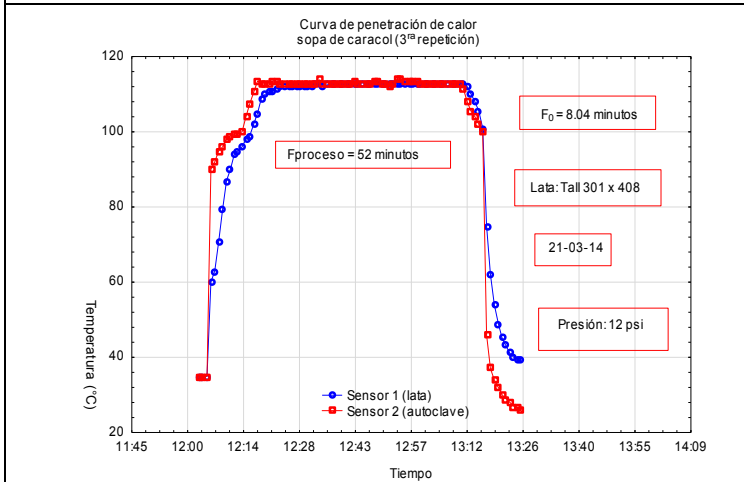
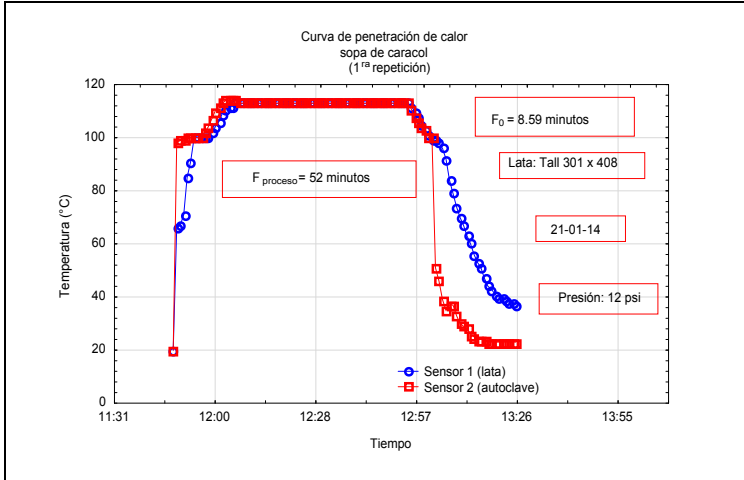
$T \text{ referencia}$  = 121.1 °C.

$T \text{ lata}$  = temperatura en el punto más frío (centro geométrico de la lata)

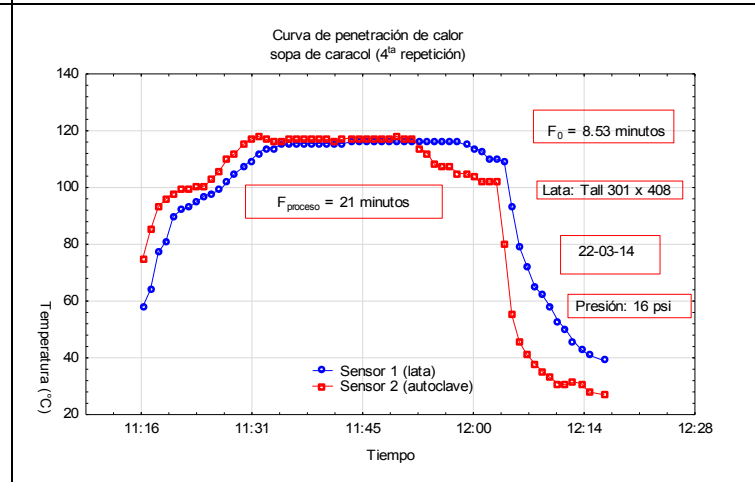
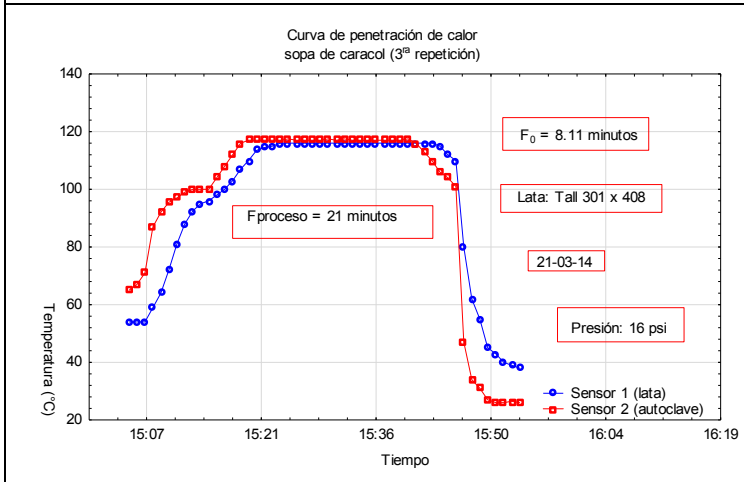
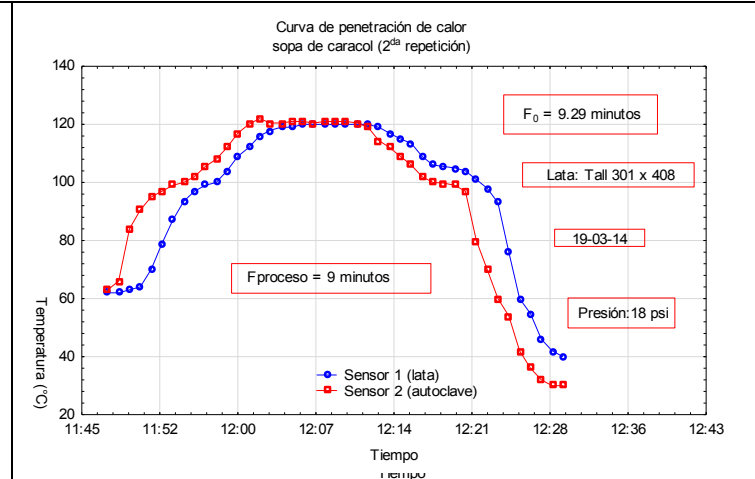
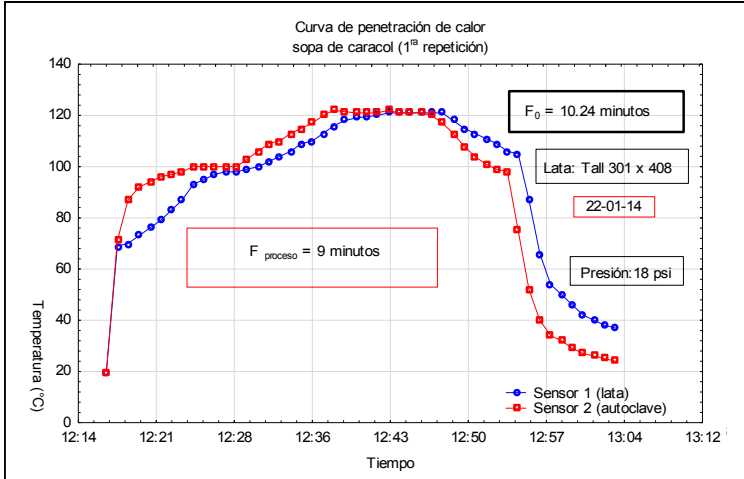
$F_0$  = tiempo de muerte térmica (min)





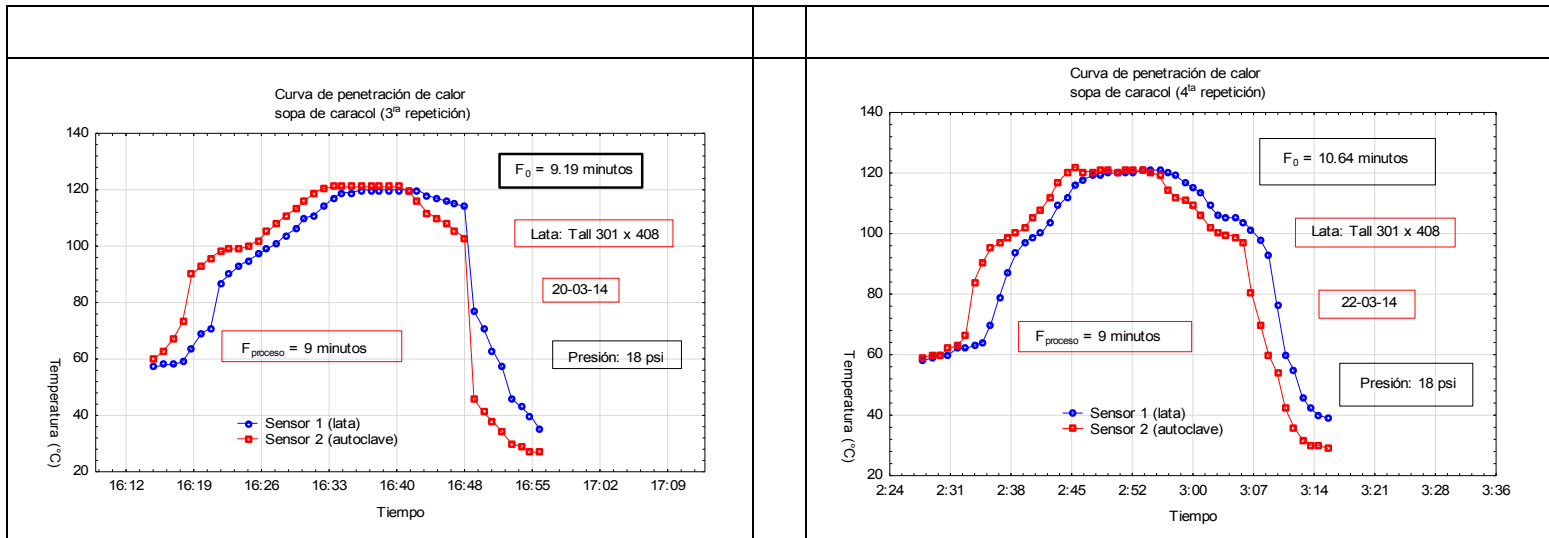


**Anexo C. Tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 113 °C.**



Ane  
xo  
D.

Tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 117 °C.



**Anexo E. Tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 121 °C.**

**Anexo F. Penetración de calor del tratamiento térmico de sopa de  
caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 113  
°C**

**Primera repetición**

Tiempo (minutos)	Temperatur a °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatur a °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatur a °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
11:48	20	20	7.76E-11	12:21	113	113	0.15488	12:54	113	113	0.15488
11:49	66	98	3.09E-06	12:22	113	113	0.15488	12:55	113	113	0.15488
11:50	67	99	3.89E-06	12:23	113	113	0.15488	12:56	112	111	0.12303
11:51	71	99	9.77E-06	12:24	113	113	0.15488	12:57	110	108	0.07762
11:52	85	100	0.000245	12:25	113	113	0.15488	12:58	108	106	0.04898
11:53	91	100	0.000977	12:26	113	113	0.15488	12:59	105	104	0.02455
11:54	100	100	0.007762	12:27	113	113	0.15488	13:00	103	103	0.01549
11:55	100	100	0.007762	12:28	113	113	0.15488	13:01	101	100	0.00977
11:56	100	100	0.007762	12:29	113	113	0.15488	13:02	99	100	0.00617
11:57	100	102	0.007762	12:30	113	113	0.15488	13:03	99	51	0.00617
11:58	100	104	0.007762	12:31	113	113	0.15488	13:04	98	46	0.0049
11:59	102	107	0.012303	12:32	113	113	0.15488	13:05	96	39	0.00309
12:00	104	110	0.019498	12:33	113	113	0.15488	13:06	92	35	0.00123
12:01	106	112	0.030903	12:34	113	113	0.15488	13:07	84	37	0.00019
12:02	109	113	0.06166	12:35	113	113	0.15488	13:08	79	37	6.2E-05
12:03	111	114	0.097724	12:36	113	113	0.15488	13:09	74	33	1.9E-05
12:04	112	114	0.123027	12:37	113	113	0.15488	13:10	70	30	7.8E-06
12:05	112	114	0.123027	12:38	113	113	0.15488	13:11	67	29	3.9E-06
12:06	113	114	0.154882	12:39	113	113	0.15488	13:12	63	28	1.5E-06
12:07	113	113	0.154882	12:40	113	113	0.15488	13:13	60	26	7.8E-07

12:08	113	113	0.154882	12:41	113	113	0.15488	13:14	56	25	3.1E-07
12:09	113	113	0.154882	12:42	113	113	0.15488	13:15	53	24	1.5E-07
12:10	113	113	0.154882	12:43	113	113	0.15488	13:16	51	24	9.8E-08
12:11	114	113.5	0.17378	12:44	113	113	0.15488	13:17	47	24	3.9E-08
12:12	113	113	0.154882	12:45	113	113	0.15488	13:18	44	23	1.9E-08
12:13	113	113	0.154882	12:46	113	113	0.15488	13:19	43	23	1.5E-08
12:14	113	113	0.154882	12:47	113	113	0.15488	13:20	41	23	9.8E-09
12:15	113	113	0.154882	12:48	113	113	0.15488	13:21	40	23	7.8E-09
12:16	113	113	0.154882	12:49	113	113	0.15488	13:22	40	23	7.8E-09
12:17	113	113	0.154882	12:50	113	113	0.15488	13:23	39	23	6.2E-09
12:18	113	113	0.154882	12:51	113	113	0.15488	13:24	38	23	4.9E-09
12:19	113	113	0.154882	12:52	113	113	0.15488	13:25	38	23	4.9E-09
12:20	113	113	0.154882	12:53	113	113	0.15488	13:26	37	23	3.9E-09
<b>Muerte térmica</b>										<b>F<sub>0</sub></b>	<b>8.59</b>

### Segunda repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
14:49	62.0	75.0	0.0000	15:18	113.0	113.0	0.1549	15:47	113.0	114.0	0.1549
14:50	62.0	87.0	0.0000	15:19	113.0	113.0	0.1549	15:48	113.0	113.5	0.1549
14:51	70.0	90.0	0.0000	15:20	113.0	113.0	0.1549	15:49	113.0	113.0	0.1549
14:52	75.0	93.0	0.0000	15:21	113.0	113.0	0.1549	15:50	113.0	113.0	0.1549
14:53	80.5	95.0	0.0001	15:22	113.0	113.0	0.1549	15:51	113.0	113.0	0.1549
14:54	84.0	96.0	0.0002	15:23	113.0	113.0	0.1549	15:52	113.0	113.0	0.1549
14:55	87.0	97.0	0.0004	15:24	113.0	113.0	0.1549	15:53	113.0	113.0	0.1549
14:56	92.0	98.0	0.0012	15:25	113.0	112.5	0.1549	15:54	113.0	113.0	0.1549
14:57	95.0	99.0	0.0025	15:26	113.0	112.8	0.1549	15:55	113.0	113.0	0.1549
14:58	96.5	100.0	0.0035	15:27	113.0	113.5	0.1549	15:56	113.0	113.0	0.1549

14:59	97.0	100.0	0.0039	15:28	113.0	113.5	0.1549	15:57	113.0	113.0	0.1549	
15:00	99.0	100.0	0.0062	15:29	113.0	113.5	0.1549	15:58	113.0	110.0	0.1549	
15:01	99.0	103.0	0.0062	15:30	113.0	113.0	0.1549	15:59	113.0	108.5	0.1549	
15:02	100.0	105.0	0.0078	15:31	113.0	113.0	0.1549	16:00	113.0	107.0	0.1549	
15:03	102.0	108.0	0.0123	15:32	113.0	113.0	0.1549	16:01	113.0	105.0	0.1549	
15:04	104.0	110.0	0.0195	15:33	113.0	113.0	0.1549	16:02	113.0	105.0	0.1549	
15:05	107.0	113.0	0.0389	15:34	113.0	113.0	0.1549	16:03	113.0	103.5	0.1549	
15:06	110.0	113.5	0.0776	15:35	113.0	113.0	0.1549	16:04	112.0	102.0	0.1230	
15:07	111.0	113.5	0.0977	15:36	113.0	113.0	0.1549	16:05	110.0	68.0	0.0776	
15:08	112.0	113.5	0.1230	15:37	113.0	113.0	0.1549	16:06	75.0	42.0	0.0000	
15:09	112.5	113.5	0.1380	15:38	113.0	113.0	0.1549	16:07	65.0	38.0	0.0000	
15:10	113.0	113.5	0.1549	15:39	113.0	113.0	0.1549	16:08	59.0	35.0	0.0000	
15:11	113.0	113.5	0.1549	15:40	113.0	113.0	0.1549	16:09	54.0	33.0	0.0000	
15:12	113.0	113.5	0.1549	15:41	113.0	113.0	0.1549	16:10	50.0	32.0	0.0000	
15:13	113.0	113.0	0.1549	15:42	113.0	113.5	0.1549	16:11	48.0	31.0	0.0000	
15:14	113.0	113.0	0.1549	15:43	113.0	113.5	0.1549	16:12	46.0	30.0	0.0000	
15:15	113.0	112.0	0.1549	15:44	113.0	113.5	0.1549	16:13	44.0	29.5	0.0000	
15:16	113.0	113.0	0.1549	15:45	113.0	113.5	0.1549	16:14	41.0	28.0	0.0000	
15:17	113.0	113.0	0.1549	15:46	113.0	113.0	0.1549	16:15	39.5	27.0	0.0000	
									<b>Muerte térmica</b>		<b>F<sub>0</sub></b>	<b>9.10</b>

### Tercera repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
12:03	35	35	2E-09	12:31	112	113	0.1227	12:59	113	113.5	0.15453
12:04	35	35	2E-09	12:32	112	113	0.1227	13:00	113	113	0.15453
12:05	35	35	2E-09	12:33	112.5	113	0.1377	13:01	113	113	0.15453
12:06	60	90	8E-07	12:34	112.5	113.8	0.1377	13:02	113	113	0.15453
12:07	63	92	2E-06	12:35	112	113	0.1227	13:03	113	113	0.15453
12:08	71	95	1E-05	12:36	112.5	113	0.1377	13:04	113	113	0.15453
12:09	79.5	96	7E-05	12:37	112.5	112.5	0.1377	13:05	113	113	0.15453
12:10	87	98	0.0004	12:38	112.8	113	0.1476	13:06	113	113	0.15453
12:11	90	99	0.0008	12:39	112.5	113	0.1377	13:07	113	113	0.15453

12:12	94	99.5	0.0019	12:40	112.5	113	0.1377	13:08	113	113	0.15453
12:13	95	99.5	0.0024	12:41	112.5	113	0.1377	13:09	113	113	0.15453
12:14	96	100	0.0031	12:42	112.5	113	0.1377	13:10	113	112.5	0.15453
12:15	98	104	0.0049	12:43	113	113.5	0.1545	13:11	113	112	0.15453
12:16	99	107.5	0.0062	12:44	113	113	0.1545	13:12	113	113	0.15453
12:17	102	110.5	0.0123	12:45	113	113	0.1545	13:13	113	111.5	0.15453
12:18	105	113.5	0.0245	12:46	113	113	0.1545	13:14	112	108	0.12274
12:19	109	113	0.0615	12:47	113	113	0.1545	13:15	110	105.5	0.07745
12:20	110	113	0.0774	12:48	113	113.5	0.1545	13:16	108	104	0.04887
12:21	110.5	113	0.0869	12:49	113	113.5	0.1545	13:17	105.5	102	0.02748
12:22	111	113.5	0.0975	12:50	113	113	0.1545	13:18	101	100	0.00975
12:23	111.5	113.5	0.1094	12:51	113	113	0.1545	13:19	75	46	2.4E-05
12:24	112	113	0.1227	12:52	113	112	0.1545	13:20	62	37	1.2E-06
12:25	112	113	0.1227	12:53	113	113	0.1545	13:21	54	34	1.9E-07
12:26	112	113	0.1227	12:54	113	114	0.1545	13:22	49	32	6.2E-08
12:27	112	113	0.1227	12:55	113	114	0.1545	13:23	45	30	2.4E-08
12:28	112	113	0.1227	12:56	113	113.5	0.1545	13:24	43	29	1.5E-08
12:29	112	113	0.1227	12:57	113	113.5	0.1545	13:25	41	28	9.7E-09
12:30	112	113	0.1227	12:58	113	113.5	0.1545	13:26	40	27	7.7E-09
								13:27	39	26.5	6.2E-09
									<b>Muerte térmica</b>	<b>F<sub>0</sub></b>	<b>8.04</b>

#### Cuarta repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
08:52	62.0	75.0	0.0000	09:19	113.0	113.0	0.1545	09:46	113.0	113.5	0.1545
08:53	62.0	87.0	0.0000	09:20	113.0	113.0	0.1545	09:47	113.0	113.0	0.1545
08:54	80.5	95.0	0.0001	09:21	113.0	113.0	0.1545	09:48	113.0	114.0	0.1545
08:55	84.0	96.0	0.0002	09:22	113.0	113.0	0.1545	09:49	113.0	113.5	0.1545
08:56	87.0	97.0	0.0004	09:23	113.0	113.0	0.1545	09:50	113.0	113.0	0.1545
08:57	92.0	98.0	0.0012	09:24	113.0	113.0	0.1545	09:51	113.0	113.0	0.1545
08:58	95.0	99.0	0.0024	09:25	113.0	113.0	0.1545	09:52	113.0	113.0	0.1545
08:59	96.5	100.0	0.0035	09:26	113.0	112.5	0.1545	09:53	113.0	113.0	0.1545

09:00	97.0	100.0	0.0039	09:27	113.0	112.8	0.1545	09:54	113.0	113.0	0.1545	
09:01	99.0	100.0	0.0062	09:28	113.0	113.5	0.1545	09:55	113.0	113.0	0.1545	
09:02	99.0	103.0	0.0062	09:29	113.0	113.5	0.1545	09:56	113.0	113.0	0.1545	
09:03	100.0	105.0	0.0077	09:30	113.0	113.5	0.1545	09:57	113.0	113.0	0.1545	
09:04	102.0	108.0	0.0123	09:31	113.0	113.0	0.1545	09:58	113.0	113.0	0.1545	
09:05	104.0	110.0	0.0195	09:32	113.0	113.0	0.1545	09:59	113.0	110.0	0.1545	
09:06	107.0	113.0	0.0388	09:33	113.0	113.0	0.1545	10:00	113.0	108.5	0.1545	
09:07	110.0	113.5	0.0774	09:34	113.0	113.0	0.1545	10:01	113.0	107.0	0.1545	
09:08	111.0	113.5	0.0975	09:35	113.0	113.0	0.1545	10:02	113.0	105.0	0.1545	
09:09	112.0	113.5	0.1227	09:36	113.0	113.0	0.1545	10:03	113.0	105.0	0.1545	
09:10	112.5	113.5	0.1377	09:37	113.0	113.0	0.1545	10:04	113.0	103.5	0.1545	
09:11	113.0	113.5	0.1545	09:38	113.0	113.0	0.1545	10:05	112.0	102.0	0.1227	
09:12	113.0	113.5	0.1545	09:39	113.0	113.0	0.1545	10:06	110.0	68.0	0.0774	
09:13	113.0	113.5	0.1545	09:40	113.0	113.0	0.1545	10:07	75.0	42.0	0.0000	
09:14	113.0	113.0	0.1545	09:41	113.0	113.0	0.1545	10:08	65.0	38.0	0.0000	
09:15	113.0	113.0	0.1545	09:42	113.0	113.0	0.1545	10:09	55.0	35.0	0.0000	
09:16	113.0	112.0	0.1545	09:43	113.0	113.5	0.1545	10:10	50.0	33.0	0.0000	
09:17	113.0	113.0	0.1545	09:44	113.0	113.5	0.1545	10:11	48.0	32.0	0.0000	
09:18	113.0	113.0	0.1545	09:45	113.0	113.5	0.1545	10:12	40.0	31.0	0.0000	
									<b>Muerte térmica</b>		<b>F<sub>0</sub></b>	<b>9.08</b>

**Anexo G. Penetración de calor del tratamiento térmico de sopa de caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 117 °C**

**Primera repetición**

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
10:35	20	20	7.762E-11	11:05	117	117	0.389045
10:36	66	98	3.09E-06	11:06	117	117	0.389045
10:37	67	99	3.89E-06	11:07	117	117	0.389045
10:38	71	99	9.772E-06	11:08	117	117	0.389045



10:39	85	100	0.0002455	11:09	117	117	0.389045
10:40	91	100	0.0009772	11:10	117	117	0.389045
10:41	93	100	0.0015488	11:11	117	117	0.389045
10:42	94	101	0.0019498	11:12	117	116	0.389045
10:43	96	101	0.0030903	11:13	117	116	0.389045
10:44	98	101	0.0048978	11:14	116	112	0.30903
10:45	99	103	0.006166	11:15	115	109	0.245471
10:46	100	106	0.0077625	11:16	114	106	0.194984
10:47	101	108	0.0097724	11:17	113	103	0.154882
10:48	103	111	0.0154882	11:18	111	100	0.097724
10:49	106	114	0.030903	11:19	110	99	0.077625
10:50	110	116	0.0776247	11:20	108	80	0.048978
10:51	112	117	0.1230269	11:21	97	51	0.00389
10:52	115	118	0.2454709	11:22	85	43	0.000245
10:53	116	117	0.3090295	11:23	72	42	1.23E-05
10:54	116.5	117	0.3467369	11:24	66	33	3.09E-06
10:55	117	117	0.3890451	11:25	59	34	6.17E-07
10:56	117	117	0.3890451	11:26	55	31	2.45E-07
10:57	117	117	0.3890451	11:27	52	28	1.23E-07
10:58	117	117	0.3890451	11:28	48	27	4.9E-08
10:59	117	117	0.3890451	11:29	45	26	2.45E-08
11:00	117	117	0.3890451	11:30	43	25	1.55E-08
11:01	117	117	0.3890451	11:31	41	25	9.77E-09
11:02	117	117	0.3890451	11:32	39	25	6.17E-09
11:03	117	117	0.3890451	11:33	38	24	4.9E-09
11:04	117	117	0.3890451	11:34	37	24	3.89E-09
<b>Muerte térmica</b>						<b>F<sub>0</sub></b>	<b>9.71</b>

### Segunda repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
04:47	54	77	1.95E-07	05:17	116	117.5	3.08E-01
04:48	62	83	1.23E-06	05:18	116	117	3.08E-01
04:49	76	95	3.08E-05	05:19	116	117	3.08E-01
04:50	86	97	3.08E-04	05:20	116	118	3.08E-01
04:51	90	98	7.74E-04	05:21	116	117	3.08E-01
04:52	92	99	1.23E-03	05:22	116	117.5	3.08E-01
04:53	93	99	1.55E-03	05:23	116	114	3.08E-01
04:54	95	100	2.45E-03	05:24	116	112	3.08E-01

04:55	97	100.5	3.88E-03	05:25	116	108	3.08E-01
04:56	98	103	4.89E-03	05:26	116	107	3.08E-01
04:57	99	106	6.15E-03	05:27	116	107	3.08E-01

mpo (min utos)	Temperatura °C	Letalidad (min utos)	mpo (min utos)	Temperatura °C	Letalidad (min utos)
----------------	----------------	----------------------	----------------	----------------	----------------------

04:58	102	110	1.23E-02	05:28	116	105	3.08E-01
04:59	105	112	2.45E-02	05:29	115	105	2.45E-01
05:00	107	115	3.88E-02	05:30	114	103.5	1.95E-01
05:01	109.5	117	6.90E-02	05:31	113	102	1.55E-01
05:02	112	118	1.23E-01	05:32	110	102	7.74E-02
05:03	114	117	1.95E-01	05:33	110	102	7.74E-02
05:04	114	116	1.95E-01	05:34	109	80	6.15E-02
05:05	115	116	2.45E-01	05:35	93	55	1.55E-03
05:06	115	117	2.45E-01	05:36	79	45.5	6.15E-05
05:07	115.5	117	2.75E-01	05:37	72	41	1.23E-05
05:08	115.5	117	2.75E-01	05:38	65	38	2.45E-06
05:09	115.5	117	2.75E-01	05:39	62	35	1.23E-06
05:10	115.5	117	2.75E-01	05:40	58	33	4.89E-07
05:11	115.5	117	2.75E-01	05:41	53	31	1.55E-07
05:12	115.5	116.5	2.75E-01	05:42	49	30.5	6.15E-08
05:13	115.5	117	2.75E-01	05:43	46	29.5	3.08E-08
05:14	115.5	117.5	2.75E-01	05:44	43	29	1.55E-08
05:15	115.5	117.5	2.75E-01	05:45	41	28	9.75E-09
05:16	116	118	3.08E-01	05:46	40	27	7.74E-09
				05:47	39	27	6.15E-09
<b>Muerte térmica</b>						<b>F<sub>0</sub></b>	<b>8.46</b>

Tercera repetición

	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
15:05	54	65	1.9E-07	15:30	116	117.5	0.30832
15:06	54	67	1.9E-07	15:31	116	117	0.30832
15:07	54	71	1.9E-07	15:32	116	117.5	0.30832
15:08	59	87	6.2E-07	15:33	116	117	0.30832
15:09	64	92	1.9E-06	15:34	116	117	0.30832
15:10	72	95.5	1.2E-05	15:35	116	117	0.30832
15:11	81	97	9.7E-05	15:36	116	117	0.30832
15:12	88	99	0.00049	15:37	117	117	0.38815
15:13	92.5	100	0.00138	15:38	117	117	0.38815
15:14	95	100	0.00245	15:39	117	117	0.38815
15:15	96	100	0.00308	15:40	117	117.5	0.38815
15:16	98	104	0.00489	15:41	117	116	0.38815
15:17	100	108	0.00774	15:42	116	115	0.30832
15:18	103	112	0.01545	15:43	116	113	0.30832
15:19	107	116	0.03882	15:44	116	110	0.30832
15:20	110	117	0.07745	15:45	115	106	0.24491
15:21	113.5	117	0.17338	15:46	112	104	0.12274
15:22	114.5	117	0.21827	15:47	110	101	0.07745
15:23	115	117	0.24491	15:48	80	47	7.7E-05
15:24	116	117	0.30832	15:49	62	34	1.2E-06
15:25	116	117.5	0.30832	15:50	55	31	2.4E-07
15:26	116	117	0.30832	15:51	45	27	2.4E-08
15:27	116	117	0.30832	15:52	43	26	1.5E-08
15:28	116	117	0.30832	15:53	40	26	7.7E-09
15:29	116	117	0.30832	15:54	39	26.5	6.2E-09
				15:55	38	26	4.9E-09
<b>Muerte térmica</b>						<b>F<sub>0</sub></b>	<b>8.11</b>

**Cuarta repetición**

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
11:17	58.0	75.0	0.0000	11:47	116.0	117.5	0.3083
11:18	64.0	85.0	0.0000	11:48	116.0	117.0	0.3083
11:19	77.0	93.0	0.0000	11:49	116.0	117.0	0.3083
11:20	81.0	96.0	0.0001	11:50	116.0	118.0	0.3083
11:21	90.0	98.0	0.0008	11:51	116.0	117.0	0.3083
11:22	92.0	99.0	0.0012	11:52	116.0	117.5	0.3083
11:23	93.0	99.0	0.0015	11:53	116.0	114.0	0.3083
11:24	95.0	100.0	0.0024	11:54	116.0	112.0	0.3083
11:25	97.0	100.5	0.0039	11:55	116.0	108.0	0.3083
11:26	98.0	103.0	0.0049	11:56	116.0	107.0	0.3083
11:27	99.0	106.0	0.0062	11:57	116.0	107.0	0.3083
11:28	102.0	110.0	0.0123	11:58	116.0	105.0	0.3083
11:29	105.0	112.0	0.0245	11:59	115.0	105.0	0.2449
11:30	107.0	115.0	0.0388	12:00	114.0	103.5	0.1945
11:31	109.5	117.0	0.0690	12:01	113.0	102.0	0.1545
11:32	112.0	118.0	0.1227	12:02	110.0	102.0	0.0774
11:33	114.0	117.0	0.1945	12:03	110.0	102.0	0.0774
11:34	114.0	116.0	0.1945	12:04	109.0	80.0	0.0615
11:35	115.0	116.0	0.2449	12:05	93.0	55.0	0.0015
11:36	115.0	117.0	0.2449	12:06	79.0	45.5	0.0001
11:37	115.5	117.0	0.2748	12:07	72.0	41.0	0.0000
11:38	115.5	117.0	0.2748	12:08	65.0	38.0	0.0000
11:39	115.5	117.0	0.2748	12:09	62.0	35.0	0.0000
11:40	115.5	117.0	0.2748	12:10	58.0	33.0	0.0000
11:41	115.5	117.0	0.2748	12:11	53.0	31.0	0.0000
11:42	115.5	116.5	0.2748	12:12	50.0	30.5	0.0000
11:43	115.5	117.0	0.2748	12:13	46.0	31.5	0.0000
11:44	116.0	117.5	0.3083	12:14	43.0	31.0	0.0000
11:45	116.0	117.5	0.3083	12:15	41.0	28.0	0.0000
11:46	116.0	117.0	0.3083	12:17	39.0	27.0	0.0000
<b>Muerte térmica</b>						<b>F<sub>0</sub></b>	<b>8.53</b>

**Anexo H. Penetración de calor del tratamiento térmico de sopa de  
caracol enlatada a la temperatura de esterilización de 121  
°C**

**Primera repetición**

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
12:17	20	20	7.8E-11	12:41	119.5	121	0.69183
12:18	69	71	6.2E-06	12:42	120	121	0.77625
12:19	70	87	7.8E-06	12:43	121	122	0.97724
12:20	73	92	1.5E-05	12:44	121	121	0.97724
12:21	76	94	3.1E-05	12:45	121	121	0.97724
12:22	79	96	6.2E-05	12:46	121	121	0.97724
12:23	83	97	0.00015	12:47	121	120	0.97724
12:24	87	98	0.00039	12:48	121	117	0.97724
12:25	93	100	0.00155	12:49	118	113	0.48978
12:26	95	100	0.00245	12:50	115	108	0.24547
12:27	97	100	0.00389	12:51	113	104	0.15488
12:28	98	100	0.0049	12:52	111	101	0.09772
12:29	98	100	0.0049	12:53	109	99	0.06166
12:30	99	103	0.00617	12:54	106	98	0.0309
12:31	100	106	0.00776	12:55	105	75	0.02455
12:32	102	109	0.0123	12:56	87	52	0.00039
12:33	104	110	0.0195	12:57	66	40	3.1E-06
12:34	106	113	0.0309	12:58	54	34	1.9E-07
12:35	109	115	0.06166	12:59	50	32	7.8E-08
12:36	110	117	0.07762	13:00	46	29	3.1E-08
12:37	113	120	0.15488	13:01	42	27	1.2E-08
12:38	116	122	0.30903	13:02	40	26	7.8E-09
12:39	118	121.5	0.48978	13:03	38	25	4.9E-09
12:40	119	121	0.6166	13:04	37	24	3.9E-09
<b>Muerte térmica</b>						<b>F<sub>0</sub></b>	<b>10.24</b>

## Segunda repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
11:48	62	63	1.2E-06	12:09	120	121	0.77625
11:49	62	66	1.2E-06	12:10	120	121	0.77625
11:50	63	84	1.5E-06	12:11	120	120.5	0.77625
11:51	64	90.5	1.9E-06	12:12	120	119	0.77625
11:52	70	95	7.8E-06	12:13	119	114.5	0.6166
11:53	79	97	6.2E-05	12:14	117	112	0.38905
11:54	87	99	0.00039	12:15	115	109	0.24547
11:55	93.5	100	0.00174	12:16	113.5	106	0.17378
11:56	97	102	0.00389	12:17	109	102	0.06166
11:57	99	105.5	0.00617	12:18	106	100	0.0309
11:58	100	108	0.00776	12:19	105.5	99.8	0.02754
11:59	104	112	0.0195	12:20	105	99	0.02455
12:00	109	117	0.06166	12:21	104	97	0.0195
12:01	112	120	0.12303	12:22	101	80	0.00977
12:02	116	122	0.30903	12:23	98	70	0.0049
12:03	118	120.5	0.48978	12:24	93	60	0.00155
12:04	119	120.5	0.6166	12:25	76	54	3.1E-05
12:05	119	121	0.6166	12:26	60	42	7.8E-07
12:06	120	121	0.77625	12:27	54.8	36	2.3E-07
12:07	120	120.5	0.77625	12:28	46	32	3.1E-08
12:08	120	121	0.77625	12:29	42	30	1.2E-08
				12:30	40	30	7.8E-09
<b>Muerte térmica</b>						<b>F<sub>0</sub></b>	<b>9.29</b>

## Tercera repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)		
16:15	57	60	3.9E-07	16:36	119	121	0.61518	
16:16	58	63	4.9E-07	16:37	120	121	0.77446	
16:17	58	67	4.9E-07	16:38	120	121	0.77446	
16:18	59	73	6.2E-07	16:39	120	121	0.77446	
16:19	64	90	1.9E-06	16:40	120	121	0.77446	
16:20	69	93	6.2E-06	16:41	120	121	0.77446	
16:21	71	96	9.7E-06	16:42	120	119.5	0.77446	
16:22	87	98	0.00039	16:43	120	116	0.77446	
16:23	90	99	0.00077	16:44	118	112	0.48865	
16:24	93	99	0.00155	16:45	117	110	0.38815	
16:25	95	100	0.00245	16:46	116	108	0.30832	
16:26	97	102	0.00388	16:47	115	105.5	0.24491	
16:27	99	105	0.00615	16:48	114	103	0.19454	
16:28	101	108	0.00975	16:49	77	46	3.9E-05	
16:29	104	111	0.01945	16:50	71	41	9.7E-06	
16:30	106	113	0.03083	16:51	63	38	1.5E-06	
16:31	110	116	0.07745	16:52	57	34	3.9E-07	
16:32	111	119	0.0975	16:53	46	30	3.1E-08	
16:33	114	120.5	0.19454	16:54	43	29	1.5E-08	
16:34	117	121	0.38815	16:55	40	27	7.7E-09	
16:35	119	121	0.61518	16:56	35	27	2.4E-09	
			<b>Muerte térmica</b>			<b>F<sub>0</sub></b>	<b>9.11</b>	

## Cuarta repetición

Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C		Letalidad (minutos)
	Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)			Sensor 1 (lata)	Sensor 2 (autoclave)	
02:28	58.0	59.0	4.89E-07	02:52	120.0	121.0	0.774462
02:29	59.0	60.0	6.15E-07	02:53	120.0	121.0	0.774462
02:30	60.0	60.0	7.74E-07	02:54	121.0	121.0	0.97499
02:31	60.0	62.0	7.74E-07	02:55	121.0	120.5	0.97499
02:32	62.0	63.0	1.23E-06	02:56	121.0	119.0	0.97499
02:33	62.0	66.0	1.23E-06	02:57	120.0	114.5	0.774462
02:34	63.0	84.0	1.55E-06	02:58	119.0	112.0	0.615177
02:35	64.0	90.5	1.95E-06	02:59	117.0	111.0	0.38815
02:36	70.0	95.0	7.74E-06	03:00	115.0	109.0	0.244906
02:37	79.0	97.0	6.15E-05	03:01	113.5	106.0	0.17338
02:38	87.0	99.0	0.000388	03:02	109.0	102.0	0.061518
02:39	93.5	100.0	0.001734	03:03	106.0	100.0	0.030832
02:40	97.0	102.0	0.003882	03:04	105.5	99.8	0.027479
02:41	99.0	105.5	0.006152	03:05	105.0	99.0	0.024491
02:42	100.0	108.0	0.007745	03:06	104.0	97.0	0.019454
02:43	104.0	112.0	0.019454	03:07	101.0	80.0	0.00975
02:44	109.0	117.0	0.061518	03:08	98.0	70.0	0.004887
02:45	112.0	120.0	0.122744	03:09	93.0	60.0	0.001545
02:46	116.0	122.0	0.308319	03:10	76.0	54.0	3.08E-05
02:47	118.0	120.5	0.488652	03:11	60.0	42.0	7.74E-07
02:48	119.0	120.5	0.615177	03:12	54.8	36.0	2.34E-07
02:49	119.0	121.0	0.615177	03:13	46.0	32.0	3.08E-08
02:50	120.0	121.0	0.774462	03:14	42.0	30.0	1.23E-08
02:51	120.0	120.5	0.774462	03:15	40.0	30.0	7.74E-09
				03:16	39	29	6.15E-09
<b>Muerte térmica</b>					<b>F<sub>0</sub></b>		<b>10.64</b>



**Anexo I. Valores de muerte térmica  $F_0$  de la sopa de caracol enlatada**

<b>Muerte térmica <math>F_0</math></b>			
<b>Repetición</b>	<b>113 °C x 52 minutos</b>	<b>117 °C x 21 minutos</b>	<b>121 °C x 9 minutos</b>
1	8.59	9.71	10.24
2	9.10	8.46	9.29
3	8.04	8.11	9.19
4	9.08	8.53	10.64
<b>Promedio</b>	<b>8.70</b>	<b>8.70</b>	<b>9.84</b>

**Anexo J. Firmeza de la sopa de caracol enlatada, con tratamiento térmico a temperatura de esterilización de 113 °C**

<b>Tratamiento térmico</b>	<b>Firmeza (N)</b>				
	<b>Repetición 1</b>	<b>Repetición 2</b>	<b>Repetición 3</b>	<b>Repetición 4</b>	
TT <sub>1</sub>	1.10	1.68	1.15	1.60	
TT <sub>1</sub>	1.03	1.13	1.26	1.13	
TT <sub>1</sub>	1.06	1.27	1.26	1.44	
TT <sub>1</sub>	0.92	1.49	1.08	1.10	
TT <sub>1</sub>	1.23	1.18	1.52	1.28	
TT <sub>1</sub>	1.00	1.08	1.19	1.24	
TT <sub>1</sub>	1.23	1.03	1.28	1.21	
TT <sub>1</sub>	1.24	1.00	1.27	1.09	
TT <sub>1</sub>	1.04	1.49	1.51	1.35	
TT <sub>1</sub>	1.09	1.34	1.09	1.33	<b>Promedio</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.09</b>	<b>1.27</b>	<b>1.26</b>	<b>1.28</b>	<b>1.23 N</b>

Por cada repetición de los tratamientos se midió la firmeza a la carne de 10 caracoles.

**Anexo K. Firmeza de la sopa de caracol enlatada, con tratamiento térmico a temperatura de esterilización de 117 °C**

Tratamiento térmico	Firmeza (N)				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	
TT <sub>2</sub>	1.05	1.16	1.17	1.11	
TT <sub>2</sub>	0.98	1.49	1.35	1.38	
TT <sub>2</sub>	1.13	1.17	1.09	1.39	
TT <sub>2</sub>	1.08	1.35	1.34	1.52	
TT <sub>2</sub>	1.17	1.40	1.59	1.19	
TT <sub>2</sub>	1.32	1.40	1.11	1.80	
TT <sub>2</sub>	1.28	1.61	1.48	1.53	
TT <sub>2</sub>	1.05	1.52	1.48	1.25	
TT <sub>2</sub>	1.52	1.16	1.41	1.19	
TT <sub>2</sub>	1.14	1.75	1.52	1.42	<b>Promedio</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.17</b>	<b>1.40</b>	<b>1.35</b>	<b>1.38</b>	<b>1.33 N</b>

Por cada repetición de los tratamientos se midió la firmeza a la carne de 10 caracoles.

**Anexo L. Firmeza de la sopa de caracol enlatada, con tratamiento térmico a temperatura de esterilización de 121 °C**

Tratamiento térmico	Firmeza (N)				
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	
TT <sub>3</sub>	1.03	1.17	1.10	1.06	
TT <sub>3</sub>	1.05	0.98	1.09	1.01	
TT <sub>3</sub>	1.36	1.34	1.58	1.05	
TT <sub>3</sub>	1.30	1.26	1.29	1.14	
TT <sub>3</sub>	1.17	1.26	1.78	1.03	
TT <sub>3</sub>	1.32	1.56	1.51	1.16	
TT <sub>3</sub>	1.18	0.99	1.18	1.22	
TT <sub>3</sub>	1.02	1.59	1.13	1.32	
TT <sub>3</sub>	1.17	1.00	1.15	1.12	
TT <sub>3</sub>	1.13	1.41	1.06	1.12	<b>Promedio</b>
<b>Promedio</b>	<b>1.17</b>	<b>1.26</b>	<b>1.29</b>	<b>1.12</b>	<b>1.21 N</b>

Por cada repetición de los tratamientos se midió la firmeza a la carne de 10 caracoles.

**Anexo M. Prueba de ordenamiento para el sabor de la carne de la  
sopa de caracol enlatada a diferentes tratamientos  
térmicos de esterilización**

Panelistas	TT <sub>1</sub>	TT <sub>2</sub>	TT <sub>3</sub>	R	Panelistas	TT <sub>1</sub>	TT <sub>2</sub>	TT <sub>3</sub>	R
1	2	1	3	R1	31	1	2	3	R2
2	3	1	2		32	2	3	1	
3	3	2	1		33	3	2	1	
4	3	1	2		34	1	3	2	
5	1	2	3		35	2	3	1	
6	1	2	3		36	2	3	1	
7	1	2	3		37	1	3	2	
8	1	3	2		38	1	3	2	
9	1	3	2		39	1	2	3	
10	2	3	1		40	3	1	2	
11	1	2	3		41	3	1	2	R3
12	1	3	2		42	3	1	2	
13	1	3	2		43	3	1	2	
14	2	1	3		44	3	1	2	
15	1	2	3		45	3	1	2	
16	1	3	2		46	3	2	1	
17	2	3	1		47	3	1	2	
18	3	2	1		48	2	1	3	
19	2	3	1		49	3	2	1	
20	1	2	3		50	3	2	1	
21	2	1	3		51	3	2	1	R4
22	2	3	1		52	3	2	1	
23	3	2	1		53	3	2	1	
24	1	3	2		54	3	1	2	
25	1	3	2		55	3	2	1	
26	2	3	1		56	1	2	3	
27	2	3	1		57	1	2	3	
28	2	1	3		58	2	1	3	
29	1	2	3		59	1	3	2	
30	2	1	3		60	2	1	3	
					<b>Promedio</b>	<b>1.98</b>	<b>2.03</b>	<b>1.98</b>	

Para el análisis se emplearon las 4 repeticiones de cada tratamiento, a los primeros 30 jueces se les presentó la primera repetición, a los 30

siguientes la segunda, tercera y cuarta repetición, en bloques de 10 panelistas.

**Anexo N. Prueba de aceptabilidad general de la sopa de caracol enlatada a diferentes tratamientos térmicos de esterilización.**

Panelistas	TT <sub>1</sub>	TT <sub>2</sub>	TT <sub>3</sub>	R	Panelistas	TT <sub>1</sub>	TT <sub>2</sub>	TT <sub>3</sub>	R
1	6	8	5	R1	31	6	9	8	R2
2	8	7	5		32	5	6	8	
3	4	9	7		33	8	7	9	
4	5	9	7		34	6	5	5	
5	9	8	7		35	6	6	7	
6	6	1	8		36	7	8	9	
7	9	8	7		37	6	9	7	
8	7	8	7		38	6	7	4	
9	7	8	7		39	7	6	8	
10	3	3	3		40	8	6	8	
11	9	8	7		41	7	4	7	R3
12	9	8	7		42	6	7	8	
13	7	6	8		43	7	7	6	
14	2	3	6		44	9	8	8	
15	2	6	1		45	6	9	6	
16	8	8	6		46	6	9	6	
17	6	7	4		47	6	9	1	
18	5	7	6		48	9	8	7	
19	9	8	6		49	6	6	4	
20	7	9	6		50	4	5	8	
21	7	7	6		51	6	7	8	R4
22	5	6	4		52	8	9	9	
23	9	8	8		53	7	6	9	
24	5	9	7		54	6	7	9	
25	8	3	6		55	6	7	8	
26	9	5	6		56	6	8	6	
27	9	8	6		57	7	8	7	
28	6	9	8		58	7	8	7	
29	9	7	3		59	4	9	5	
30	4	9	7		60	5	9	5	
					<b>Promedio</b>	<b>6.53</b>	<b>7.15</b>	<b>6.47</b>	

Para el análisis se emplearon las 4 repeticiones de cada tratamiento, a los primeros 30 jueces se les presentó la primera repetición, a los 30 siguientes la segunda, tercera y cuarta repetición, en bloques de 10 panelistas.

**Anexo O. Vistas fotográficas del desarrollo experimental para la elaboración de la sopa de caracol**



**Figura A. Llenado de ingredientes sólidos y carne de caracol a los envases de hojalata Tall 301 x 408 con capacidad de 402 g.**



**Figura B. Adición del líquido de gobierno y sellado de las latas.**



**Figura C. Sensores para medir la temperatura en el interior de la lata y en el autoclave.**



**Figura D. Autoclave durante el tratamiento térmico de esterilización de la sopa de caracol enlatada.**



**Figura E. Sopa de caracol enlatada después del tratamiento térmico de esterilización.**





**Figura F. Análisis sensorial de la sopa de caracol enlatada.**