



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**DISEÑO, APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN
PROCESO PARA ELABORAR EJOTE
FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris*) ENLATADO EN AGUA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO DE ALIMENTOS**

PRESENTA

EDUARDO MARTIÑÓN ARRIAGA

DIRECTORA DE TESIS

Q.A. ESMERALDA PAZ LEMUS



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

2019.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: MARCO ANTONIO LEÓN FÉLIX

VOCAL: KARLA MERCEDES DÍAZ GUTIÉRREZ

SECRETARIO: ESMERALDA PAZ LEMUS

1er SUPLENTE: JOSÉ LUIS GODÍNEZ RODRÍGUEZ

2do SUPLENTE: ANA LAURA OCAMPO HURTADO

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: Calle 16 de
Septiembre No. 1112 Francisco Javier Mina Chipilo, Municipio de
San Gregorio Atzompa, Distrito de Cholula, Puebla.

Asesora:

Q.A. Esmeralda Paz Lemus.

Sustentante:

Eduardo Martiñón Arriaga

Índice

Índice de tabas.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Índice de gráficas.....	vii
Lista de abreviaturas.....	viii
1. Resumen	1
2. Introducción	5
3. Marco Teórico	7
3.1 La conserva de alimentos y los antecedentes del proceso de enlatado.	7
3.2 El envasado de alimentos en recipientes de cierre hermético.	8
3.2.1. Tratamiento térmico.	10
3.2.2 El Autoclave.	15
3.2.3 Valor <i>D</i> y valor <i>z</i>	22
3.2.4 Letalidad.....	24
3.3 Normatividad.....	29
4. Resumen regulatorio y guías aplicables	31
5.- Materiales y Procedimientos.....	34
5.1 Equipos empleados	34
5.2 Distribución de temperatura	35
5.2 Penetración de calor	36
6. Resultados	40
6.1. Distribución de temperatura.....	40
6.2. Penetración de calor	44
7. Discusión de Resultados	51
8. Conclusiones.....	63
9. Perspectivas y Recomendaciones	64
10. Anexos.....	65
10.1 Especificaciones MP, PP y PT.....	65
10.1.1 Agua.....	65
10.1.2 Ejote.....	66
10.1.3 Ejote Entero.....	67
10.1.4 Ejote cortado.....	68
10.1.5 Ejote en laja.	69
10.1.6 Producto Terminado.....	70
10.1.7 Envase.....	71
10.2 Lay Out.....	72

10.2.1 Distribución de áreas.....	72
10.2.2 Acomodo de equipos.....	73
10.3 Diagrama de Proceso	74
10.4 Historias Térmicas DT.....	75
10.4.1 Corrida 1.....	75
10.4.2 Corrida 2.....	76
10.5 Historias Térmicas PC a 10 minutos de <i>Hold</i>	78
10.5.1 Corrida 1.....	78
10.5.2 Corrida 2.....	79
10.6 Historias Térmicas PC de Corrida a 7 minutos de fase <i>Hold</i>	80
Bibliografía	83

Índice de tabas.

Tabla 1. Clasificación de Cameron y Esty de los alimentos.

Tabla 2. Clasificación de Colina y Bosquez de los alimentos.

Tabla 3. Justificación de Normatividad Aplicable.

Tabla 4. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 1 de DT a 10 minutos.

Tabla 5. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 2 de DT a 10 minutos.

Tabla 6. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 1 de la prueba de DT.

Tabla 7. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 2 de la prueba de DT.

Tabla 8. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 1 de PC a 10 minutos.

Tabla 9. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 2 de la prueba de PC a 10 minutos.

Tabla 10. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 1 de la prueba de PC.

Tabla 11. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 2 de la prueba de PC.

Tabla 12. Letalidades para las corridas de PC durante el tiempo de *hold* a 10 minutos.

Tabla 13. Velocidades Letales y Reducción de Ciclos Log para las corridas de PC durante el tiempo de *hold* a 10 minutos.

Tabla 14. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave de la Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Tabla 15. Letalidades para la Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Tabla 16. Análisis de Varianza de un factor para la Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Tabla 17. Velocidades Letales y Reducción de Ciclos Log para la corrida de PC durante el tiempo de *hold* a 7 minutos.

Índice de figuras.

Fig. 1 Operaciones típicas del proceso de enlatado.

Fig. 2 Esquema general de un autoclave vertical.

Fig. 3 Esquema general de un autoclave horizontal.

Fig. 4 Perfil de temperatura-tiempo característico de una autoclave.

Fig. 5 Valores D para microorganismos importantes en conservas.

Fig. 6 Seguimiento de la temperatura del producto en el punto frío de una lata durante el proceso térmico.

Fig. 7. Curva característica que muestra los términos en el cálculo del tiempo de procesamiento de Ball.

Fig. 8 Termopares tipo T de la marca ELLAB.

Fig. 9 Diagrama de flujo para el procedimiento del estudio de DT.

Fig. 10 Colocación de termopares en autoclave Fehlmex.

Fig. 11 Diagrama de flujo para el procedimiento del estudio de PC.

Fig. 12 Orificios para colocación de termopares.

Fig. 13 Colocación de termopares en latas antes de ser sometidas al proceso de esterilización comercial.

Índice de gráficas

Gráfica 1. Perfil de Distribución de Temperatura, Corrida 1

Gráfica 2. Perfil de Distribución de Temperatura, Corrida 2.

Gráfica 3. Perfil de Penetración de Calor, Corrida 1.

Gráfica 4. Perfil de Penetración de Calor, Corrida 2.

Gráfica 5. Perfil de Penetración de Calor, Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Lista de abreviaturas.

°C : Grados Centígrados.

CFR: Code Of Federal Regulations.

DT: Distribución de Temperatura.

EHEDG: European Hygienic Engineering & Design Group.

Ej. : Ejemplo.

EUA: Estados Unidos de América.

F: Grados Fahrenheit.

FDA: Food and Drug Administration.

FSSC: Food Safety System Certification.

HACCP: Hazard Analysis And Critical Control Points.

IFTPS: Institute of Thermal Processing Specialist.

MP: Materia Prima.

NMX: Norma Mexicana.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

PC: Penetración de Calor.

PP: Producto en Proceso.

PT: Producto Terminado.

SSA: Secretaría de Salud.

SCFI: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

SE: Secretaría de Economía.

STPS: Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

1. Resumen

El máximo aprovechamiento de las materias primas alimentarias en las empresas que procesan y comercializan alimentos en fresco es esencial, sin embargo, éstos productos frescos son susceptibles a daños físicos por el manejo que se les brinda, las condiciones climatológicas del lugar donde se siembran y cosechan entre otros; dichos defectos, sin ser de inocuidad, pueden afectar su avance en la cadena de suministro, llegando inclusive a ser desechados desde éste punto de la cadena.

Éste trabajo se enfocó en desarrollar una alternativa de proceso para dar valor agregado a ejote francés que la empresa AGRO COZAGO comercializa y que por aspectos físicos no empaca en fresco; elaborando un alimento enlatado de baja acidez (ejote francés en agua), apegándose a la regulación de México y de los Estados Unidos de América que son los mercados potenciales de comercialización del producto; reduciendo así la pérdida y desperdicio, tanto de los recursos agrícolas empleados para la obtención del ejote, como del ejote fresco.

Para elaborar dicho producto fue necesario a) evaluar las instalaciones de la empresa para establecer el procesamiento del ejote, b) desarrollar las especificaciones de materias primas, producto en proceso y producto terminado y c) validar el proceso térmico para asegurar así la inocuidad del producto.

El evaluar las instalaciones se realizó con el fin de presentar una propuesta de diseño de áreas y flujo del proceso, esto bajo la normatividad aplicable y guías de la EHEDG sobre diseño higiénico de equipos e instalaciones.

Las especificaciones desarrolladas servirán para establecer los criterios de aceptación y rechazo dentro de la empresa y, el proceso térmico validado será el estudio que respaldará la inocuidad del producto, esto a través de las determinaciones de distribución de temperatura y penetración de calor que son exigidos por la regulación nacional y de los EUA para validar la eficacia del proceso térmico contra *Clostridium botulinum* y que se desarrollaron bajo las guías del IFTPS (Institute of Thermal Processing Specialist).

Objetivo General.

- Desarrollar una alternativa de proceso para dar valor agregado a ejote francés que la empresa AGRO COZAGO no empaca en fresco debido al incumplimiento de especificaciones de apariencia (tamaño y forma) elaborando con éstos un alimento envasado en recipientes de cierre hermético y sometido a proceso térmico en apego a los requerimientos regulatorios nacionales y de los Estados Unidos de América, mercados potenciales para comercializar el producto, evitando así la pérdida de ésta materia prima y los recursos empleados a nivel agrícola.

Objetivos Particulares.

- Evaluar el espacio que la empresa tiene como opción para establecer el procesamiento del ejote a fin de presentar una propuesta de diseño de áreas y flujo del proceso basado en el cumplimiento de la *NOM – 251 – SSA1 – 2009 Prácticas de Higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios* y para fortalecer los requerimientos de diseño higiénico, emplear el *Documento 8 Hygienic Design Principles* y el *Documento 44 Hygienic Design Principles For Food Factories* de EHEDG (European Hygienic Engineering And Design Group).

- Desarrollar las especificaciones bajo las cuales se establecerán los criterios de aceptación y rechazo para Materia Prima, Producto en Proceso y Producto terminado para asegurar la inocuidad del producto.
- Establecer las condiciones de proceso para garantizar la inocuidad del producto para México conforme a la *NOM – 130 – SSA1 – 1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico / Disposiciones y especificaciones sanitarias*; para Estados Unidos de America conforme al *CFR Title 21, Part 113 Thermally processed low – acid foods packaged in hermetically sealed containers*, y para fortalecer el diseño de proceso, emplear las guías del IFTPS (Institute of Thermal Processing Specialist).

2. Introducción

Para llevar a cabo la conservación de alimentos, existen distintos métodos, como lo son: la aplicación de frío (ej. Congelación); la modificación en la cantidad de agua (ej. Deshidratado); por métodos químicos (ej. Ahumado); la aplicación de nuevas técnicas (ej. Suministro de radiaciones); y la aplicación de calor (ej. Pasteurización)^[2]. Éstos métodos surgen por la necesidad de alargar la vida de anaquel de los alimentos protegiéndolos de un posible ataque microbiano que puede impactar en la calidad o la inocuidad de los alimentos; el ataque puede ser por hongos, levaduras o bacterias.

Dentro de los métodos de conservación, la aplicación de calor a un alimento conlleva a establecer condiciones de tiempo y temperatura, combinación que se ve determinada por varios factores, entre los más importantes, la acidez del medio. Éste parámetro fisicoquímico determina, en gran medida, la capacidad de crecimiento y la resistencia al calor de los microorganismos que pueden desarrollarse en un alimento. A pH ácidos (menores a 4.5) crecen hongos y levaduras, mientras que a pH mayores a 4.5 crecen bacterias. Esto es importante ya que el tratamiento térmico que debe aplicarse a los alimentos ácidos será menor que a los no ácidos^[31].

El enlatado, definido como el procedimiento que se aplica para la conservación de alimentos mediante la combinación del sellado hermético de un recipiente y la aplicación de calor (tratamiento térmico) para destruir microorganismos patógenos y causantes del deterioro de un alimento, así como para inactivar enzimas^[31] es uno

de los métodos de conservación más utilizados en la industria para prolongar la vida útil de los alimentos.

La esterilidad del producto junto con su calidad, uniformidad y su valor monetario son los cuatro factores a considerar dentro del proceso de enlatado^[1]. En éste trabajo se expondrá cómo es que, con base en los fundamentos científicos del envasado de alimentos en recipientes de cierre hermético, es decir, mediante la evaluación, elección y validación del tratamiento térmico aplicado y la revisión, cumplimiento y aplicación de la normatividad vigente para Estados Unidos y México aplicable para la Materia Prima (MP), Producto en Proceso (PP), Producto Terminado (PT) y para la planta procesadora, se consigue un equilibrio entre los cuatro factores mencionados con anterioridad y se logra establecer las bases para el exitoso arranque de operaciones de la planta de AGRO COZAGO.

3. Marco Teórico

3.1 La conserva de alimentos y los antecedentes del proceso de enlatado.

El método de conservación de alimentos en recipientes de cierre hermético se ha realizado desde finales del siglo XVIII, sin embargo el proceso industrial tuvo su punto de partida en el trabajo realizado por Nicolás Appert (1749 – 1841), pastelero que vivía en las proximidades de París y quien logró desarrollar un proceso de conservación prolongada de alimentos. El sistema de conserva empleado por Appert se basaba en cuatro puntos muy sencillos; el primero, introducir en botellas o tarros el alimento que se deseaba conservar; segundo, tapar con cuidado los recipientes, siendo este un paso crítico; el tercero, someter los tarros cerrados a la acción de agua hirviendo, es decir, en un baño María durante un tiempo variable dependiente de la naturaleza del alimento; y cuarto, retirar los tarros en el tiempo prescrito. Appert, después de haber desarrollado este sistema conoció el vapor, el cual resultó ser más efectivo que el baño María, sin embargo éstas aportaciones no reportaron nuevos beneficios para las conservas que realizaba. Posteriormente, fallecido Appert, el inglés Durand patentó el uso de recipientes de cristal, hojalata, cerámica, entre otros, para su uso en la conservación de alimentos^[3].

Años después Louis Pasteur (1822 – 1895), demostró que el deterioro de los alimentos era causado por microorganismos, que el calor era el agente que los destruía y que el sellado prevenía la entrada de otros^[4]. Pasteur, en su trabajo *“Études sur le vin”* agradece a Appert al reconocer que no hacía más que aplicar sus mismos principios, aunque la aproximación de Pasteur fue mucho más científica ya que analizaba la desaparición de los microorganismos por la aplicación de calor.

Años después durante el siglo XX, el Ph. D. Charles Olin Ball (1893 – 1970) junto con otros científicos, realizaron una aproximación científica a la conservación de los alimentos centrándose en el análisis de la cantidad de calor necesario para la destrucción de esporas bacterianas y obtener así productos comercialmente estériles; estas aproximaciones pasaron a ser una importante referencia en el procesamiento térmico de alimentos.

Con las bases en microbiología, en el procesamiento térmico de alimentos y determinando las condiciones del medio en que la destrucción era más eficaz, es decir, estableciendo las condiciones de pH, presencia de oxígeno, entre otras, quedarán así las bases científicas del envasado de alimentos en recipientes de cierre hermético.

3.2 El envasado de alimentos en recipientes de cierre hermético.

Como se mencionó en el apartado de introducción, de manera general, el envasado de alimentos en recipientes de cierre hermético es un procedimiento donde se aplica calor a un envase para eliminar microorganismos que pudieran afectar la calidad e inocuidad del alimento para así conservarlos por un tiempo prolongado. El enlatado es uno de los métodos de conservación de alimentos más utilizados hoy en día, debido a las ventajas que este tiene, como lo son: aumentar la vida de anaquel de un producto sin necesidad de refrigerar, permite encontrar alimentos fuera de temporada, la variedad de productos enlatados que se pueden encontrar es muy vasta, son prácticos y facilita al consumidor la elaboración de distintos platillos o el consumo inmediato de estos, además, el consumidor puede estar seguro de que el alimento contenido en la lata es inocuo.

El proceso de enlatado consta de distintas operaciones unitarias, las cuales se ejemplifican en la Fig. 1; cabe mencionar que el mondado o pelado puede ser o no necesario dependiendo de la naturaleza de la MP.

La técnica de enlatado posee una amplia base científica que se ha estudiado por años, a continuación se expondrán las mismas para interpretar e inferir los resultados experimentales obtenidos en la planta procesadora.

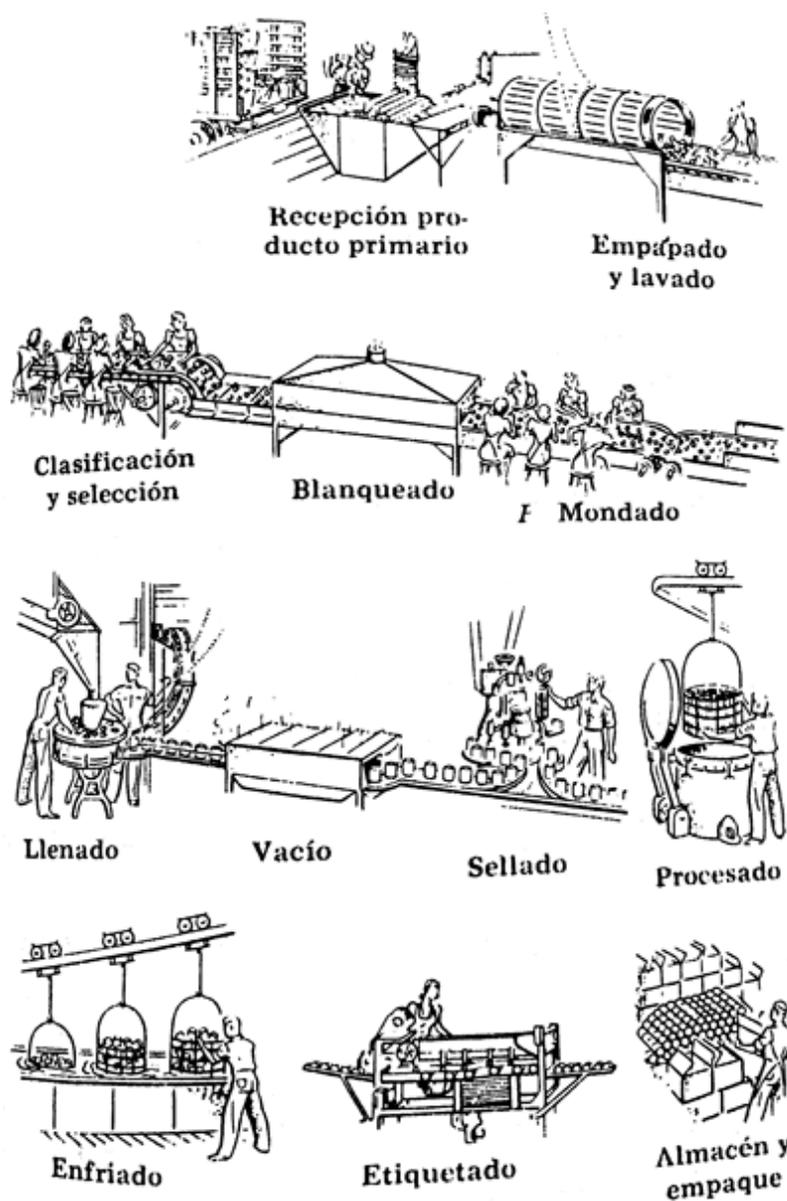


Fig.1. Operaciones típicas del proceso de enlatado^[10].

3.2.1. Tratamiento térmico.

El tratamiento térmico, definido por la *NOM – 130 – SSA1 – 1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias* como el “método físico que consiste en someter a una fuente de calor suficiente por un tiempo apropiado al producto antes o después de ser envasado en recipientes de cierre hermético con el fin de lograr una estabilidad biológica” es, en otras palabras, la combinación entre tiempo y temperatura aplicada para reducir la población microbiana de un alimento.

El objetivo principal de dicho tratamiento, como ya se mencionó, es la reducción de microorganismos tanto vegetativos como esporulados que pudieran estar presentes en el alimento, sin embargo, el utilizar éste método permite además inhibir la actividad enzimática que presenta el alimento y mantener el valor nutricional de los mismos.

Éste tratamiento, puede llevarse a cabo en diversos equipos como pueden ser cocedores atmosféricos, autoclaves continuas, estacionarias y con diferentes medios como vapor, vapor-aire, cascada de agua, entre otras (Ver Capítulo 3.2.2 El Autoclave).

El procesamiento a altas presiones permite emplear temperaturas por encima de los 250 F o 121.1 °C, temperaturas que aceleran considerablemente la destrucción de microorganismos y sus esporas. Después de aplicar el tratamiento térmico a 121 °C, el producto se considera *comercialmente estéril*.

La *esterilización comercial* se define como el *tratamiento térmico aplicado al producto para la destrucción de todos los microorganismos viables de importancia en la salud pública y aquellos capaces de reproducirse en el alimento bajo*

condiciones normales de almacenamiento y distribución, sin la condición de refrigeración^[21].

Establecidos éstos conceptos, la definición más compleja es la temperatura y el tiempo que se aplicará al producto, sin embargo, la determinación de éstos factores se ve condicionada por: la naturaleza del alimento, las dimensiones y el material del recipiente que lo contendrá, el tipo de equipo que se utilizará para aplicar el proceso térmico así como las características de crecimiento y supervivencia de los microorganismos que contaminan el alimento^[31].

Una vez establecido el tratamiento térmico para un alimento en particular, éste será específico para ese único alimento y para su formulación, método de preparación, tamaño y tipo de envase en el que se procesa así como el sistema de esterilización utilizado^[31].

3.2.1.1 La influencia del pH del medio en el proceso térmico.

Como se mencionó en el apartado anterior, la naturaleza del alimento es uno de los factores que define el proceso térmico al que se someterá el producto, ya que las características que el alimento posee determinarán en gran medida si puede ser susceptible o no a una contaminación microbiana.

En la conservación de alimentos, los microorganismos de importancia son los hongos, las levaduras y las bacterias.

La descomposición de un alimento envasado en recipiente de cierre hermético y sometido a proceso térmico causada por hongos rara vez se presenta pero no es imposible; el hongo *Byssochlamys fulva* se ha relacionado con el deterioro de

algunas latas de bebidas de frutas y productos a base de frutas, las formas termorresistentes productoras de esporas de éste hongo pueden sobrevivir más de un minuto a 92 °C en alimentos ácidos o acidificados.

El deterioro por levaduras, puede deberse a un procesamiento insuficiente; el crecimiento de levaduras va acompañado de producción de alcohol y grandes cantidades de dióxido de carbono, lo cual provoca que se infle el envase. El deterioro por hongos y levaduras no representa un problema significativo para la salud pública.

Las bacterias son los microorganismos más importantes y problemáticos en el procesamiento de alimentos; éstas pueden dividirse en dos grupos, dependiendo de la capacidad para formar esporas. En general, las esporas bacterianas son extremadamente resistentes al calor, frío y agentes químicos, inclusive algunas esporas pueden sobrevivir en agua hirviendo a 100°C por más de 16 horas.

Estos microorganismos se desarrollarán en distintos medios y formas; una de las características que determinará en gran medida su capacidad de crecimiento y la resistencia al calor, es, la acidez del medio; a valores de pH ácidos (<4.5) crecen hongos y levaduras, mientras que a pH > 4.5, crecen bacterias. Esto es importante, ya que el tratamiento térmico que debe aplicarse a los alimentos ácidos será más ligero que a los no ácidos.

Existen distintas clasificaciones de los alimentos respecto a su acidez y pH, por ejemplo, Cameron y Esty^[7], sugieren:

Clasificación del alimento.	Rango de pH.
Baja acidez.	5.0 o más.
Mediana acidez.	De 5.0 a 4.5.
Ácidos.	De 4.5 a 3.7.
Alta acidez.	3.7 o menos.

Tabla 1. Clasificación de Cameron y Esty de los alimentos (1940).

Elsa Bosquez y Ma. Luisa Colina^[31] proponen la clasificación de los alimentos conforme a la siguiente tabla:

No ácidos Temperatura de referencia: 250 F (121°C)		Ácidos Temperatura de referencia: 212 F (100°C)	
Acidez Baja	Acidez Media	Ácidos	Acidez Alta
pH ≥ 5.3	pH: 5.3 – 4.6	pH: 4.5 – 3.7	pH ≤ 3.7
Carne, Pescado Leche, Vegetales	Espagueti, Sopas, Espárragos, Espinacas	Jitomates, Peras, Higos, Piñas	Col agria, Encurtidos, Cerezas, Cítricos

Tabla 2. Clasificación de Colina y Bosquez de los alimentos (2010).

La *NOM – 130 – SSA1 – 1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias* clasifica a los alimentos de acuerdo a su pH de la siguiente manera:

- Alimentos Envasados en recipientes de cierre hermético con pH ≤ 4,6.
 - Alimentos ácidos y poco ácidos-acidificados, fermentados, encurtidos, alimentos elaborados a base de frutas (como jugos, néctares, mermeladas, jaleas, ates, etcétera) y frutas envasadas en recipientes de cierre hermético y sometidas a tratamiento térmico.
- Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético con pH > 4,6.

- Vegetales, productos cárnicos, platillos preparados con carne, productos lácteos y mezclas, envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico que asegure su esterilidad comercial.

Por su parte, el *21 CFR Part 114 Acidified Foods*^[32], establece las siguientes definiciones de alimentos según su pH:

- Alimentos ácidos: alimentos que tienen un pH natural de 4.6 o menor.
- Alimentos acidificados: alimentos de baja acidez a los que se le agrega ácido(s) o alimentos ácidos. Tienen una actividad de agua mayor a 0.85 y tienen un pH final al equilibrio de 4.6 o menor.
- Alimentos de baja acidez: cualquier alimento, que no sean bebidas alcohólicas, con un pH final al equilibrio mayor a 4.6 y una actividad de agua mayor a 0.85

Cabe mencionar que ésta última definición, aparece además en el 21 CFR Part 113.

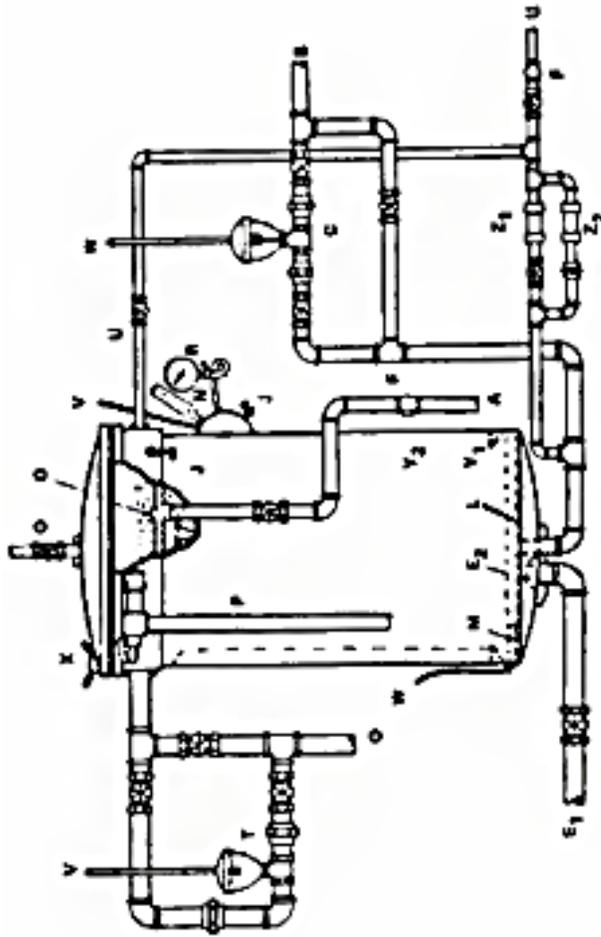
A pesar de que el pH no exime la proliferación de bacterias, hongos y levaduras en los alimentos, limita en gran medida el espectro de cepas que se desarrollarán en los mismos; debido a las condiciones anaeróbicas que se generan en los alimentos envasados de cierre hermético y sometidos a proceso térmico así como por el problema que históricamente ha causado a la salud pública, la bacteria de referencia es *Clostridium botulinum*; si bien, el proceso térmico elimina los microorganismos vivos, no mata necesariamente a las endoesporas que la bacteria produce, mismas que, en las condiciones anaeróbicas pueden germinar y producir toxinas^[29].

Clostridium botulinum es un bacilo gram-positivo, anaerobio estricto, esporulado, que se encuentra en el intestino de algunos animales silvestres. Produce la toxina

natural más potente que se conoce, y causa el botulismo, un padecimiento de muy alta tasa de mortalidad, siendo los más afectados infantes que han consumido material del suelo o alimentos contaminados como la miel cruda (Clark, Martinko, Madigan, Dunlap, 2009). El botulismo es un padecimiento que se manifiesta por la ingestión de la toxina que generalmente se encuentra en alimentos enlatados, bien sean verduras o carnes (Romero, 2007). El tiempo de incubación es de unas cuantas horas o muy pocos días. Existen 8 distintos tipos de toxina producidas por *Clostridium botulinum*: A, B, C1, C2, D, E, F, y G. El hombre es susceptible a las toxinas A, B, E y F, que son termolábiles, se inactivan con la ebullición y con álcalis, pero son resistentes a los ácidos, por lo cual el jugo gástrico no las inactiva.

3.2.2 El Autoclave.

En la aplicación del proceso térmico a los alimentos de baja acidez envasados en recipientes herméticamente cerrados, se requiere de equipos donde se alcancen temperaturas superiores a los 100 °C, por lo que el tratamiento térmico se debe realizar bajo ciertas condiciones de presión en cocedores presurizados también llamados *autoclaves* o *retortas*. Estas autoclaves pueden ser de distintos tipos, hay con calefacción directa o indirecta, horizontales o verticales, estáticas o con agitación y por lotes o continuas. Las altas temperaturas, indispensables para lograr la esterilización de los alimentos, son generadas por un sistema directo de inyección de vapor, por calentamiento de agua o por combinación de ambos.

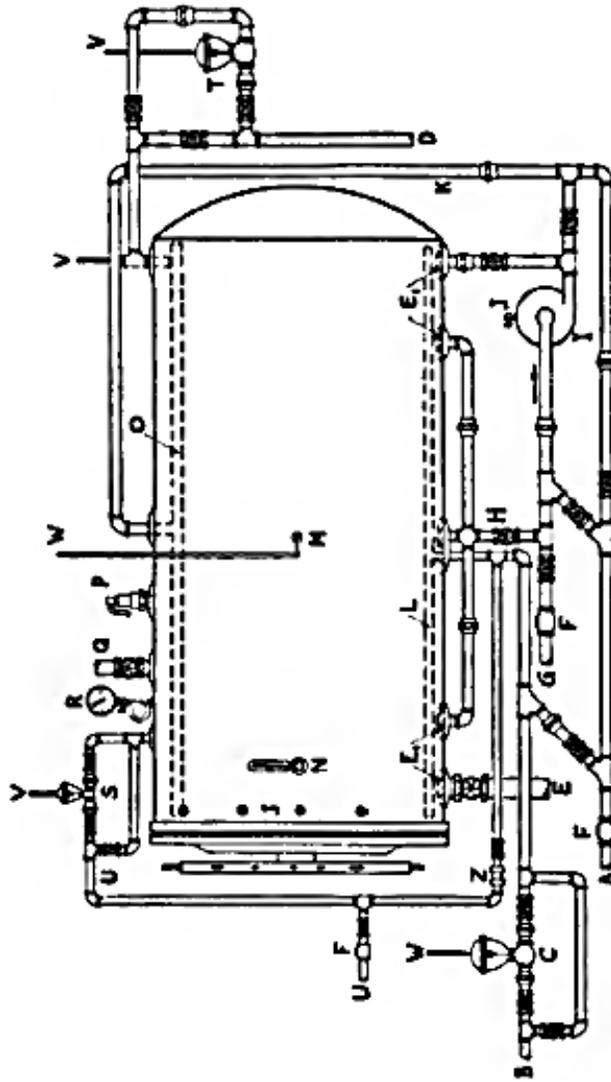


Explicación de los símbolos:

- A Tubería del agua
- B Tubería del vapor
- C Control de la temperatura
- D Tubería de escape
- E₁ Tubería de descarga
- E₂ Rejas
- F Válvulas de control
- J Llave de purga
- L Difusor del vapor
- M Sonda de control de la temperatura
- N Termómetro de referencia
- O Difusor del agua
- P Válvula de seguridad
- Q Orificio de ventilación
- R Manómetro

- T Control de la presión
- U Tubería del aire
- V Al instrumento de control de la presión
- W Al instrumento de control de la temperatura
- X Tuercas de orijas
- Y₁ Soporte de la jaula
- Y₂ Guía de la jaula
- Z₁ Válvula de apertura de flujo constante utilizada durante el calentamiento
- Z₂ Válvula de apertura de flujo constante utilizada durante el tratamiento

Fig. 2 Esquema general de un autoclave vertical. [33]



Explicación de los símbolos:

- | | | | |
|---|--|---|---|
| A | Tubería del agua | M | Sonda de control de la temperatura |
| B | Tubería del vapor | N | Termómetro de referencia |
| C | Control de la temperatura | O | Difusor del agua |
| D | Tubería de escape | P | Válvula de seguridad |
| E | Tubería de descarga | Q | Orificio de ventilación |
| F | Rejas | R | Manómetro |
| G | Válvulas de control | S | Control de la entrada de aire |
| H | Tubería desde el depósito de agua caliente | T | Control de presión |
| I | Tubería de succión y colector | U | Tuberías del aire |
| J | Bomba de circulación | V | Al instrumento de control de la presión |
| K | Llaves de purga | W | Al instrumento de control de la temperatura |
| L | Tubería de recirculación | Z | Válvula de apertura de flujo constante |

Fig. 3 Esquema general de un autoclave horizontal. [33]

Independientemente del tipo de autoclave que se utilice para el tratamiento térmico, éstas tienen varias características en común entre las cuáles se encuentran:

- Entrada de vapor. El vapor entra por un difusor perforado, el mismo normalmente se encuentra situado en el lado opuesto del orificio de ventilación principal, en los autoclaves verticales estándar, el difusor del vapor se encuentra generalmente en la base, en los horizontales se extiende por toda la longitud del autoclave.
- Orificios de ventilación. El orificio de ventilación tiene la función de permitir al operador purgar todo el aire del receptáculo antes de llevar el autoclave a la temperatura de tratamiento. Es importante que la salida del orificio de ventilación esté a la vista, para que el operador pueda comprobar si el aire está saliendo.
- Entrada del agua de enfriamiento. En muchas autoclaves, el agua de enfriamiento se suministra a través de un difusor aparte, situado en el techo del autoclave. Sin embargo, en algunas instalaciones el agua entra por el difusor de vapor en la base del autoclave; este sistema tiene la desventaja de que los envases de abajo se enfrían antes y el enfriamiento no es uniforme, particularmente cuando la presión del agua es baja.
- Purgadores. El armazón del autoclave está provisto de pequeños purgadores de al menos 3 mm de diámetro, que se dejan abiertos durante el tratamiento para que salga el aire o cualquier gas no condensable que entre con el vapor.
- Válvulas de seguridad para la presión. Todas las autoclaves deberán estar dotados de válvulas de seguridad, para que la presión no supere los límites recomendados.
- Equipo de instrumentos. Las autoclaves han de estar provistos de un termómetro indicador (de mercurio u otro tipo de precisión comparable), un termógrafo (que

proporcione un registro permanente y la confirmación de que la temperatura y el tiempo de tratamiento han sido conformes a lo programado) y un manómetro.

Las autoclaves verticales, como se muestra en la figura 2, tienen la tapa en la parte superior de la misma, por esta tapa es donde se cargan canastillas metálicas mismas donde se colocan los envases a esterilizar; estas canastillas son colocadas una sobre otra dependiendo de la capacidad de la retorta y, una vez llena la autoclave, se cierra y se procede a iniciar el proceso térmico.

Las autoclaves horizontales, como se muestra en la figura 3, a diferencia de las verticales, son cargadas por la tapa frontal con canastillas o carros.

Algunas autoclaves aplican un movimiento de rotación a las canastillas metálicas que contienen las latas durante el proceso de esterilización, esta técnica es muy útil para recipientes que contienen líquidos o semi-líquidos, ya que les aporta buenos resultados y un efecto de mezclado dentro del envase que acelera la penetración de calor, por lo que el proceso de esterilización puede ser más corto y de este modo asegurar una mejor calidad sensorial al producto.

Al final del proceso de esterilización el producto debe ser enfriado lo más rápido posible y esto se logra mediante dos fases; la primera, dentro del autoclave cuando se introduce agua fría y en algunos casos una mezcla de agua fría con aire, el contacto del agua fría con el vapor causa que este último se condense y provoque una rápida ruptura de la presión dentro de la retorta, de manera que, la sobrepresión construida durante el proceso térmico dentro de las latas permanece por cierto periodo de tiempo. Durante esta fase, cuando la presión exterior es menor pero la presión dentro del contenedor se mantiene alta, al vencer las altas temperaturas

presentes, la diferencia de presiones puede inducir una deformación en los contenedores o en su caso, una explosión; por lo que, al introducir una mezcla de aire y agua, el objetivo del aire es disminuir de forma gradual y con menos variaciones la presión generada en el autoclave evitando así las situaciones antes mencionadas.

La segunda fase del enfriamiento se lleva a cabo con agua clorada después de la despresurización del autoclave; ésta fase puede realizarse colocando las canastillas o coches en tinas o dentro de la misma autoclave hasta que el envase alcance una temperatura aproximada de 40°C para que, el remanente del agua que queda en la superficie del envase pueda evaporarse

En los últimos años se ha presentado un cambio en el tipo de envases utilizados para la conservación de alimentos, pasando de las latas y envases de vidrio a bolsas esterilizables, éstos últimos se han convertido en una tendencia en el mercado, principalmente porque éstos se abren con mayor facilidad en comparación con los envases antes mencionado. Hoy en día, muchas empresas se encuentran migrando a éste tipo de envases, por lo que, con éste tipo de cambios, es inminente que los equipos con los que se lleva a cabo el procesamiento térmico sufran una modificación. Dentro de los cambios que algunas empresas han implementado en sus equipos, es el método de calentamiento, pasando de agua caliente o vapor a vapor/aire sumado a los ventiladores integrados a los equipos. Con estas modificaciones se asegura la integridad del envase así como la uniformidad de calentamiento en la cámara del autoclave.

3.2.2.1 Historia Térmica.

Cuando se procesan alimentos, se obtiene un perfil típico de temperatura-tiempo de la cámara de la autoclave y este puede ser dividido en tres fases. La *Fase 1* o *fase de calentamiento*, *tiempo de levante* o *cut*, es llevada a cabo por medio de un calentamiento, sea de agua, vapor o combinación de éstos; la temperatura de la cámara del autoclave aumenta a la temperatura requerida para el proceso térmico. Una vez que se ha alcanzado la temperatura a la que se realizará la esterilización comercial, esta se mantiene por un tiempo definido, siendo esta la *Fase 2*, *fase de holding*, *tiempo de mantenimiento* o *tiempo de procesamiento*. En la *Fase 3*, *fase de enfriamiento* o *tiempo de enfriamiento*, la temperatura en la lata decrece por la introducción de agua fría al autoclave. En la Fig. 4 se muestra gráficamente un perfil característico temperatura-tiempo de una historia térmica, la flecha con el número 1 apunta la temperatura a la que es cerrada la retorta después de haber sido llenada con las latas, la flecha con el número 2 resalta la *Fase 1*, la flecha con el número 3 señala la sección correspondiente a la *Fase 2* y por último la flecha con el número 4 muestra la *Fase 3*.

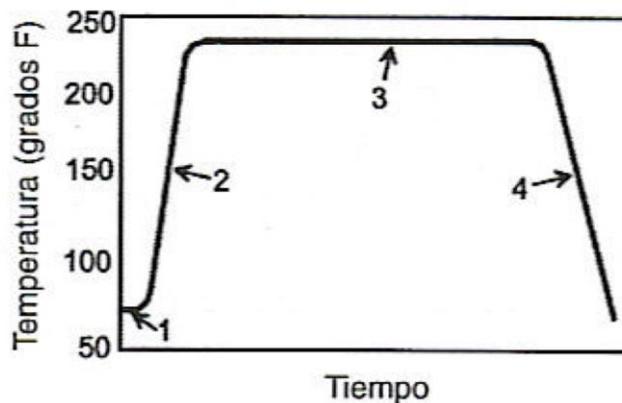


Fig. 4. Perfil de temperatura-tiempo característico de una autoclave.^[1]

3.2.3 Valor D y valor z .

Como ya se mencionó, el fin principal del procesamiento térmico durante la elaboración de un producto enlatado para llegar a la estabilidad e inocuidad del producto terminado, es la eliminación de microorganismos y sus esporas; estos cuando son sometidos al calor mueren, sin embargo, esto no significa que sean destruidos súbitamente con una determinada temperatura.

A una determinada temperatura, el tiempo necesario para destruir un cierto número de microorganismos es directamente proporcional al número inicial de éstos; por consiguiente, una tasa más elevada de microorganismos requiere tiempos más prolongados de destrucción; este tiempo requerido para que se presente una reducción de 10 veces el número de microorganismos a una temperatura determinada se conoce como valor D o *reducción decimal*.

El valor D es un concepto relacionado con el grado de resistencia bacteriana al calor y, en otras palabras, el valor D es el tiempo, en minutos, en el que se destruye el 90% de la población de bacterias a una temperatura determinada.

Cuanto más pequeño es el valor D , la velocidad de destrucción es más rápida, es decir, cuando la temperatura incrementa, la velocidad a la que el microorganismo y sus esporas se destruirán será mayor, por lo tanto, el valor D disminuye. Por el contrario, si la temperatura disminuye, la velocidad de destrucción será menor y el valor D incrementará.

Generalmente el valor D se escribe con un subíndice que indica la temperatura a la que se determinó. En la Figura 5. Se muestran valores D de algunos microorganismos importantes para las conservas de alimentos.

Por la importancia de *Clostridium botulinum* mencionada en el capítulo 3.2.1.1 *La influencia del pH del medio en el proceso térmico*, se tomará como referencia el valor reportado para este microorganismo tipo A y B a 250 F de $D_{250 F} = 0.10 - 0.20$ min.

Grupos de conservas con gérmenes importantes	Temperatura de referencia (°C)	Valor D (min)
1. Alimentos débilmente ácidos (pH superior a 4,5)		
a) Termófilos	121,1	4,0-5,0
Grupo de los gérmenes de la descomposición acidificantes («flat sour») y no formadores de gas (<i>B. stearothermophilus</i>)		3,0-4,0
Grupo de gérmenes de la descomposición generadores de gas (<i>C. thermosaccharolyticum</i>)		
Grupo de gérmenes de la descomposición generadores de ácido sulfhídrico (<i>C. nigrificans</i>)		2,0-3,0
b) Mesófilos	121,1	
Grupo de los clostridios responsables de la putrefacción (<i>C. sporogenes</i> , incluido P.A. 3679)		1,0-1,5
Grupo de clostridios productores de intoxicaciones alimentarias (<i>C. botulinum</i> , Tipos A y B)		0,10-0,20
2. Alimentos ácidos (pH entre 4,0 y 4,5)		
a) Termófilos	121,1	
<i>Bacillus coagulans</i> (mesófilo facultativo)		0,01-0,07
b) Mesófilos	100	
<i>Bacillus polymyxa</i> y <i>B. macerans</i>		0,10-0,50
Clostridios generadores de ác. butírico (<i>C. pasteurianum</i>)		0,10-0,50
3. Alimentos fuertemente ácidos (pH menor de 4,0)		
Mesófilos	65,5	
Bacterias no formadoras de esporos, como especies de <i>Lactobacillus</i> y de <i>Leuconostoc</i> , así como levaduras y mohos		0,50-1,00

Fig. 5 Valores *D* para microorganismos importantes en conservas [10].

Por su parte, el valor *z* se define como la capacidad de resistencia al calor de los distintos microorganismos. El valor *z* representa la elevación de temperatura en °C o F requerido para que el valor *D* o el tiempo de destrucción de microorganismos, disminuya en un ciclo logarítmico o en otras palabras, en una décima parte. El valor *z* expresa la capacidad relativa de resistencia al calor de los microorganismos a

distintas temperaturas; cuanto mayor es el valor z , más resistente al calor es la especie microbiana. Para *Clostridium botulinum*, microorganismo de referencia se tiene un valor $z = 18\text{ F}$ [1].

3.2.3.1 PNSU o el concepto 12-D.

El conocimiento de la reducción en factores de 10 de la población de *Clostridium botulinum* permite calcular si se asegura la eliminación de este microorganismo durante el proceso de esterilización comercial. Se asume que cada lote de latas está contaminado con una espora de *C. botulinum* por lata (que es muy improbable que suceda), es decir 10^0 . Esta carga microbiana inicial requiere que la esterilización sea tanta que sólo sea probable encontrar una espora sobreviviente en un trillón de latas o 10^{12} latas, en otras palabras, que la esterilización alcance una reducción de al menos 12 ciclos log, llevando la carga microbiana inicial de 10^0 a 10^{-12} . Cuando el número de esporas es menor que 1 por lata, se le llama “Probabilidad de una Unidad No Estéril” o PNSU, por las siglas en inglés de “Probability of Nonsterile Unit” o concepto “12-D” [1].

3.2.4 Letalidad.

La necesidad de asegurar pero no exceder el calor de esterilización requiere métodos prácticos para llevar a cabo una medición del tratamiento térmico recibido por un producto. Para el desarrollo de un método de medición se deben considerar varios factores, como lo son: a) el tratamiento térmico aplicado; b) el calor de esterilización a una temperatura baja; por ejemplo un tratamiento a 110 °C por un

periodo de 20 minutos resulta en un valor menor en comparación con un tratamiento aplicado a una temperatura más alta, como por ejemplo 117 °C por el mismo periodo de tiempo de 20 minutos. Similarmente cuando se ocupa la misma temperatura pero diferentes periodos, por ejemplo una temperatura de 117 °C pero tiempos de 20 y 30 minutos, el tiempo de 30 minutos reflejará un procesamiento térmico mayor; c) el mismo tratamiento térmico puede ser alcanzado cuando se modifica cualquiera de las dos condiciones, baja temperatura/largo tiempo o alta temperatura/bajo tiempo durante el tratamiento térmico, recordando que diferentes regímenes de tiempo-temperatura resultan con el mismo impacto de calor. Como medida de un tratamiento térmico aplicado a un producto existen los términos L y F_0 , *velocidad letal* y *Letalidad*, respectivamente. Para términos prácticos, se toma como referencia la temperatura de 121 °C o 250 F por ser *C. botulinum* el microorganismo de mayor importancia, sin embargo, esto no significa que sea la temperatura de esterilización recomendada o la óptima; como se mencionó, esto se debe a que se puede alcanzar un mismo tratamiento térmico con distintas temperaturas y/o tiempos.

Expuesto lo anterior, la *velocidad letal* o L ajusta el tiempo real de calentamiento de un proceso a una temperatura especificada, en el tiempo que se requeriría a 250 F para lograr la misma destrucción de *C. botulinum*, es decir, el valor L muestra una equivalencia entre el tiempo de un proceso a cierta temperatura con el tiempo que se habría procesado a la temperatura de referencia; esto se puede realizar mediante la ecuación 1 donde T es la temperatura del proceso que se estudia, 250 la temperatura de referencia y 18 el valor z para *C. botulinum*.

$$L = 10^{\left[\frac{T-250}{18}\right]} \quad (1)$$

Aunque en términos estrictos este factor es adimensional, es útil pensar que presenta unidades de *minutos a 250 F por minutos a la temperatura de estudio*.

La *Letalidad* o F_0 es el tiempo a 250 F en que se alcanza la misma destrucción de *C. botulinum* que la del proceso que se estudia, es decir, el valor F_0 exhibe el tiempo al que equivaldría el proceso en estudio al haber procesado a la temperatura de referencia, esta se puede calcular multiplicando la *velocidad letal* por el tiempo de procesamiento a la temperatura T (F_T), como se muestra en la ecuación 2:

$$\text{Letalidad} = F_0 = F_T \cdot L \quad (2)$$

Sustituyendo 1 en 2:

$$F_0 = F_T \cdot 10^{\left[\frac{T-250}{18}\right]} \quad (3)$$

Un tratamiento térmico a 121.1 °C durante un minuto tiene un valor $F_0 = 1$, pero al aplicar el tratamiento térmico la temperatura en el punto frío de la lata varía de manera continua como se indica en la Fig. 6, pudiendo tener temperaturas menores o mayores a 121.1 °C dando como resultado valores parciales de F_0 mayores o menores a 1 por minuto por lo tanto no se puede calcular simplemente una sola velocidad letal para el proceso y multiplicarla por el tiempo de procesamiento; en vez de ello, se calculan velocidades letales a varios intervalos de tiempo a lo largo del tratamiento térmico, regularmente cada 30 segundos o por minuto, y luego se integran con respecto al tiempo.

Alcanzar una letalidad o F_0 con valor de 2.40 a 3.0 en la industria alimentaria es de vital importancia, ya que, las esporas de *C. botulinum* son las más termorresistentes y al alcanzar estos valores, son inactivadas. Con base en esta consideración e

incluyendo un margen de seguridad, los productos enlatados pueden ser producidos con valores F_0 de 4.0 – 5.5. [9]

En la práctica, no es necesario calcular el valor F_0 repetidamente para el mismo tipo de productos, la letalidad puede ser determinada una vez por cada lote, tomando en cuenta el tamaño del contenedor así como la intensidad y duración del tratamiento térmico, si estos parámetros no son modificados, la letalidad permanecerá constante durante las producciones subsecuentes.

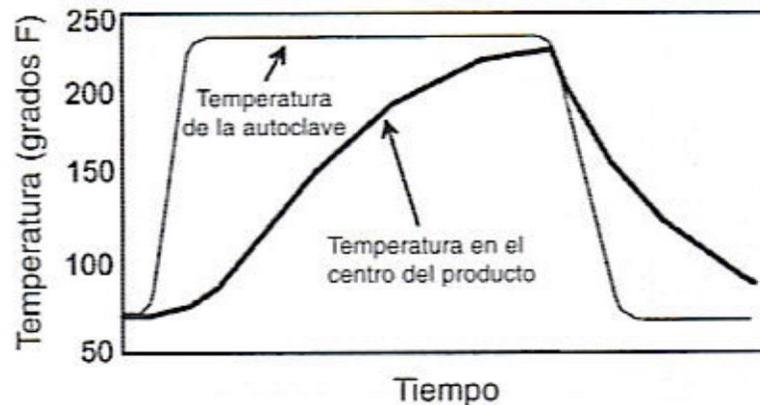


Fig.6 Seguimiento de la temperatura del producto en el punto frío de una lata durante el proceso térmico. [1]

3.2.4.1 Método de Ball.

La serie de parámetros expuestos servirá para realizar pruebas de penetración de calor y así determinar el tiempo de proceso apropiado para que el producto a elaborar alcance la esterilidad comercial. La evaluación del proceso se determinará por la letalidad alcanzada en el mismo por medio del Método de la fórmula de Ball^[11] el cual propone lo siguiente: durante el *tiempo de levante* la velocidad letal está cambiando constantemente, por lo que se propone cambiar la curva de tiempo de

levante por otra donde se conserva la temperatura inicial por 58% del tiempo de levante y luego cambia instantáneamente a la temperatura de procesamiento total; ésta simplificación aporta resultados confiables^[1]. Para llevar a cabo este método se definen y se muestran gráficamente en la Fig. 7 los siguientes términos: 1) t_c = tiempo de levante = tiempo que se requiere para que la cámara de la autoclave alcance la temperatura de procesamiento; 2) t_p = tiempo de procesamiento = tiempo durante el que la autoclave mantiene la temperatura de procesamiento; 3) t_h = tiempo total de calentamiento = $t_c + t_p$; 4) t_B = tiempo de procesamiento de Ball = $0.42 t_c + t_p$; 5) T_1 = temperatura del medio de calentamiento; y 6) T_b = temperatura máxima del alimento al final del procesamiento. Este método supone que la autoclave se halla a la temperatura de procesamiento durante todo el procesamiento de Ball, pero que no hay ningún tratamiento térmico antes de que comience el tiempo de Ball.

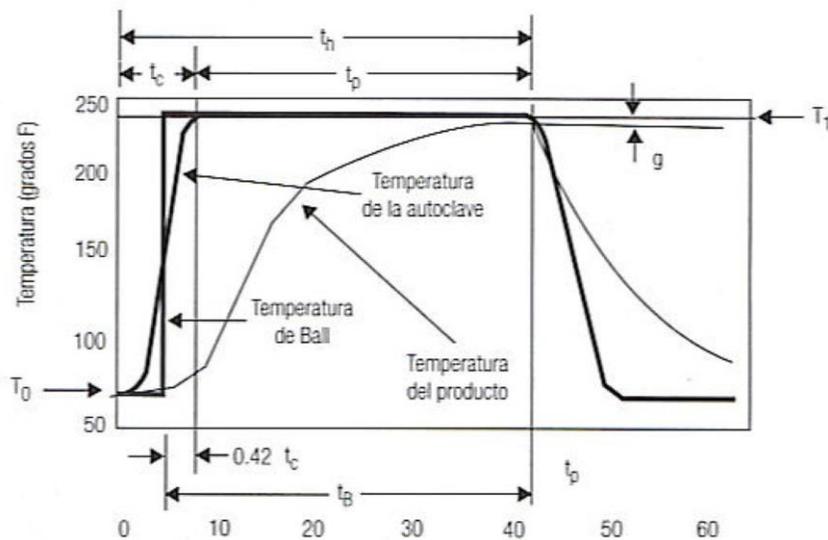


Fig. 7. Curva característica que muestra los términos en el cálculo del tiempo de procesamiento de Ball. ^[1]

3.3 Normatividad.

El seguimiento de un marco regulatorio dentro de la industria alimentaria sirve como referencia, método de homogenización y de inspección; además, es utilizado como una vía para favorecer la inocuidad y calidad de los alimentos, y como un instrumento de aseguramiento para cantidades y/o características máximas o mínimas para algún producto o instalación en específico; es por estos motivos que la revisión, lectura, comprensión y aplicación del marco regulatorio aplicable a este proyecto tanto en México como en los Estados Unidos de América (EUA) cobra importancia.

Dentro del marco regulatorio nacional se encuentran distintos tipos de normas, como lo son: a) Norma Oficial Mexicana (NOM) este tipo de normas son de aplicación obligatoria dentro del territorio Mexicano, son expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades con la que se creen y establecen, las reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación en materia de control y fomento sanitario; b) Norma Mexicana (NMX) estas normas, a diferencia con las NOM's son de aplicación voluntaria y son elaboradas por un organismo nacional de normalización, o la Secretaría de Economía (SE). Por otra parte, contamos con el marco regulatorio Estadounidense, marco que se tomará como referencia en esta tesis, en primer lugar, por ser el país a donde se desea exportar el PT y seguido, porque a través

de la Food and Drug Administration (FDA), una de las máximas instituciones encargadas de regular y establecer directrices en el ámbito alimenticio, los EUA estandarizan y regulan a las empresas que producen e importan productos en o hacia su territorio respectivamente. La FDA por medio del Code of Federal Regulations (CFR), emite la regulación de alimentos y otros productos como medicamentos en los Estados Unidos; el título 21 (Title 21) del CFR es el que contiene las reglas aplicables a los alimentos.

Por último, a pesar de no ser considerado como normatividad, se encuentran los lineamientos del Institute for Thermal Processing Specialists (IFTPS) y las Guías de la European Hygienic Engineering & Design Group (EHEDG). El IFTPS es una organización a nivel mundial líder en el estudio y generación de conocimiento en cuanto a procesos térmicos se refiere; al ser su misión asegurar la salud pública a través del conocimiento, desarrollo y aplicación de buenas prácticas en el procesamiento térmico, se decidió seguir los lineamientos que esta organización establece por su relevancia y experiencia en el procesamiento térmico de alimentos. La EHEDG por su parte es, un grupo conformado por industria y academia líder en aspectos de diseño higiénico tanto en equipo de procesamiento así como en plantas del ramo alimenticio; el grupo ha generado guías basadas en la regulación Europea donde se publican recomendaciones para la industria y, es por tal motivo que en el presente trabajo se tomarán como referencia para aspectos de instalaciones y maquinaria.

4. Resumen regulatorio y guías aplicables

Como primer objetivo se estableció cumplir con los requisitos que la normatividad Mexicana establece tanto para las instalaciones como para el producto objeto del presente trabajo. Asimismo, la regulación mexicana fue una guía para determinar las condiciones en que la planta procesadora de la empresa AGRO COZAGO se encontraba y poder así, detectar puntos de mejora para trabajar en ellos y así dar cumplimiento a los requisitos regulatorios.

Por otra parte, como se mencionó en el apartado de normatividad, al buscar la exportación del ejote enlatado al mercado de Estados Unidos, fue necesario seguir la legislación pertinente para dar cumplimiento.

La justificación del uso de cada una de las normas, tanto nacionales como de los Estados Unidos, se establece a continuación en la tabla 3; los requerimientos establecidos en las correspondientes normas se ven reflejados en las especificaciones de MP, PP y PT, mismas que se pueden encontrar a partir del anexo 10.1.

Respecto a los resultados del estado inicial de las instalaciones de AGRO COZAGO, en acuerdo de confidencialidad no son mostradas en el presente trabajo.

Norma	Motivo de su uso
NOM – 251 – SSA1 – 2009 Prácticas de Higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.	En ésta norma se detallan los lineamientos que las instalaciones deben cumplir para el funcionamiento higiénico.
NOM – 008 – ZOO – 1994 Especificaciones zoosanitarias para la construcción y	Detalla diversas especificaciones necesarias para una planta procesadora de alimentos, entre las

<p>equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos.</p>	<p>cuales se encuentra la elaboración del Lay Out de la planta, uno de los objetivos de este trabajo. Al ser ésta norma más específica en los requisitos de diseño, ya que se enfoca a las plantas Tipo Inspección Federal, TIF, se empleará como referencia.</p>
<p>NOM – 130 – SSA1 – 1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.</p>	<p>Norma que establece las especificaciones sanitarias que debe cumplir el producto así como los requisitos de proceso.</p>
<p>NOM – 002 – SCFI – 2011 Productos pre envasados – Contenido neto – Tolerancias y métodos de verificación.</p>	<p>Establece las especificaciones de PT, las tolerancias en cuanto a contenido neto y masa drenada.</p>
<p>Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM – 127 – SSA1 – 1994 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización.</p>	<p>El agua es uno de los ingredientes del producto, además de ser usada en la limpieza así como en la etapa de enfriamiento de latas.</p>
<p>NOM – 020 – STPS – 2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento – Condiciones de seguridad.</p>	<p>Norma aplicable al proceso debido a que se utilizan calderas para la generación de vapor utilizado en la etapa de esterilización del producto.</p>
<p>NMX – FF – 019 – 1982 Productos alimenticios no industrializados para uso humano –Leguminosa – Ejote (<i>Phaseolus Vulgaris</i>) – Especificaciones.</p>	<p>Norma que, a pesar de no ser de carácter obligatorio, se consideró como por establecer los parámetros de clasificación de ejote para manejo fresco. Usada para catalogar el ejote a usar en el proceso.</p>
<p>CFR Title 21, Part 117 Current Good Manufacturing Practice,</p>	<p>Establece los lineamientos que una empresa procesadora de alimentos</p>

Hazard Analysis, and risk - Based Preventive Controls For Human Food - Subpart B Current Good Manufacturing Practice	debe cumplir con respecto a las buenas prácticas de manufactura.
CFR Title 21, Part 113 Thermally processed low – acid foods packaged in hermetically sealed containers.	Establece los requisitos que deben cumplirse en el procesamiento de baja acidez.
CFR Title 21 Part 155. Sec 120. Canned green beans and canned wax beans.	Establece parámetros de ingredientes, de tamaño y de calidad del producto para los Estados Unidos.
NMX – F – 419 – 1982. Productos Alimenticios para uso humano. Ejotes envasados. Food products for human use. Canned Runner Bean	Referencias regulatorias y guías.
Guidelines for conducting thermal processing studies, IFTPS	
Documento 8, Hygienic Design Principles, EHEDG	
Documento 44, Hygienic Design Principles For Food Factories, EHEDG	

Tabla 3. Justificación de Normatividad Aplicable.

La *NMX – F – 419 – 1982. Productos Alimenticios para uso humano. Ejotes envasados. Food products for human use. Canned Runner Bean* fue empleada como apoyo para algunos parámetros como lo son: vacío y pH del PT; asimismo, fueron utilizados como guías, el manual de la IFTPS, el *Documento 8* y el *Documento 44* de la EHEDG; documentos que se retomarán en los siguientes capítulos.

En el anexo 10.2 Lay Out se encuentran los planos elaborados para éste trabajo.

5.- Materiales y Procedimientos

5.1 Equipos empleados

Para la validación del proceso térmico propuesto, se empleó la autoclave donde la empresa AGRO COZAGO actualmente elabora el ejote francés en agua, éste equipo es de la marca Fehlmex con número de serie 1139737 misma autoclave que genera vapor mediante el calentamiento de agua con una resistencia al fondo de la misma, además, se ocuparon tres termopares Tipo T de acero inoxidable con números de serie: 144429, 144579 y 177392 de la marca ELLAB que se muestran en la Fig. 8 y los cuales fueron etiquetados como A o tapa, B o mitad y C o fondo respectivamente

Éstos termopares cumplen con lo requerido por el IFTPS en el capítulo 2 *Test Equipment and Calibration of test Equipment*, del manual mencionado en el apartado anterior, lo cual consiste en que deben estar calibrados previo a su uso en el estudio.

El software utilizado para la descarga y tratamiento de datos recolectados durante las pruebas del presente estudio por los termopares antes mencionados fue Val Suite Basic 2.5.5.0



Fig. 8 Termopares tipo T de la Marca Ellab

5.2 Distribución de temperatura

Para realizar el estudio de Distribución de Temperatura (DT), se llevó a cabo la metodología presentada en el diagrama de flujo de la Fig. 9:

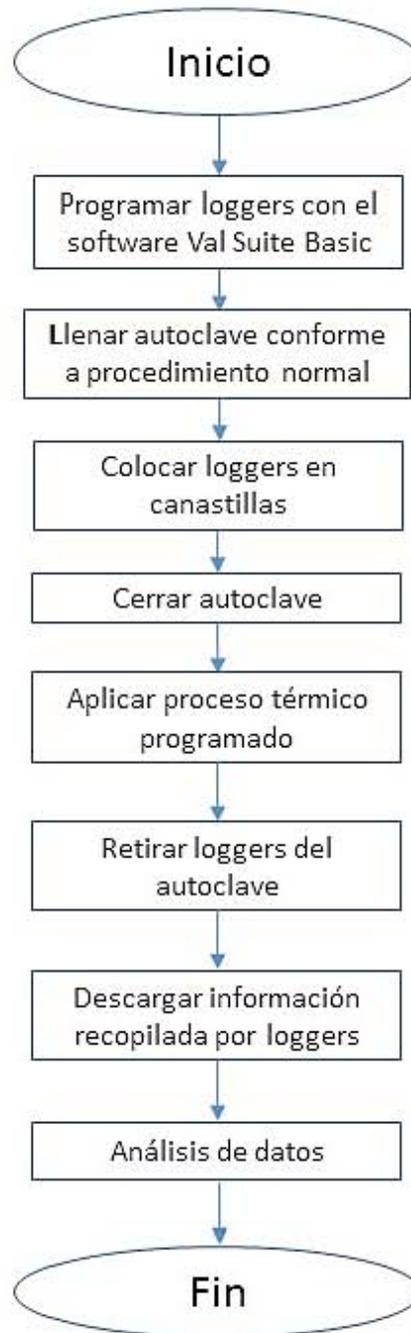


Fig. 9. Diagrama de flujo para el procedimiento del estudio de DT.

Como se menciona en el diagrama anterior, se colocaron los loggers dentro de la autoclave y se corrieron dos pruebas de calentamiento con el proceso térmico programado, siendo este tiempo 10 minutos a 20 psi. El acomodo de los loggers se puede observar en la Fig. 10:

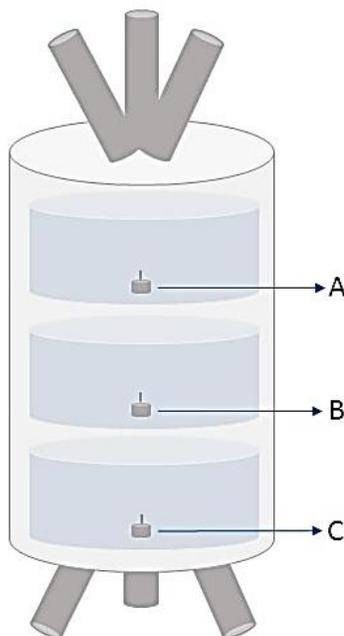


Fig. 10 Colocación de termopares en autoclave Fehlmex.

5.2 Penetración de calor

Realizados estos ensayos, se procedió a llevar a cabo las pruebas de Penetración de Calor (PC), donde se emplearon latas cilíndricas de dos piezas de 300 x 407 acomodadas verticalmente dentro de la autoclave y de las cuales se pueden observar las especificaciones en el apartado de anexos con el No. 10.1.7 Envase. El procedimiento empleado para el estudio de PC es el que se puede observar en el diagrama de flujo de la Fig. 11 que se muestra a continuación:

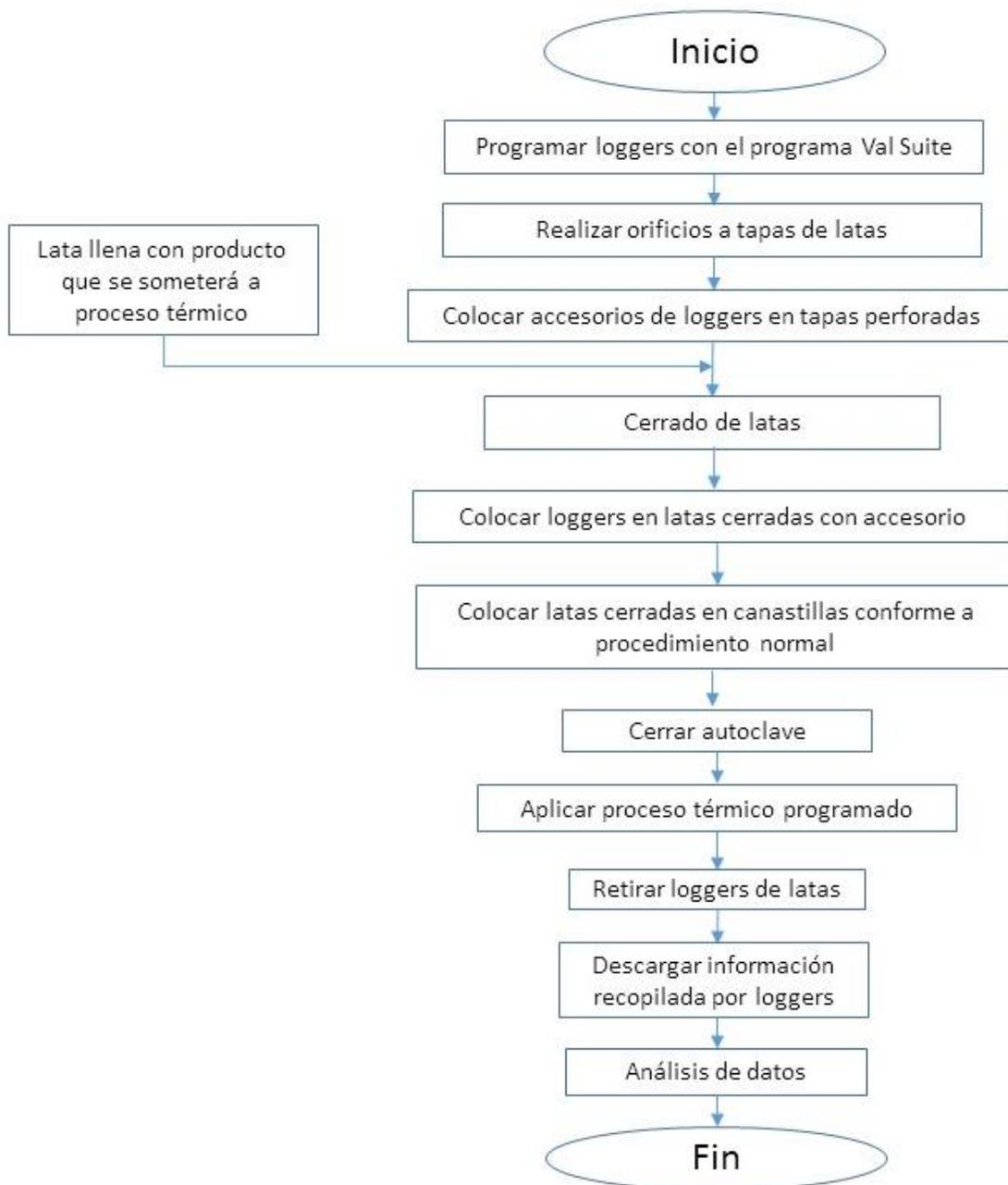


Fig. 11 Diagrama de flujo para el procedimiento del estudio de PC.

A las latas utilizadas para estas pruebas, como se menciona en el diagrama, se les realizó un orificio en la tapa inferior por la parte central para poder colocar el termopar y así registrar la temperatura en el centro geométrico del producto como se observa en la figura 12.



Fig. 12 Orificios para colocación de termopares.

Una vez colocado el termopar en la tapa, se recibían las latas que fueron llenadas con el proceso normal con el que se elaborará el producto, para de esta manera, considerar y registrar parámetros como lo son el tiempo de llenado y temperatura de cierre.

El proceso de llenado consistía en, una vez recibido el ejote éste se lavaba, despuntaba y escaldaba; éste escaldado se lleva a cabo en dos fases de inmersión en agua; la primera a 80 °C de 2 a 3 minutos y la segunda en agua fría. Después de esto, el llenado se realizaba en una sola etapa de entre 5 y 6 minutos, logrando así que la temperatura de cierre estuviera entre los 68 y 70 °C. Una vez cerrada la lata con el producto se colocaba el logger respectivo tal y como aparece en la fig. 13 y se procedía a aplicar el proceso térmico programado.

El desglose de todas las etapas de proceso se pueden observar en el Anexo 10.3 Diagrama de Proceso.



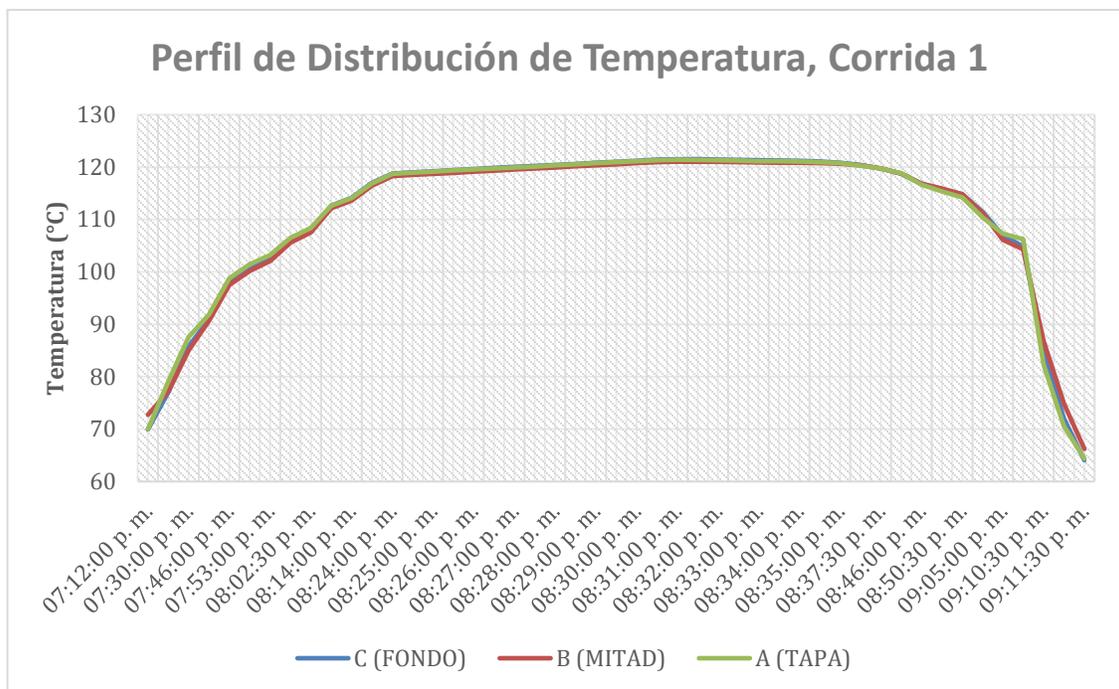
Fig. 13 Colocación de termopares en latas antes de ser sometidas al proceso de esterilización comercial.

6. Resultados

6.1. Distribución de temperatura

Los estudios de Distribución de Temperatura (DT) tienen por objetivo establecer procedimientos y tiempos para la etapa de venteo o purga del autoclave, requerimientos de la etapa de levante, la estabilidad y uniformidad de la temperatura, y cualquier otro requerimiento necesario para establecer desempeños de calentamiento y enfriamiento reproducibles y confiables.

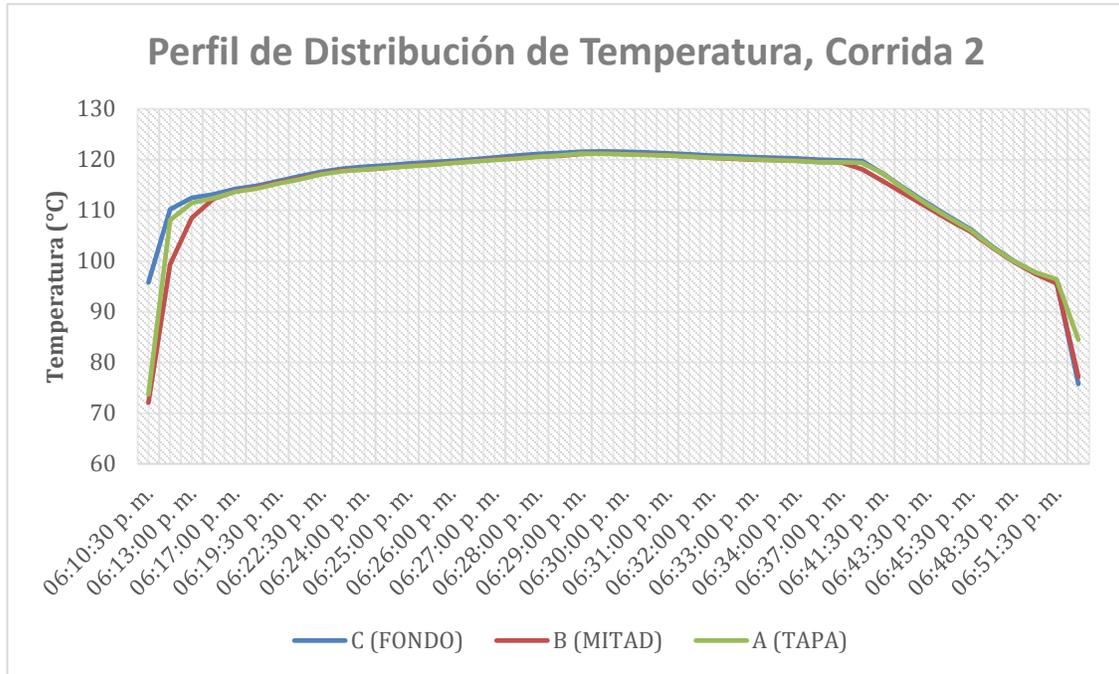
Las pruebas de DT se llevaron a cabo con los materiales mencionados en el apartado anterior, mismos con lo que obtuvieron las siguientes historias térmicas y temperaturas promedio durante la fase *hold*; la corrida 1 tuvo una duración de 1 hora 59 minutos y esto se puede observar en la ver gráfica 1 y tabla 4; la corrida 2 tuvo una duración de 1 hora 45 minutos, y los resultados se pueden observar en la gráfica 2 y tabla 5; los datos de las temperaturas registradas por los loggers para estas pruebas se pueden observar en el anexo 10.5 Historias Térmicas DT.



Gráfica 1. Perfil de Distribución de Temperatura, Corrida 1.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. de serie	144429	144579	177392
Temperatura promedio en Hold (°C)	120.64	120.18	120.54

Tabla 4. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 1 de DT a 10 minutos.



Gráfica 2. Perfil de Distribución de Temperatura, Corrida 2.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. de serie	144429	144579	177392
Temperatura promedio en Hold (°C)	120.41	119.97	119.92

Tabla 5. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 2 de DT a 10 minutos.

A ésta información se les realizó un análisis estadístico ANOVA de una vía para determinar de forma estadística si la diferencia entre temperaturas registradas durante la fase de *hold* era significativa, el análisis para la corrida 1 se muestra en la tabla 6 y para la corrida 2 en la tabla 7.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.46	2.00	1.23	1.78	0.18	4.98
Dentro de los grupos	41.37	60.00	0.69			
Total	43.83	62.00				

Tabla 6. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 1 de la prueba de DT

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3.02	2.00	1.51	1.40	0.25	4.98
Dentro de los grupos	64.46	60.00	1.07			
Total	67.48	62.00				

Tabla 7. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 2 de la prueba de DT

Con base en estos resultados expuestos se concluye del estudio de distribución de temperatura lo siguiente:

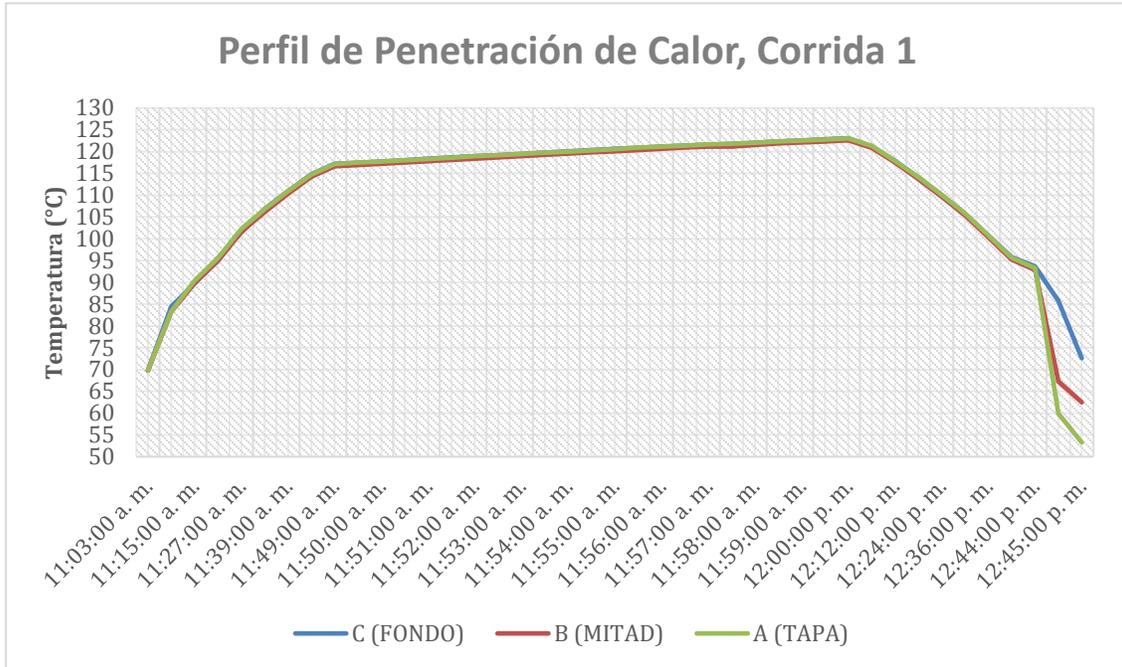
- No existe diferencia significativa entre las temperaturas promedio durante la fase de *hold* registradas por los data loggers, por lo tanto, la distribución de la temperatura es uniforme dentro de la cámara del autoclave.
- A pesar de no existir diferencia estadística, se considerará para el estudio de Penetración de Calor la parte media del autoclave como punto frío, ya que, fue en ésta zona donde se registraron las temperaturas promedio más bajas.
- El punto más caliente del autoclave se encuentra al fondo de la misma.

6.2. Penetración de calor

Los estudios de Penetración de Calor (PC) tienen por objetivo identificar si el proceso aplicado es repetible empleando el mismo proceso, producto, envasado y condiciones de llenado; verificación del tiempo de proceso térmico aplicado a la combinación de producto/envase y condiciones de llenado así como la evaluación de la letalidad alcanzada en el punto frío del autoclave.

Una vez realizado el estudio de DT, se procedió a determinar la historia térmica del producto en cuestión mediante las pruebas de PC con las condiciones establecidas inicialmente y poder determinar si con éstas se alcanzaba la letalidad mínima requerida, por lo que se sometió al producto a un tiempo de fase *hold* de 10 minutos, temperatura de 121 °C y presión de 20 psi.

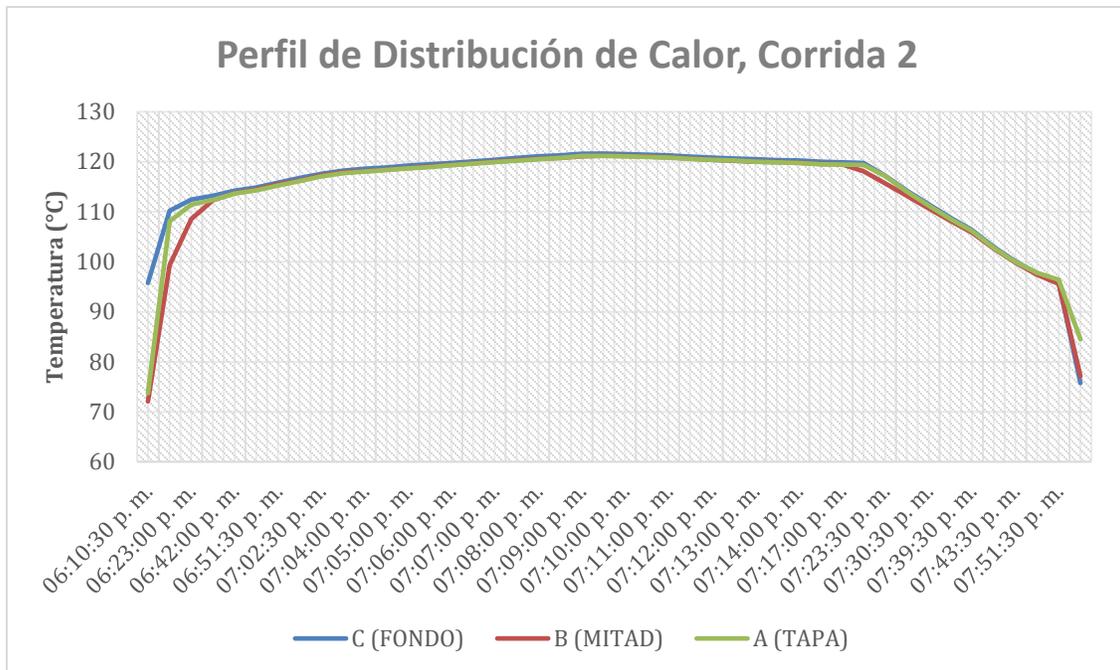
La corrida 1 tuvo una duración de 1 hora 48 minutos, los resultados se pueden observar en la gráfica 3 y tabla 8; por su parte, la corrida 2 tuvo una duración de 2 horas y 2 minutos, los resultados se observan en la gráfica 4 y tabla 9. Los datos de temperatura registrados por los loggers se pueden observar en el anexo 10.6 Historias Térmicas PC a 10 minutos de *Hold*.



Gráfica 3. Perfil de Penetración de Calor, Corrida 1.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
<i>No. de serie</i>	144429	144579	177392
<i>Temperatura promedio en Hold (°C)</i>	119.97	119.45	119.97

Tabla 8. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 1 de PC a 10 minutos.



Gráfica 4. Perfil de Penetración de Calor, Corrida 2.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
<i>No. de serie</i>	144429	144579	177392
<i>Temperatura promedio en Hold (°C)</i>	118.24	117.68	118.03

Tabla 9. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave durante la fase *hold* de la Corrida 2 de la prueba de PC a 10 minutos.

A estos datos, se les realizó de igual manera un análisis de varianza de una vía para determinar si la diferencia entre temperaturas registradas era significativa, el análisis para la corrida 1 se muestra en la tabla 10 y para la corrida 2 en la tabla 11. Asimismo, se observa en la tabla 12 la letalidad alcanzada calculada mediante el método de Ball durante el *hold* de proceso en cada una de las zonas evaluadas por

corrida. Los valores de Velocidad letal (L) y reducción de ciclos log (Y_n) se observan en la tabla 13.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.79	2	1.89	0.67	0.52	4.98
Dentro de los grupos	170.21	60	2.84			
Total	174.00	62				

Tabla 10. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 1 de la prueba de PC

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.25	2.00	1.62	0.58	0.57	4.98
Dentro de los grupos	169.35	60.00	2.82			
Total	172.60	62.00				

Tabla 11. Análisis de Varianza de un factor para la fase *hold* de la Corrida 2 de la prueba de PC

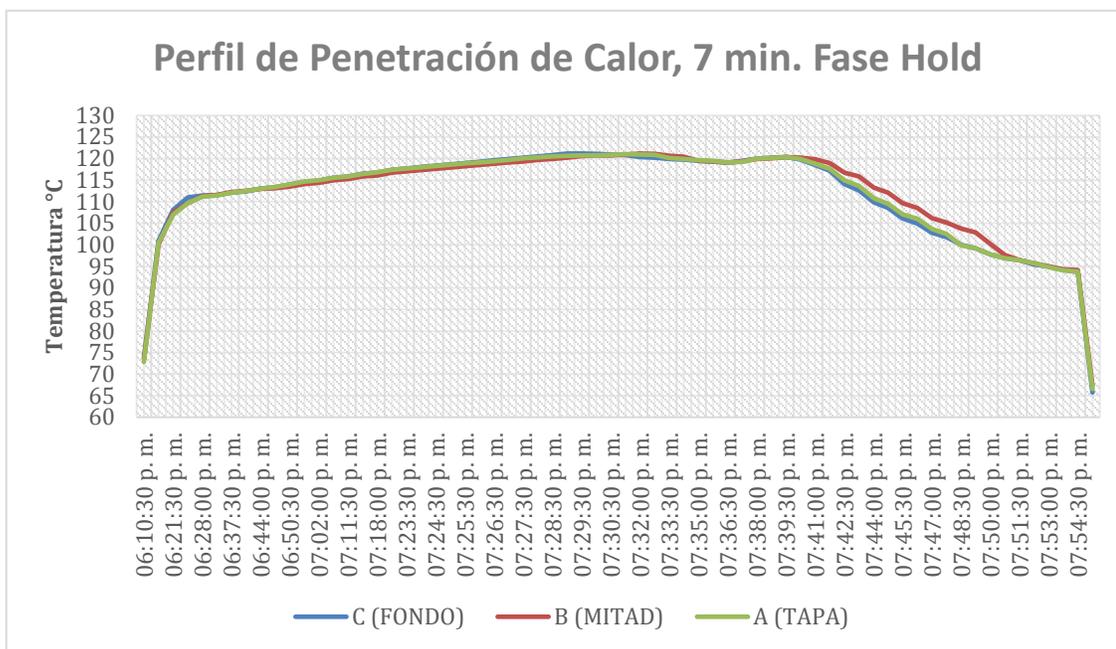
Logger	Letalidad	
	Corrida 1	Corrida 2
C (Fondo) 144429	19.46	17.46
B (Mitad) 144579	18.64	16.69
A (Tapa) 177392	19.45	17.19

Tabla 12. Letalidades para las corridas de PC durante el tiempo de *hold* a 10 minutos.

Velocidad Letal (<i>L</i>) y Reducción de Ciclos Log (<i>Yn</i>)				
Logger	Corrida 1		Corrida 2	
	<i>L</i>	<i>Yn</i>	<i>L</i>	<i>Yn</i>
C (Fondo) 144429	-0.11	38.46	-0.24	28.47
B (Mitad) 144579	-0.17	34.10	-0.30	25.09
A (Tapa) 177392	-0.11	38.41	-0.26	27.22

Tabla 13. Velocidades Letales y Reducción de Ciclos Log para las corridas de PC durante el tiempo de *hold* a 10 minutos.

Una vez que se determinó la letalidad alcanzada en este proceso y valorando las propiedades organolépticas buscadas en el producto (olor, color, textura y sabor), se determinó reducir el tiempo de la fase *hold* a 7 minutos, para que el producto no sufriera una cocción tan severa; en éste proceso se obtuvo el siguiente perfil de PC y temperaturas promedio en la fase *hold*, ver gráfica 5 y tabla 14. La historia térmica de la corrida se puede encontrar en el anexo 10.7. Este punto se retomará más adelante en el capítulo 5 “Discusión y Conclusiones”.



Gráfica 5. Perfil de Penetración de Calor, Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. de serie	144429	144579	177392
Temperatura promedio en Hold (°C)	119.76	119.04	119.56

Tabla 14. Temperaturas promedio en la cámara de la autoclave de la Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Las letalidades obtenidas para el proceso se observan en la tabla 15 y el análisis de varianza realizado a los datos registrados en la tabla 16. La velocidad letal y número de ciclos Log reducidos se encuentran en la tabla 17.

Logger	Letalidad
C (Fondo) 144429	11.67
B (Mitad) 144579	9.93
A (Tapa) 177392	11.08

Tabla 15. Letalidades para la Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.11	2	2.06	1.47	0.24	5.15
Dentro de los grupos	58.74	42	1.40			
Total	62.85	44				

Tabla 16. Análisis de Varianza de un factor para la Corrida a 7 minutos de fase *hold*.

Velocidad Letal (*L*) y Reducción de Ciclos Log (*Yn*)

Logger	Corrida 1	
	<i>L</i>	<i>Yn</i>
C (Fondo) 144429	-0.13	36.65
B (Mitad) 144579	-0.21	31.07
A (Tapa) 177392	-0.15	35.00

Tabla 17. Velocidades Letales y Reducción de Ciclos Log para la corrida de PC durante el tiempo de *hold* a 7 minutos.

Con base en los resultados presentados, del estudio de penetración de calor se concluye lo siguiente:

- La letalidad obtenida mediante los cálculos de tiempo de Ball para las dos corridas del estudio se encuentran por arriba del valor requerido.
- El producto sufre un sobre procesamiento de acuerdo a los valores calculados, por lo que, podría disminuirse el tiempo de proceso teniendo en consideración las propiedades organolépticas que se desean en el producto.
- La corrida a 7 minutos de tiempo de hold cumple, al igual que las corridas anteriores a 10 minutos, sobrepasa el valor de letalidad citado en la literatura.

Las conclusiones presentadas de cada estudio, se abordarán en el siguiente capítulo.

7. Discusión de Resultados

Como primera fase del trabajo se establecieron las especificaciones de MP, PP y PT con base en la normatividad aplicable para cada etapa de elaboración del producto.

En cuanto a MP se trabajó de una manera enfática con el ejote fresco, como se mencionó en el resumen del presente trabajo, se utilizó ejote orgánico que por su apariencia no era posible empacarlo en fresco, ésta MP a su recepción era evaluada con base en la especificación de código *001-MP-EJ Conforme y No Conforme*, para elaborar ésta especificación se empleó como referencia la *NMX – FF – 019 – 1982 Productos alimenticios no industrializados para uso humano – Leguminosa – Ejote (Phaseolus Vulgaris) – Especificaciones*; ésta norma como se mencionó en el apartado 4.1, no es de carácter obligatorio, sin embargo es una referencia de los parámetros que la industria procesadora de ejote establece para su comercialización, por tal motivo se utilizó para elaborar dicha especificación. Ésta y las especificaciones que más adelante se mencionarán se encuentran en el apartado de Anexos con el numeral 10.1 Especificaciones MP, PP y PT.

Respecto a la especificación 002-MP-EJ que corresponde al agua para proceso, se elaboró conforme a la *Modificación de la Norma NOM – 127 – SSA1 – 1994 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización*; el cumplimiento de dicha especificación se evalúa con análisis realizados por un laboratorio de tercería. Los resultados de las determinaciones no se muestran en el presente trabajo por políticas de confidencialidad con AGRO COZAGO, sin embargo es importante

mencionar que el agua se encuentra dentro de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos en la especificación.

Establecidos los parámetros de cumplimiento de las MP, se procedió a elaborar las especificaciones para PP, en éste caso se realizaron los documentos con código 0001, 0002 y 0003-PP-EJ, que corresponden a ejote entero, ejote cortado y ejote en lajas respectivamente. Para éstas especificaciones se emplearon la *NMX – FF – 019 – 1982 Productos alimenticios no industrializados para uso humano – Leguminosa – Ejote (Phaseolus Vulgaris) – Especificaciones* y el *CFR Title 21 Part 155. Sec 120. Canned green beans and canned wax beans*; con ésta última se establecieron las longitudes de los cortes que puede sufrir el ejote para su envasado así como algunos parámetros de calidad, como el número de piezas de ejote menores al tamaño establecido que puede contener una lata así como la cantidad de materia vegetal extraña, entendiéndose ésta como hojas, tallos desprendidos u otras; éstos aspectos son evaluados directamente por el área de calidad de AGRO COZAGO.

La especificación de PT que tiene el código 0001-PT-EJ, fue elaborada con base en la *NMX – F – 419 – 1982. Productos Alimenticios para uso humano. Ejotes envasados. Food products for human use. Canned Runner Bean*; la *NOM – 130 – SSA1 – 1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias* y la *NOM – 002 – SCFI – 2011 Productos pre envasados – Contenido neto – Tolerancias y métodos de verificación*; ésta especificación pasa a ser una de las más relevantes del presente trabajo puesto que, al ser el producto que una vez etiquetado será

prácticamente llevado a la mesa del consumidor, es de vital importancia cumplir con los parámetros establecidos.

Continuando con aspectos regulatorios, el *CFR Title 21, Part 113 Thermally processed low – acid foods packaged in hermetically sealed containers*, toma relevancia a partir de éste punto puesto que es la legislación que regirá muchos de los aspectos técnicos a tener en consideración al procesar el alimento; en éste documento se indican: *los equipos (sub-parte C Equipment)*, donde se establecen algunas características, es decir, cómo es que deben de funcionar o estar colocados así como los registros que se deben de tener de cada uno de estos; además dentro de ésta sub-parte se establecen algunas de las acciones que se deben de tomar si es que durante el proceso de elaboración éste se ve interrumpido o si un producto no es procesado conforme a la receta establecida para el mismo. En la *sub-parte D, Control of Components, Food Product Containers, Closures, and In-Process Materials* se habla sobre las latas que contendrán el producto, en éste apartado se mencionan las medidas que se deben de realizar al doble cierre de la lata y el registro que se debe tener de éstas para asegurar la integridad del cierre, sin embargo no se mencionan parámetros a cumplir; como complemento a ésta sub-parte es que fue elaborada la especificación *E-Size 300/214x407* (Anexo 10.1.7 Envase) misma que contempla los parámetros a evaluar así como las tolerancias que el doble cierre deberá cumplir.

Dentro de la parte 113 de éste CFR se encuentra la *sub-parte A General Provisions*, misma en la que se encuentra el numeral *113.5 Current good manufacturing practice* el cual menciona que los numerales 113.10, 113.40, 113.60, 113.81, 113.83, 113.87, 113.89 y 113.100 se aplicarán para evaluar si la entidad que manufactura,

procesa o envasa alimentos de baja acidez en contenedores herméticamente cerrados opera de manera adecuada para proteger la salud pública, sin embargo, además de éstos numerales al ser AGRO COZAGO una empresa procesadora de alimentos le es aplicable el *CFR Title 21, Part 117 Current Good Manufacturing Practice, Hazard Analysis, and risk - Based Preventive Controls For Human Food*, delimitándolo a la *sub-parte B Current Good Manufacturing Practice*. Continuando con lo referente a las Buenas Prácticas de Manufactura, en cuanto a normatividad mexicana por su origen para AGRO COZAGO la regulación aplicable es la *NOM – 251 – SSA1 – 2009 Prácticas de Higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Estas dos regulaciones se encuentran en proceso de implementación dentro de la empresa; se cuenta al momento con un check list para determinar el cumplimiento y las no conformidades parciales o totales de los requerimientos solicitados y, después de la correspondiente evaluación por parte del departamento de calidad, llevar a cabo las acciones correctivas pertinentes para cumplir con estos lineamientos.

De forma adicional, para el aspecto de diseño higiénico para la planta procesadora, se utilizó el documento 44 de la EHEDG *Hygienic Design Principles for Food Factories*; éste documento es una guía donde se establecen las mejores prácticas higiénicas en cuanto a diseño y construcción de plantas que procesen alimentos así como para servicios de alimentación. Con base en éste documento se realizaron algunas recomendaciones en cuanto a los acabados, las pendientes en pisos y las coladeras, por mencionar algunas. La guía proporciona los estándares mínimos aplicables de manera mundial en aspectos de diseño higiénico que una planta procesadora debe considerar al ser construida o para realizar algunas

modificaciones, esto para reducir los riesgos potenciales que condiciones antihigiénicas pudieran provocar así como para aumentar la eficacia en la limpieza de la planta; es por éstos motivos que, a pesar de no ser un documento de carácter obligatorio, se consideró para el presente proyecto.

Por otra parte y, a pesar de no ser de carácter obligatorio por el giro de la empresa, la *NOM – 008 – ZOO – 1994 Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos* ha sido tomada en cuenta por algunos lineamientos necesarios para la planta, entre ellos el Numeral 4. *Documentación y planos con que deberá contar un establecimiento parte b)*, mismo que corresponde a uno de los objetivos particulares del presente trabajo, elaborar el Lay Out de la planta. En el numeral de la norma se establecen 7 planos: General, hidráulico, eléctrico, drenajes, cortes y fachadas, ubicación de equipo y especificaciones de construcción; por el alcance del presente trabajo sólo se realizaron dos de los 7 planos sugeridos y los cuales se presentan en el anexo 10.2 Lay Out con los títulos “8.2.1 Distribución de Áreas” y “8.2.2 Acomodo de Equipos”. Como se mencionó, ésta norma no es de carácter obligatorio, sin embargo fue establecido como objetivo del presente trabajo la elaboración del Lay Out de la planta puesto que, como recomendación en el Documento 44 de la EHEDG se requiere una zonificación en la planta, dicha zonificación se realiza para minimizar la probabilidad de ocurrencia de una contaminación en el alimento debido a algún posible contacto cruzado y/o causado por el flujo de personal.

Además de la zonificación, el contar con planos de la planta es un requisito para obtener una certificación como lo es FSSC 22000 además, se en algún momento

fuera necesario realizar un reacomodo de equipos, de zonas o modificación en la planta facilita éstas tareas y genera un ahorro de tiempo, dinero y esfuerzo para AGRO COZAGO.

Aunado al tema de equipos en la planta procesadora, se consideró el Documento 8 *Hygienic equipment design* para realizar algunas recomendaciones sobre los equipos utilizados por AGRO COZAGO para que éstos fueran habilitados de forma correcta y fuera fácil para los operarios llevar a cabo el correcto control, monitoreo así como lavado de los equipos. Además, se hicieron observaciones de las consideraciones que se deben tener sobre los materiales utilizados para la limpieza y mantenimiento de equipo, como por ejemplo, si los lubricantes son tóxicos, de grado alimenticio y si éstos cumplen con un correcto etiquetado para su almacenamiento. El hacer éstas consideraciones aumentará la vida útil de los equipos, reducirán los costos de mantenimiento y por lo tanto se reducirán costos.

De forma complementaria al presente proyecto, se menciona la *NOM-020-STPS-2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de seguridad* como una norma aplicable a la empresa por el tipo de equipos que son manejados para el proceso de esterilización, no se aborda la presente norma de una manera exhaustiva puesto que no es el objeto del presente trabajo la elaboración de manuales de seguridad, sin embargo es importante considerarla por los trabajadores quienes serán los encargados de manipular y monitorear dichos equipos, monitoreo a manipulación que, de no llevarse a cabo de manera adecuada podría impactar en la calidad o en la inocuidad del producto.

Dando pie a las determinaciones realizadas en el estudio, se retoma en éste punto las Guías del Institute for Thermal Processing Specialists, documentos que, a pesar de no ser directrices obligatorias, contienen una gran base científica ya que han sido elaboradas por expertos en procesos térmicos. Cabe mencionar que estas guías no excluyen la aplicación de otros métodos y equipos para garantizar la eficacia de un proceso térmico.

El presente trabajo realizó bajo el documento *Guidelines for conducting thermal processing studies*, de una manera puntual el capítulo 4 *Conducting Temperature Distribution Studies* así como el capítulo 6 *Conducting Heat Penetration Studies*

Dentro de los primeros resultados expuestos en el apartado anterior, podemos observar los referentes al estudio de Distribución de Temperatura. Para la corrida No. 1 se obtuvieron las temperaturas promedio en la fase *hold* mostradas en la Tabla No. 3, misma tabla en la que se observa que la menor temperatura promedio registrada es de 120.18 °C que corresponde al logger con No. De serie 144579 que se encontraba colocado en el centro de la autoclave etiquetado como *B (Mitad)*. Asimismo, para ésta corrida la temperatura promedio registrada por el Logger 144429 etiquetado como *C (Fondo)* fue la más alta, siendo ésta de 120.64 °C.

La diferencia de temperaturas promedio durante la fase *hold* entre la más alta y la más baja fue de 0.46 °C y, para determinar si estadísticamente ésta diferencia es significativa, es que se realizó un análisis estadístico ANOVA. Se observa en la tabla No. 5 que el valor $F (1.78)$ es menor que el valor F crítico (4.98), lo cual nos da como resultado un rechazo de la hipótesis planteada, es decir, la hipótesis inicial supone que las temperaturas registradas por los loggers colocados en distintas posiciones

de la autoclave durante la fase *hold* estadísticamente son diferentes, al rechazar ésta hipótesis, se concluye que las temperaturas registradas por los tres loggers son estadísticamente iguales, es decir, la diferencia de 0.46 °C entre la temperatura más alta y la más baja no es significativa; esto se interpreta como un calentamiento uniforme durante la fase *hold* dentro de la autoclave.

Para la corrida dos del estudio de DT, la menor temperatura promedio registrada durante la fase *hold* fue de 119.92 °C correspondiente al logger con No. De serie 177392 que se encontraba colocado en la parte superior de la autoclave etiquetado como A (*Tapa*); la temperatura promedio más alta se registró en el logger con No. De serie 144429 colocado al fondo de la autoclave. Cabe mencionar que en ésta corrida el logger colocado a la mitad de la autoclave registró una temperatura promedio de 119.97 °C, lo que nos indica que entre la temperatura de la Tapa y a la Mitad se detectó una diferencia de 0.05 °C.

Al igual que en la corrida 1, se realizó un análisis estadístico ANOVA, en éste caso se obtuvo un valor F de 1.40 y un valor F crítico de 4.98, lo cual, al igual que en la corrida anterior, nos indica que no existe diferencia estadística entre los datos registrados por los loggers durante la fase *hold* a las distintas posiciones en las que éstos fueron colocados dentro de la cámara de calentamiento de la autoclave.

A pesar de que estadísticamente no se encontró diferencia significativa en las temperaturas registradas en las dos corridas, se observa que la zona en que la temperatura es menor se encuentra a la mitad de la autoclave y en la tapa o parte superior de la misma. Pese a que en la corrida No. 2 la temperatura promedio más baja se encontró en la tapa de la autoclave, la diferencia entre los promedios de éste punto y la zona media es mínima, pudiéndose considerar que las temperaturas

registradas son técnicamente iguales; por lo tanto, al repetirse en ambas corridas que la temperatura más baja fue registrada en la parte media de la autoclave, es que se determinó ésta zona como el punto frío de la misma. El punto más caliente se encuentra al fondo del equipo.

Los factores que determinaron éstas condiciones se atribuyen en primer lugar a la fuente de calentamiento de la autoclave, la misma posee una resistencia que se encuentra al fondo para calentar el agua, suministrar vapor y de ese modo mantener constante la temperatura, por lo que, al encontrarse la fuente de calor al fondo es un hecho que la temperatura será mayor en ésta zona. Asimismo, al fondo de la autoclave se encuentra la línea de entrada de vapor que es generado por la caldera, factor que también provoca ésta situación.

Por otra parte, el punto frío se encuentra al centro de la autoclave debido a que el flujo de calor será desde el fondo de la autoclave a las paredes de la cámara y de ahí al centro, por lo que, el tiempo que tardará en alcanzar la temperatura el centro y la parte alta de la autoclave será mayor que el fondo, aspecto que se confirma con los promedios de temperaturas de la fase *hold* de ambas corridas de DT. A pesar de esto, es importante resaltar nuevamente que estadísticamente no se presenta diferencia significativa y que el calentamiento dentro de la cámara de la autoclave es uniforme.

Aunque los estudios estadísticos indiquen que el calentamiento es uniforme, se estableció el punto frío como referencia para el estudio de PC, para que de ésta manera cumpliendo con la letalidad establecida en la zona fría de la autoclave, en otras palabras, la zona crítica de calentamiento, se cumplirá automáticamente en las otras zonas donde se registró una temperatura mayor durante el estudio de DT.

Una vez definido el punto frío de la autoclave se procedió a realizar el estudio de Penetración de Calor; para las pruebas de éste estudio se emplearon las condiciones mencionadas en el apartado anterior. Para la primera corrida se obtuvo una temperatura promedio durante la fase *hold* en el punto frío de la autoclave al centro del producto de 119.45 °C. El análisis estadístico de ANOVA reportó un valor F de 1.89 y F crítico de 4.98. Para las pruebas de PC se realizó el cálculo de letalidad de proceso (F_0) mediante el método de Ball utilizando el valor $z = 18$, obteniendo letalidades de 19.46, 19.45 y 18.64 para el Fondo, Tapa y Mitad de la autoclave respectivamente.

El menor valor de letalidad obtenida fue, como se esperaba, la calculada en el punto frío de la autoclave, sin embargo, ésta letalidad se encuentra por arriba del valor requerido teóricamente que es $F_0 = 4.0 - 5.5$. Realizando los cálculos para determinar el número de ciclos logarítmicos reducidos en el proceso, se obtuvo un valor de 34.10 ciclos en el punto frío de la autoclave y 38.46 ciclos en el punto más caliente de la misma. Recordando, éstos valores se obtuvieron de calcular la velocidad letal dividida entre el valor D de referencia, tomando como $D_{250 F} = 0.20$ min.

Para la segunda corrida del estudio de PC se calcularon letalidades con valores de 17.46, 17.19 y 16.69; nuevamente, el menor valor corresponde al punto frío de la autoclave, seguido de la tapa y, al final, el fondo de la misma.

Respecto al estudio estadístico el valor F fue igual a 0.58 y el valor F crítico igual a 4.98. Así como en la corrida anterior, se calcularon los ciclos logarítmicos reducidos, obteniendo para el punto frío 25.09 ciclos y para el fondo de la autoclave 28.47 ciclos.

Para ambas corridas, las velocidades letales calculadas poseen un valor negativo; por otra parte, los valores de letalidad y de ciclos logarítmicos a disminuir se encuentran por encima de los teóricamente establecidos, con éstos valores se da por establecido que el proceso cumple con lo requerido.

Los valores negativos en las velocidades letales nos indican que la velocidad de calentamiento del producto se encuentra por debajo de lo que teóricamente se busca, es decir, esto se traduce en que el promedio de temperaturas durante la fase de hold se encuentra por debajo de los 121.1 °C en el centro térmico del producto. A pesar de que los loggers registraron temperaturas superiores a 121.1 °C durante la fase de hold, ésta temperatura no se mantiene constante durante el mantenimiento lo que provoca que, el promedio de las temperaturas sea menor y por lo tanto, al calcular las velocidades letales éstas dan un resultado negativo, éste valor sólo es indicativo de cómo se realizó el calentamiento.

Con los parámetros calculados, se determinó de manera gráfica el Tiempo de Ball, mismo que dio como resultado un tiempo de 56.84 minutos, éste tiempo nos indica por lo tanto que el proceso térmico es suficiente y que además puede ajustarse ya que se encuentra “sobrado”. Esto confirma los valores de letalidad y reducción de ciclos logarítmicos calculados ya que, al encontrarse éstos parámetros por encima de lo establecido, se dice que el producto sufrió un sobre-procesamiento, lo cual se ve reflejado en algunos aspectos sensoriales del producto terminado, como lo es la textura, color y olor del mismo.

Respecto a la textura, una vez que las latas pasaron el tiempo de cuarentena requerido, algunas fueron abiertas y en éstas se observó que el ejote procesado se desmoronaba entre los dedos, es decir, se encontraba sobre-cocido. Lo que se

buscaba en el producto es que quedara en un término medio, es decir, suave pero que al ser mordido tuviera un ligero “crunch”, características que con el proceso establecido no fueron posibles de conseguir.

Respecto al olor y color, debido a que el producto sufrió un sobre-procesamiento el mismo presentaba un oscurecimiento mayor al esperado, además de que las notas de olor a cocido se detectaron de manera inmediata más que el olor a ejote.

Fueron estos resultados organolépticos en conjunto con los valores de letalidad y ciclos logarítmicos reducidos, que se propuso realizar una corrida con una disminución en el tiempo de *hold* para evaluar la letalidad que se podría obtener, los ciclos logarítmicos reducidos y principalmente, las características organolépticas que el producto presentaría una vez sometido a proceso.

La prueba de PC realizada con un tiempo *hold* de 7 minutos cumple con los límites establecidos de letalidad y reducción de ciclos logarítmicos, el valor menor de letalidad fue de 9.93 con 31.07 ciclos Log reducidos sin embargo, la textura obtenida en el producto siguió siendo ligeramente sobre cocida.

Estos resultados de textura sobre-cocida del ejote se le atribuyen a la fase de levante dentro del perfil de temperatura de la autoclave. En las historias térmicas mostradas a partir del en el anexo 10.2 se observa que el tiempo de levante es muy largo, alcanzando tiempos de hasta más de 1 hora; a pesar de que el aumento de la temperatura va siendo progresivo el tiempo en que se alcanzan los 121.1 °C en la cámara de la autoclave, temperatura mostrada por el termómetro de la misma, es excesivo y en consecuencia la textura deseada no se logra.

8. Conclusiones

- El procesamiento de los alimentos permite que aquellos alimentos inocuos, que por cuestiones de tamaño y forma, no pueden ser comercializados en fresco obtengan características de conservación diferentes, mismas que permiten integrarlos a la cadena de suministro de alimentos aprovechando así los recursos empleados a nivel agrícola, generar un beneficio económico para la empresa, empleos para la región y disminuir el desperdicio de alimentos.
- Se realizó la evaluación de las condiciones de los espacios y se emitieron los Lay Out de la instalación, las recomendaciones pertinentes de materiales de construcción, oportunidades de mejora de las instalaciones, los servicios y la calidad de los servicios que requiere la planta, la distribución de las áreas de trabajo, los requerimientos de equipos y las especificaciones de las superficies en contacto con el alimento.
- Se emitieron las especificaciones de materia prima, materiales de envase, producto en proceso y producto terminado a fin de garantizar la inocuidad y calidad del alimento, las cuales servirán como criterios de aceptación y rechazo a la recepción, durante el proceso y al estar elaborado el producto.
- Se fijaron las condiciones de procesamiento térmico requeridas para dar cumplimiento a los criterios regulatorios de México y de los Estados Unidos de América y así garantizar la inocuidad del producto.
- Se validaron las condiciones de proceso para garantizar la esterilidad comercial del alimento.

9. Perspectivas y Recomendaciones

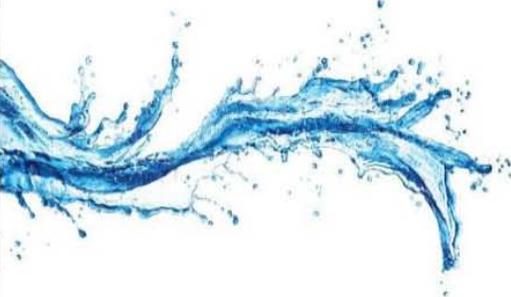
Se recomienda para la empresa AGRO COZAGO, cambiar la fuente de vapor que alimenta la autoclave para reducir el tiempo de proceso, y en consecuencia el tiempo de levante, dado que se observa sobre-cocimiento del ejote, afectando así el perfil sensorial del producto.

Si se realiza algún cambio en el proceso aquí mencionado, será necesario realizar nuevamente la distribución de temperatura así como la validación del proceso térmico, puesto que las condiciones habrán cambiado; se recomienda además evaluar una mayor cantidad de puntos dentro del autoclave, es decir, colocar una mayor cantidad de termopares dentro de la cámara del autoclave y colocarlos en distintas posiciones para confirmar el punto frío de la misma y hacer de ésta manera, estadísticamente más representativo el estudio.

Se recomienda además, estandarizar la línea de proceso, es decir, tiempos de llenado, temperatura de escaldado, de agua o salmuera de llenado y el método de llenado, para que de ésta manera se eviten variables que puedan afectar el estudio.

En cuanto a los planos realizados, se recomienda elaborar los Lay Outs faltantes y marcados en la NOM – 008 – ZOO - 1994 ya que, es necesario contar con la mayor cantidad de información posible en cuanto a instalaciones, ya que puede ser requerida para alguna auditoría por parte de las autoridades competentes.

Las especificaciones, los planos, así como los comentarios sobre las instalaciones realizadas a la empresa conforme al 21 CFR sub-parte B y a la NOM 251 pueden ser la base para la implementación de un sistema HACCP y generar así el plan de inocuidad requerido para empresas exportadoras a los Estados Unidos.

Especificaciones	ESPECIFICACION CHIPILO		ESPECIFICACION SUGERIDA		NOTAS
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
Coliformes totales	Ausencia o no detectable				
<i>E. coli</i> o coliformes fecales	Ausencia o no detectable				
Organismos termotolerantes	Ausencia o no detectable				
Olor y sabor	Agradable				
Turbiedad	5 UTN	-	5 UTN	-	
Dureza total (como CaCO ₃)	500 mg/l	-	500 mg/l	-	
Cloro residual libre	1.5 mg/l	0.2 mg/l	1.5 mg/l	0.2 mg/l	
pH (uds)	8.5	6.5	8.5	6.5	
Nitratos (como N)	10 mg/l	-	10 mg/l	-	
Nitritos (como N)	1 mg/l	-	1 mg/l	-	
Sodio	200 mg/l	-	200 mg/l	-	
Sulfatos (como SO ₄ 2-)	400 mg/l	-	400 mg/l	-	
Sólidos disueltos totales	1000 mg/l	-	1000 mg/l	-	

REFERENCIAS: 1.- NOM 127-SSA1-1994

Ingredientes: NO APLICA.

Observaciones: Para límites permisibles de otros compuestos químicos consultar la normativa citada.

Uso sugerido: Ingrediente para la elaboración de salmuera y llenado de latas.

OBSERVACIONES

Elaboró: Gerente de

Autoriza: Director de

 <p>0001-MP-EJ Conforme y No conforme</p>	Especificación de Materia Prima	
Especificaciones	<i>Ejote francés, leguminosa perteneciente a la familia de Phaseolus vulgaris</i>	
<p>MEMORIA FOTOGRÁFICA: DEFECTOS FÍSICOS QUE DEBEN SER SEPARADOS DURANTE LA SELECCIÓN EN LAS MESAS ANTES DE REALIZAR ESCALDADO Y LLENADO</p>	<p>NOTAS CONFORME</p> 	<p>NOTAS NO CONFORME</p> 
<p>REFERENCIAS: 1.- NMX-FF-019-1982 Ingredientes: NO APLICA Defecto crítico: ejote con estados avanzados de enfermedades o daños producidos por plagas, heridas no cicatrizadas o defectos con un área mayor a 1.6cm² Defecto mayor: ejote con evidencia de plagas, enfermedades, magulladuras y grietas o defectos que cubran un área de hasta 1,6cm² Defecto menor: ejote con raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol superficiales y cubran un área de hasta 0.8cm² Condiciones de almacenamiento. Conforme: 24 hrs después de la recepción (si se escalda hasta 72 hrs en salmuera de 2% No Conforme: NO APLICA / Desechar lo más pronto posible. Caducidad: Conforme: Si es escaldado, máximo 72 hrs en salmuera de 2%. No conforme: NO APLICA Uso sugerido. Conforme: enlatado. No conforme: Composta</p>	<p>PRODUCTO ORGANICO LIBRE DE ALERGENOS</p>	
<p>OBSERVACIONES</p>		

Elaboró: Gerente de Aseguramiento de Calidad.

Autoriza: Director de Operaciones.

Especificaciones	Especificación de Producto en Proceso				NOTAS
	ESPECIFICACION CHIPILO		ESPECIFICACION SUGERIDA		
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
° Brix	14.2	9.5	14.2	9.5	
% de Acidez (Ac. Málico)	0.2	0.1	1.2	0.9	
pH (uds)	6.5	5.6	6.5	5.6	
Color	Característico		Característico		
Tamaño (Recepción)	15 cm	10.5 cm	14 cm	10.5	
Tamaño (enlatado)	12 cm	8 cm	10.5 a 11 cm	8 cm	
Despunte	3 cm	1.5 cm	3 cm	1.5 cm	
Puntas en PT	5%	0%	5%	0%	
Defecto Crítico	4%	2%	4%	2%	
Defecto Mayor	6%	4%	6%	4%	
Defecto Menor	10%	6%	10%	6%	
Pudrición	0.50%	0%	0.50%	0%	
Sabor	Característico		Característico		
Coliformes Totales	10 UFC (NMP)		NEGATIVO		

REFERENCIAS: 1.- NMX-FF-019-1982, 2.- CFR Title 21 Part 155 Sec.120

Ingredientes: NO APLICA

Defecto crítico: ejote con estados avanzados de enfermedades o daños producidos por plagas, heridas no cicatrizadas o defectos con un área mayor a 1.6cm²

Defecto mayor: ejote con evidencia de plagas, enfermedades, magulladuras y grietas o defectos que cubran un área de hasta 1,6cm²

Defecto menor: ejote con raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol superficiales y cubran un área de hasta 0.8cm²

Condiciones de almacenamiento: Arpillas de plástico a temp. Ambiente por no más de 24hrs.

Caducidad: 24 hrs después de la recepción (si se escalda hasta 72 hrs en salmuera de 2%)

Uso sugerido: llenado de latas 300x407

Envase Primario. Contenedor de 3 piezas de hojalata estañada con recubrimientos plásticos de tipo epoxifenólico y PVC en el interior del cuerpo y fondo que forman una malla que impide que el metal entre en contacto con los alimentos y sus componentes. El acondicionamiento de estos materiales en la hoja de lata y la fabricación del envase, forman un contenedor inocuo que se utiliza o se puede utilizar en el envasado de alimentos.

PRODUCTO ORGÁNICO LIBRE DE ALÉRGENOS

OBSERVACIONES

Elaboró: Gerente de Aseguramiento de Calidad

Autoriza: Director de Operaciones.

 0002-PP-EJ-COR Ejote Cortado	Especificación de Producto en Proceso				
	<i>Ejote francés, leguminosa perteneciente a la familia de Phaseolus vulgaris</i>				
Especificaciones	ESPECIFICACION CHIPILO		ESPECIFICACION SUGERIDA		NOTAS
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
° Brix	14.2	9.5	14.2	9.5	
% de Acidez (Ac. Málico)	0.2	0.1	1.2	0.9	
pH (uds)	6.5	5.6	6.5	5.6	
Color	Característico		Característico		
Tamaño (enlatado)	2.5 cm	1.9 cm	3.2 cm	1.9 cm	
Puntas en PT	5%	0%	5%	0%	
Defecto Crítico	4%	2%	4%	2%	
Defecto Mayor	6%	4%	6%	4%	
Defecto Menor	10%	6%	10%	6%	
Pudrición	0.50%	0%	0.50%	0%	
Sabor	Característico		Característico		
Coliformes Totales	10 UFC (NMP)		NEGATIVO		

REFERENCIAS: 1.- NMX-FF-019-1982, 2.- CFR Title 21 Part 155 Sec.120

Ingredientes: NO APLICA

Defecto crítico: ejote con estados avanzados de enfermedades o daños producidos por plagas, heridas no cicatrizadas o defectos con un área mayor a 1.6cm²

Defecto mayor: ejote con evidencia de plagas, enfermedades, magulladuras y grietas o defectos que cubran un área de hasta 1,6cm²

Defecto menor: ejote con raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol superficiales y cubran un área de hasta 0.8cm²

Condiciones de almacenamiento: Arpillas de plástico a temp. Ambiente por no más de 24hrs.

Caducidad: 24 hrs después de la recepción (si se escalda hasta 72 hrs en salmuera de 2%)

Uso sugerido: llenado de latas 300x407

Envase Primario. Contenedor de 3 piezas de hojalata estañada con recubrimientos plásticos de tipo epoxifenólico y PVC en el interior del cuerpo y fondo que forman una malla que impide que el metal entre en contacto con los alimentos y sus componentes. El acondicionamiento de estos materiales en la hoja de lata y la fabricación del envase, forman un contenedor inocuo que se utiliza o se puede utilizar en el envasado de alimentos.

PRODUCTO ORGÁNICO LIBRE DE ALÉRGENOS

OBSERVACIONES

Elaboró: Gerente de
Aseguramiento de Calidad.

Autoriza: Director de
Operaciones.

Especificaciones	Especificación de Producto en Proceso				NOTAS	
	ESPECIFICACION CHIPILO		ESPECIFICACION SUGERIDA			
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
°Brix	14.2	9.5	14.2	9.5		
% de Acidez (Ac. Málico)	0.2	0.1	1.2	0.9		
pH (uds)	6.5	5.6	6.5	5.6		
Color	Característico		Característico			
Tamaño y corte	Irregular		Irregular			
Puntas en PT	5%	NO APLICA	5%	NO APLICA		
Defecto Crítico	4%	2%	4%	2%		
Defecto Mayor	6%	4%	6%	4%		
Defecto Menor	10%	6%	10%	6%		
Pudrición	0.50%	0%	0.50%	0%		
Sabor	Característico		Característico			
Coliformes Totales	10 UFC (NMP)		NEGATIVO			

REFERENCIAS: 1.- NMX-FF-019-1982, 2.- CFR Title 21 Part 155 Sec.120

Ingredientes: NO APLICA

Defecto crítico: ejote con estados avanzados de enfermedades o daños producidos por plagas, heridas no cicatrizadas o defectos con un área mayor a 1.6cm²

Defecto mayor: ejote con evidencia de plagas, enfermedades, magulladuras y grietas o defectos que cubran un área de hasta 1,6cm²

Defecto menor: ejote con raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol superficiales y cubran un área de hasta 0.8cm²

Condiciones de almacenamiento: Arpillas de plástico a temp. Ambiente por no más de 24hrs.

Caducidad 24 hrs después de la recepción (si se escalda hasta 72 hrs en salmuera de 2%)

Uso sugerido: llenado de latas 300x407

Envase Primario. Contenedor de 3 piezas de hojalata estañada con recubrimientos plásticos de tipo epoxifenólico y PVC en el interior del cuerpo y fondo que forman una malla que impide que el metal entre en contacto con los alimentos y sus componentes. El acondicionamiento de estos materiales en la hoja de lata y la fabricación del envase, forman un contenedor inocuo que se utiliza o se puede utilizar en el envasado de alimentos.

PRODUCTO ORGÁNICO LIBRE DE ALÉRGENOS

OBSERVACIONES

Elaboró: Gerente de
Aseguramiento de Calidad.

Autoriza: Director de
Operaciones.

 0001-PT-EJ Ejote en Lajas	Especificación de Producto Terminado				NOTAS
	<i>Ejote francés enlatado en salmuera</i>				
Especificaciones	ESPECIFICACION CHIPILO		ESPECIFICACION SUGERIDA		
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
°Brix	14.2	9.5	14.2	9.5	
% de Acidez (Ác. Málico)	0.2	0.1	1.2	0.9	
pH (uds)	6.5	5.6	6.5	5.6	
Color, olor y sabor	Característico		Característico		
Espacio de Cabeza (in)	0.44	0.19	0.44	0.19	
Vacío (kPa)	27.09	13.54	27.09	13.54	
Peso Bruto	535 g	505 g	535 g	505 g	
Contenido Neto	442 g	417 g	442 g	417 g	
Masa Drenada	266 g	250 g	266 g	250 g	
Volumen de salmuera	200 ml	160 ml	200 ml	160 ml	
Mesofílicos Aerobios	NEGATIVO				
Mesofílicos Anaerobios					
Termofílicos Aerobios					
Termofílicos Anaerobios					
Hongos					
Levaduras					

REFERENCIAS: 1.- NMX-F-419-1982 2.- NOM-130-SSA1-1995 3.- NOM-002-SCFI-2011

Ingredientes: Ejote francés, agua y sal

Condiciones de almacenamiento: Temperatura entre 20-25°C. Humedad relativa de 60-65%

Caducidad: 2 años después de la fecha de fabricación.

Uso sugerido: Ingrediente para preparación de guisados.

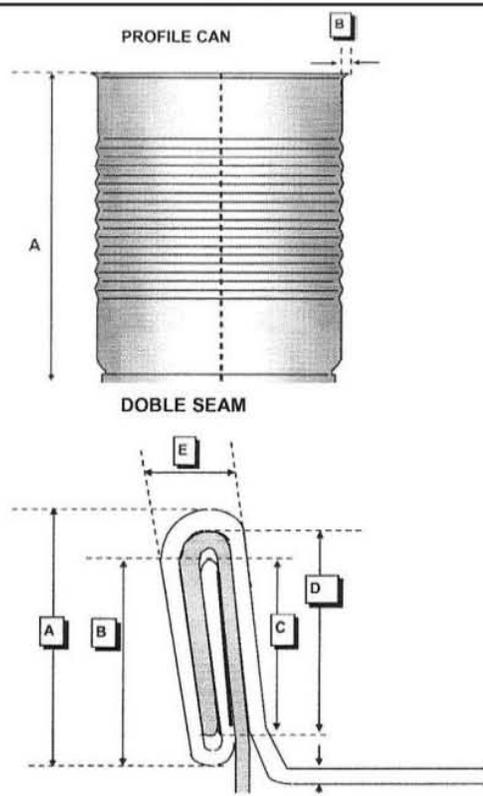
Envase Primario. Contenedor de 3 piezas de hojalata estañada con recubrimientos plásticos de tipo epoxifenólico y PVC en el interior del cuerpo y fondo que forman una malla que impide que el metal entre en contacto con los alimentos y sus componentes. El acondicionamiento de estos materiales en la hoja de lata y la fabricación del envase, forman un contenedor inocuo que se utiliza o se puede utilizar en el envasado de alimentos.

PRODUCTO ORGÁNICO LIBRE DE ALÉRGENOS

OBSERVACIONES

Elaboró: Gerente de
Aseguramiento de Calidad.

Autoriza: Director de
Operaciones.

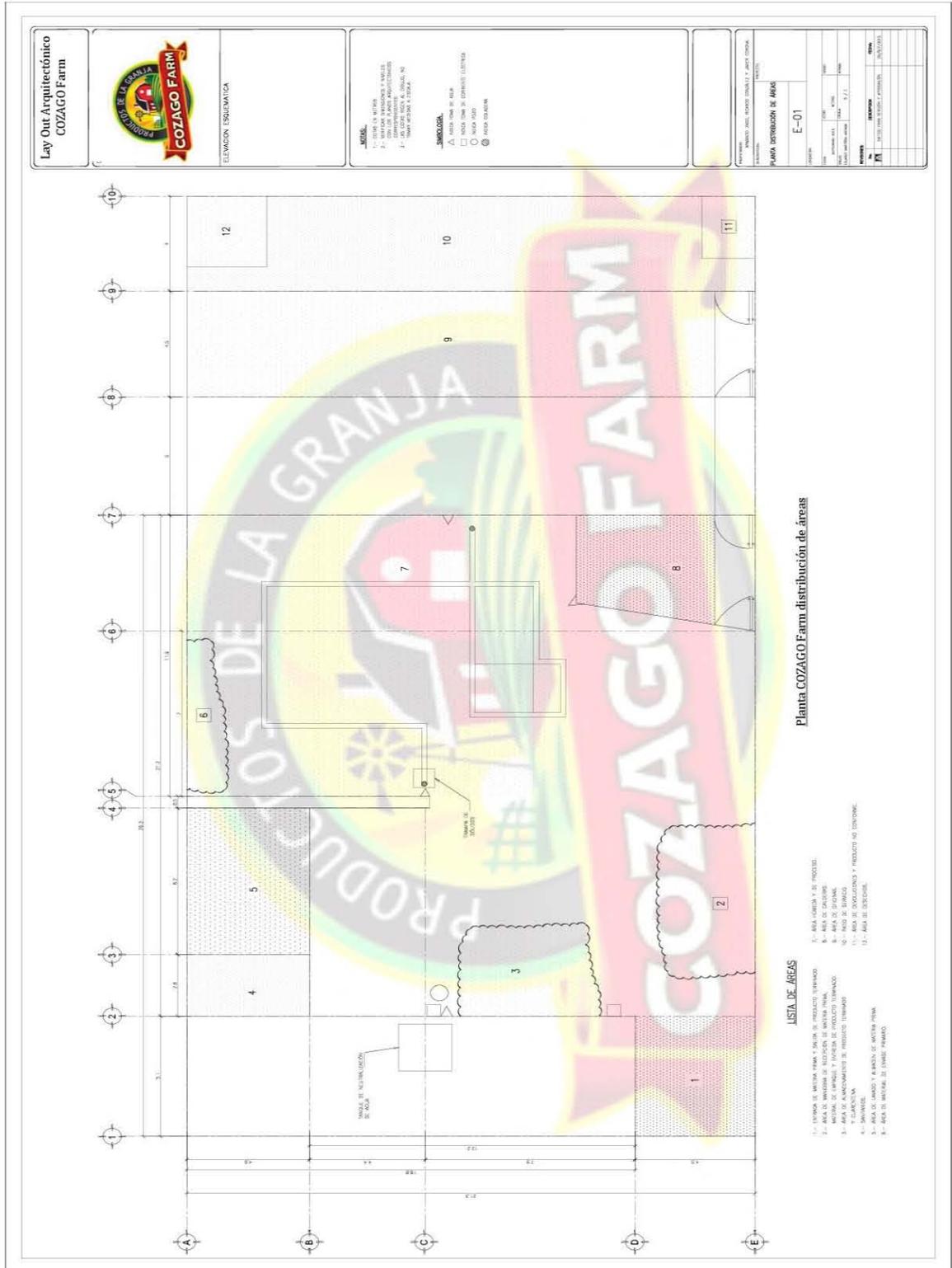
 E-Size 300/214x407 Envase Primario - Lata	Especificación de Producto Terminado					
	<i>*Ver Descripción*</i>					
Especificaciones	Pulgadas		Milímetros			
Perfil de la lata (Profile Can)						
A) Altura final de la lata	4.437	±	0.020	112.70	±	0.51
B) Pestaña	0.100	±	0.010	2.54	±	0.25
Doble Cierre (Doble Seam)						
A) Altura del cierre	0.112	±	0.010	2.84	±	0.25
B) Gancho de la tapa	0.080	±	0.008	2.03	±	0.20
C) Traslape	0.040	±	Min.	1.02	±	Min
D) Gancho del cuerpo	0.078	±	0.008	1.98	±	0.20
E) Espesor del cierre	0.044	±	0.004	1.12	±	0.10
<p>*Descripción. Contenedor de 3 piezas de hojalata estañada con recubrimientos plásticos de tipo epoxifenólico y PVC en el interior del cuerpo y fondo que forman una malla que impide que el metal entre en contacto con los alimentos y sus componentes. El acondicionamiento de estos materiales en la hoja de lata y la fabricación del envase, forman un contenedor inocuo que se utiliza o se puede utilizar en el envasado de alimentos.</p>						
<p>REFERENCIAS: NO APLICA</p> <p>Ingredientes: NO APLICA</p> <p>Condiciones de almacenamiento: Mantener en estibas como entrega el fabricante hasta su uso en la línea de producción.</p> <p>Caducidad: NO APLICA</p> <p>Uso sugerido: Contenedor de ejotes en salmuera, presentación de 430g</p>						
NOTAS						
						
OBSERVACIONES						

Elaboró: Gerente de
Aseguramiento de Calidad.

Autoriza: Director de
Operaciones.

10.2 Lay Out.

10.2.1 Distribución de áreas





10.2.2 Acomodo de equipos

10.3 Diagrama de Proceso



Diagrama de Proceso.
Ejotes en Agua.

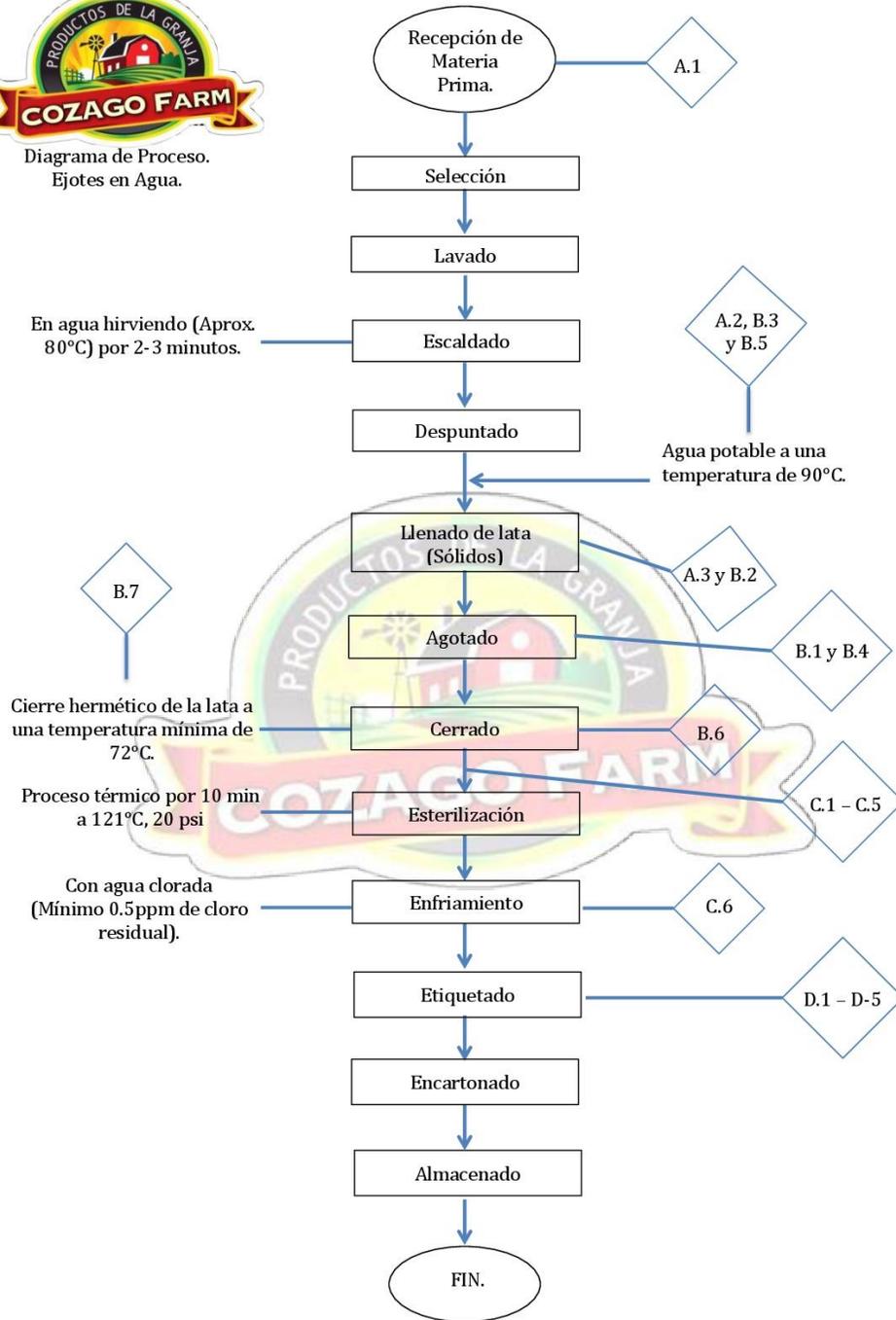


Diagrama de Proceso para la elaboración de Ejote Entero en Agua, AGRO

COZAGO.

Nota: Los rombos que aparecen a los costados de cada etapa son puntos de inspección para los operarios de AGRO COZAGO.

Nota: Para los anexos de historias térmicas se seguirá el siguiente código de colores:

	Levante
	Hold
	Enfriamiento

10.4 Historias Térmicas DT.

10.4.1 Corrida 1.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. De serie	144429	144579	177392
Time	°C	°C	°C
07:12:00 p. m.	69.92	72.73	69.99
07:20:30 p. m.	77.01	77.13	79.06
07:30:00 p. m.	85.79	85	87.54
07:36:00 p. m.	90.91	90.62	91.88
07:46:00 p. m.	98.07	97.52	98.8
07:50:00 p. m.	100.51	100.16	101.45
07:53:00 p. m.	102.54	102.07	103.21
07:59:00 p. m.	106.11	105.61	106.5
08:02:30 p. m.	108.1	107.55	108.39
08:11:00 p. m.	112.61	112.14	112.62
08:14:00 p. m.	114.13	113.62	114.07
08:20:00 p. m.	116.98	116.45	116.87
08:24:00 p. m.	118.78	118.27	118.69
08:24:30 p. m.	118.99	118.49	118.92
08:25:00 p. m.	119.2	118.7	119.13
08:25:30 p. m.	119.41	118.91	119.35
08:26:00 p. m.	119.62	119.12	119.55

08:26:30 p. m.	119.83	119.33	119.74
08:27:00 p. m.	120.02	119.54	119.94
08:27:30 p. m.	120.21	119.74	120.12
08:28:00 p. m.	120.41	119.94	120.32
08:28:30 p. m.	120.61	120.14	120.53
08:29:00 p. m.	120.81	120.33	120.74
08:29:30 p. m.	121	120.54	120.94
08:30:00 p. m.	121.21	120.74	121.15
08:30:30 p. m.	121.41	120.94	121.33
08:31:00 p. m.	121.5	121.03	121.41
08:31:30 p. m.	121.52	121.02	121.37
08:32:00 p. m.	121.46	120.98	121.32
08:32:30 p. m.	121.37	120.95	121.24
08:33:00 p. m.	121.31	120.9	121.15
08:33:30 p. m.	121.25	120.85	121.12
08:34:00 p. m.	121.17	120.81	121.08
08:34:30 p. m.	121.04	120.74	120.94
08:35:00 p. m.	120.83	120.67	120.74
08:36:00 p. m.	120.37	120.32	120.28
08:37:30 p. m.	119.7	119.75	119.73
08:40:00 p. m.	118.75	118.78	118.81
08:46:00 p. m.	116.8	116.84	116.66
08:48:30 p. m.	115.8	115.93	115.38
08:50:30 p. m.	114.84	114.84	114.2
08:57:00 p. m.	111.39	111.23	110.4
09:05:00 p. m.	106.98	106.15	107.27
09:08:30 p. m.	104.86	104.33	106.24
09:10:30 p. m.	84.69	86.81	82.31
09:11:00 p. m.	72.04	74.85	70.53
09:11:30 p. m.	64.06	66.22	64.37

10.4.2 Corrida 2.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. de serie	144429	144579	177392
Time	°C	°C	°C
06:10:30 p. m.	95.77	72.07	73.72
06:15:30 p. m.	110.22	99.35	108.08
06:23:00 p. m.	112.43	108.53	111.43
06:35:00 p. m.	113.18	112.28	112.4

06:42:00 p. m.	114.23	113.71	113.67
06:48:00 p. m.	114.85	114.48	114.26
06:51:30 p. m.	115.78	115.47	115.26
06:56:00 p. m.	116.74	116.28	116.13
07:02:30 p. m.	117.61	117.26	117.09
07:03:30 p. m.	118.25	117.89	117.72
07:04:00 p. m.	118.58	118.07	118.06
07:04:30 p. m.	118.87	118.39	118.36
07:05:00 p. m.	119.21	118.74	118.65
07:05:30 p. m.	119.47	119.03	118.94
07:06:00 p. m.	119.73	119.36	119.28
07:06:30 p. m.	120.06	119.69	119.61
07:07:00 p. m.	120.41	120.03	119.95
07:07:30 p. m.	120.79	120.32	120.2
07:08:00 p. m.	121.11	120.6	120.53
07:08:30 p. m.	121.28	120.77	120.78
07:09:00 p. m.	121.57	121.1	121.16
07:09:30 p. m.	121.63	121.2	121.17
07:10:00 p. m.	121.55	121.15	121.08
07:10:30 p. m.	121.41	121.02	120.94
07:11:00 p. m.	121.27	120.87	120.81
07:11:30 p. m.	121.04	120.65	120.6
07:12:00 p. m.	120.83	120.37	120.36
07:12:30 p. m.	120.66	120.17	120.24
07:13:00 p. m.	120.49	120	120.03
07:13:30 p. m.	120.35	119.92	119.89
07:14:00 p. m.	120.23	119.79	119.73
07:15:00 p. m.	119.99	119.53	119.49
07:17:00 p. m.	119.86	119.5	119.46
07:20:30 p. m.	119.77	118.11	119.37
07:23:30 p. m.	117.19	115.69	117.15
07:25:30 p. m.	114.24	113.17	114.05
07:30:30 p. m.	111.45	110.63	111.2
07:34:30 p. m.	108.81	108.14	108.55
07:39:30 p. m.	106.34	105.81	106.11
07:41:00 p. m.	102.92	102.65	102.78
07:43:30 p. m.	100.06	99.83	99.96
07:47:00 p. m.	97.69	97.44	97.78
07:51:30 p. m.	95.82	95.57	96.41
07:55:00 p. m.	75.75	77.13	84.47

10.5 Historias Térmicas PC a 10 minutos de *Hold*.

10.5.1 Corrida 1.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. De serie	144429	144579	177392
Time	°C	°C	°C
10:57:00 a. m.	25.81	24.3	24.46
11:03:00 a. m.	69.78	69.73	69.8
11:09:00 a. m.	84.41	83.27	83.35
11:15:00 a. m.	89.77	89.77	90.34
11:21:00 a. m.	95.6	94.95	95.62
11:27:00 a. m.	101.45	101.57	102.26
11:33:00 a. m.	106.86	106.13	106.77
11:39:00 a. m.	110.97	110.36	110.95
11:45:00 a. m.	114.79	114.21	114.74
11:49:00 a. m.	117.18	116.6	117.15
11:49:30 a. m.	117.45	116.89	117.48
11:50:00 a. m.	117.76	117.18	117.72
11:50:30 a. m.	118.05	117.51	118.05
11:51:00 a. m.	118.39	117.79	118.29
11:51:30 a. m.	118.66	118.12	118.58
11:52:00 a. m.	118.94	118.39	118.97
11:52:30 a. m.	119.19	118.66	119.19
11:53:00 a. m.	119.45	118.94	119.48
11:53:30 a. m.	119.77	119.23	119.76
11:54:00 a. m.	120.07	119.53	120.02
11:54:30 a. m.	120.32	119.81	120.29
11:55:00 a. m.	120.61	120.08	120.54
11:55:30 a. m.	120.85	120.36	120.9
11:56:00 a. m.	121.13	120.65	121.16
11:56:30 a. m.	121.38	120.91	121.41
11:57:00 a. m.	121.62	121.12	121.66
11:57:30 a. m.	121.73	121.17	121.79
11:58:00 a. m.	122.03	121.53	122.01
11:58:30 a. m.	122.29	121.85	122.29
11:59:00 a. m.	122.54	122.1	122.54
11:59:30 a. m.	122.81	122.35	122.79
12:00:00 p. m.	123.07	122.6	123.04
12:06:00 p. m.	121.25	120.83	121.27
12:12:00 p. m.	117.87	117.48	117.88

12:18:00 p. m.	114.11	113.71	114.12
12:24:00 p. m.	110.09	109.71	110.13
12:30:00 p. m.	105.77	105.39	105.82
12:36:00 p. m.	100.72	100.33	100.76
12:41:00 p. m.	95.81	95.25	95.69
12:44:00 p. m.	93.67	92.86	93.26
12:44:30 p. m.	85.75	67.29	59.92
12:45:00 p. m.	72.58	62.49	53.28

10.5.2 Corrida 2.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. De serie	144429	144579	177392
Time	°C	°C	°C
01:39:00 p. m.	73.41	63.11	60.91
01:40:00 p. m.	72.69	62.57	60.66
01:46:00 p. m.	74.4	70.65	70.68
01:52:00 p. m.	79.34	77.93	78.12
01:58:00 p. m.	85.5	83.38	83.64
02:04:00 p. m.	91.17	88.78	89.18
02:10:00 p. m.	96.07	94.29	94.5
02:16:00 p. m.	100.86	99.32	99.26
02:22:00 p. m.	104.92	103.79	103.78
02:28:00 p. m.	108.77	107.94	108.06
02:34:00 p. m.	112.55	111.82	112.11
02:38:00 p. m.	114.97	114.33	114.68
02:38:30 p. m.	115.24	114.64	114.96
02:39:00 p. m.	115.5	114.97	115.26
02:39:30 p. m.	115.83	115.29	115.59
02:40:00 p. m.	116.11	115.59	115.89
02:40:30 p. m.	116.43	115.89	116.19
02:41:00 p. m.	116.76	116.18	116.47
02:41:30 p. m.	117.05	116.48	116.78
02:42:00 p. m.	117.31	116.77	117.04
02:42:30 p. m.	117.62	117.06	117.41
02:43:00 p. m.	117.9	117.35	117.67
02:43:30 p. m.	118.2	117.66	118.01
02:44:00 p. m.	118.52	117.94	118.26
02:44:30 p. m.	118.81	118.22	118.56
02:45:00 p. m.	119.08	118.5	118.85

02:45:30 p. m.	119.36	118.75	119.13
02:46:00 p. m.	119.68	119.02	119.42
02:46:30 p. m.	119.94	119.28	119.72
02:47:00 p. m.	120.19	119.58	120.03
02:47:30 p. m.	120.44	119.89	120.31
02:48:00 p. m.	120.61	120.11	120.5
02:48:30 p. m.	120.69	120.23	120.64
02:49:00 p. m.	120.71	120.31	120.69
02:49:30 p. m.	120.74	120.36	120.73
02:50:00 p. m.	120.78	120.36	120.75
02:56:00 p. m.	120.92	120.74	120.91
03:02:00 p. m.	120.63	120.42	119.94
03:08:00 p. m.	118.53	119.32	117.63
03:14:00 p. m.	115.52	117.76	114.99
03:20:00 p. m.	112.1	114.55	111.78
03:26:00 p. m.	107.91	112.33	107.8
03:29:00 p. m.	105.83	111.1	105.73
03:32:00 p. m.	103.76	109.78	103.7
03:34:00 p. m.	102.51	109.36	102.52
03:37:00 p. m.	100.21	108.75	100.55
03:39:00 p. m.	98.3	108.15	99.19
03:40:00 p. m.	96.19	106.63	97.25
03:40:30 p. m.	76.13	102.31	92.74
03:41:00 p. m.	61.16	86.97	59.11

10.6 Historias Térmicas PC de Corrida a 7 minutos de fase *Hold*.

Logger	C (FONDO)	B (MITAD)	A (TAPA)
No. de serie	144429	144579	177392
Time	°C	°C	°C
06:10:30 p. m.	73.72	73.53	72.86
06:15:00 p. m.	100.98	100.06	100.44
06:21:30 p. m.	108.08	107.48	107.03
06:26:00 p. m.	110.96	109.68	109.67
06:28:00 p. m.	111.43	111.27	111.11
06:33:30 p. m.	111.51	111.58	111.45
06:37:30 p. m.	112.1	112.22	112.11
06:39:00 p. m.	112.4	112.55	112.47
06:44:00 p. m.	113.03	113.01	113.06
06:46:30 p. m.	113.32	113.1	113.39

06:50:30 p. m.	114.03	113.49	114.03
06:59:00 p. m.	114.59	114.08	114.68
07:02:00 p. m.	114.89	114.38	114.96
07:05:30 p. m.	115.55	114.97	115.59
07:11:30 p. m.	115.85	115.24	115.89
07:15:00 p. m.	116.5	115.83	116.47
07:18:00 p. m.	116.73	116.11	116.78
07:23:00 p. m.	117.43	116.76	117.41
07:23:30 p. m.	117.72	117.05	117.67
07:24:00 p. m.	118.06	117.31	118.01
07:24:30 p. m.	118.36	117.62	118.26
07:25:00 p. m.	118.65	117.9	118.56
07:25:30 p. m.	118.94	118.2	118.85
07:26:00 p. m.	119.28	118.52	119.13
07:26:30 p. m.	119.61	118.81	119.42
07:27:00 p. m.	119.95	119.08	119.72
07:27:30 p. m.	120.2	119.36	120.03
07:28:00 p. m.	120.53	119.68	120.31
07:28:30 p. m.	120.78	119.94	120.5
07:29:00 p. m.	121.16	120.19	120.64
07:29:30 p. m.	121.17	120.61	120.69
07:30:00 p. m.	121.08	120.69	120.73
07:30:30 p. m.	120.94	120.71	120.91
07:31:00 p. m.	120.81	120.92	121.03
07:32:00 p. m.	120.36	121.16	120.96
07:32:30 p. m.	120.24	121.13	120.85
07:33:30 p. m.	119.89	120.63	120.14
07:34:00 p. m.	119.73	120.45	119.94
07:35:00 p. m.	119.49	119.44	119.65
07:35:30 p. m.	119.33	119.29	119.47
07:36:30 p. m.	119.06	119.12	119.07
07:37:00 p. m.	119.46	119.34	119.28
07:38:00 p. m.	120	119.89	119.97
07:38:30 p. m.	120.24	120.03	120.16
07:39:30 p. m.	120.35	120.34	120.36
07:40:00 p. m.	119.74	120.24	119.89
07:41:00 p. m.	118.49	119.83	118.83
07:41:30 p. m.	117.15	118.97	117.63
07:42:30 p. m.	114.05	116.76	114.99
07:43:00 p. m.	112.61	115.88	113.65
07:44:00 p. m.	109.85	113.27	110.82

07:44:30 p. m.	108.55	112.1	109.5
07:45:30 p. m.	106.11	109.65	107.08
07:46:00 p. m.	104.95	108.58	106.07
07:47:00 p. m.	102.78	106.17	103.7
07:47:30 p. m.	101.79	105.12	102.52
07:48:30 p. m.	99.96	103.76	99.86
07:49:00 p. m.	99.15	102.85	99.19
07:50:00 p. m.	97.78	100.21	97.76
07:51:00 p. m.	96.89	97.62	96.89
07:51:30 p. m.	96.41	96.43	96.46
07:52:30 p. m.	95.42	95.73	95.73
07:53:00 p. m.	94.98	94.95	94.81
07:54:00 p. m.	94.14	94.31	94.05
07:54:30 p. m.	93.73	94.13	93.82
07:55:30 p. m.	65.75	67.35	66.54
07:56:00 p. m.	49.51	63.54	51.63
07:57:00 p. m.	37.78	43.72	40.71

Bibliografía.

- [1] Sharma, S. K., Mulvaney, S. J., Rizvi, S. S. H. 2003. *Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio*. New York. Limusa Wiley.
- [2] Juliarena, P., Gratton, R. 2003. *Conservación de los alimentos*. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN.
- [3] Salas, J. S., García, P. y Sánchez R., J. M. 2005. *La alimentación y la nutrición a través de la historia*. España. Glosa.
- [4] Bedolla, S., Dueñas, C. 2004. *Introducción a la tecnología de alimentos*. Segunda edición. México. Limusa Wiley.
- [5] Secretaría de Salud. 2016. *Guía de buenas prácticas de higiene en establecimientos de servicio de alimentos y bebidas*. COFEPRIS. México.
- [6] Vazquez-Aguilar, M. M. 2007. *Fundamentos de la determinación de parámetros cinéticos para microorganismos de interés en tratamiento térmico de alimentos*. Depto. De I.Q. y de Alimentos. UDLAP. Puebla.
- [7] Cameron, E. J. y Esty, J. R. 1940. *Comments on the microbiology of spoilage in canned foods*. Food Res.
- [8] Elliot, R. P., Clark, D. S., Lewis, K. H., Lundbeck, H., Olson, J. C., Simonsenm, Jr. B. 1983. *Microbiología de los alimentos. Técnicas de análisis microbiológico Vol. 1*. Comisión internacional en especificaciones microbiológicas para alimentos de la asociación internacional de la sociedad microbiológica (ICMSF). Zaragoza. Acribia.
- [9] Heinz, G., Hautzinger, P. 2007. *Meat Processing Technology For Small-To Medium-Scale Producers*. FAO. Bangkok.
- [10] Sielaff, H. 2000. *Tecnología de la fabricación de conservas*. Zaragoza. Acribia.
- [11] Ball, C. O. y Olson, F. C. W. 1957. *Sterilization in Food Technology. Theory, Practice and Calculations*. New York. Mac Graw-Hill.
- [12] Brennan, James G. y Grandison, Alistair S. 2012. *Food Processing Handbook* 2nd ed. Weinheim, Germany. WILEY-VCH.
- [13] Jay M., J., Loessner J. M. y Golden, D. A. 2005. *Modern Food Microbiology*. 7th ed. New York. Springer.

- [14] Fellows, P. J. 2009. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 3rd ed. Cambridge. Woodhead Publishing Limited.
- [15] Institute for Thermal Processing Specialists. 2014. *Guidelines for Conducting Thermal Processing Studies*, Chapter 4 and Chapter 6. Documento en línea. Consultado en: <http://iftps.org/wp-content/uploads/2017/12/Retort-Processing-Guidelines-02-13-14.pdf> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [16] Food And Drug Administration. 2017. *Title 21- Food and Drugs. Chapter I - FDA, Department of Health and Human Services, Subchapter B - Food for Human Consumption, Part 117 - Current Good Manufacturing Practice, Hazard Analysis, and Risk-Based Preventive Controls For Human Food, Subpart B – Current Good Manufacturing Practice*. Página de internet. Consultada en: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=117> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [17] Food And Drug Administration. 2017. *Title 21- Food and Drugs. Chapter I - FDA, Department of Health and Human Services, Subchapter B - Food for Human Consumption, Part 113 Thermally Processed Low-Acid Foods Packaged in Hermetically Sealed Containers*. Página de internet. Consultada en: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=113> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [18] Food And Drug Administration. 2017. *Title 21- Food and Drugs. Chapter I - FDA, Department of Health and Human Services, Subchapter B - Food for Human Consumption, Part 155 Canned Vegetables, Subpart B - Requirements for Specific Standardized Canned Vegetables Numeral § 155.120 - Canned green beans and canned wax beans*. Página de internet. Consultada en: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=155> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [19] Secretaría de Salud. 2009. *NOM – 251 – SSA1 – 2009 Prácticas de Higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*. Página de internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNorma.xhtml?pidn=b2tJVEhpbzcxUkFQaDZZWU1LRkk3UT09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.

- [20] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1994. *NOM – 008 – ZOO – 1994 Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos*. Página de internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNorma.xhtml?pidn=T C9YUHRkQXB4SjRKVVJyRHRIQlhZUT09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [21] Secretaría de Salud. 1995. *NOM – 130 – SSA1 – 1995 Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias*. Página de internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNorma.xhtml?pidn=V zVWakpMeHRZZ3dqQVhZQW1WOU5rUT09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [22] Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Secretaría de Economía. 2011. *NOM – 002 – SCFI – 2011 Productos pre envasados – Contenido neto – Tolerancias y métodos de verificación*. Página de internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNorma.xhtml?pidn=S DA2S1dRZmtRQnVhdmxXQ3dYRmRGQT09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [23] Secretaría de Salud. 2000. *Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM – 127 – SSA1 – 1994 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización*. Página de internet. Consultada en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [24] Secretaría de Trabajo y Previsión Social. 2011. *NOM – 020 – STPS – 2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento – Condiciones de seguridad*. Página de internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNorma.xhtml?pidn=b EtCN25EZTM2ZUI0cUtPWGIFS0RBdz09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.

- [25] Secretaría de Economía. 1982. *NMX – FF – 019 – 1982 Productos alimenticios no industrializados para uso humano – Leguminosa – Ejote (Phaseolus Vulgaris) – Especificaciones*. Página de Internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNMX.xhtml?pidn=OC9pM0NkdENLeUhaV0x1M2xzejJmZz09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [26] Secretaría de Economía. 1982. *NMX – F – 419 – 1982. Productos Alimenticios para uso humano. Ejotes envasados*. Página de Internet. Consultada en: <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNMX.xhtml?pidn=ODh2MmpXV3FTSVpCSWMrdUFMRDRLdz09> por última vez el 13 de Mayo del 2018.
- [27] European Hygienic Engineering & Design Group. 2018. *Doc. 8 Hygienic Design Principles*. Third Edition.
- [28] European Hygienic Engineering & Design Group. 2014. *Doc. 44 Hygienic Design Principles For Food Factories. First Edition*.
- [28] Romero. C. Raúl. 2007. *Microbiología y Parasitología Humana*. 3ra Edición. México. Editorial Médica Panamericana.
- [29] Clark, David P., Martinko, John M., Madigan, Michael T., Dunlap, Paul V. 2009. *Brock Biología de los Microorganismos*. 12a Edición. Estados Unidos. Pearson.
- [30] Guerrero, I., García, B., Wachter, Ma. Del Carmen, Regalado, C. 2014. *Microbiología de los Alimentos*. México. Limusa.
- [31] Bosquez, M., Elsa., Colina I., Ma. Luisa. 2010. *Procesamiento Térmico de Frutas y Hortalizas*. Primera Edición. México. Trillas.
- [32] Food And Drug Administration. 2017. *Title 21- Food and Drugs. Chapter I - FDA, Department of Health and Human Services, Subchapter B - Food for Human Consumption, Part 114 Acidified Foods*, Página de internet. Consultada en: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=114&showFR=1> por última vez el 12 de Agosto del 2018
- [33] Warne, Darian. 1989. *Manual sobre el envasado de Pescado en Conserva*. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
- [34] Vargas R., Enrique. 2017. *El papel del Químico de Alimentos en la Validación de un Proceso Térmico*. Tesis. México. Universidad Nacional Autónoma de México.