

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y ALIMENTOS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA**



INFORME TÉCNICO LABORAL

**"ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE  
ENVASES DE VIDRIO CON TAPAS  
TWIST OFF EN LA INDUSTRIA  
CONSERVERA PESQUERA"**

INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL  
DECRETO LEY N°739

PRESENTADO POR EL BACHILLER  
SEBASTIÁN ANGEL LOZANO AYALA

Callao, Junio del 2014  
PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS.

Bellavista, 27 de junio del 2014.

Señor:

Presente.-

Con fecha veintisiete de junio del dos mil catorce se ha expedido la siguiente resolución:

**"RESOLUCIÓN DE DECANATO N° 066 2014-DFIPA.**

Bellavista, 27 de junio del 2014.

**EL DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.**

Visto el Oficio N° 027-2014-JHBA-RGP-ACDE recibido el 25 de junio de 2014, mediante el cual la Presidente del Jurado Evaluador del Informe de Experiencia Laboral titulado: "EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO CON TAPAS TWIST OFF EN LA INDUSTRIA CONSERVERA PESQUERA" del Sr. Bachiller LOZANO AYALA, SEBASTIAN ÁNGEL, remite el dictamen colegiado favorable de aprobación, en concordancia con lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao.

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Resolución del Consejo Universitario N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril del 2011, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao;

Que, mediante la Resolución N° 221-2012-CU de fecha 19 de setiembre del 2012, se aprobó la modificación de los Arts. N° 93º, 101º, 107º, 112º, 115º, 118º, 121º, 122º, 130º, 133º, 136º, 139º y 141º del Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao;

Que, mediante Resolución del Decanato N° 003-2014-DFIPA, se designó a los miembros del Jurado Evaluador del Informe de Experiencia Laboral titulado: "EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO CON TAPAS TWIST OFF EN LA INDUSTRIA CONSERVERA PESQUERA" presentado por el Sr. Bachiller LOZANO AYALA, SEBASTIAN ÁNGEL;

Que, de acuerdo al documento del visto, el Dr. JUVENCIO HERMENEGILDO BRÍOS AVENDAÑO, Presidente Jurado Evaluador del Informe de Experiencia Laboral designado mediante la resolución precitada, remite al decanato el dictamen colegiado favorable de aprobación del Informe de Experiencia Laboral del Sr. Bachiller LOZANO AYALA, SEBASTIAN ÁNGEL;

Estando a lo glosado, al documento; y en uso de las atribuciones que le confiere el Art. 37º de la Ley Universitaria 23733 y los Art. 4º, 17º y 177º del Estatuto de la Universidad Nacional del Callao.

**RESUELVE:**

- 1º **APROBAR** el Informe de Experiencia Laboral titulado: "EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO CON TAPAS TWIST OFF EN LA INDUSTRIA CONSERVERA PESQUERA" presentado por el Sr. Bachiller LOZANO AYALA, SEBASTIAN ÁNGEL.
- 2º **AUTORIZAR** al Instituto de Investigación de la FIPA la inscripción y codificación del mencionado informe en el respectivo Libro de Registro de Informes de Experiencia Laboral.
- 3º **DECLARAR APTO** el informe de experiencia laboral para su exposición de acuerdo a lo señalado en la modificatoria del Art. 122º del Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución N° 221-2012-CU.
- 4º **TRANSCRIBIR** la presente resolución al Instituto de Investigación FIPA, jurado de evaluación del informe de experiencia laboral, el interesado para conocimiento y fines pertinentes.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Fdo. Dr. DAVID VIVANCO PEZANTES.- Decano de la FIA.

Fdo. Ing. JUAN REYNALDO SOSA NUÑEZ.- Secretario Docente de la FIPA".

Lo que transcribo a Usted para conocimiento y fines pertinentes.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS  
.....  
Ing. JUAN SOSA NUÑEZ  
SECRETARIO DOCENTE - FIPA

c.c.Archivo.

# ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO CON TAPAS TWIST OFF EN LA INDUSTRIA CONSERVERA PESQUERA

"El presente informe técnico presentado por el Sr. Bachiller Sebastián Lozano Ayala, en donde redacta su experiencia laboral profesional en la industria de la elaboración de envases de vidrio con tapa twist off, nos da a conocer la importancia del control en el proceso de estos productos primarios y su impacto en la industria del envasado alimentario, además de otorgarnos como aporte técnico, un estudio comparativo en el tratamiento térmico de este envase con respecto a la hojalata, procesado en conservas de pescado".

Sr. Dr. DAVID VIVANCO PEZANTES.

Decano de facultad de ingeniería pesquera y alimentos.

**ASESOR DE INFORME TECNICO LABORAL**

Callao, Junio del 2014  
PERÚ

## DEDICATORIA

A mi familia por su constante apoyo y confianza, a mis padres y esposa por ser partícipes de este objetivo alcanzado, en especial a mi hija Brianna, quien es el principal motivo de seguir soñando.

## INDICE

TABLAS DE CONTENIDO.	4
RESUMEN.	9
INTRODUCCIÓN.	10
I. PROBLEMA DEL ÁREA DE TRABAJO.	
1.1. Exposición del problema.	12
1.2. Objetivos de la investigación.	13
1.2.1. Objetivo general.	13
1.2.2. Objetivos específicos.	13
1.3. Justificación e importancia.	13
1.4. Alcances y limitaciones.	14
II. MARCO TEÓRICO.	
2.1. Antecedentes de estudio.	15
2.1.1. Antecedentes nacionales.	17
2.1.2. Antecedentes internacionales.	18
2.2. Descripción del producto.	19
2.3. Productos pesqueros envasados.	21
2.4. Diagrama de flujo-operaciones.	25
2.4.1. Envases de hojalata.	25
2.4.2. Envase de vidrio.	26

2.4.3. Tapa twist off.	27
2.5. Insumos que intervienen en la fabricación de los productos primarios.	28
2.5.1. Insumos para la elaboración de tapas twist off.	28
2.5.2. Insumos para la elaboración de envases vidrio.	44
2.6. Ingeniería de proceso en la elaboración de envases de vidrio con tapas twist off.	48
2.6.1. Ingeniería de proceso en la elaboración de tapas twist off.	48
2.6.2. Ingeniería de proceso en la elaboración de envases de vidrio.	78
2.6.3. Aspectos generales de un envase de vidrio.	87
III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA LABORAL.	
3.1. Supervisor de aseguramiento de la calidad en tapas twist off.	94
3.1.1. Control de calidad realizado en el proceso de elaboración de tapas twist off.	95
3.2. Supervisor de producción litografía.	114
3.2.1. Controles estadísticos de proceso.	115
IV. APORTE TECNICO LABORAL, ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PENETRACIÓN DE CALOR USANDO ENVASES DE HOJALATA Y ENVASES DE VIDRIO CON CIERRE TWIST OFF.	

4.1. Tratamiento térmico de los alimentos en envase de vidrio.	131
4.2. Nociones básicas de letalidad.	134
4.3. Estudio y evaluación de letalidad comparativa en envase de vidrio y hojalata.	138
4.3.1. Las curvas de penetración de calor.	138
4.3.2. Materiales y métodos.	141
4.3.3. Metodología.	144
V. RESULTADOS	
5.1. Resultados de penetración de calor y letalidad.	147
5.1.1. Resultados en la conserva de anchoveta en envase de hojalata y vidrio (T1 y T3).	147
5.1.2. Resultados en la conserva de jurel en envase de hojalata y vidrio (T2 y T4).	149
VI. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.	
6.1. Discusión.	152
6.2. Conclusiones.	153
6.3. Recomendaciones.	155
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.	157
VIII. ANEXOS	162

## TABLAS DE CONTENIDO

### INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Características de la hojalata según dureza, temple y destino final para producción.	30
Tabla 2.2	Composición química de la hojalata.	31
Tabla 2.3	Recubrimiento de igual contenido de estaño en ambas caras.	32
Tabla 2.4	Recubrimiento de diferente contenido de estaño en ambas caras.	33
Tabla 2.5	Característica y propiedad de cada barniz usado.	37
Tabla 2.6	Características generales, modo de aplicación y propiedades particulares de los plastisoles comerciales.	43
Tabla 2.7	Composición de distinto tipo de vidrio (% en peso).	45
Tabla 2.8	Refinantes usados en la producción de vidrio.	46
Tabla 2.9	Elementos utilizados en la coloración del vidrio.	47
Tabla 2.10	Piezas que conforman un cabezal.	66
Tabla 3.1	Parámetros permisibles en medidas, temple, estañado y calidad de la hojalata para tapa twist off.	97
Tabla 3.2	Parámetros generales de aplicación de recubrimientos en el litografiado de hojalata para tapa twist off.	108

Tabla 3.3	Parámetros generales en el conformado y aplicación de plastisol de la tapa twist off.	109
Tabla 3.4	Torque sugerido para cada diámetro de envase, fuerza aplicada en forma manual.	112
Tabla 3.5	Especificación de la capacidad de proceso.	124
Tabla 3.6	Rendimiento de recubrimiento por mes.	129

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1	Curva arrojada por el sensor Data Pack en el esmaltado de tapa twist off, disposición de las zonas del horno.	105
Gráfico 3.2	Determinación del diagrama de Pareto.	119
Gráfico 3.3	Estudio de capacidad de proceso en el litografiado de tapa twist off.	126
Gráfico 3.4	Desempeño de los indicadores de productividad IDEMSAC.	128
Gráfico 3.5	Tendencia de los diversos recubrimientos utilizados.	130
Gráfico 4.1	Evolución típica de una población microbiana con el tiempo.	134
Gráfico 4.2	Representación del valor D.	136
Gráfico 4.3	Representación del valor Z.	137
Gráfico 5.1	Curva de penetración de calor en la conserva de anchoveta.	148
Gráfico 5.2	Letalidad parcial en el esterilizado de conserva de anchoveta.	148
Gráfico 5.3	Letalidad acumulativa $F_0$ en el esterilizado de conserva de anchoveta.	149
Gráfico 5.4	Curva de penetración de calor en la conserva de jurel.	150
Gráfico 5.5	Letalidad parcial en el esterilizado de conserva de jurel.	151
Gráfico 5.6	Letalidad acumulativa $F_0$ en el esterilizado de conserva de jurel.	151

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Diagrama de operaciones en la elaboración de hojalata.	25
Figura 2.2	Diagrama de flujo en la elaboración de envase de vidrio.	26
Figura 2.3	Diagrama de flujo de proceso en la elaboración de la tapa twist off.	27
Figura 2.4	Ingredientes típicos de un recubrimiento.	38
Figura 2.5	Tipos de polímeros.	39
Figura 2.6	Principio de funcionamiento de las maquinas offset litográficas.	52
Figura 2.7	Principio de barnizado de una lamina.	55
Figura 2.8	Forma de la capsula en la salida de la prensa.	58
Figura 2.9	Formación del rizo.	59
Figura 2.10	Sección vertical parcial de un cabezal de rizado.	60
Figura 2.11	Generación de rizo.	61
Figura 2.12	Posición inicial del cabezal de terminación del rizo y formación de uñas, presenta una sección parcial de una tapa con su rizo terminado.	62
Figura 2.13	Forma final del rizo.	63
Figura 2.14	Posición final del cabezal de terminación del rizo y formación de uñas.	64
Figura 2.15	Cabezal de finalización de rizado y formación de uñas.	65

Figura 2.16	Tipos de tamaños y formas de tapas twist off.	68
Figura 2.17	Designación de acuerdo a la forma del botón.	68
Figura 2.18	Denominación de los cierres en la tapa twist off, usos apropiados para cada tipo de proceso de acuerdo al tamaño.	70
Figura 2.19	Fusión del vidrio.	81
Figura 2.20	Proceso de formación del envase.	83
Figura 2.21	Las partes básicas de un envase de vidrio.	89
Figura 3.1	La viscosidad depende de la temperatura en el medio.	99
Figura 3.2	Dimensionado de la tapa twist off.	110
Figura 3.3	Diagrama espina de pescado	118
Figura 4.1	Válvula isoporcentual de autoclave horizontal.	142
Figura 4.2	Equipo evaluador de penetración de calor, dimensión de termopares.	142
Figura 4.3	Envase de hojalata y de vidrio de capacidades similares.	143
Figura 4.4	Preparación de la conserva de pescado.	146
Figura 4.5	Disposición de los sensores en cada uno de los envases.	146

## **RESUMEN**

En el presente informe técnico laboral se describe el proceso productivo y los controles realizados para la elaboración de tapas twist off y envases de vidrio en la empresa Industria de Estampado Metálico SAC (IDEMSAC), en donde se viene cumpliendo la función de supervisor de producción y supervisor de calidad de tapas twist off, además se da un aporte técnico comparando los efectos de letalidad en conservas de pescado utilizando envase de hojalata y envase de vidrio determinando aspectos a favor y en contra para ambos procesos.

Actualmente la industria del envase es una industria atractiva y competitiva cuyo crecimiento ha sido sostenible y por encima al crecimiento económico del país, hoy la mayoría de las industrias alimentarias utilizan todo tipo de envase que varían desde su diseño y material utilizado, dependiendo del producto alimentario envasado. Es por tal motivo que en la últimas décadas la demanda de envases de vidrio con tapas twist y envases de hojalata ha ido en crecimiento, esto obliga a las industrias de estos productos primarios mejorar su tecnología y sistemas de gestión con el fin de elaborar productos de primera calidad, que a su vez conlleva a mejoras en la productividad de todo sus procesos.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de envases de vidrio con tapas twist off, cumple una función vital en la industria alimentaria, debido a que permite al alimento estar exento a cualquier tipo de contaminación externa, y lograr mantenerlo conservado a un determinado tipo de atmosfera evitando su posible contaminación.

En la elaboración de tapa twist off se tiene en cuenta, el tipo de materia prima utilizada (calidad de la hojalata o aluminio como materia prima), en el proceso de producción, calidad y parámetros de aplicación de los insumos y/o recubrimientos, que después de su aplicado deben tener la suficiente adherencia con la lamina para soportar los proceso de prensado y conformado de la tapa, como además lograr evitar la oxidación filiforme del producto terminado. Estos controles son monitoreados de acuerdo a las fichas técnicas de los insumos y del producto a elaborar, los parámetros de control son evaluados de manera estadística mediante una data con el fin de determinar si la producción es o no capaz de acuerdo a histogramas y graficas de dispersión.

En la fabricación del envase de vidrio consta básicamente de cuatro etapas: Mezclado de materias primas con vidrio reciclado, fusión, moldeo y por último

un tratamiento de alivio de tensiones. La materia prima utilizada consiste en el uso de arena silíceo, ceniza de soda, caliza, feldespatos y bórax.

Además de realizar un control de la calidad del producto, se realiza un seguimiento de la productividad, como rendimiento de los recubrimientos, eficiencia de las máquinas para determinar la eficacia de la producción.

El objetivo de este informe técnico laboral es realizar un estudio comparativo en la elaboración de conservas de pescado en envases de vidrio con tapa twist off y envase de hojalata para determinar los aspectos más resaltantes de ambos materiales en el proceso térmico de esterilizado, evaluando los efectos de letalidad.

Con respecto a la obtención de un producto alimentario de buena calidad asegurando su inocuidad, el envase de vidrio tiene ventaja con respecto al envase de hojalata debido a que retiene mayor calor en su interior en el proceso de enfriado después de esterilizado. Sin embargo desde el punto de vista de la productividad del proceso no es conveniente usar envase de vidrio debido a que se consume una mayor energía térmica para lograr la temperatura de esterilizado en el interior del envase, por tal motivo se genera una mayor demanda de los recursos.

## CAPITULO I

### PROBLEMA DEL ÁREA DE TRABAJO

#### 1.1. Exposición del problema.

En la industria conservera alimentaria es de vital importancia el tratamiento térmico que se le da al producto durante el esterilizado y/o pasteurizado esto asegura un producto de calidad, exento de cualquier agente que altere la inocuidad del mismo. En el caso de la industria conservera de productos hidrobiológicos es necesario esterilizar la conserva evitando la contaminación del microorganismo patógeno que es el *Clostridium botulinum*.

Actualmente se utilizan envases de hojalata para conservas de pescado, por temas de costos, tanto del insumo como del consumo de energía térmica, por tal motivo se comparan los aspectos favorables y desfavorables del envasado de productos hidrobiológicos en envases de vidrio y hojalata. Enfocándonos en la fabricación de envases de vidrio y tapas twist off, en la cual se detalla la experiencia en la elaboración de estos insumos.

## **1.2. Objetivos de la investigación.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Analizar el proceso de tratamiento térmico en el esterilizado de la conserva de pescado en envase de vidrio con tapa twist off y envase de hojalata para comparar los aspectos más resaltantes en esta etapa.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

Evaluar la penetración de calor y comparar los valores de letalidad en ambos materiales (hojalata y vidrio), en el proceso de esterilizado.

Describir el proceso de fabricación de envase de vidrio con tapa twist off, resaltando los aspectos de calidad y productividad.

## **1.3. Justificación e importancia.**

En la actualidad el mercado de la industria conservera pesquera no utiliza los envases de vidrio con tapas twist off, por diversos temas ya sea presentación, costo del insumo, entre otros aspectos. Es importante evaluar esta opción de envasado para productos hidrobiológicos, como también cárnicos ya que el vidrio es reciclable de manera indefinida, esta es una

ventaja sobre la hojalata. Haciendo participe al fabricante en la preservación del medio ambiente. Otro punto importante es sobre la vida útil del alimento después de su consumo, un frasco de vidrio con tapa twist off puede prolongar la vida útil de un producto una vez abierto en comparación al envase de hojalata.

Evaluando estos aspectos básicos se decide hacer una comparación de la penetración de calor entre ambos envases para el mismo producto, analizando los efectos de letalidad.

#### **1.4. Alcances y limitaciones.**

Para el siguiente trabajo se cuenta con los siguientes alcances:

Se cuenta con la facilidad de laborar en una planta de tapas twist off y envases de vidrio. Es decir se cuenta con la facilidad de los insumos.

Se cuenta con acceso a la planta piloto de conservas de la Facultad de ingeniería Pesquera y Alimentos, en los cuales se realizo la corrida experimental.

La única limitación de la prueba fue ubicar las termocuplas con las cuales se realizaron las corridas experimentales. Este equipo fue obtenido, pero genero mayor costo para la prueba.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

Cuando hablamos de envases de vidrio con tapas twist off, tuvo sus orígenes en el año 1858 John Landis Mason un hojalatero americano patentó la tapa de rosca de metal para los tarros de fruta, el cual en un tiempo se conoció como tarros de masón, también inventó el primer top salero tornillo en ese mismo año. A Mason se le atribuye el envase de hombros cuadrados con rosca acompañado de tapa rosca, tapa a juego, y el anillo de goma para un sello hermético "el tarro de Mason". Hasta la década de 1830, mucho antes de la refrigeración y de invernadero jardines, muchas frutas y verduras habían estado disponibles sólo en temporada, pero el reciente desarrollado de los envases de conservas habían hecho una alternativa práctica para el secado y decapado para conservar alimentos, antes de la innovación de Mason. Los envases tenían en la parte superior sin rosca plana, a través del cual una tapa plana de estaño era colocada y sellada con cera, este procedimiento era desordenado, poco fiable y peligroso, si la cera no se aplicaba correctamente permitía el crecimiento de bacterias en el alimento.

En los años de 1926, en Chicago (Illinois), bajo el nombre de White Cap. Co, una nueva sociedad profundizando estudios en el concepto de tapas

metálicas para envases de cristal, ideó una nueva generación de tapas para envases de boca ancha. La tapa "White Cap", el valor agregado al invento de Mason, hace referencia al apellido de sus inventores, los hermanos George, William y Philip White. Principalmente idearon el sistema de atrapar vapor en el espacio de cabeza de un envase al cerrarlo en una máquina y así generar vacío que permitiera el tratamiento térmico posterior. El invento quedó registrado bajo la marca "White Cap."

La boca espaciosa del vidrio facilitaba su utilización para productos pastosos y sólidos, como mermeladas y conservas vegetales, así aparecieron en el mercado nuevos modelos de tapas hechas de hojalata, abarcando una gama muy amplia de diámetros y formas. Estaban dotadas de 3 hasta 8 uñas, que permitían su fijación sobre los hilos de rosca de una boca especial con que se dotaba a los envases de vidrio. Se trataba de las tapas tipo "twist off" que pronto se hicieron populares en Estados Unidos. Conjuntamente Edwin Norton que había sido uno de los fundadores de la compañía American Can Co, dejó la misma y creó Continental Can Co, primera compañía dedicada a la elaboración de envases de vidrio. Más tarde se fueron uniendo a esta una serie de sociedades del ramo. En poco tiempo llegó a ser la empresa más importante del sector, siguiendo una política de fuerte expansión, apoyada en la calidad y en nuevos desarrollos que se acentuó una vez superada la Segunda Guerra Mundial (ALEJANDRO VALDERAS, 2012).

### **2.1.1. Antecedentes nacionales.**

La industria peruana del envase metálico se caracteriza por ser mayormente nacional, en el caso del envase de vidrio son pocas las industrias dedicadas a este rubro, la expansión del sector agroexportador ha originado una mayor demanda nacional de envases metálicos y de vidrio, como lo cita (CARLOS BALAREZO ABARCA, 2012) en su investigación sobre el planeamiento estratégico de la industria del envase, cita que la industria del envase alimentario está conformada por cuatro grandes subsectores: el de plástico que es el más grande con 57% de participación, el de metal y aluminio con 11%, y el de vidrio 8%. Todos los subsectores han tenido crecimientos importantes, siendo el de plásticos el que mayor crecimiento ha tenido debido a la introducción de las botellas PET, el Tetrapak, y los termo encogibles, que han impulsado a las bebidas gaseosas por su costo, a la leche fresca por su conservación, y la apariencia del yogurt, respectivamente.

Se debe aprovechar esta variabilidad de envasado alimentario para realizar investigaciones con respecto a optimizaciones en los procesos de cada uno de ellos.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales.**

El mercado internacional de los envases de metal y vidrio ha evolucionado con respecto a la demanda del producto, debido a un aumento en el consumo de alimentos envasados, esto ha conllevado realizar investigaciones con respecto a sistemas de envasado en su mayoría estudios con envases de hojalata y plásticos pero muy pocos en optimización de tratamientos térmicos en envases de vidrio, entre estas investigaciones tenemos (ALEJANDRO R. LESPINARD, 2010), la investigación se centra en el estudio de transferencia de calor y masa de alimentos sólidos, líquidos y mixtos, teniendo como principal hipótesis que los cambios físicos-químicos y microbiológicos ocurren en el proceso de tratamiento térmico, el autor describe diversos modelamientos matemáticos basados en la penetración de calor al alimento, determinando que no solo varia con el tipo de material usado en el envasado, sino además con la forma del envase y su geometría obteniendo tiempos de proceso en función de variables operativas y logrando minimizar las pérdidas de calidad.

Otra investigación a tener en cuenta es la realizada por (AMPARO LOPEZ RIOS, 2006) en donde hace hincapié en las ventajas de los envases de plásticos frente a los tradicionales como el vidrio o la hojalata, donde resalta como principal ventaja la diversidad de materiales y composiciones disponibles que permiten adaptar de una manera aceptable las propiedades

del envase a las necesidades específicas de cada producto. Otras características muy relevantes de estos materiales son su ligereza, bajo coste, facilidad de impresión y termo soldabilidad, propiedad que permite la formación de envases herméticos sin necesidad de elementos de cierre adicionales.

## **2.2. Descripción del producto.**

La elaboración de conservas de pescado, describe entre sus etapas de mayor importancia el proceso de preservación del producto fresco. Los productos hidrobiológicos, debido a su contenido nutricional son susceptibles a sufrir degradación en presencia de oxígeno a una velocidad mayor en comparación de otros alimentos, por tal motivo desde su captura al procesamiento industrial se debe mantener baja la temperatura del recurso. Otra etapa de mayor importancia es el esterilizado cuyo principio consiste en eliminar cualquier microorganismo patógeno existente y evitar su proliferación, esto conlleva a preservar el producto final.

El esterilizado en la industria conservera en general, se remonta a 1795 cuando Nicolás Appert, descubre un método artesanal en donde un frasco de vidrio tapado con un corcho, con contenido alimentario era sometido en una olla con agua a temperaturas de ebullición, fue más tarde que Appert se dio

cuenta que el vapor era más eficaz que el agua hirviendo. En 1804 oficiales de la marina francesa, demostraron la eficacia de la conserva, ya en 1810, Peter Durand patentó el envase de hojalata que sustituye al frágil cristal, consistía en un envase metálico soldado con una pequeña abertura en la parte superior sellado con un tapón de estaño, se utilizan las primeras latas para envasar pescado. En 1851 Reymond Chevallier Appert, inventa el autoclave un recipiente herméticamente cerrado (olla a presión), permite llevar el contenido a altas presiones y temperaturas, este proceso optimiza el proceso tradicional pero en 1853 el proceso es perfeccionado a altas temperaturas. Es el siglo XX es que se da un auge de la industria conservera, debido que en las dos guerras mundiales se necesitó enviar alimento a las tropas. También se descubre que las vitaminas quedan alteradas con el calor, a menos que exista ausencia total de oxígeno, la industria conservera ha conseguido la esterilización en ausencia de oxígeno además de un sistema de control sanitario y científico se ha logrado elaborar conservas de todo tipo (RAMÓN SÁNCHEZ-OCAÑA, 2013).

En el caso de las tapas twist off son también conocidas en el mercado como "White-Cap", ambas designaciones en su día marcas registradas, aunque hay otras variantes como "Vapor Vacuum", "Press-Seal", PT, etc. Se trata de varias familias de tapas metálicas, de cierre por bayoneta (giro de  $\frac{1}{4}$  de vuelta), o a presión, apertura a rosca o por empuje vertical.

Todas ellas están concebidas y diseñadas para cerrar frascos de vidrio o plástico, destinados al envasado de alimentos, y poseen el denominador común de estar fabricadas en hojalata, y utilizar "elementos sellantes" en el cierre elaborados a partir de resinas de poli cloruro de vinilo. (MANUEL SEGURA, 2009).

El alimento en envase de vidrio es la elección predilecta de los consumidores por su capacidad de conservar el sabor original y preservar la frescura. Eleva el valor de un producto a los ojos del consumidor, crea una experiencia superior a través del tacto y brinda belleza y elegancia. Además mantiene los productos libre de contaminación al ser impermeable e inerte, extiende la vida del producto y atrae consumidores conscientes de su salud. Genera confianza en la marca al no tener nada que ocultar y permitir al consumidor visualizar el producto en el momento de compra.

### **2.3. Productos pesqueros envasados.**

El envasado de los productos marinos implica en primer lugar, el escoger los envases adecuados, que son principalmente de hojalata aunque también se emplean los de vidrio o de aluminio. La preparación de estas conservas se realiza lavando previamente el producto a conservar, descabezado y, a veces, eviscerado; los ejemplares de gran tamaño son cortados en rajas, lo

que se consigue por medio de máquinas especiales, con el fin de obtener trozos que sean similares en espesor y tamaño según las latas o envases que se utilicen.

En ocasiones se procede a un ligero salado previo, y en otras, directamente a la cocción, que puede realizarse en agua salada, al vapor, y en túneles de aire caliente. Una vez cocido, el producto es colocado en el interior del envase, ya sea a mano o automáticamente; luego se agregan los líquidos para la condimentación, como aceite de oliva, vinagre, caldos obtenidos de la cocción del propio producto o salsas especiales, procurando tomar en cuenta el gusto de los consumidores.

La conserva se deja reposar un tiempo para que se impregne del líquido y, terminada esta fase, los envases son cerrados de manera hermética, logrando que se expulse todo el aire. Terminado el cierre, son llevados a las autoclaves para su esterilización, la cual se logra a temperaturas de 115°C, durante tiempos que varían de una hora en adelante; en ocasiones, se procede a una pasteurización, que se obtiene por sucesivos calentamientos y enfriamientos de la conserva a temperaturas de 80°C. Después de la esterilización que destruye las bacterias, viene el enfriamiento rápido de la conserva, que mantiene las características del producto; más adelante se procede a su etiquetado, empaque, almacenamiento y distribución.

Si no se logra el vacío total en el envase o no se realiza bien la esterilización, las latas se hinchan y se convierten en un peligro, ya que de ser consumidos estos productos experimentan intoxicaciones que pueden llegar a ser mortales. Por esta razón, la industria de conservas investiga constantemente nuevos métodos y diseña nuevas fábricas y maquinaria con el fin de obtener cada día mejores productos.

Uno de los métodos más modernos es la conservación por radiaciones ionizantes que tienen efectos bactericidas, superiores a los conseguidos con los métodos clásicos, pero aún se está investigando si los productos así tratados no resultan peligrosos para el consumidor.

Cuando se perfeccionen los métodos para el procesado de los productos del mar, se permitirá la conservación casi indefinida de ellos, pues se regulará el mercado, bajarán los costos y se llevará más alimento a la humanidad. Este es un tema de investigación continua que resulta sugestivo e interesante para las nuevas generaciones (JUAN CIFUENTES, 2008).

El envase de hojalata utilizado mayormente en nuestra industria pesquera se debe a las siguientes cualidades:

Resistencia mecánica y capacidad de conformación.

- Ligereza.

- Estanqueidad y hermeticidad.
- Opacidad a la luz y radiaciones.
- Buena adherencia a barnices y litografía.
- Buena conductividad térmica.
- Inercia química relativa.
- Versatilidad.
- Reciclabilidad.
- Adecuación para la distribución comercial.

En el envasado en vidrio es importante resaltar la transparencia del cristal que exige una presentación y un empaque manual especialmente cuidadoso. La transferencia de calor es diferente al de un envase de hojalata debido a que calienta el contenido interno a una velocidad más lenta. Podemos resaltar las siguientes cualidades del envase de vidrio:

- Tienen la ventaja de que puedes ver el contenido.
- Son más pesados y más delicados a los golpes.
- Una vez abierto, admite un mayor tiempo de conservación (refrigerado).

- Se pueden reciclar de manera indefinida.

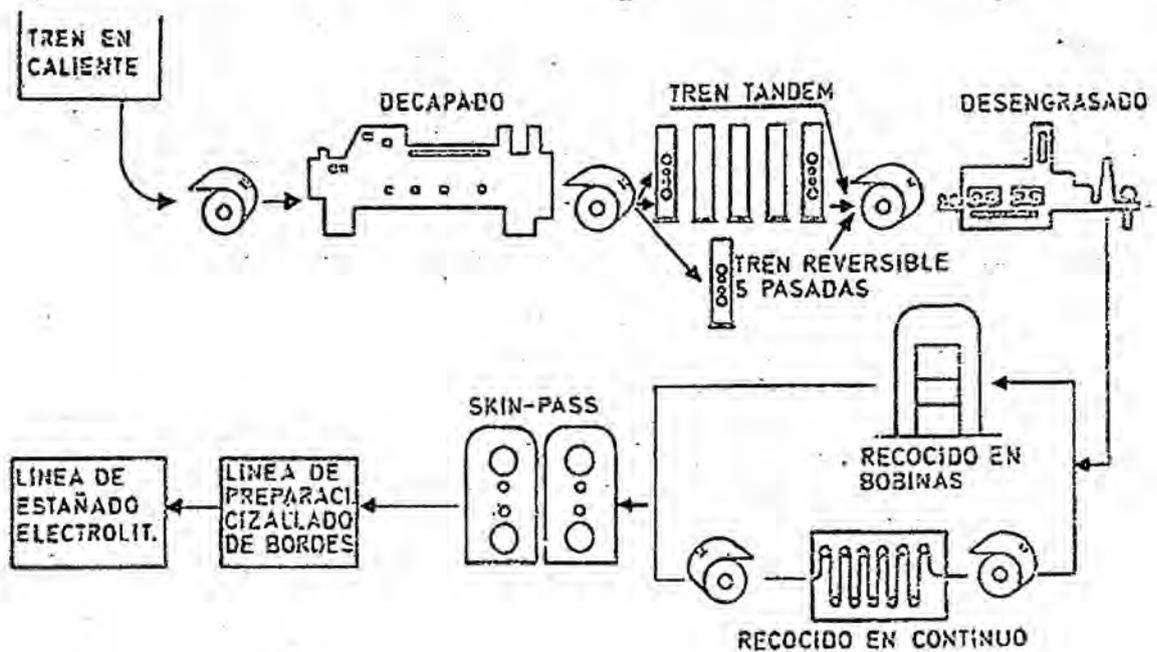
Es importante señalar que las conservas, tanto en lata como en envase de cristal, mejoran en sus características físicas – organolépticas con el tiempo.

## 2.4. Diagrama de flujo – operaciones.

### 2.4.1. Envases de hojalata.

FIGURA N°2.1

#### DIAGRAMA DE OPERACIONES EN LA ELABORACIÓN DE HOJALATA

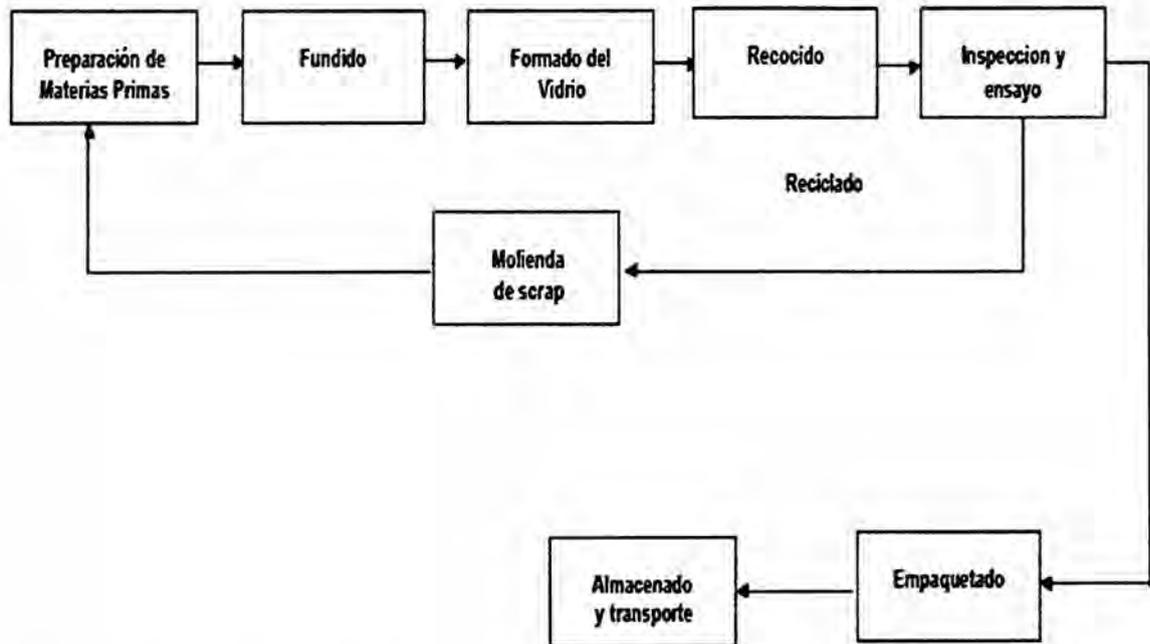


Fuente: Alejandro Valderas, 2012

### 2.4.2. Envase de vidrio.

FIGURA N°2.2

DIAGRAMA DE FLUJO EN LA ELABORACIÓN DEL ENVASE DE VIDRIO

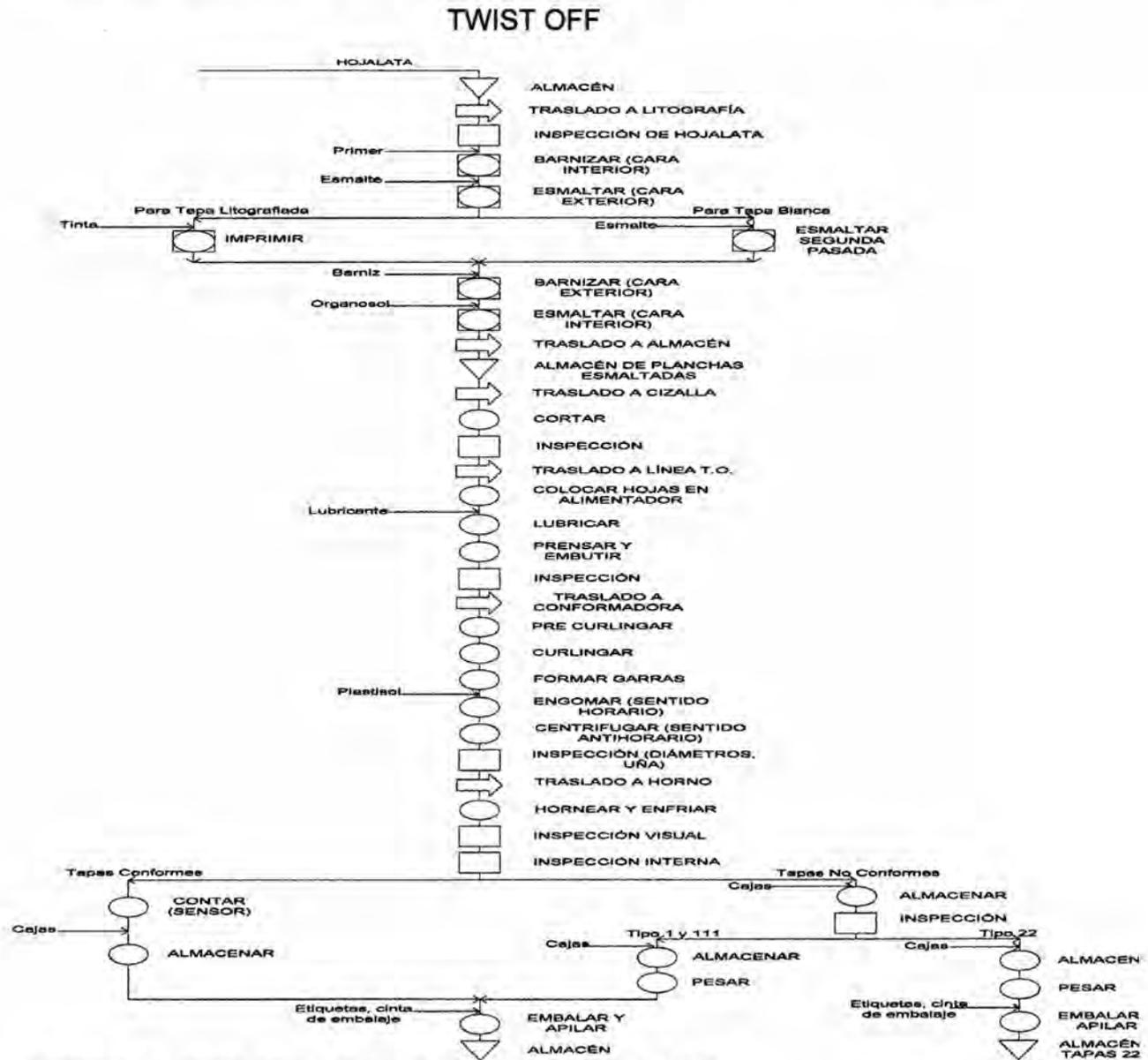


Fuente: Comisión nacional de medio Ambiente, 1999

### 2.4.3. Tapa twist off.

FIGURA N° 2.3

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO EN LA ELABORACIÓN DE LA TAPA



Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2009

## **2.5. Insumos que intervienen en la fabricación de los productos primarios**

### **2.5.1. Insumos para la elaboración de tapa twist off.**

#### **a. Hojalata.**

La Hojalata Electrolítica es un material heterogéneo de estructura estratificada conocida como Electrolytic Tinplate (ETP), cuya base está constituida por una lámina de acero dulce de bajo carbono, recubierta por ambas caras con una capa de estaño, que se utiliza en la fabricación de envases y partes para envases, los cuales deben reunir ciertas propiedades según el producto que contenga, el proceso de producción y el destino final del artículo.

La materia prima destinada para la hojalata, es tratada por un proceso de laminación en caliente, luego se lamina en frío esto después de quitar por decapado la capa de óxido producida en la laminación en caliente logrado reducir el material a espesores hasta menos de 0,12 mm. Un proceso de re laminación después del recocido asegura propiedades de conformado uniforme, mejora la planicidad y determina la rugosidad de la superficie de la banda, para proteger la superficie la banda se estaña electrolíticamente o se somete a un cromado especial electrolítico (SIDERAR, 2007).

- **Cualidades.**

Se aclara que las cualidades T (1, 2, 3, 4) y DR (4, 8), cuya designación se especifica en la tabla 2.1, son equivalentes en lo que se refiere a valores de dureza, pero se diferencian en el proceso de fabricación.

La calidad T (1, 2, 3, 4); se obtiene mediante el proceso de fabricación estándar lográndose los valores de dureza sobre la composición físico-química y ciclo de recocido.

En cambio, para la calidad DR (4, 8); los valores de dureza se logran mediante un mayor estiramiento que el del proceso estándar en el laminador de temple (hojalata doble reducida).

En la tabla 2.1 se indican las distintas cualidades, los rangos de dureza para cada una de ellas, las características y ejemplos de usos finales comunes.

TABLA 2.1

CARACTERÍSTICAS DE LA HOJALATA SEGÚN DUREZA, TEMPLE Y DESTINO FINAL PARA PRODUCCIÓN

TEMPLE	RANGO DE DUREZA ROCK WELL 30T (*)			CARACTERISTICAS	EJEMPLO USO FINAL
	ESPEORES (mm)				
	e<0.21	0.21≤e≤0.28	e>0.28		
T-2	53±4	52±4	51±4	Embutido moderado en que se requiere algo de rigidez.	Tapas de envase presión tapas roscas y partes moldeadas de diferentes tipos de envases.
T-3	58±4	57±4	56±4	embutido liviano con cierta rigidez para disminuir pliegues superficiales (fluting)	Cuerpos y extremos de envases, tapas roscas diámetro apreciable.
T-4	62±4	61±4	60±4	Mayor rigidez con menor exigencia de embutido.	Cuerpos de envases rolados y soldados. Tapas y fondos de latas de envases.
DR-8	72			Mayor rigidez con menor exigencia de embutido.	Tapas twist off.

Fuente: SIDERAR, 2007

(\*) Estos valores de dureza se basan en la utilización de un anvil de diamante y bolilla de penetración de 1.59mm de diámetro con una carga de 30 kg.

La Hojalata electrolítica, utilizada en la fabricación de tapas twist off tiene las siguientes características: un temple doble reducido, un espesor de lamina que varía de 0.155 - 0.16 mm hasta 0.17 mm Máximo, con una dureza 8.5.

- **Composición química**

Se producen los siguientes tipos de acero (Tipo D y L), cuyas composiciones químicas de cuchara responden a los límites máximos que a continuación se detallan en la tabla 2.2.

TABLA 2.2

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HOJALATA

ELEMENTO	TIPO D%	TIPO L%
Carbono	0,12	0,130
Manganeso	0,60	0,600
Fosforo	0,02	0,015
Azufre	0,05	0,050
Silicio	0,02	0,020
Cobre	0,20	0,060
Níquel		0,040
Cromo		0,060
Molibdeno		0,050
Otros (c/u)		0,020

Fuente: SIDERAR, 2007

Las características principales de los dos tipos de acero son:

Tipo D: acero resistente al envejecimiento, calmado al aluminio y tratado para impartirle excelentes características de embutido. Principalmente se usa en piezas que requieren embutido profundo y en las que sea necesario evitar la formación de estrías (líneas de luders).

Tipo L: acero de bajo contenido de metaloides y elementos residuales que se usa frecuentemente para la hojalata destinada a envases de productos alimenticios fuertemente corrosivos.

- **Recubrimientos.**

TABLA 2.3

RECUBRIMIENTO DE IGUAL CONTENIDO DE ESTAÑO EN AMBAS  
CARAS

<u>CANTIDAD DE ESTAÑO POR CARA (gr/m<sup>2</sup>)</u>	<u>DESIGNACION COMERCIAL</u>
1,4/1,4	E - 0,5
2,24/2,24	E - 0,8
2,8/2,8	E - 1
5,6/5,6	E - 2
8,4/8,4	E - 3
11,2/11,2	E - 4

Fuente: SIDERAR, 2007

TABLA 2.4

RECUBRIMIENTO DE DIFERENTE CONTENIDO DE ESTAÑO EN AMBAS  
CARAS

<u>CANTIDAD DE ESTAÑO POR CARA (gr/m<sup>2</sup>)</u>	<u>DESIGNACION COMERCIAL</u>
1,4/2,8	E - 0,5/1
2,8/0,55	E - 1/0,2
2,8/1,4	E - 1/0,5
2,8/5,6	E - ½
5,6/2,8	E - 2/1
8,4/2,8	E - 3/1
8,4/5,6	E - 3/2
11,2/2,8	E - 4/1
11,2/5,6	E - 4/2
11,2/8,4	E - 4/3

Fuente: SIDERAR, 2007

Se realiza un proceso de inspección en donde se supervisan todos los criterios mencionados, en donde cada uno de estos deberá estar en el rango para lograr una efectividad en la producción.

## **b. Barnices y esmaltes.**

Por lo general los recubrimientos empleados en los envases tienen una función de barrera protectora que puede desglosarse en los siguientes fines fundamentales:

- ✓ Protege al metal de su contenido.
- ✓ Protege al producto de la contaminación por los iones metálicos procedentes del envase.
- ✓ Facilita la fabricación.
- ✓ Proporciona una base para la decoración.
- ✓ Actúa como una barrera contra la abrasión y corrosión externas

- **Aspectos básicos.**

La permanencia en contacto con los alimentos trae como consecuencia que todos los productos utilizados en su formulación deben estar incluidos en la lista positiva de la FDA (Food and Drugs Administración) organismo norteamericano de referencia, u otros similares europeos de reglamentación sanitaria.

Estos revestimientos, ya sean protectores o decorativos, se aplican generalmente en forma líquida y consisten, en los términos más simples, en una la disolución o dispersión de una mezcla de resinas/polímeros capaces de formar filmes, en un conjunto de disolventes de naturaleza orgánica con sus aditivos correspondientes (plastificantes, catalizadores, lubricantes, etc.) y en algunos casos pigmentos para usos especiales, más adelante aclararemos el uso de estos pigmentos. Una vez aplicados - las técnicas de aplicación son varias y se detallan en un epígrafe aparte - se hornean a la temperatura requerida en cada caso, evaporándose el disolvente. En esta operación se produce un entrecruzamiento químico de la estructura de los polímeros que les confieren una gran resistencia química, insolubilidad y dureza.

Los disolventes orgánicos usados en la formulación no son sanitarios, sin embargo a la temperatura de horneado adecuada, estos disolventes se evaporan, abandonando totalmente el recubrimiento, evitando así cualquier riesgo de contaminación. Hay una gama de barnices denominada de "base agua" donde el disolvente principal es agua y es por lo tanto sanitario, pero aun en este caso sigue siendo necesario el uso de disolventes convencionales no sanitarios aunque en menor proporción. Esta gama de barnices es compleja de aplicar y su uso se circunscribe a ciertas utilidades, principalmente para envases de bebidas. Lo que sí se puede

afirmar es que todos los productos residuales que forman el extracto seco depositado sobre el metal son sanitarios.

La resina o polímero principal, es responsable de la formación de película, fijación de los pigmentos, adhesión al sustrato, flexibilidad y sobre todo resistencia a los alimentos empacados y al proceso de empacado.

Su principal función es llevar a cabo un alto grado de entrecruzamiento, así como mejorar la resistencia química de la película, influyendo también en sus propiedades mecánicas y elasticidad.

- **Características de los barnices.**

Los datos reflejados en la tabla 2.5 deben tomarse como carácter general ya que con cada barniz presenta unas características específicas.

TABLA 2.5

CARACTERÍSTICA Y PROPIEDAD DE CADA BARNIZ USADO

Tipo	Secado	Flexibilidad y adhesión	Resistencia química	Uso	Aplicaciones	Producto de destino
Oleoresinosos "R"	205°C/12'	Buena	Mala	Resistente a ácidos	Barnices interiores	Frutas acidas Vegetales
Fenólicos	200°C/15'	Mala	Muy buena	Buena	Barniz acabado B. interior	Carnes y pescados
Epoxi-fenólicos	200°C/15'	Buena	Regular	Buena	B. interior B. enganche	Alimentos ricos en proteínas
Epoxi-fenólicos + Al	200°C/15'	Buena	Muy buena	Buena	B. interior	Alimentos ricos en proteínas
Epoxi-fenólicos + Ozn	200°C/15'	Buena	Buena	No apta para ácidos	B. interior	Alimentos ricos en proteínas
Epoxi-Ester	180°C/12'	Buena	Mala	Regular	B. acabado B. exterior	Decoración
Epoxi-modificado	190°C/15'	Buena	Buena	Buena	B. blanco inter B. enganche B. exterior	Productos agresivos Decoración
Acrílicos	190°C/15'	Muy buena	Muy buena pigmentados	Muy buena	Esmalte blanco B. acabado	Legumbres Vegetales poco pigmento Decoración
Poliéster	200°C/12'	Variable	Regular	Buena	B. blanco inter B. interior B. enganche Esmalte blanco	Env. Embut. y tapas en 2 pases Bebidas Decoración
Organosoles	195°C/15'	Muy buena	Buena	Buena	B. blanco inter B. interior	Tapas fácil apertura Tapas Env, embut.

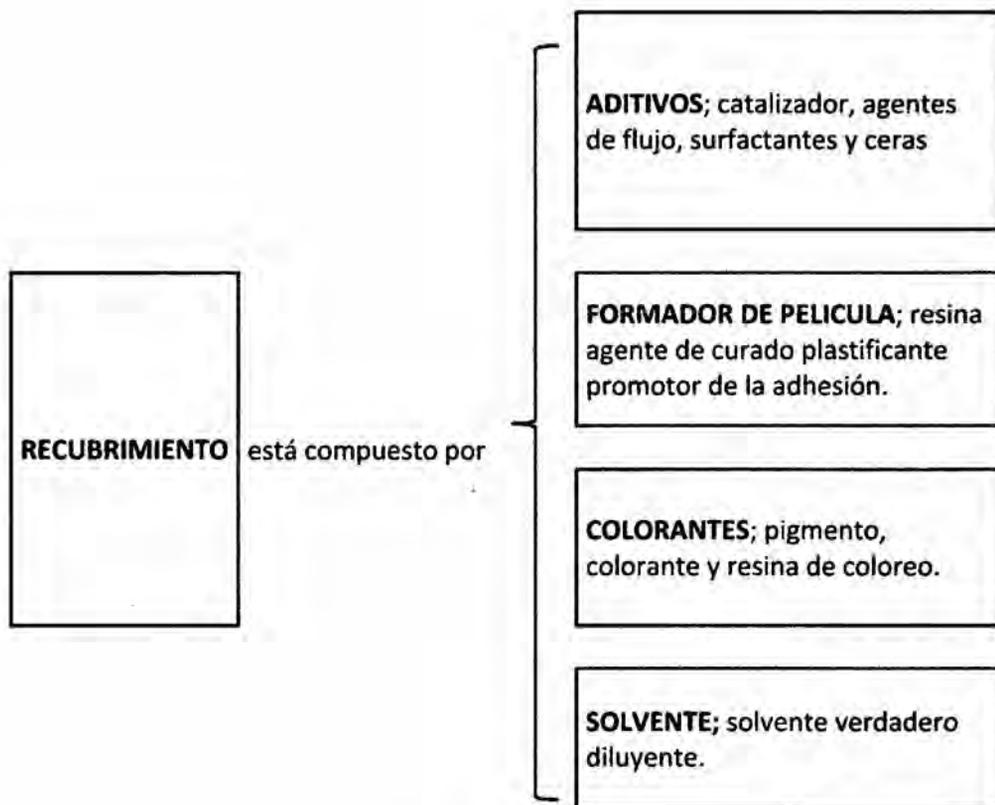
Fuente: Alejandro Valderas, 2012

- **Ingredientes típicos de un recubrimiento.**

Los ingredientes típicos de un recubrimiento se detallan en la figura 2.4.

FIGURA 2.4

### INGREDIENTES TÍPICOS DE UN RECUBRIMIENTO



Fuente: DAREX W. R. GRACE, 2007

- **Polímeros usados en recubrimientos para envases metálicos**

FIGURA 2.5

TIPOS DE POLÍMEROS



Fuente: DAREX W. R. GRACE, 2007

- **Recubrimientos utilizados en la fabricación de tapas twist off.**

Los esmaltes y barnices utilizados en el proceso de litografiado por la empresa IDEMSAC, tienen las siguientes características:

- **Recubrimientos interiores.**

BARNIZ PRIMER GRIS, es una base de resina epoxi fenólica, posee un aproximado de 32% en sólidos, una viscosidad cinemática de 45 - 95 s, una temperatura de aplicación de 200°C por un tiempo de 10min, la película seca aplicada deberá ser de 7 - 9 g/m<sup>2</sup> (GRACE DAVISON, 2007).

Esta aplicación es esencial y evita la posible oxidación interna de la tapa twist off, y asegura una correcta adherencia del organosol como segunda capa interna de recubrimiento.

ESMALTE ORGANOSOL, segunda capa interna de la tapa twist off, sirve de base adhesiva al plastisol, en el proceso de conformado. Presenta una base de resina poliéster modificado, con un total de sólidos, aproximado de 61%, una viscosidad cinemática de 75 - 100 s, una temperatura de aplicación de 180°C por un tiempo de 12 min, la película seca aplicada deberá ser de 9 - 11 g/m<sup>2</sup> (GRACE DAVISON, 2007).

- **Recubrimientos exteriores.**

ESMALTE BLANCO, primera capa externa de recubrimiento, es una base de resina poliéster, en donde se realiza el proceso de litografiado, para tapas con impresión, y una doble capa de este esmalte para las tapa blancas. Posee 60% de sólidos, una viscosidad cinemática de 75 - 100 s, una temperatura de aplicación de 190°C por 12 min. Un peso seco de aplicación de 12 - 15 g/m<sup>2</sup>, y para tapa blanca dos pases de 9 - 10 g/m<sup>2</sup> (GRACE DAVISON, 2007).

BARNIZ DORADO, es utilizado en la elaboración de tapa dorada, como primera capa externa de recubrimiento, es una base de resina epóxica. Posee 36% en sólidos, una viscosidad cinemática de 75 - 100 s. Una temperatura de aplicación de 200°C por 12 min. Un peso seco de aplicación de 7 - 9 g/m<sup>2</sup>.

BRANIZ FINAL, es la segunda capa externa de aplicación, una base de resina epoxi ester modificada de alta resistencia, y adherencia, con un total de sólidos aproximado de 44%, viscosidad cinemática de 75 - 100 s. Una temperatura de aplicación de 180°C por un tiempo de 12 min.

Estos esmaltes y barnices deberán tener la propiedad de ser resistentes al proceso de esterilizado en donde deberán mantener las características iniciales de adherencia y en tapas litografiadas no alterar el color.

### **c. Elementos sellantes.**

En las capsulas se utilizan como elementos sellantes los plástisoles. El plástisol es la mezcla de una resina (PVC), de un plastificante y otros aditivos, que se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente, con propiedades visco-elásticas, es de color blanquecino (cuando no hay pigmentos).

Este compuesto, bajo la acción del calor ( $160^{\circ} - 200^{\circ} \text{C}$ ), deja su estado líquido inicial para pasar a un estado sólido, sin pérdida de peso ni cambio de volumen notable.

El plástisol se utiliza como recubrimiento superficial: puede colorearse, y tener texturas, y es resistente a la abrasión, la corrosión y la electricidad. Mediante distintos estabilizantes y aditivos puede mejorar su resistencia a la luz, al calor, o adquirir propiedades particulares, para cubrir gran variedad de especificaciones.

Una versión especial de plástisoles se aplica en el interior de la tapa, en la zona que entra en contacto con la boca del frasco de vidrio. Su misión es crear un cierre hermético al quedar presionado contra la superficie de la boca del frasco, una vez realizado el cierre.

- **Características de los plásticosoles.**

TABLA 2.6

CARACTERÍSTICAS GENERALES, MODO DE APLICACIÓN Y PROPIEDADES PARTICULARES DE LOS PLÁSTISOLES COMERCIALES

NOMINACION DEL PRODUCTO	PRODUCT DESCRIPTION	PESO ESPECIFICO	USO FINAL TIPICO	COMENTARIOS
VELITH TOS 350	PVC plástisol	0,45 – 0,70	Mermeladas, encurtidos.	
VELITH TOS 350-7	PVC plástisol	0,80 – 1,00	Mermeladas, jugos, encurtidos y salsas.	Ligeramente espumoso resistente al llenado en caliente.
VELITH KS 282 PT	PVC plástisol	0,60 – 0,70	salsa de comida de bebes	Para la prensa y los cierres de giro.
VELITH TU 351 SR 4	PVC plástisol	1,20 +/- 0,03	Carnes, salsas, vegetales y pescado.	Esterilizable.
VELITH TOS 350 F	PVC plástisol	0,60 – 0,80	Salsas y sopas.	Resistente a la grasa.
NOVISEAL	PVC-free	1,00 – 1,10	Mermeladas, encurtidos, salsas, vegetales, leche y carnes.	Resistente a pH alto.

Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

## **2.5.2. Insumos para la elaboración del envase de vidrio.**

### **a. Materias primas.**

La composición del vidrio varía dependiendo de las propiedades que se desean que el vidrio presente, las cuales dependen de la aplicación a la que estará destinado el producto (COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE, 1999).

En general las materias primas utilizadas en la elaboración de los distintos tipos de vidrios se pueden dividir en tres categorías.

- Principales.
- Refinantes.
- Colorantes.

- **Materias primas principales.**

Las materias primas principales son las que se utilizan en mayor porcentaje en la producción del vidrio, y la cantidad que se emplee de cada una de ellas depende en general del tipo de vidrio a producir (COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE, 1999).

En la tabla 2.7 se muestran las composiciones típicas de los vidrios más producidos, mostrándose los porcentajes en peso de los compuestos químicos que los constituyen.

Para mayor claridad se han puesto en negrita los compuestos más utilizados en cada uno de los distintos vidrios.

TABLA 2.7

COMPOSICIÓN DE DISTINTO TIPO DE VIDRIOS (% EN PESO)

<b>Compuesto Químico</b>	<b>Vidrio plano</b>	<b>Vidrio de Envases</b>	<b>Cristal</b>	<b>Vidrio de Ampolletas</b>
Si O <sub>2</sub>	<b>72,6</b>	<b>73,0</b>	<b>60,0</b>	<b>67,6</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7	<b>1,4</b>	0,08	<b>5,0</b>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Ti O <sub>2</sub>	0,22	0,1	0,02	0,15
Ca O	<b>8,6</b>	<b>10,5</b>		<b>9,4</b>
Pb O			<b>24,0</b>	
Mg O	<b>4,1</b>	<b>1,6</b>		
Na <sub>2</sub> O	<b>13,3</b>	<b>12,8</b>	<b>1,0</b>	<b>13,6</b>
K <sub>2</sub> O	0,31	0,4	<b>14,9</b>	<b>1,8</b>
SO <sub>3</sub>	0,17	0,2		0,2

Fuente: Comisión nacional de medio ambiente, 1999

## **b. Refinantes.**

Los refinantes son productos químicos que se añaden en menor cantidad con la finalidad de eliminar las burbujas contenidas en el vidrio fundido, mejorando así su calidad.

En la tabla 2.8 se muestran los tipos de refinantes comúnmente utilizados y su dosificación máxima.

TABLA 2.8

### REFINANTES UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO

<b>Agente refinante</b>	<b>Dosificación máxima [kg/100kg de vidrio]</b>
Sulfatos (ej. $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y sulfitos	1.0
Cloruros (ej. $\text{NaCl}$ )	1.5
Arsénico (ej. $\text{As}_2\text{O}_3$ )	0.2
Nitrato (ej. $\text{NaNO}_3$ )	1.5
Oxido de Antimonio ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ )	0.4
Oxido de Cerio ( $\text{CeO}_2$ )	0.4

Fuente: Comisión nacional de medio ambiente, 1999

### c. Colorantes.

Son sustancias empleadas para dar coloración al vidrio, o para volverlo incoloro anulando la tonalidad verde, que le es natural. En la tabla 2.9 se muestran los distintos compuestos utilizados en la coloración del vidrio.

TABLA 2.9

#### ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA COLORACIÓN DEL VIDRIO

<b>Compuesto químico</b>	<b>Coloración</b>
Oxidos de Hierro	Verde
Oxidos de Cromo	Verde, café, azul
Sulfito de hierro	Amarillo a café-rojo
Oxidos de Níquel	Gris a verde
Oxidos de Manganeso	Violeta
Oxidos de Cobalto	Azul a violeta
Oxidos de Cobre	Rojo – azul a verde
Selenio	Naranja a rojo
Sulfito de Cadmio	Amarillo
Oro	Rubí a rojo
Plata	Amarillo
Oxidos de Manganeso / Sodio – Selenio + Oxido de Cobalto	Incoloro

Fuente: Comisión nacional de medio ambiente, 1999

## **2.6. Ingeniería de proceso en la elaboración de envases de vidrio con tapas twist off**

### **2.6.1. Ingeniería de proceso en la elaboración de tapas twist off.**

#### **a. Maquinas litográficas.**

La impresión offset es un proceso físico-químico basado en la inmiscibilidad del agua y las tintas, sin utilizar relieves, como en la tipografía, sino más bien reacciones químicas, para lograr trabajar las imágenes en positivo, en el mismo plano que las áreas de no impresión. Los equipos utilizados para realizar este tipo de producción son altamente sofisticados y costosos, con el fin de lograr una alta calidad y eficiencia que permita competir en los mercados actuales, cada vez más exigentes.

Todas las etapas del proceso de impresión siguen una secuencia lógica. En la mayoría de las empresas a nivel local, no se cuenta con la tecnología a la altura de las circunstancias. (LUIS ANCAJABÓN, 2010).

En IDEMSAC se cuenta con dos líneas de litografiado, una línea que consta de dos cuerpos offset, que nos permite litografiar 2 colores en un solo pase, cuenta con un horno de secado convencional, con dos quemadores a lo largo de su trayectoria, la segunda maquina de litografiado solo cuenta con un cuerpo offset, el secado es mediante rayos uv, por lo cual su tiempo de curado es corto a comparación del secado convencional.

- **Principio de una maquina offset litográfica.**

El sistema de impresión offset se basa en la ley de la física del rechazo que experimentan dos líquidos a diferentes densidades. Concretamente, agua y aceite, el agua y el aceite son inmiscibles, la plancha de offset tiene zonas hidrófilas y zonas oleofilas; las primeras son no imagen y la segunda son imagen.

En los casos de laminas pre sensibilizadas, la superficie virgen de la placa, receptora de agua, es cubierta con un esmalte fotosensible grasoso; cuando se le procesa se remueve de la zonas no imagen grasosa, pero queda la no imagen libre de esmalte, es decir de grasa.

Hay que tener en cuenta dos cosas muy importantes:

Las planchas de la offset son plano gráficas, es decir, tienen zonas imagen y no imagen al mismo nivel y se diferencian tan solo por su aceptación al agua y/o a la grasa.

Las tintas de offset están hechas a base de aceite, es decir, son grasosas.

También es necesario que la mezcla lleve cierto grado de acidez en el agua (PH entre 4 y 5), porque para poder imprimir en offset requerimos equilibrio entre los dos elementos con los que trabajamos agua y tinta.

La tinta trae una cierta fuerza que le da su misma fabricación; por eso si usamos agua con poca acidez vendrá el desequilibrio (más fuerza en la tinta), lo que podría producir halo, velo, grasado, etc.). Si usamos agua acida, habrá desequilibrio, más fuerza en el agua, y tendremos emulsificación, deslavado, secado lento de la tinta, (IDEMSAC, 2006).

- **Fundamento de una maquina offset litográfica.**

Está constituido por un conjunto de rodillos humedecedores, entintadores, cilindros impresores, sistema de alimentación producción de márgenes y transporte de hoja, dotado de recursos y dispositivos mecánicos, electromecánicos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos, que juntos posibilitan la impresión litográfica off set. Los tipos más utilizados en la litografía son mono y bicolor; los principales fabricantes son crabtree (Inglaterra) y maillander (Alemania).

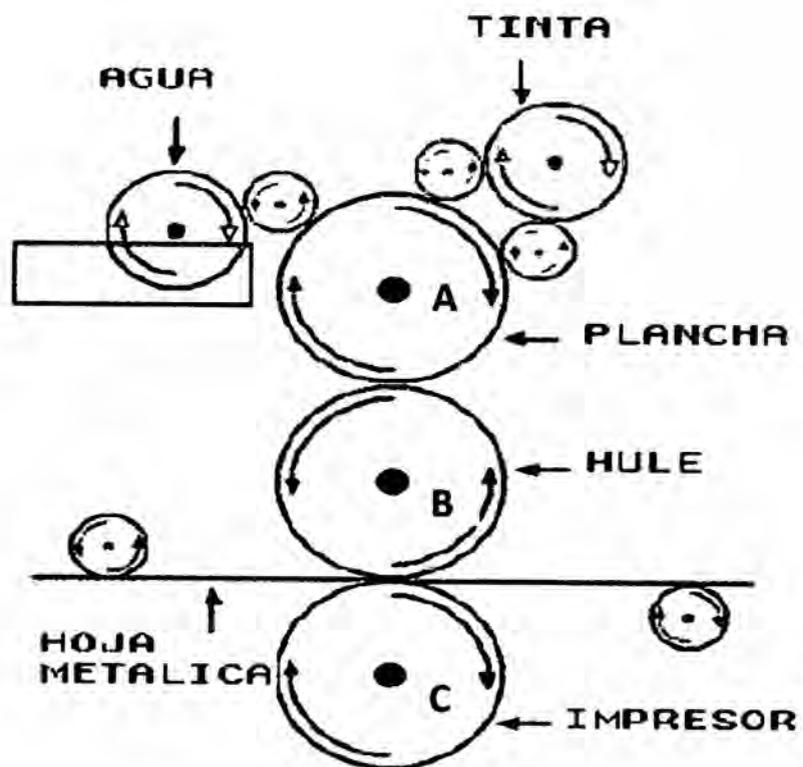
La maquina está compuesto por 3 cilindros engranados que giran sincronizadamente, como se indica en la figura 2.3. El cilindro A, también llamado porta placa, fija la placa impresora conteniendo el dibujo gravado para la impresión. Durante el movimiento de la rotación del cilindro, la placa entra en contacto con los cilindros humedecedores del sistema mojado E, que transfieren para la placa la solución humedecedora la cual queda

retenida en la áreas que no tienen imagen (que no están gravadas, impidiendo que la tinta penetre en estos lugares. En el movimiento siguiente del cilindro la placa recibe la carga de tinta uniformemente distribuida por los rodillos del sistema de entintado D, en este momento debido al fenómeno natural de la repelencia entre el agua y la tinta, ocurre la aplicación selectiva de la tinta sobre la placa, apenas en los lugares gravados para la impresión. El cilindro B llamado también porta caucho, es revestido con una mantilla de goma y como entra en contacto con el cilindro porta placa, recibe la impresión de la placa y la transfiere para la superficie de la hojalata que pasa luego por debajo, presionado por el cilindro C, también llamado cilindro contra presión. De esta forma, el diseño originalmente gravado en la placa es impreso en la hojalata.

La impresora cuenta con dispositivos que permiten el control de la calidad de la tinta y solución humectadora que es transferida para la placa.

FIGURA 2.6.

PRINCIPIO DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINAS OFFSET  
LITOGRAFADORAS



Fuente: Luis Ancajabón, 2010

## **b. Maquinas barnizadoras**

Esta máquina se encarga de untar una capa de barniz sobre la superficie de las láminas de hojalata ya litografiadas por medio de un par de cilindros, uno de metal y otro de caucho, esto con el fin de proveerlas de una capa protectora contra ralladuras sobre la pintura o imagen de litografía y darles una mejor apariencia, además de no sufrir ningún tipo de daño en el proceso de cortado y ensamblado del envase, en IDEMSAC se cuenta con una línea de barnizado para tapas twist off, la cual cuenta con tres quemadores a lo largo de su trayectoria, su principio de aplicación de recubrimiento es a través de los rodillos anilox, los cuales se encargan de una aplicación uniforme de recubrimiento a lo largo de la lamina.

- **Principio y fundamento de una maquina barnizadora**

Es un equipo mecánico constituido por un conjunto de rodillos aplicadores de acero, sistema de alimentación de laminas, ajuste de márgenes y transportadores de laminas que van a ser decoradas.

Los 4 rodillos de acero inoxidable que constituyen la barnizadora están engranados y giran sincronizadamente durante la operación del equipo. Como es muestra en el esquema de la figura 2.4.

El rodillo A tiene como función transportar y ajustar la presión de aplicación de las láminas de acero que van a ser decoradas.

El rodillo B está recubierto con hule generalmente neopreno y debe tener una dureza de 50-55 shore A (unidad que expresa la dureza de un material a base poliuretano), su función es transferir el recubrimiento líquido hacia la lámina que va a ser aplicada.

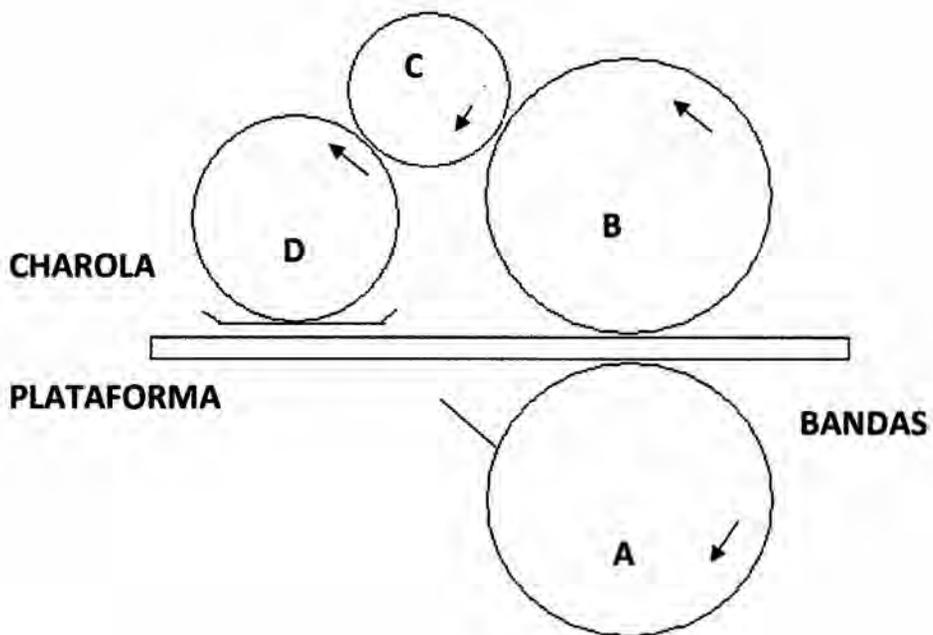
El rodillo C anilox, se encarga de transferir el recubrimiento líquido previamente colectado del rodillo D hacia el rodillo B.

El rodillo D se encarga de transferir el recubrimiento líquido del alimentador o de la charola 1 hacia el rodillo C.

El peso de película aplicado por el rodillo de hule B es regulado por unas perillas que permiten la abertura entre los rodillos B y C basados en la especificación que recomienda el fabricante de los recubrimientos.

FIGURA 2.7

PRINCIPIO DE BARNIZADO DE UNA LÁMINA.



Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2009

- **Parámetros que intervienen en la calidad de barnizado**

- ✓ Numero de rodillos de transferencia.
- ✓ Diámetro de rodillo de velocidad.
- ✓ Tipo de hule (goma).
- ✓ Dureza del hule.
- ✓ Cuchilla de limpieza.

- **Procesos litográficos aplicados a can coatings**

Todos los recubrimientos utilizados para la fabricación de tapas twist off, caen dentro de la clasificación de recubrimientos termofijos o horneables.

Los recubrimientos termo fijos tienen ciclos de horneado que permiten a través de la temperatura generar una energía de activación que favorece la reacción química de entrecruzamiento entre las resinas del curado y la resina principal.

Logrando con esto el mejor desempeño del recubrimiento en cuanto a sus características mecánicas como son:

- Excelente adherencia a los substratos metálicos.

- Buena resistencia química.
- Buena resistencia al rayado.
- Buena resistencia al troquelado profundo.
- Buena flexibilidad.
- Excelente resistencia al alto proceso y/o pasteurización.

Este tipo de recubrimientos deben ser aplicados bajo ciertas condiciones de peso de película seca y de temperatura de horneado recomendados por su fabricante.

### **c. Prensado de lámina y formación de rizo.**

Luego del litografiado de la hojalata twist off, el material es trasladado al almacén de productos litografiados almacenado a condiciones ambientales, estibados en parihuelas. Identificados y clasificados de acuerdo al producto terminado con la aprobación de control de calidad.

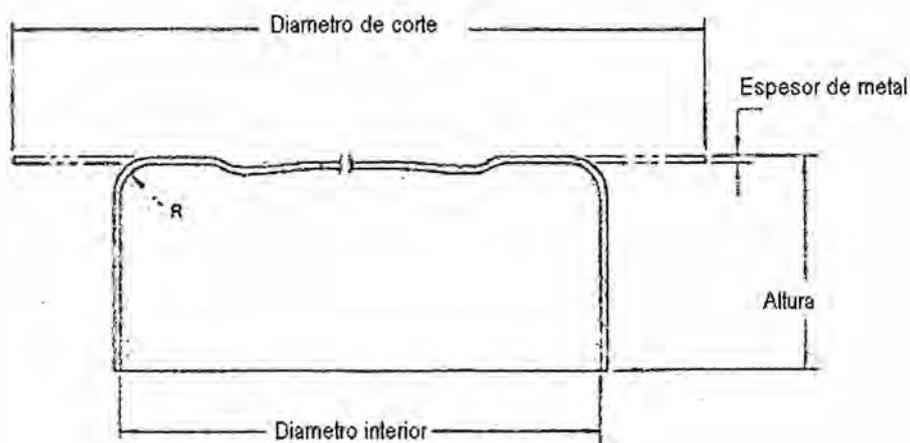
El material ingresado al área de twist off es revisado por personal de control de calidad el cual verifica su estado en la recepción.

Luego pasa por el proceso de cizallado, y corte en tarjetas de acuerdo al formato de tapa twist off.

La operación de configurar una tapa Twist-off, se inicia embutiendo una cápsula en la prensa con la forma general de la tapa, siendo la pared lateral de la misma lisa y vertical. En esta operación se perfila el panel central de la tapa, como se observa en la figura 2.8.

FIGURA 2.8

FORMA DE LA CAPSULA A LA SALIDA DE PRENSA



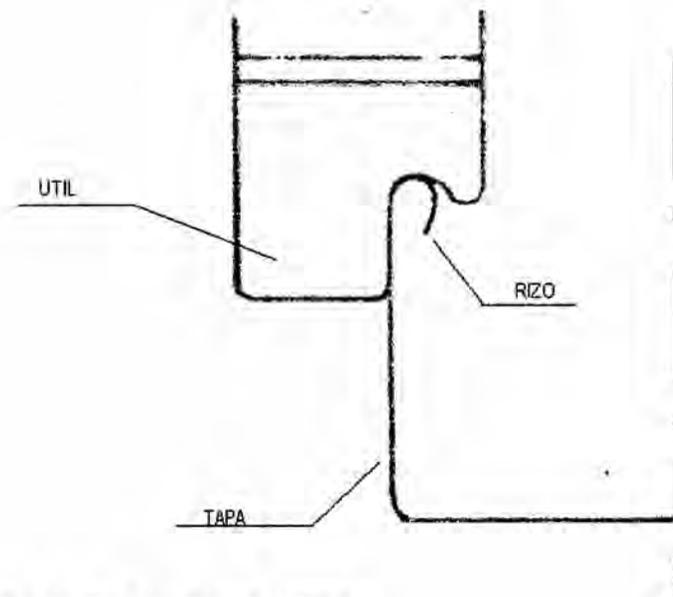
Fuente: Alejandro Valderas, 2012

A partir de ella se realiza el siguiente paso, que consiste en preparar el borde de la tapa, dotándolo de un rizo para darle consistencia, y unas uñas que permitan fijar la tapa sobre el frasco de cristal.

Esta operación se efectúa en dos pasos. En el primero de ellos se inicia la formación del rizo hacia dentro. Ello se consigue por medio de una maquina especial, el órgano básico de trabajo de la misma es un cabezal formador con rulinas, montadas sobre ejes con giro libre que actúan sobre el borde de la capsula obtenida en prensa. Haciendo girar la tapa, dicho borde se enrolla hacia adentro tal y como se muestra en la figura 2.9.

FIGURA 2.9

FORMACIÓN DEL RIZO

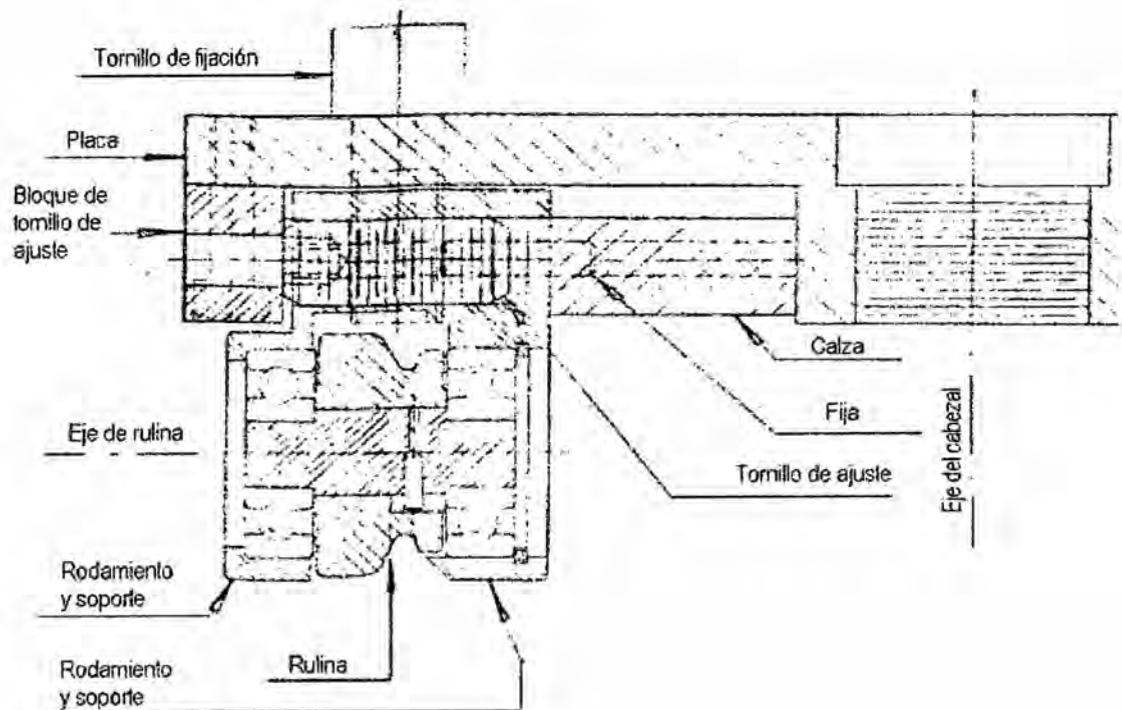


Fuente: Alejandro Valderas, 2012

El ancho del rizo formado es aproximadamente de un milímetro. El cabezal rizador en general dispone de tres rulas rizadoras montadas a 120°, acopladas por medio de una pareja de rodamientos con sus soportes, sobre una placa base. El conjunto de la rula puede ajustarse radialmente por medio de un tornillo, en la figura 2.10 se presenta parcialmente una sección vertical de este cabezal.

FIGURA 2.10

SECCIÓN VERTICAL PARCIAL DE UN CABEZAL DE RIZADO

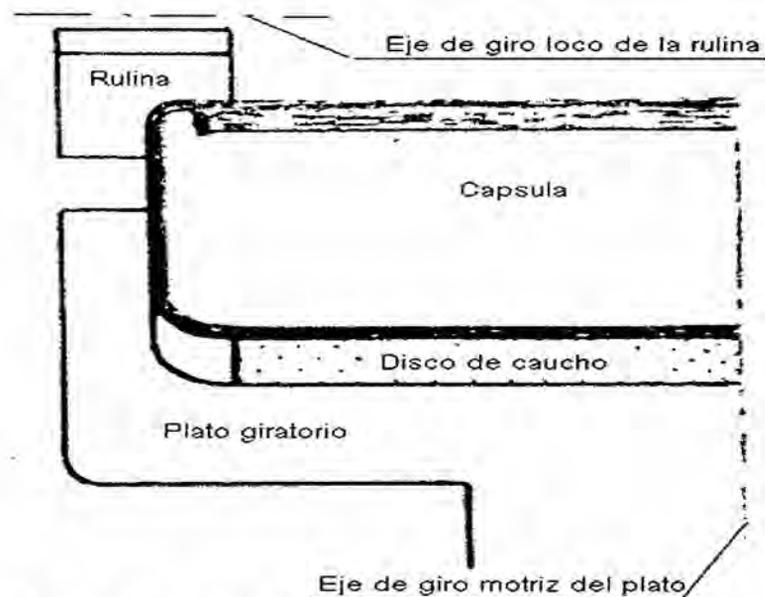


Fuente: Alejandro Valderas, 2012

La secuencia es como sigue: la cápsula obtenida en la prensa entra en un plato inferior, ubicado debajo del cabezal porta-rulinas, por medio de un mecanismo en estrella. Al subir el plato, a la vez que gira portando la capsula, el borde de la misma toca la curva de entrada de la garganta de las rulinas. Según va subiendo el plato se va generando el rizo, como se observa en la figura 2.11, la capsula debe ajustar en el plato. Esto se consigue haciendo el diámetro interior del plato 0,05 mm inferior al diámetro exterior de la capsula. Para que la misma no patine en el plato, se coloca en el fondo del mismo un disco de caucho que incrementa la fricción.

FIGURA 2.11

### GENERACIÓN DE RIZO

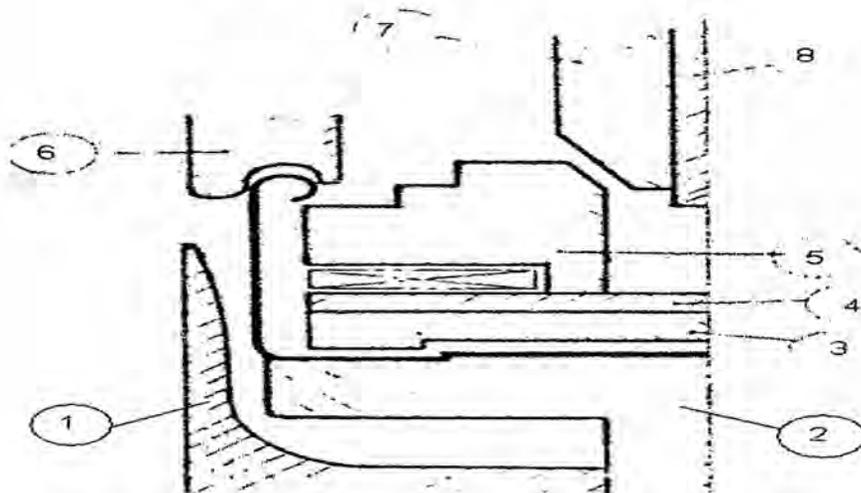


Fuente: Alejandro Valderas, 2012

En el siguiente paso, que puede estar situado en la misma máquina o en otra distinta, otro cabezal especial termina la operación, en la figura 2.12, se observa que la capsula se centra sobre un plato, por medio de una pieza externa en forma de campana (1) La parte central de este plato, sobre la que va depositada la capsula, tiene movimiento vertical (Pieza 2). En su ascenso introduce la tapa con el rizo inicial en un cabezal percutiéndola contra un anillo que presenta una acanaladura (Pieza 6), que completa su formación que se detalla en la figura 2.13.

FIGURA 2.12

POSICIÓN INICIAL DEL CABEZAL DE TERMINACIÓN DEL RIZO Y FORMACIÓN DE UÑAS, PRESENTA UNA SECCIÓN PARCIAL DE UNA TAPA CON SU RIZO TERMINADO



Fuente: Alejandro Valderas, 2012

FIGURA 2.13

FORMA FINAL DE RIZO

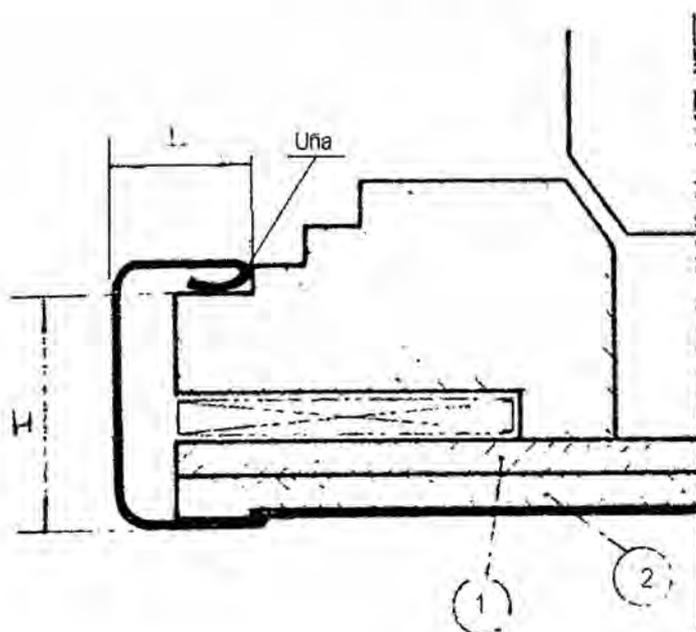


Fuente: Alejandro Valderas, 2012

Al subir la tapa eleva las piezas 3, 4 y 5 del cabezal. En el mismo, un cono central (pieza nº 7) actúa sobre unos dedos, (piezas nº 5) tantos como uñas queramos que tenga la tapa, expandiendo los mismos hacia fuera en sentido radial. Al terminar de subir el plato, estos dedos aplastaran el rizo formando las uñas (figura 2.14). Previamente a que plato inicie su descenso los dedos se contraen por medio de muelles, permitiendo la salida de la tapa.

FIGURA 2.14

POSICIÓN FINAL DEL CABEZAL DE TERMINACIÓN DEL RIZO Y  
FORMACIÓN DE UÑAS



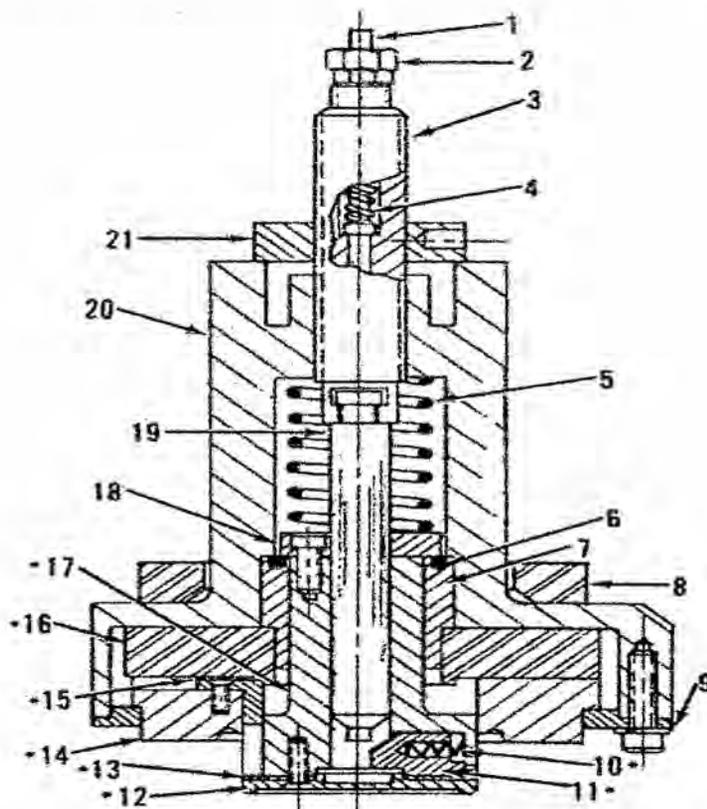
Fuente: Alejandro Valderas, 2012

Las medidas fundamentales para que las uñas cumplan su función de acoplarse al acabado de boca del frasco de vidrio, son H (altura hasta el panel central de la tapa) y L (ancho o longitud de uña). Si queremos aumentar la altura H, debe colocarse una fina calza entre las piezas 1 y 2.

En función de la velocidad deseada de producción, se pueden montar uno o varios conjuntos rizadores y alimentar las capsulas por estrellas o de manera lineal. En la figura 2.15 se presenta una sección completa de la parte superior de un cabezal de terminación de rizo y formación de uñas. El detalle de las piezas se observa en la tabla 2.10.

FIGURA 2.15

CABEZAL DE FINALIZACIÓN DE RIZADO Y FORMACIÓN DE UÑAS



Fuente: Alejandro Valderas, 2012

Las piezas marcadas (\*) cambian con el tamaño de la capsula.

TABLA 2.10

PIEZAS QUE CONFORMAN EL CABEZAL

1	Varilla de seguridad	12	Placa de centrado
2	Tapón retenedor del muelle	13	Espaciador
3	Retenedor de la barra expansora	14	Aro finalizador de rizo
4	Muelle de compresión	15	Pieza guía
5	Muelle de compresión	16	Apoyo del cojinete
6	Junta	17	Cuerpo central
7	Cojinete	18	Retenedor del muelle
8	Espaciador	19	Barra expansora
9	Anillo de control	20	Soporte
10	Muelle de compresión	21	Tuerca de ajuste
11	Dedo formador de uñas		

Fuente: Alejandro Valderas, 2012

El paso siguiente en la fabricación es aplicar el compuesto en el interior de la tapa y hornearlo a una temperatura de 235°C por 55 s, asegurando la adherencia del plastisol.

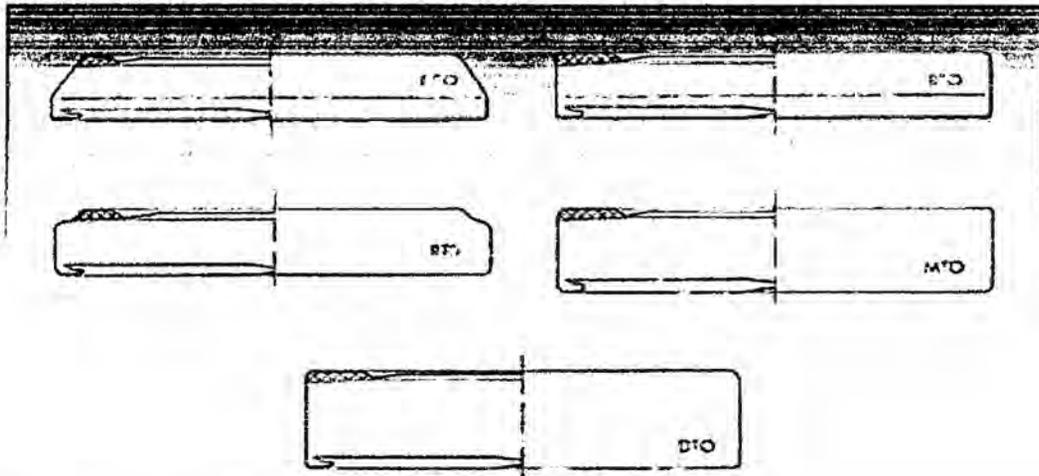
**d. Tipos y tamaños de tapas twist off.**

Hay una gran variedad de tipos de capsulas metálicas. Entre otras podemos mencionar:

- **RTO.- “Regular Twist Off”.** Tapa de varias uñas que se abre girando un cuarto de vuelta como máximo. Ver figura 2.16.
- **RTS.- “Regular Twist Stepped”.** Análoga a la RTO, pero con un escalón periférico superior, es decir en el hombro. Ver figura 2.16.
- **DTO “Deep Twist Open”.** Con falda alta. Ver figura 2.16.
- **PT “Press & Twist”.** Términos que significan “presionar” sin girar para aplicar la tapa al envase, y “girar” (twist off) para abrir el envasado. Ver figura 2.17.
- **PT Plus.** Es la misma tapa PT, a la que se le añade un anillo plástico de seguridad o inviolabilidad (evidencia de apertura) Ver figura 2.17.

FIGURA 2.16

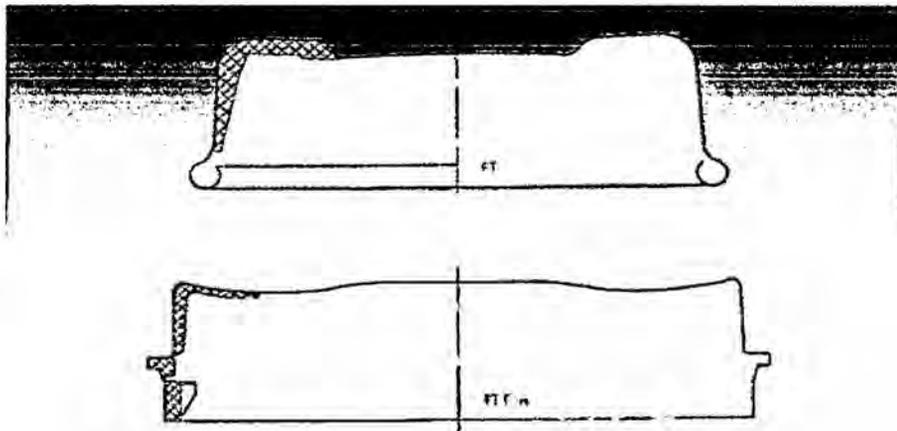
TIPOS DE TAMAÑOS Y FORMAS DE TAPAS TWIST OFF.



Fuente: Alejandro Valderas, 2012

FIGURA 2.17

DESIGNACIÓN DE ACUERDO A LA FORMA DEL BOTÓN.



Fuente: Alejandro Valderas, 2012

Las tapas se designan por el valor de su diámetro añadiéndole después las letras que definen su tipo. Este diámetro se refleja en milímetros, se emplean diversidad de diámetros siendo los más frecuentes: 27 - 30 - 38 - 43 - 48 - 51 - 53 - 58 - 63 - 66 -77 - 82 - 89. Algunos de ellos solo se usan para un determinado tipo de tapas, como es el caso del 51 PT, para alimentos infantiles.

**e. Denominación de los cierres en las tapas twist off.**

- **Botón de Seguridad**

Porción circular elevada en el centro de la tapa como prestación de evidencia de manipulación (indicador de vacío visual y sonoro).

- **Profundo**

Tapa de embutición profunda con una altura total hasta de 15 mm. Aproximadamente.

- **Estriado**

Faldón de la tapa estriado para un mejor agarre.

- **Medio**

Tapa de embutición media hasta una altura total de 13 mm aproximadamente.

- **Normal**

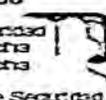
Tapa estándar con una altura total hasta de 10 mm aproximadamente.

- Escalón

Tapa con una aleta en el panel.

FIGURA 2.18

DENOMINACIÓN DE LOS CIERRES EN LAS TAPAS TWIST OFF, USOS APROPIADOS PARA CADA TIPO DE PROCESO DE ACUERDO AL DISEÑO

Detalle de los Cierres	
<p>➤ <b>Normal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RRP Regular Twist-Off® con panel hendido</li> <li>- RTD Regular Twist-Off®</li> <li>- RTS Regular Twist-Off® con Botón de Seguridad</li> <li>- RBR Regular Twist-Off® con Botón de Seguridad y aleta de fijación de la tapa reducida</li> <li>- RUP Regular Twist-Off® con Panel</li> <li>- RUB Regular Twist-Off® con Botón de Seguridad especial</li> </ul> 	<p>Los cierres Twist-Off® y PT son apropiados para los siguientes métodos de procesamiento (dependiendo del tipo de tapa):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cierre manual en seco: Cierre sin vapor sin tratamiento posterior</li> <li>➤ Cierre automático en seco: (Precautamiento opcional de la tapa con aire caliente, cierre con o sin vapor, sin tratamiento posterior)</li> <li>➤ Llenado en frío, T &lt; 70 °C Cierre con vapor, sin tratamiento posterior</li> <li>➤ Llenado en caliente, T &gt; 70 °C Cierre con vapor, sin tratamiento posterior, nuevo enjuague</li> <li>➤ Llenado en frío o en caliente Cierre con vapor, baño de agua / irrigación / vapor / pasteurización en autoclave, T &lt; 100 °C, sin presión de limitación</li> <li>➤ Llenado en frío o en caliente Cierre con vapor, pasteurización en autoclave hasta T &lt; 105 °C, con presión de limitación</li> <li>➤ Llenado en frío o en caliente Cierre con vapor, pasteurización en autoclave hasta 121 °C, con presión de limitación</li> <li>➤ Llenado en frío o en caliente Cierre con vapor, esterilización en autoclave con agitación hasta 121 °C, con presión de limitación</li> <li>➤ Cierre de recipientes llenados asepticamente.</li> </ul>
<p>➤ <b>Escalón</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RTS Regular Twist-Off® con Escalón</li> <li>- RSB Regular Twist-Off® con Escalón y Botón de Seguridad</li> </ul> 	
<p>➤ <b>En ángulo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RTA Regular Twist-Off® en Ángulo</li> <li>- RAB Regular Twist-Off® en Ángulo y Botón de Seguridad</li> </ul> 	
<p>➤ <b>Estrizado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FSE Twist-Off® Normal Estrizado con Aleta y Botón de Seguridad</li> <li>- FAE Twist-Off® Normal Estrizado con Botón de Seguridad</li> </ul> 	
<p>➤ <b>Medio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MTO Medio Twist-Off®</li> <li>- MTB Medio Twist-Off® y Botón de Seguridad</li> </ul> 	
<p>➤ <b>Profundo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DTP Deep Twist-Off® con panel hendido</li> <li>- DTD Twist-Off® Profundo</li> <li>- DTR Twist-Off® Profundo con Botón de Seguridad</li> <li>- DWO Twist-Off® Profundo de Boca Ancha</li> <li>- DWB Twist-Off® Profundo de Boca Ancha con Botón de Seguridad</li> <li>- TNB Twist-Off® Extra Profundo con Botón de Seguridad</li> </ul> 	
<p>➤ <b>PT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PT Press-On Twist-Off®</li> </ul> 	

Fuente: SILGA WHITE CUP EUROPE / ASIA, 2009

**f. Recomendaciones para evitar la oxidación filiforme en tapas twist off.**

- Las tapas deben almacenarse en un lugar seco.
- Deben sacarse de la caja de embalaje y colocarse en un recipiente solamente la cantidad de tapas que van hacer usadas en momento o en el proceso diario. Esto es una buena práctica evita que el operario de línea de producción coja con las manos humedad las tapas y deje residuos de humedad en las tapas que no se usan.
- Deben usarse separadores que no generen fricción, no es recomendable el uso de mallas o redes de pescador ya que estas no están estandarizadas en el mercado; por lo tanto encontramos una variedad y calidad de ellas con diferentes características.
- Recomendamos usar separadores de neolite blanco y definir bien sus características para estandarizar el abastecimiento de estos.
- Las canastillas de las autoclaves no deben tener superficies fluidas o puntiagudas que puedan rayar las tapas.
- En el proceso de esterilizado, los frascos deben ser retirados de la autoclave a una temperatura promedio de 40°C, para ayudar a que las

partículas de agua que pudieran estar atrapadas en las garras o uñas se evapore.

- Retirados los envases de la autoclave, estos deben ser colocados en una faja transportadora de forma vertical u horizontal y aplicárseles aire caliente (entre 32°C a 36°C) dirigido hacia las garras o uñas de la tapa de la tapa para secar los residuos de agua que hubieran.
- De ser necesario, después del proceso anterior frotar las tapas ligeramente con un trapo de algodón para borrar algunas impurezas o manchas propias del proceso.
- Para verificar que se hizo un buen secado de los envases, tomar algunas muestras de envases, sujetar con la mano derecha un envase y golpear la tapa ligeramente contra la mano izquierda, no debe salpicar ninguna gota de agua (para realizar esta prueba el operario debe estar con las manos secas).

Actualmente existe tecnología en equipos especializados en secado de tapas twist off, en línea de producción.

#### **g. Posibles agentes tóxicos en tapas twist off.**

- **BPA (bisfenol - A).**

El Bisfenol A (*2,2-bis (4-hidroxifenil) propano*) fue sintetizado por primera vez en 1831 por el químico ruso Aleksandr Dianin. Se obtiene por condensación de dos moléculas de fenol con una de acetona en presencia de ácido clorhídrico (HCl), empleando cloruro de cinc (Reactivo de Lucas) como catalizador. En general, BPA se caracteriza por ser una sustancia sólida de color blanco, con olor medicinal. Antiguamente, fue utilizado como "estrógeno artificial" capaz de producir un rápido crecimiento del ganado y de las aves de corral. En mujeres, se empleó como tratamiento hormonal para favorecer la liberación de prolactina. En odontología, el BPA es utilizado en los selladores dentales a base de resina y adhesivos. Sin embargo, en la actualidad, el BPA es el monómero más común empleado como materia prima para la producción de diversos tipos plásticos, principalmente resinas epoxi y plásticos de policarbonato, estas resinas se utilizan como componente base para la elaboración de recubrimientos para envases de metal, tapas metálicas de botellas, potitos de bebé, etc. Los plásticos de policarbonato, por su alta resistencia al impacto, dureza y resistencia, son utilizados en envases de alimentos y bebidas. La migración de BPA y otras sustancias tóxicas a los alimentos puede ocurrir durante las fases de elaboración y conservación de los alimentos la cual está influenciada por una

serie de factores tales como la temperatura aplicada durante el proceso de fabricación de la conserva y el tiempo de almacenamiento, produciéndose una acumulación del compuesto en los alimentos enlatados, el deterioro de los envases, los tiempos de calentamiento (esterilización) en soluciones alcalinas o agua caliente y los procesos de lavado. En general, la cantidad de BPA liberado desde los envases aumenta con los alimentos y bebidas ácidas, la degradación del polímero, el calor y los sucesivos lavados que puede sufrir el alimento.

En la actualidad, el grupo de población que mayoritariamente se encuentra expuesto al BPA son los lactantes alimentados con biberones debido al riesgo que puede ocasionar el BPA al desprenderse de los biberones cuando éstos son calentados.

A pesar de que la normativa europea ha sustancias de partida autorizadas para la fabricación de diversos materiales y objetos de plástico en contacto con los alimentos, se establece un límite de migración de este compuesto en alimentos y bebidas de 0,6 mg/kg. La cantidad de BPA que puede estar presente en los diferentes alimentos es variable.

Tras numerosas investigaciones realizadas, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) estableció una ingesta diaria tolerable (IDT) para el BPA de 0,05 mg/kg de peso corporal/día lo que supone 3 mg/día para

una persona de 60 kg de peso. Aunque los datos de exposición al BPA indican que los lactantes entre 3 y 6 meses están por debajo de los niveles de seguridad establecidos, este grupo de población no es capaz de eliminar el BPA de su organismo. Por ello, con objeto de reducir tal exposición, se establece como medida cautelar la prohibición de la comercialización y la importación de biberones de policarbonato para lactantes que contengan BPA (GARA LUIS, 2011).

✓ **Metabolismo de la toxicidad del BPA y mecanismo de acción.**

El BPA es absorbido principalmente por vía oral, a través de la dieta. Se ha demostrado que el BPA presente en el medioambiente es absorbido por las vías inhaladora dérmica.

Tras la ingesta de alimentos y bebidas, este compuesto es absorbido rápidamente metabolizándose principalmente a la forma hidrosoluble BPA-glucurónido (BPAG) en las paredes del intestino, ingresando además al torrente sanguíneo y en el hígado por la enzima uridina difosfato glucucosiltransferasa (UGT), se debe tener en cuenta la resistencia a la insulina de este monómero lleva a la proliferación de diabetes tipo 2. En menor concentración, el BPA es transformado a BPA-sulfato. La vía de eliminación de los metabolitos difiere en los seres vivos. En los humanos,

aproximadamente un 80% es excretado a través de la orina con un tiempo medio de eliminación inferior a 6 horas. En los roedores y primates, el BPAG es eliminado a través del hígado, llegando al tracto gastrointestinal. Posteriormente, es liberado en forma de BPA reabsorbiéndose nuevamente en el torrente sanguíneo. Como consecuencia de esta recirculación entero hepática el tiempo medio de eliminación en los animales de experimentación es mayor (20-80 h) comparado al de los humanos. Existe otra vía de detoxificación para este monómero la cual implica la oxidación por hidroxilación a un catecol seguida de la transformación de una o-quinona (GARA LUIS, 2011).

La toxicidad del BPA y sus posibles riesgos sobre la salud, se engloba dentro de los estrógenos artificiales o disruptores endocrinos que son capaces de interactuar con el sistema hormonal, mimetizando la acción de los estrógenos naturales. Se han desarrollado numerosas investigaciones en animales de experimentación, principalmente roedores y primates, sujetos a determinadas dosis de exposición de BPA, identificándose diversos efectos tóxicos (8). Estas investigaciones nos sirven como antecedentes o pruebas para demostrarlos efectos nocivos en seres humanos y esto con el fin de establecer una relación entre las concentraciones de BPA (en orina o en sangre) y una gran variedad de factores relacionados con el estado de salud de la población (JUAN MOLLO, 2012).

✓ **Efectos tóxicos del BPA**

Entre los efectos tóxicos mas resaltantes se tiene:

- Diabetes y obesidad.
- Pubertad temprana.
- Cáncer de mama.

✓ **Medidas preventivas para evitar la migración del BPA.**

En general, los envases para uso alimentario deben ser lo suficientemente inertes para no ceder componentes a los alimentos capaces de causar un riesgo para la salud humana. Entre las medidas preventivas que se deben aplicar con el fin de evitar la exposición del BPA en los alimentos cabe destacar:

- No utilizar envases fabricados con plásticos policarbonatos.
- Limitar el uso de envases enlatados. En caso de no ser posible, evitar calentarlos en el microondas, almacenar comidas ó líquidos calientes en dichos envases, lavarlos con agua caliente, etc.
- Evitar plásticos deteriorados, rayados u opacos.

La empresa IDEMSAC, donde se viene laborando, a tomado la como medida preventiva a solicitud de los clientes adquirir los recubrimientos BPA-NI o BPA-FREE los cuales no presentan el compuesto BPA en la composición de su resina, al ser la resina libre de BPA el recubrimiento pierde flexibilidad y resistencia, esta propiedad afecta en cierta forma la calidad de la tapa twist off.

## **2.6.2. Ingeniería de proceso en la elaboración de los envases de vidrio.**

### **a. Preparación de las mezclas.**

Como cita (COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 1999). La preparación de las mezclas en la elaboración del vidrio, se puede dividir en cuatro partes:

- Almacenamiento: consiste en ubicar las distintas materias primas en diferentes áreas de almacenamiento en donde permanecerán hasta su utilización.
- Pesaje: siguiendo la formulación previamente establecida se pesa cada uno de los componentes mediante mecanismos automáticos y en las proporciones determinadas.

- Mezclado: luego de ser pesadas cada una de las materias primas, son enviadas a las mezcladoras en donde, por un tiempo previamente establecido y con una adición específica de agua, los componentes son mezclados totalmente
- Transporte: finalmente la mezcla es enviada por medio de elevadores y transportadores hasta los lugares donde queda finalmente lista para ser cargada al horno.

#### **b. Fusión de la mezcla y refinado de vidrio.**

El horno es el lugar donde se lleva a cabo la fusión de las materias primas. Consiste en un recipiente rectangular construido con materiales refractores resistentes al desgaste producido por el vidrio líquido y las llamas. El horno utiliza como combustible el crudo para producir calor, por medio de dos quemadores, los cuales funcionan alternadamente veinte veces cada uno. Por uno de sus extremos se carga la mezcla, mientras que por el otro se extrae el vidrio fundido. Posteriormente hay una entrada de aire de 100°C, con el fin de enfriar el vidrio que se encuentra dentro del horno. Los gases producidos por el horno son expulsados por los regeneradores 1300°C.

El primer proceso que se identifica claramente en el horno es el de fisión; aquí todas las materias primas no son propiamente fundidas, sino que al

suministrarles calor primero se descomponen y después reaccionan: así pues los componentes que poseen menor punto de fusión para la sílice es mayor de 1600°C y para el casco entre 1050 a 1100 °C, a medida que va aumentando la temperatura estos últimos también se funden y desaparecen como materiales cristalinos como se observa en la figura 2.19. A continuación se realiza el proceso de refinación, el cual se eliminan las semillas, este proceso empieza casi simultáneamente con el proceso de fusión y continua hasta que la mezcla de materias primas este completamente líquida.

Luego el vidrio fundido pasa a un segundo tanque o bahía, llamado tanque de refinación, donde se intenta igualar la temperatura del vidrio en toda su extensión, para posteriormente repartirlo a las maquinas formadoras por medio de los canales o en su defecto, si el proceso de formado es manual, tomarlo por bocas en los costados de las bahías.

FIGURA 2.19.

FUSIÓN DEL VIDRIO



Fuente: Luis Torres, 2010

**c. Acondicionamiento del vidrio.**

El canal es el encargado de enviar el vidrio desde el horno hasta el lugar donde están las máquinas formadoras de envases. Durante este trayecto se disminuye la temperatura del vidrio gradualmente (con lo cual aumenta su viscosidad), de tal manera que al final del canal se obtenga el vidrio en un estado en el que se puede modelar, correspondiendo a una cierta temperatura para fabricar una botella determinada.

Se denomina acondicionar el vidrio al hecho de controlar la temperatura en el flujo del vidrio que está dentro del canal desde refinación hasta el orificio refractario y que se forme la gota.

La homogeneidad de la mezcla del vidrio se mide revisando la temperaturas existentes desde el fondo hasta la superficie y de lado a lado a la entrada del tazón; estas temperaturas afectan directamente la distribución del vidrio en la botella, la forma de la gota y su cargue en la maquina, por esto una falla en esta parte del proceso puede resultar en la formación de botellas deformes, con una masa mal distribuida y por lo tanto más frágiles. Para obtener una temperatura uniforme en el vidrio se deben tener en cuenta el color del vidrio, la cantidad de vidrio que extrae cada máquina, la forma de la botella, la cantidad de aire disponible para enfriar el equipo de moldura de la maquina y la velocidad de fabricación de la maquina (LUIS TORRES, 2010).

#### **d. Formación del envase**

- **Proceso sople - sople**

Se usa para fabricación de envases de boca angosta, de la forma siguiente:

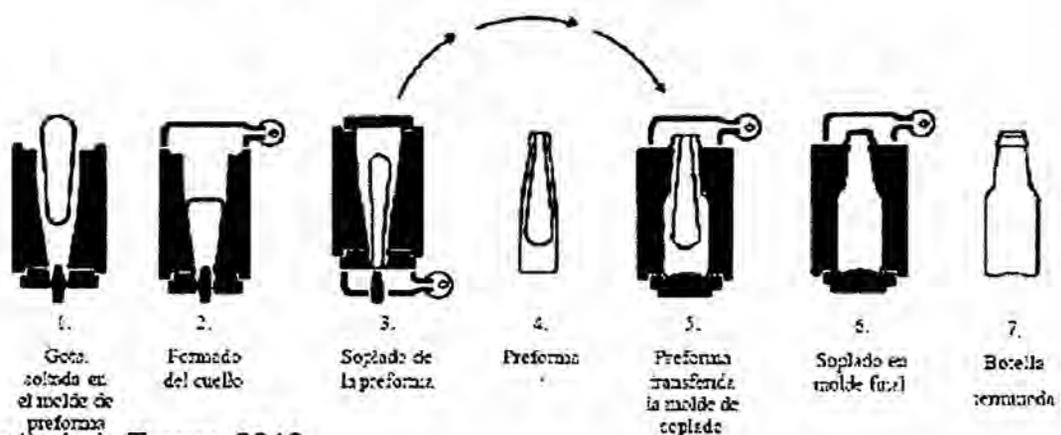
- ✓ La vela se deposita en el pre-molde para formar la corona.

- ✓ Se empuja el vidrio, forzándolo a llenar el pre-molde con presión de vacío y así formar la corona.
- ✓ Se alimenta la parte baja del pre-molde con aire a presión, para formar un hueco con la corona ya terminada. En este proceso, la vela pasa a llamarse parison o preforma.
- ✓ Se toma el parison del cuello y se coloca en el molde, formándose el cuerpo del envase, en este momento el vidrio aún muestra en color rojo. Se inyecta aire por la corona o boca, inflándolo hasta que el envase tome su forma final.

Se detalla el proceso en la figura 2.20.

FIGURA 2.20

PROCESO DE FORMACIÓN DEL ENVASE



Fuente: Luis Torres, 2010

- **Proceso prensa sopro**

Este proceso es usado para los envases de boca ancha, el cual consiste:

- ✓ La vela se deposita en el pre-molde o bombillo para formar la corona.
- ✓ Se inyecta aire a presión por la parte alta del pre-molde empujando el vidrio hacia cavidad que forma la corona
- ✓ Con un pistón que surge de la parte baja del pre-molde, se ocupa el espacio de la corona, a la vez que se forma el parison o preforma.
- ✓ Se coloca el parison en el molde final donde se inyecta aire por la base o corona inflando el parison y dando forma y cuerpo al envase.

Posterior al moldeo, el envase es guiado hacia una banda metálica, la cual, es deseable que esté caliente para evitar fracturas en los envases por el choque térmico. A través de ella se inyecta aire para seguir enfriando el envase, debe estar libre de grasa, ya que esta provoca choques térmicos. El fuego que se le aplica es en algunos casos rico en combustible para que impregne con humo o carbón la superficie de la banda en contacto con el fondo del envase, lo que evita fracturas por el choque térmico. De allí se llevan a un horno para recocerlos; la cara interna deberá enfriarse a la misma velocidad que la cara exterior, para evitar tensiones moleculares que rompieran el envase.

Los envases de vidrio pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Envases de primera elaboración:**

- ✓ Botellas o garrafas.
- ✓ Envases de boca angosta, y capacidad de entre 100 a 150 ml.
- ✓ Botellones de 1,5 a 20 lt. o más.
- ✓ Frascos.
- ✓ De pocos ml a 100 ml, pueden ser de boca angosta o boca ancha.
- ✓ Tarros: capacidad hasta un litro o más, tienen el diámetro de la boca igual al del cuerpo si la altura es menor que el diámetro se llaman potes.
- ✓ Vasos.
- ✓ Recipientes de forma cónica truncada o invertida.

- **Envases de segunda elaboración.**

- ✓ Ampollas de 1 a 50 ml para uso humano y hasta 200 ml para uso veterinario, la punta se sella por calor.

- ✓ Frascos y frascos-ampollas.

#### **e. Recocido del envase.**

Cuando se forma la botella de vidrio se enfría muy rápido, creándose una gran cantidad de esfuerzos internos que debilitan la botella. El recocido es la encargada de aliviar esas tensiones.

Se calienta de nuevo la botella ya formada a una temperatura de unos 550°C, durante unos diez minutos, disminuyendo luego lenta y controladamente la temperatura, teniendo como base una curva de temperatura que garantiza alivio de tensiones y el surgimiento de nuevos esfuerzos en la botella (Luis Torres, 2010).

#### **f. Lubricantes o tratamientos para superficies de vidrio.**

En los envases de vidrio, los tratamientos para superficies o lubricantes, sirven con el propósito beneficioso de facilitar el flujo uniforme de envases a través de los sistemas transportadores. Estos protegen la superficie externa del envase contra la abrasión durante la elaboración y distribución. Se utilizan muchos tratamientos distintos, se tiene que discutir a cabalidad el uso o cambio en el tratamiento de algunas superficies con los proveedores de los

envases de vidrio y tapas, para prevenir problemas potenciales. Por ejemplo, un tratamiento excesivo de una superficie puede afectar el desempeño de la tapa o la colocación de la etiqueta.

### **2.6.3. Aspectos generales de un envase de vidrio**

#### **a. Partes básicas del envase de vidrio.**

Las tres partes básicas de envase de vidrio son: el acabado, el cuerpo y fondo. Estas esta formadas por lastres parte que componen los moldes de un envase de vidrio en los cuales estos son hechos (IDEMSAC, 2009), se detalla las partes básicas del envase de vidrio en la figura 2.21.

- **Acabado**

El acabado es la parte del frasco que sujeta la tapa o cierre, o sea el vidrio que rodea la abertura del envase. En el proceso de manufactura el acabado es hecho en el anillo del cuello o en el anillo de acabado. Lleva ese nombre ya que en la antigua fabricación manual del vidrio era la última parte del envase de vidrio que se fabricaba, de ahí el término acabado.

- **Cuerpo.**

El cuerpo del envase es la porción que se hace en el "molde del cuerpo". Es en la mayoría de los casos la parte más grande del envase y se encuentra entre el acabado y el fondo.

- **Fondo.**

El fondo del envase se hace en la parte de la "placa del fondo" del molde del envase de vidrio.

#### **b. Acabado del envase de vidrio**

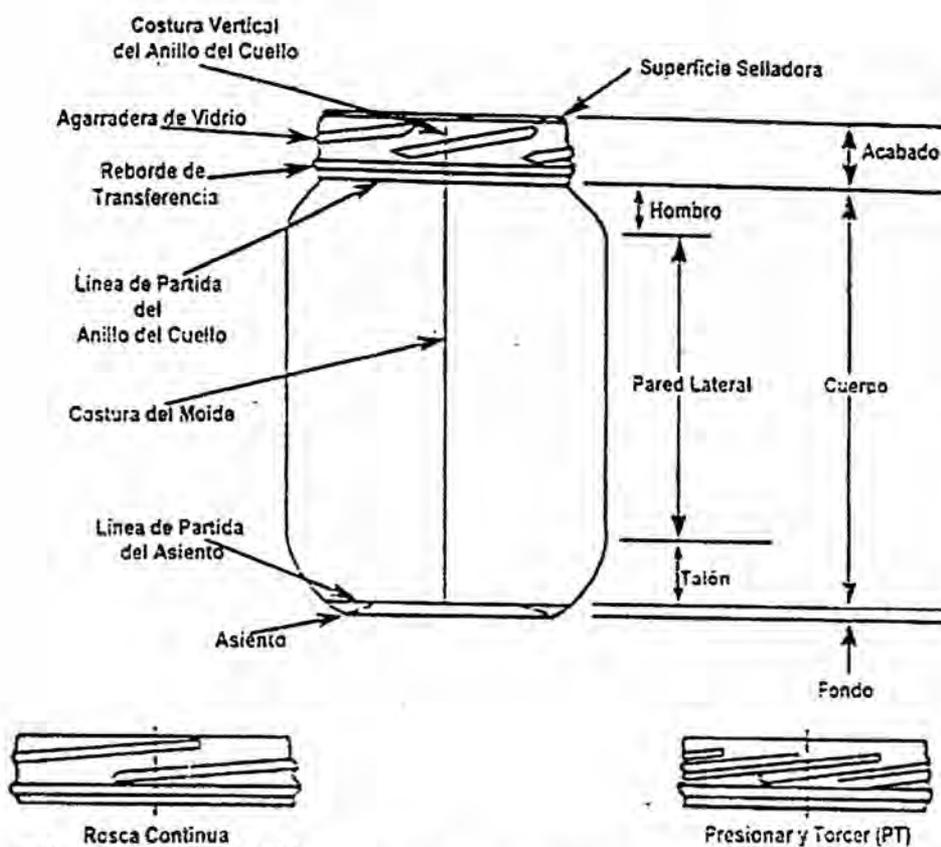
Existen varios acabados diferentes para cerrar los envases de vidrio. La figura 2.21 solo muestra 3 tipos generales, los que pueden cambiar para ser usados con tapas específicas.

Cada tipo de cierre para sellar envases de vidrio tiene un acabado o cavados de vidrio específicos para los cuales se ha diseñado un cierre que funcione. No se haría intento alguno de ponerle una tapa de agarradera a un frasco con un acabado lateral, pero hay varios tipos distintos de cierres con agarraderas y cada uno de ellos ha sido diseñado para funcionar a cabalidad con un acabado específico de vidrio.

Afortunadamente los acabados de vidrio están estandarizados. Para cada designación de acabado estándar se ha establecido un conjunto específico de dimensiones o especificaciones y tolerancias.

FIGURA 2.21

LAS PARTES BÁSICAS DE UN ENVASE DE VIDRIO



Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2009

### **c. Inspección del envase formado.**

Cuando los envases son conducidos por medio de bandas transportadoras hacia una zona de revisión compuesta por una gran cantidad de dispositivos automáticos dotados de sistemas capaces de detectar defectos provenientes de la formación de la botella; allí se retiran de la línea de producción todas aquellas botellas que tengan defectos de forma y/o dimensionales, grietas, arrugas, distribución irregular del vidrio en las paredes del envase y resistencia, entre otros, garantizando así que la producción que se enviara al cliente, sea de excelente calidad (LUIS TORRES, 2010). En IDEMSAC se realiza estudios de transferencia de calor con el fin de determinar la transferencia de calor en el envase de vidrio alimentario.

### **d. Factores que afectan la formación de vacío.**

Hay cuatro factores principales que afectan la formación de vacío.

- **El espacio de cabeza.**

Es un factor importante para sellar eficientemente particularmente en maquinas tapadoras de flujo de vapor. En la parte superior del envase, para los productos alimenticios de baja acidez, tiene que haber un vacío o espacio

de cabeza suficiente para permitir que una cantidad adecuada de vapor quede atrapado en el envase para formar un vacío y para acomodar la expansión del producto durante el proceso autoclave. La cantidad correcta del espacio de cabeza varía con los productos, procesos y diseño del empaque, pero un indicador práctico es que al menos del 6% del volumen del envase cuando se mide a la temperatura de tapado. Un espacio de cabeza inadecuado puede resultar un desplazamiento deformación del cierre durante el proceso en autoclave. Este espacio de cabeza del 6%, no es tan crítico con los productos acidificados como en el caso de los productos de llenado en caliente o pasteurizados. Sin embargo, aún tiene que existir un espacio de cabeza suficiente que permita la formación de vacío, un llenado limpio y algo de expansión del producto durante la pasteurización.

- **La temperatura del producto al sellar.**

Afecta el vacío final obtenido debido al efecto de la contracción del producto al enfriarse. Si los otros factores son constantes, mientras más alta sea la temperatura del producto al momento de sellar, mayor será el vacío del empaque final. La temperatura del producto también puede afectar el vacío final por su intersección con la cantidad de aire en el producto. Por lo

general, temperaturas de llenado altas dan como resultado menores cantidades de aire atrapado en el producto.

- **El aire en el producto.**

Como se menciono anteriormente, puede tener un efecto directo en el vacío final del empaque y debería mantenerse a un mínimo para lograr un buen sello, una buena calidad y una buena apariencia del producto. Mientras más aire quede atrapado en el producto, menor será el vacío.

- **La eficiencia del vacío de la tapadora.**

Se refiere a la habilidad de la tapadora para producir un vacío en los envases sellados. El examen rutinario más conveniente de la eficiencia de vacío de una tapadora de flujo de vapor es el "examen de vacío en agua fría", es sencillo y rápido. Las medidas se hacen con un manómetro de da vacío. El examen de vacío en agua fría tendrá que hacerse antes de empezar las operaciones de llenado reales, o después de periodos de descanso prolongado, al cambiar de un tamaño de envase a otro, después de un atascamiento serio, o siempre que haya un cambio significativo inexplicable en el nivel de vacío en las muestras regulares tomadas de las líneas. Este

examen puede servir el propósito doble de examinar la eficiencia del vacío de la tapadora y la colocación de las tapas con los mismos frascos.

**e. Método para comprobar el vacío en agua fría.**

Se llenan con agua fría una serie de frascos hasta el espacio de cabeza aproximado que va a mantenerse con el producto comercial a procesarse. Luego, estos se sellan en la tapadora después que se hayan calentado a la temperatura de operación y que se haya obtenido el nivel normal del vapor. Entonces se abren los frascos y se vuelven a pasar a través de la tapadora y se examina el vacío. La primera corrida por la tapadora sirve para des airear el agua y proveer una lectura más verídica del vacío. Entonces se mide el vacío obtenido en los frascos utilizando un manómetro de vacío estándar. En la mayoría de los casos, la lectura del vacío obtenida (manómetro cerrado) debe ser de 22 pulgadas a mas o la recomendada por el proveedor de la tapa.

El número de frascos usados para realizar el examen del vacío en agua fría debería ser como se indica a continuación:

Tapadora en línea recta: cuatro a seis envases.

Tapadora giratoria: un envase por cada cabeza tapadora.

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA LABORAL**

Durante el periodo que se viene laborando en la empresa IDEMSAC se me han asignado dos funciones en el área de procesos, las cuales se mencionan.

#### **3.1. Supervisor de aseguramiento de la calidad tapas twist off.**

En el puesto se cumple con las siguientes funciones:

- Inspeccionar los recubrimientos y elementos sellantes durante su recepción, registrar y reportar a las jefaturas.
- Emitir especificaciones técnicas de las tapas twist off, como también patrones de color. Estas deben estar presentes en cada producción realizada.
- Hacer un seguimiento continuo de los parámetros de aplicación tanto de los esmaltes y barnices, como en el conformado de la tapa twist off verificando en determinados periodos de tiempo la conformidad del proceso.

- Aprobación del producto terminado, emitir protocolo por lote de producción.

Realización de otras actividades asignadas por el jefe inmediato de acuerdo a mi competencia.

A continuación se detallan los controles realizados en la empresa IDEMSAC, en el puesto de supervisor de calidad de tapas twist off.

### **3.1.1. Control de calidad realizado en el proceso de elaboración de tapas twist off.**

En el proceso de elaboración de tapas twist off se separan dos controles básicos en el proceso de elaboración de tapa twist off.

#### **a. Controles en el proceso de litografiado de hojalata.**

- **Recepción.**

Todo material litográfico está clasificado de acuerdo a su composición por una letra y de acuerdo a esto se requiere usar elementos de seguridad, hay tablas que indican la clasificación y los elementos de seguridad.

El encargado de litografía debe tener archivado las hojas de seguridad de cada material que usa en su área, en caso de una emergencia, allí encontrara los elementos que puede usar o lo que debe hacerse mientras se visita un medico u hospital.

Los controles se inician desde la recepción de la materia prima donde se verifican las condiciones de la hojalata, como la cantidad de hojalata expresada en los paquetes, debe coincidir con la cantidad en físico, dimensiones dadas en milímetros, tipo de recubrimiento y pasivado, grado del temple, acabado, sentido de laminación, uso final del material.

Utilizando instrumentos de control como huincha, calibradores en lo que son dimensiones además micrómetro en lo son espesores, para su proceso de elaboración el supervisor de calidad debe verificar que la hojalata utilizada para la elaboración de la tapa twist off tenga las características de acuerdo a la tabla 3.1.

TABLA 3.1

PARÁMETROS PERMISIBLES EN MEDIDAS, TEMPLE, ESTAÑADO Y CALIDAD, DE LA HOJALATA PARA TAPAS TWIST OFF.

Producto de destino	Dimensiones (mm)			Temple	estañado (g/m <sup>2</sup> )	calidad
	espesor	largo	ancho			
tapa twist off diam. 58mm	0.16	800	712	DR8	2,8/2,8	PRIMERA
tapa twist off diam. 63mm	0.16	940	760	DR8	2,8/2,8	PRIMERA
tapa twist off diam. 77mm	0.17	800	774	DR8	2,8/2,8	PRIMERA
tapa twist off diam. 82mm	0.17	832	824	DR8	2,8/2,8	PRIMERA

Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

- **Litografiado.**

En el control de litografiado se supervisa la temperatura de curado de los recubrimientos, cantidad de película seca aplicada, película húmeda, viscosidad de los esmaltes y barnices, en el proceso de litografiado se supervisa la densidad de carga de la tinta como la tonalidad con la muestra patrón aprobada por el cliente.

✓ **Control de viscosidad en el esmalte y los barnices.**

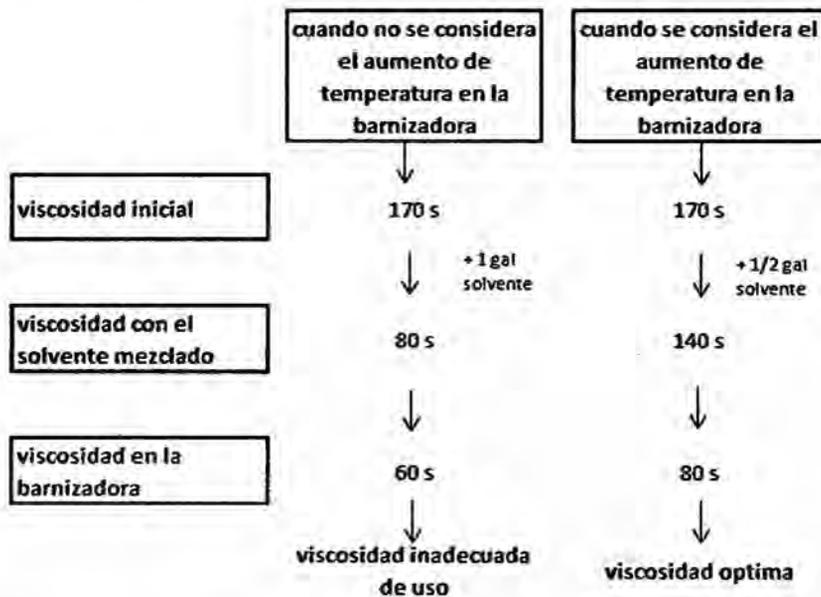
La variación de la viscosidad cinemática de un insumo cambia en sus propiedades y ocasiona muchos problemas, la viscosidad cinemática es un parámetro de trabajo muy importante.

Las variaciones en la medida, el control de la viscosidad sin temperatura, como la incorrecta utilización de las copas por parte de los operarios, se obtienen resultados negativos que pueden ser solucionados con un adecuado entrenamiento de los operarios.

Como caso típico tenemos: se toma la viscosidad de un material sin tener presente la temperatura, se adiciona a un material con 170 s 1 gal de solvente y la viscosidad baja a 80 s; el material entra a la barnizadora y se calienta por fricción y la temperatura es mayor que la temperatura que tiene el material y la viscosidad se baja a 60 s, esta viscosidad no es la adecuada del material para ser aplicado. Si se hubiera conocido la temperatura, solo se debería adicionar  $\frac{1}{2}$  gal se hubiera tenido una viscosidad de 140 s que al entrara en maquina hubiera bajado a 80 s., ideal para trabajar y se hubiera economizado  $\frac{1}{2}$  gal de solvente. (JORGE VARGAS, 2010), observar figura 3.1.

FIGURA 3.1

LA VISCOSIDAD DEPENDE DE LA TEMPERATURA EN EL MEDIO



Fuente: Jorge Vargas, 2010

- **Proceso de medición de la viscosidad.**

Con respecto al análisis de viscosidad cinemática, se toma la Copa Ford N° 4 (contenido 1/8 gl) y se tapa la abertura inferior con un dedo y llenarla completamente con el esmalte o barniz.

Tomando el tiempo, quitar el dedo del orificio y dejar escurrir el esmalte o barniz hasta que la copa se vacíe completamente; el tiempo que demore en

vaciarse la Copa Ford N° 4 indicará el valor de la viscosidad del esmalte o barniz (en segundos).

Sin embargo la viscosidad puede elevarse durante el almacenamiento esto es un comportamiento natural de las resinas (reacción físico - química natural) y no tienen influencia sobre la calidad del recubrimiento. Para bajar la viscosidad a condiciones de aplicación es recomendada utilizar thinner. Asegurándose que la mezcla de los solventes sea la adecuada para la dilución.

#### ✓ **Control de peso seco en el recubrimiento.**

Un preciso control de peso de película seca en conjunto con las correctas condiciones de curado es esencial para asegurar que el recubrimiento posea sus inherentes propiedades de resistencia química y mecánica. La cantidad del recubrimiento el cual es aplicado debe ser checado o revisado por un controlador de espesores de película húmeda y más adecuadamente por medidores de peso de película seca. En la industria muy frecuentemente el medidor de pesos de película seca.

Este control además nos ayuda a controlar los costos de los insumos y producto final, asegurar la apariencia del producto y el proceso de fabricación.

- **Calculo de peso seco.**

El cálculo del peso es con la siguiente fórmula:

$$P.SECO = \frac{P_2 - P_1}{0.00892}$$

Donde:

$P_1$  : Peso de la placa sin recubrimiento (g).

$P_2$  : Peso de la placa con recubrimiento seco (g)

0.00892 : Área de la placa (m<sup>2</sup>).

Siguiendo este mismo principio podemos calcular el porcentaje de sólidos del recubrimiento utilizado.

$$SOLIDOS(\%) = \left( \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \right) 100 \%$$

Donde:

$P_1$  : Peso de la placa sin recubrimiento (g).

$P_2$  : Peso de la placa con recubrimiento seco (g)

$P_3$  : Peso de la placa con recubrimiento húmedo (g).

Este análisis es importante para la verificación del insumo en la recepción, este parámetro es analizado luego de la agitación mecánica del barniz y/o esmalte, debe coincidir con el certificado de calidad del insumo.

En el caso de la película húmeda los Instrumentos de medición a usar son: Pfung Gauge (Medidor de Películas, vidrio curvo) y huincha calibrada.

#### ✓ **Control en el proceso de curado del recubrimiento en la hojalata**

La importancia de correctas condiciones de horneo son fundamentales, porque en conjunto con el control de peso de película, las condiciones de horneo tiene una gran influencia en las propiedades de color, flexibilidad, dureza, durabilidad, resistencia a la esterilización y otras propiedades de recubrimiento.

Las condiciones de curado son especificadas en la hoja técnica de cada insumo utilizado, son recomendadas y basadas en experiencias las cuales deberán ser siempre confirmadas en las pruebas de ensayo o de línea, realizadas en la barnizadora de la línea en uso.

Las condiciones de temperatura deben ser monitoreadas por datos tomados a lo largo del horno, usando un indicador de temperatura DATAPACK, que nos indica la temperatura pico alcanzadas.

Este instrumento sirve para medir temperaturas en hornos litográficos, envases de aluminio, carros, etc.

El principio de funcionamiento del DATAPACK viene dado por siete sensores dispuestos en una lámina (sensores), los cuales registran el comportamiento de la temperatura a lo largo del horno, arrojando datos de temperatura en una grafica tiempo vs temperatura.

✓ **Condición de horneo.**

Una curva es el resultado de la toma de temperaturas a través de todo el túnel del horno, las cuales nos indican su estado; debe ser una línea recta sin ninguna variación, permitiéndose variaciones de solo  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Los fabricantes de los recubrimientos especifican la temperatura y el tiempo, pero estas condiciones tienen que ser modificadas por ellos mismos cuando se tienen hornos largos o cortos; ellos tienen que acondicionar sus productos a los equipos que tienen sus clientes y no acondicionar los equipos a los materiales litográficos; esto no se debe hacer y a una fabrica le cuesta mucho dinero y por eso ellos son los que deben dar las especificaciones para los equipos existentes. Para un horno normal de 27 m con una temperatura de  $190^{\circ}\text{C}$  y una velocidad de 5000 Lam/hr puede dar los 10 min, pero que pasa si in horno es de 25 o de 36 m de largo?, aquí no se podrá obtener los

10 min, el técnico de los recubrimientos tendrá que aumentar la temperatura a 200°C para el caso del horno corto cuyo tiempo es de 8 min y para otro caso que será de 21 min, la temperatura tendrá que bajarse a 180°C.

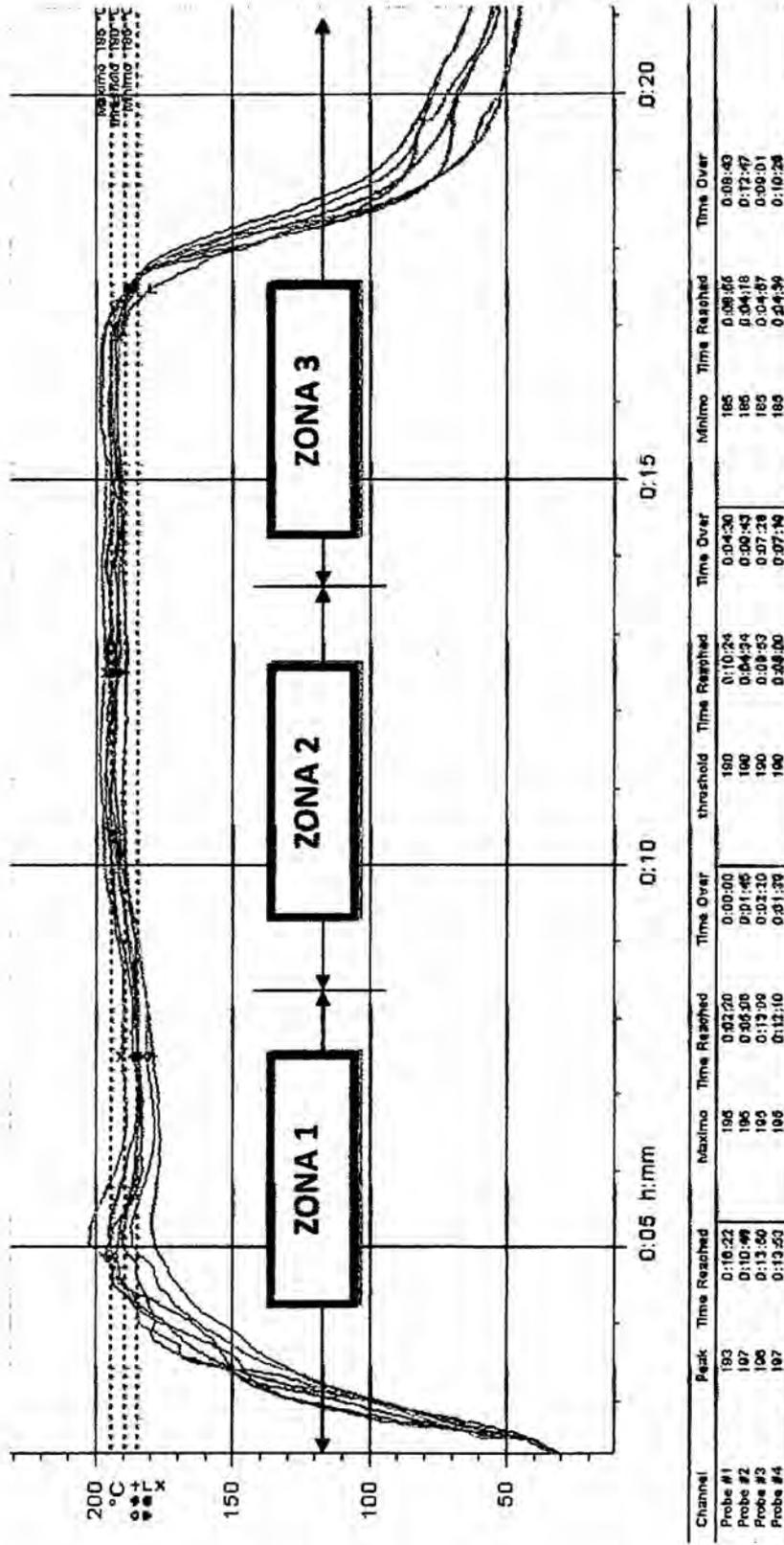
Este es un problema que se presenta en todas las fábricas pero no se debe solucionar, siempre el cliente es quien trata de resolverlo pero el fabricante de los materiales es quien debe decir cómo se debe de usar su material.

#### ✓ **Longitudes en las zonas del horno.**

Las zonas del horno son iguales al número de quemadores. La zona 1 va desde el inicio del horno hasta donde termina el quemador 1 más 1 m (1000 mm), la zona 2 va desde donde termina la zona 1 hasta donde termina el quemador 2 más 1 m y la zona 3 donde termina la zona 2 mas el metro adicional, hasta el final del horno; a continuación se grafica la longitud y tiempo en cada zona. Tal como se observa en el gráfico 3.1.

GRÁFICO 3.1

CURVA ARROJADA POR EL SENSOR DATA PACK EN EL ESMALTADO DE TAPA TWIST OFF, DISPOSICIÓN DE LA ZONAS DE HORNEO.



Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

En el control de temperatura se supervisa el termómetro de cada uno de los tres pirómetros dispuestos en el horno, el cual deberá estar seteado a la temperatura, según la ficha técnica del insumo.

- **Pruebas físicas y cualitativas para determinar un correcto curado.**

**Frotes con solución abrasiva.**

Realizado según Norma ASTM 02-008, cuyos instrumentos y equipos de control son: Martillo de 3 lb de peso, Mek (Acetato de Etil Cetona), Paños de tela y Dosificador. El martillo y el acetato son utilizados para realizar una prueba de frotes cuyo principio es el siguiente: cuando se analiza un recubrimiento de resina epoxiester, una determinada cantidad de frotes con el martillo y el abrasivo solo arañan la película seca resultado de que la película se encuentra adherida a la lamina, cuando se analiza un recubrimiento de resina poliéster el solvente abrasivo frotado en la lamina desprende por completo la película seca.

**Adhesión de cuadrícula y cinta.**

Realizado según norma ASTM D-3355 y 3359, cuyos equipos de control y medición son: cinta de alta adherencia, rasguñado y formador de cuadrícula,

el principio es como sigue se forma cuadrículas en diversas partes de la lámina, se coloca un trozo de cinta sobre la cuadrícula, para luego de un lapso de 2 min desprenderla con fuerza, si no existe desprendimiento el curado es correcto y adhesión es óptima caso contrario existió un sobrecurado el cual cristalizó el barniz.

✓ **Control de aplicación de tintas.**

En lo que es aplicación de tintas se aplica el siguiente instructivo: Coger una lámina de hojalata de la muestra y colocarla en la mesa de la Línea Litográfica para luego Verificar que el color que se está aplicando a la lámina de hojalata este de acuerdo al Patrón Litográfico (del pase correspondiente) para determinar si el color es el correcto por último evaluar la Inspección del color, y si la lámina está de acuerdo al patrón litográfico se determina Conforme (C), caso contrario se define como No Conforme (NC), para cuantificar el procedimiento se utiliza el densitómetro como medidor de carga de color aplicado y que este se encuentre uniformizado en todo el litografiado.

Los parámetros de control en el litografiado de hojalata se resumen en la tabla 3.2.

TABLA 3.2

PARÁMETROS GENERALES DE APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS EN EL LITOGRAFIADO DE HOJALATA PARA TAPA TWIST

OFF.

recubrimiento	película húmeda (mm)	peso seco (g/m <sup>2</sup> )	viscosidad (s)	temperatura(°C)	velocidad (laminas/min)	n° frotas	% desprendimiento
barniz interior primer	9-11	7-9	75-100	200	58-60	200	0
esmalte interior organosol	9-11	9-11	100-120	180	65	25	0
esmalte exterior blanco	9-11	9-15	75-100	190	60-62	100	0
barniz exterior dorado	9-11	7-9	75-100	200	58-60	200	0
barniz exterior protección	9-11	8,5-10	75-100	185	60-62	100	0

Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

**b. Control en el proceso de conformado y aplicación de plastisol.**

- **Características dimensionales.**

Los controles en el proceso de conformado son los análisis de dimensiones en la tapa, formación de uñas, cantidad de sellante aplicado, entre otros. Se detalla en la tabla 3.3 los parámetros de aplicación en algunos diámetros de tapa.

**TABLA 3.3**

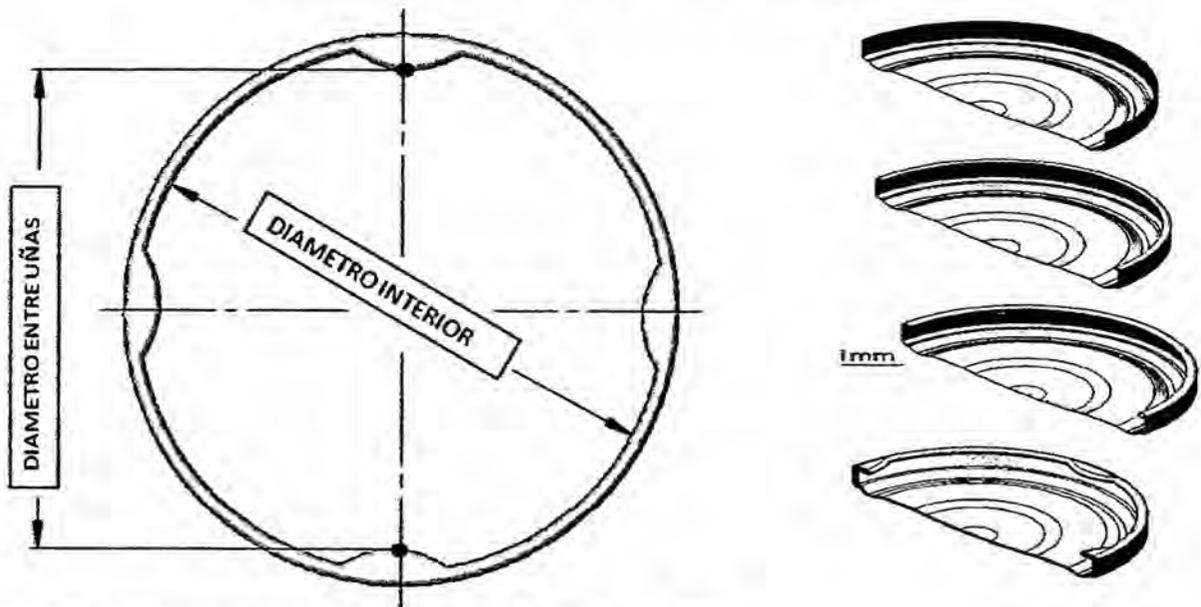
**PARÁMETROS GENERALES EN EL CONFORMADO Y APLICACIÓN DE  
PLASTISOL DE LA TAPA TWIST OFF**

DIMENSIONES (mm)	DIÁMETRO DE TAPA (mm)			
	58	63	77	82
Diámetro exterior	59,95 ± 0,2	59,95 ± 0,2	79,90 ± 0,2	84,85 ± 0,2
Diámetro interior	56,25 ± 0,2	56,25 ± 0,2	76,20 ± 0,2	81,60 ± 0,2
Diámetro entre uñas	53,30 ± 0,2	53,30 ± 0,2	73,15 ± 0,2	78,10 ± 0,2
Atura exterior	9,90 ± 0,3	9,90 ± 0,3	9,60 ± 0,2	10,70 ± 0,2
Peso de la tapa (g)	9,00 ± 0,2		13,40 ± 0,3	
Peso del comp. Sellante para anillo compoud (g)	1,20 ± 0,2	1,40 ± 0,2	1,80 ± 0,2	2,20 ± 0,2
Peso del comp. Sellante para full compoud (g.)	1,90 ± 0,2	2,10 ± 0,2	3,00 ± 0,2	3,40 ± 0,2

Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

FIGURA 3.2

DIMENSIONADO DE LA TAPA TWIST OFF



Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

- **Seguridad de cierre en tapas twist off.**

Para una buena seguridad de cierre recomendamos los siguientes torques:

- ✓ Tapa diámetro 63mm:  $30 \pm 5$  lb/pulg.
- ✓ Tapa diámetro 58mm:  $35 \pm 5$  lb/pulg.

En caso que el cierre fuese manual, recomendamos rotar al operario cada 2 horas para mantener un cierre uniforme y garantizar un buen cierre al cliente final.

Para frascos de baja altura recomendamos colocar sobre un dispositivo o base para ayudar a sujetar correctamente el frasco y realizar un cierre correcto con la tapa (INDUSTRIA DE ESTAMPADO METÁLICOS SAC, 2009).

La tabla 3.4 muestra estanqueidad sugerido para envases con tapa de metal y cierres estables en términos de torque aplicado a mano, tapones, tapas estirón polipropileno sin revestimiento y las tapas de poliestireno, requieren consideraciones especiales.

Las cifras en la tabla 3.4 son totalmente empíricos y constituyen una guía general en lugar de recomendaciones concretas para adaptarse a las circunstancias específicas. En algunos casos no se puede encontrar prácticos para trabajar dentro de los límites establecidos y la experiencia puede mostrar que en estos casos no es necesario.

TABLA 3.4

TORQUE SUGERIDO PARA CADA DIÁMETRO DE ENVASE, FUERZA  
 APLICADA EN FORMA MANUAL.

tamaño de cierre en milímetros	estanqueidad sugerido de aplicación en pulgadas libras de torque aplicado a mano (lb/pulg)
15	6 a 9
18	7 a 11
20	8 a 12
22	9 a 13
24	10 a 15
28	11 a 17
33	13 a 20
38	15 a 23
43	17 a 26
48	19 a 29
53	21 a 32
58	23 a 35
63	25 a 38
70	28 a 42
83	34 a 49
86	35 a 51
89	36 a 53
100	40 a 60
110	45 a 65
120	48 a 72
132	53 a 79

Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2013

- **Controles finales para asegurar la calidad final.**

Para asegurar la calidad final de la tapa twist off, se realizan análisis finales como:

- ✓ **La prueba del scratch;** la cual consiste en determinar la cantidad de peso que puede soportar la tapa twist off sin sufrir algún rasguño en la cara exterior del barniz, se considera un valor aceptable cuando los valores fluctúan de 8,5 a 10 kg.
- ✓ **La prueba de flexibilidad;** se considera una tapa twist off flexible cuando el recubrimiento exterior soporta los procesos de curlingado sin sufrir algún quiebre que genere la oxidación filiforme, esta flexibilidad debe estar en los rangos de 77 – 100 %
- ✓ **Esterilizado / pasteurizado;** las tapas twist off son sometidas a simulaciones en procesos de pasteurizados, esterilizados; en donde son monitoreadas con los parámetros industriales en las industrias alimentarias, como temperatura, tiempo de autoclaveado y pH del producto interior. Analizando que estas no sufran defectos de desbarnizado, cambio de color de la litografía del producto y corrosión interior por posibles aberturas o quiebres en el recubrimiento, y con el pH del insumos interior puedan propiciar la oxidación filiforme.

- ✓ **Prueba de oxidación con sulfato de cobre;** en esta prueba se descarta la presencia de algún quiebre o abertura en el exterior e interior de la tapa twist off donde la tapa twist off es tratada con sulfato de cobre agente oxidante en presencia de metal, el cual de estar en contacto con la hojalata expuesta en la tapa twist off desencadena la corrosión.

Además se debe tener en cuenta que la empresa IDEMSAC realiza estudios de letalidad para validar el tratamiento térmico en los envases de vidrio, mas no realiza análisis microbiológicos.

### **3.2. Supervisor de producción litografía.**

En el puesto se cumple con las siguientes funciones:

- Controlar el consumo de hojalata en el área de litografía, y evaluar el comportamiento y disponibilidad de la material mensual.
- Controlar y supervisar el correcto llenado de los formatos de control de proceso por parte de los operarios, desde la recepción de la hojalata hasta su entrega al siguiente proceso.
- Cumplir y supervisar los estándares de seguridad y salud en el trabajo.

A continuación se mencionan los controles estadísticos realizados, así como acciones de mejora que se ha realizado en el área de producción partiendo análisis de la base de datos de controles realizados en el proceso.

### **3.2.1. Controles estadísticos de proceso**

El control estadístico de procesos (CEP), consiste en una serie de herramientas, cartas de control e histogramas, usadas para separar dos fuentes de variación, permiten a una persona identificar en tiempo real cuando una causa especial es introducida en el sistema, de esta manera la persona tiene oportunidad para identificar y eliminar el problema o ajustar el proceso antes que empiece a producir en resultado no conforme (ELODIA VIVES, 2011).

El control de proceso significa no solamente perseguir resultados, sino prestar atención a los elementos del proceso, los métodos de trabajo – controlándolo y mejorando los métodos y sistemas de trabajo.

Empezando a determinar que está mal, cuales son los síntomas actuales incluyendo los hechos que no agrada y contrastándolo con la situación deseada. Para ya luego en el análisis diagnosticar el problema y clasificar el síntoma en categoría, sugerir causas y observar lo que falta, además determinar las barreras que hay para resolver el problema.

A partir de lo mencionado podremos generar las ideas de lo que se podría hacer, y los pasos específicos para resolver el problema.

#### **a. Diagrama de Pareto.**

El Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto, ver gráfico 3.3.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las "Pocas Vitales" (los elementos muy importantes en su contribución) y los "Muchos Triviales" (los elementos poco importantes en ella), FUNDIBEQ, 2010.

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

**Priorización;** Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.

**Unificación de Criterios;** Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.

**Carácter objetivo;** su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

Simplicidad; tanto la Tabla como el Diagrama de Pareto no requieren ni cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.

Impacto visual; el Diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un "vistazo", el resultado del análisis de comparación y priorización.

- **Caso aplicativo en el análisis de productividad en IDEMSAC.**

Caso en análisis; mejora en la productividad de la mano de obra en las línea Wagner de litografía en IDEMSAC.

- ✓ **Primer paso:**

Análisis de posibles causas, elaboración del diagrama espina de pescado (figura 3.3).

La principal causa que originan un abaja productividad de la mano de obra en una industria son las paradas que tiene la línea, a continuación se detallan las principales causas que generan la parada de la línea Wagner:

- Falta de personal; ausencias justificadas e injustificadas del maquinista y operarios en la línea.
- Ineficiencia de personal; falta de pro actividad y compromiso del trabajador en sus labores diarias.

- Avería de maquinaria; averías imprevistas o no programadas que ocurren en la producción.
- Mantenimiento planeado; mantenimientos preventivos y correctivos planificados en días de producción.
- Falta de material; falta de material en la línea de producción, o demoras en entregas de material brillante por parte de almacén para abastecer las líneas.
- Pruebas de control de calidad; pruebas planificadas de control de calidad en nuevos productos o nuevos recubrimientos.

FIGURA 3.3

DIAGRAMA ESPINA DE PESCADO



Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2013

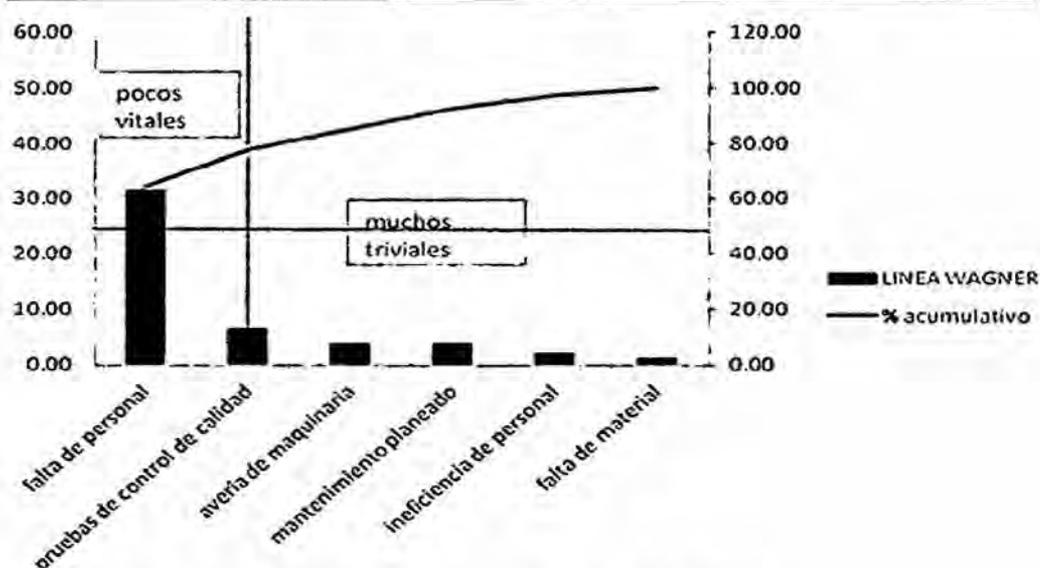
✓ Segundo paso:

Teniendo como fuente la base de datos se determina las horas paradas por cada una de las causas encontradas, se analiza el grado de incidencia, de acuerdo al diagrama de Pareto especificado en el gráfico 3.2.

GRÁFICO 3.2

DETERMINACIÓN DEL DIAGRAMA DE PARETO

Incidencias	Indisponibilidad de línea (%)	% con respecto al total de hrs perdidas	% acumulativo
falta de personal	31,69	64,19	64,19
pruebas de control de calidad	6,59	13,34	77,53
avería de maquinaria	3,77	7,64	85,16
mantenimiento planeado	3,73	7,55	92,72
ineficiencia de personal	2,23	4,52	97,24
falta de material	1,36	2,76	100
TOTAL	49,37		



Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2013

Del análisis podremos determinar los puntos que debemos atacar, los que afectan en mayor grado las paradas en las líneas y por ende una baja en la productividad de la mismas, como del análisis se tiene que en la línea uv, la baja productividad mano de obra son mayormente por falta de personal y avería inopinadas de maquinarias. En el caso de la línea Wagner son mayormente por falta de personal y pruebas de control de calidad que se realizan en las líneas.

Se evalúan las causas y se realiza un plan de acción para cada incidencia, el cual deberá ser monitoreado de una manera periódica, evaluando parámetros que indiquen la mejora del problema

#### **b. Capacidad de proceso.**

La capacidad del proceso es la forma en que se compara la variabilidad inherente de un proceso con las especificaciones o requerimientos del producto.

Las técnicas estadísticas pueden ser útiles en el ciclo de un producto, incluyendo las actividades de desarrollo previas a la manufacturas, para cuantificar la variabilidad del proceso, para analizar esta variabilidad respecto

de los requerimientos o especificaciones del producto y para ayudar al personal de desarrollo y manufactura a eliminar o reducir en gran medida esta variabilidad. A esta actividad general se le llama análisis de capacidad del proceso, evidentemente, la variabilidad del proceso es una medida de la uniformidad de la salida. Hay dos formas de conceptualizar esta variabilidad:

- La variabilidad natural o inherente en un tiempo especificad; la variabilidad "instantánea".
- La variabilidad con el tiempo.

El análisis de capacidad del proceso se define como el estudio de ingeniería para estimar la capacidad del proceso. La estimación de la capacidad del proceso puede estar en la condición de una distribución de probabilidad que tenga una forma, centro (media) y dispersión (desviación estándar) especificados, de manera alternativa, la capacidad del proceso puede expresarse como un porcentaje fuera de las especificaciones. Sin embargo, las especificaciones son necesarias para realizar el análisis de capacidad del proceso (ELODIA VIVES, 2011).

El análisis de capacidad del proceso es una parte vital de un programa integral de mejoramiento de calidad. Entre los usos principales de los datos de un análisis de capacidad del proceso se encuentran los siguientes:

Predecir el grado de variabilidad que exhibirán los procesos. Esta información de capacidad proporcionará la información importante para establecer límites de especificación realistas.

Seleccionar, entre procesos que compiten, el proceso más adecuado para que las tolerancias se cumplan.

Planear la interrelación entre procesos secuenciales. La cuantificación de las capacidades respectivas del proceso con frecuencia señala el camino para encontrar una solución.

Proporcionar una base cuantitativa para establecer un programa de verificación de control periódico del proceso reajustes.

Asignar máquinas a los tipos de trabajos para los cuales son más adecuados.

Probar las teorías de las causas de defectos durante los programas de mejoramiento de calidad

Servir como base para la especificación de los requerimientos de calidad para las máquinas compradas.

Por tanto, el análisis de capacidad de un proceso es una técnica que tiene aplicación en muchos segmentos del ciclo del producto, incluyendo el diseño

de producto y procesos, la fuente de proveedores, la planeación de la producción o la manufactura, y la propia manufactura.

La fórmula para la capacidad del proceso que más se usa es:

$$Capacidad.proceso = \pm(6\sigma)$$

Donde:

$\sigma$  : La desviación estándar del proceso,

Esta desviación se encuentra en estado de control estadístico. Es decir la influencia de fuerzas externas o cambio repentinos.

Una razón importante para cuantificar la capacidad del proceso es poder calcular la capacidad del proceso de mantener las tolerancias del producto. Para procesos que se encuentran un estado de control estadístico, una comparación de la variación entre  $6\sigma$  de la habilidad del proceso dentro de la amplitud de tolerancia. Una medida de esta relación es la tasa de capacidad:

$$Cp = \frac{Rnagoespecificacion}{capacidadproceso} = \frac{LES - LEI}{6S}$$

Donde:

LES : Limite de especificación superior.

LEI : Limite de especificación inferior.

Un proceso que cumple bien con los límites de especificación (rango de especificación) tiene un Cp de 1. Lo crítico de muchas aplicaciones y la realidad de que el promedio del proceso no permanecerá en el punto medio del rango de especificación sugiere que Cp. debe ser al menos 1.33, ver tabla 3.5.

TABLA 3.5

ESPECIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PROCESO

CP	Decisión
$1,33 < CP < 2,22$	Más que adecuado, incluso puede exigirse más en términos de su capacidad. Posee capacidad de diseño.
$1 < CP < 1,33$	Adecuado para lo que fue diseñado. Requiere control estrecho se acerca al valor 1.
$0,67 < CP < 1$	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial. Requiere monitoreo constante.
$CP < 0,67$	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial.

Fuente: Elodia Vives, 2011

La capacidad del proceso según se mide con Cp, se refiere a la variación en un proceso alrededor del valor promedio.

Así, el índice Cp. mide la capacidad potencial, suponiendo que el promedio del proceso es igual al punto medio de los límites de especificación y que el proceso está operando bajo control estadístico; como con frecuencia el promedio no se encuentra en el punto medio, es útil tener un índice de habilidad que refleje ambas variaciones y la localización del promedio del proceso. Tal índice es Cpk.

El índice de Cpk refleja la proximidad de la media actual del proceso al límite de especificación superior (LES) o bien, al límite de especificación inferior (LEI). Cpk se estima mediante:

$$Cpk = \min \left\{ \frac{X - LEI}{3s}, \frac{LES - X}{3s} \right\}$$

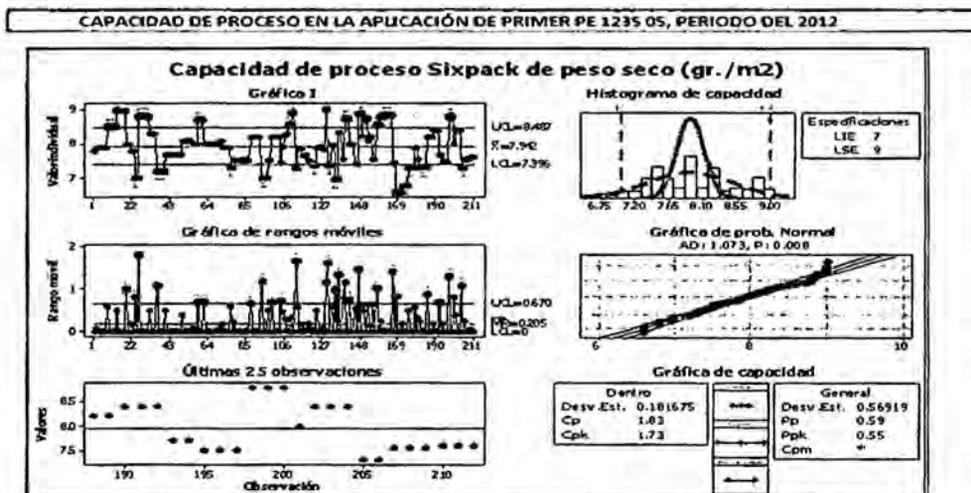
Si el promedio actual es igual al punto medio del rango de especificación, entonces Cpk= Cp. Entre más alto sea el valor de Cpk, más baja será la cantidad de producto que esté fuera de los límites de especificación.

- **Caso aplicativo.**

Haciendo uso del minitab se analiza la capacidad del proceso en base al peso seco aplicado del recubrimiento, de acuerdo a los valores superiores e inferiores especificado en la ficha técnica del insumo, teniendo la data realizada en el año, se obtiene el siguiente análisis y se determina la capacidad del proceso y se analiza algunas de sus causas. Este análisis es aplicativo para cualquier parámetro de medición en la industria el cual nos refleja si estamos trabajando en base a los estándares establecidos, en el año 2012, ver gráfico 3.3.

GRÁFICO 3.3

ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PROCESO EN EL LITOGRAFIADO DE TAPAS TWIST OFF



Fuente: Departamento de calidad IDEMSAC, 2012

### **c. Productividad en el proceso.**

Producción se refiere a la cantidad de trabajo terminado (número de unidades fabricadas, llamadas telefónicas contestadas, documentos procesados, clientes atendidos, etc.).

Calidad se refiere a la forma correcta de hacer el trabajo (precisión, conformidad con los estándares, integridad, etc.), así como al valor del producto o servicio (en cuanto contribuye a alcanzar las metas u objetivos de la empresa), y a la satisfacción del cliente (cuán bien se cumplen los requerimientos validos del cliente). Se incluyen también los conceptos de clase e innovación.

Los costos totales en que se incurre para producir un buen o servicio (incluyen personal, equipo, retrabajos, reprocesos, suministros, etc.).

Por definición la productividad se refiere a:

$$PRODUCTIVIDAD = PRODUCCION \times CALIDAD / COSTO$$

En conclusión, logramos aumentar la productividad:

- Aumentando producción.
- Mejorando calidad.
- Reduciendo costos.

- **Caso aplicativo.**

Se evalúan los indicadores de productividad de las líneas de producción en IDEMSAC (eficiencia %, y efectividad. Mediante unos semáforos que nos indican cuando los indicadores analizados son buenos, regulares o malos, estos rangos son dados a través de un estudio de tiempo que me indica cuanto es lo máximo que puede producir la línea 100% efectiva. Cuando se cuenta con una data en el semáforo amarillo y rojo hay rastrear el problema, y tomar las respectivas acciones, se adjunto indicadores de productividad de de la semana 5 en el 2012 (gráfico 3.4), de la empresa IDEMSAC.

GRÁFICO 3.4

DESEMPEÑO DE LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD IDEMSAC

PRODUCCION SEMANAL POR LINEA LITOGRAFICA								
							SEMANA N°	5
							SEMANA DEL 04/02-10/02	
<b>LINEA CABTREE 1</b>								
<b>PRODUCCION</b>								
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	PROMEDIO
REAL (PASADAS)	13,020.00	16,540.00	16,616.00	7,200.00	12,926.00	4,364.00	-	10,095.14
PROGRAMADA (PASADAS)	11,500.00	11,500.00	11,500.00	11,500.00	11,500.00	11,500.00	11,500.00	11,500.00
EFICIENCIA %	113.22	143.83	144.49	62.61	112.40	37.95	-	87.78
VELOCIDAD DE LA LINEA (PASADAS/HR)	1,062.86	1,503.64	1,038.50	1,961.85	1,231.05	1246.857143	#iDIV/0!	#iDIV/0!
<b>HORAS LABORADAS</b>								
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	PROMEDIO
HORAS TRABAJADAS	13.25	11.50	20.50	11.50	14.50	11.00	-	11.75
HORAS PARADAS	1.00	0.50	4.50	7.83	4.00	7.50	-	3.62
DISPONIBILIDAD DE LA LINEA (%)	92.45	95.65	78.05	31.91	72.41	31.82	#iDIV/0!	#iDIV/0!

Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2012

#### d. Rendimiento y control de insumos.

Es importante el control de rendimiento en los insumos (laminas/galón), como la cantidad de galones consumidos y su variabilidad de película aplicada calculada y real en un determinado análisis de periodo, estos valores sirven en los cálculos de productividad estimando costos, en periodos semanales, mensuales y anuales, ver tabla 3.6 y gráfico 3.5.

TABLA 3.6

#### RENDIMIENTO DE RECUBRIMIENTO POR MES

PRIMER PR 1235 04				PESO REAL APLICADO: g/m <sup>2</sup> :		7.06							
TEMPERATURA DE CURADO		200 °C		LAM/GL REAL:		256.52							
				Variación de consumo real vs teórico: 6%									
fecha	línea	hoja de ruta	medida	M2 Laminas	total M2	a' pase	producto	pasadas	peso seco (gr./m <sup>2</sup> )	Kg Coesemido	gal coesemido	Lam / gl	total de pasadas
02-Sep	wagner	131231	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				1800
02-Sep	wagner	131235	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				3600
02-Sep	wagner	131233	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				5400
02-Sep	wagner	131234	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				7200
06-Sep	wagner	131238	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68	111	30	240	9000
06-Sep	wagner	131258	63mm	0.661056	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				10800
06-Sep	wagner	131257	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68	84.389	22.37	235.089247	12600
07-Sep	wagner	131237	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				14400
07-Sep	wagner	131236	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				16200
07-Sep	wagner	131232	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68	73.394	21.62	243.768733	18000
13-Sep	wagner	131262	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				19800
13-Sep	wagner	131266	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				21600
13-Sep	wagner	131264	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				23400
13-Sep	wagner	131263	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				25200
13-Sep	wagner	131301	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				27000
13-Sep	wagner	131300	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				28800
13-Sep	wagner	131289	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				30600
13-Sep	wagner	131267	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				32400
13-Sep	wagner	131265	63mm	0.661058	1183.30	1	tapa t. off	1800	6.68				34200
13-Sep	wagner	131238	63mm	0.661058	727.16	1	tapa t. off	1100	6.68				35300
13-Sep	wagner	131288	82mm	0.685568	1110.62	1	tapa t. off	1620	6.68	276.382	74.86	252.138445	36320
14-Sep	wagner	131291	82mm	0.685568	1110.62	1	tapa t. off	1620	6.68				38540
14-Sep	wagner	131288	82mm	0.685568	1110.62	1	tapa t. off	1620	6.68				40160
14-Sep	wagner	131287	82mm	0.685568	1110.62	1	tapa t. off	1620	6.68				41780
14-Sep	wagner	131290	82mm	0.685568	1110.62	1	tapa t. off	1620	6.68				43400
30-Sep	wagner	131370	63mm	0.7144	1071.60	1	tapa t. off	1500	6.68	84.389	22.37	282.107096	44900
30-Sep	wagner	131365	63mm	0.7144	1071.60	1	tapa t. off	1500	6.68				46400
30-Sep	wagner	131368	63mm	0.7144	1071.60	1	tapa t. off	1500	6.68				47900
30-Sep	wagner	131369	63mm	0.7144	1150.18	1	tapa t. off	1610	6.68				43510
30-Sep	wagner	131366	63mm	0.7144	1071.60	1	tapa t. off	1500	6.68				51010
30-Sep	wagner	131367	63mm	0.7144	1009.16	1	tapa t. off	1400	6.68	117.393	31.89	282.53371	52410
					0.00								52410
					0.00								52410
					35325.192			52410.000	6.680	755.947	204.310	256.522	

Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2013

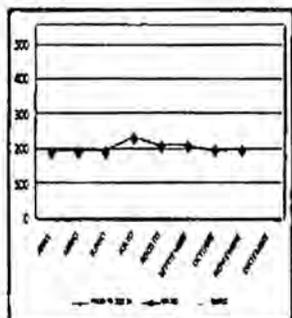
### GRÁFICO 3.5

## TENDENCIA DE RENDIMIENTO DE LOS DIVERSOS RECUBRIMIENTOS UTILIZADOS

#### RENDIMIENTO MENSUAL LAM/GAL

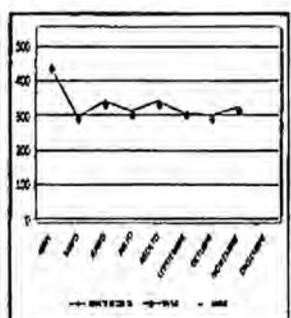
PRIMER PR 1235 #1

MES	REN (LAM)	MINIMO	MAXIMO
ABRIL	192.09		
MAYO	193.68		
JUNIO	191.81		
JULIO	231.44		
AGOSTO	208.46		
SEPTIEMBRE	208.27		
OCTUBRE	196.32		
NOVIEMBRE	198.76		
DICIEMBRE			
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>202.6038</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>#DIV/0!</b>



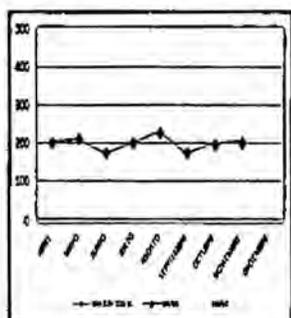
ESMALTE SE 1463 18

MES	REN (LAM)	MINIMO	MAXIMO
ABRIL	440.06		
MAYO	297.16		
JUNIO	341.58		
JULIO	312.38		
AGOSTO	341.23		
SEPTIEMBRE	309.67		
OCTUBRE	306.92		
NOVIEMBRE	323.2		
DICIEMBRE			
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>333.275</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>#DIV/0!</b>



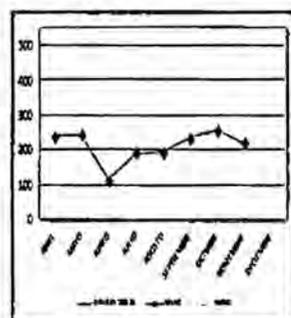
BARVIZ OY 1228 #1

MES	REN (LAM)	MINIMO	MAXIMO
ABRIL	205.2		
MAYO	212.65		
JUNIO	175.83		
JULIO	201.57		
AGOSTO	230.04		
SEPTIEMBRE	176.18		
OCTUBRE	198.77		
NOVIEMBRE	204.31		
DICIEMBRE			
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>200.5725</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>#DIV/0!</b>



BARVIZ OY 1396 #2

MES	REN (LAM)	MINIMO	MAXIMO
ABRIL	238.97		
MAYO	241.99		
JUNIO	14.53		
JULIO	192.06		
AGOSTO	192.38		
SEPTIEMBRE	234.03		
OCTUBRE	256.27		
NOVIEMBRE	219.74		
DICIEMBRE			
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>211.2438</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>#DIV/0!</b>



Fuente: Departamento de producción IDEMSAC, 2012

## **CAPITULO IV**

### **APORTE TÉCNICO LABORAL: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PENETRACIÓN DE CALOR USANDO ENVASES DE HOJATALA Y ENVASES DE VIDRIO CON CIERRE TWIST OFF.**

#### **4.1. El tratamiento térmico de los alimentos en envases de vidrio.**

El tratamiento térmico de alimentos a temperaturas altas es uno de los procesos más efectivos para la conservación de alimentos y es el más ampliamente utilizado para atender la creciente demanda de alimentos a nivel mundial. El tratamiento térmico en la industria involucra el uso de altas temperaturas por períodos de tiempo cortos, para asegurar la inocuidad del alimento; sin embargo, las indicadas condiciones de proceso representan gastos excesivos de energía y además pueden afectar negativamente la calidad nutricional y sensorial de los productos procesados. Por ello, y con el objeto de reducir los costos energéticos del proceso térmico y mejorar la calidad de los productos, durante las dos últimas décadas del siglo XX y los primeros años del presente, se han incrementado los estudios sobre el análisis de los fenómenos de transporte que se presentan durante el tratamiento térmico de los alimentos, así como el desarrollo de sistemas de simulación de procesos que faciliten el entendimiento del efecto de los

variables sobre dichos fenómenos y la efectividad del tratamiento (AGUADO ALONSO, 1999).

Uno de los problemas fundamentales para analizar el fenómeno de transferencia de calor en alimentos líquidos, semilíquidos o mezclas de sólidos y líquidos, es el entendimiento de los fenómenos conectivos, de masa y calor, que se presentan dentro del producto y que afectan de manera importante la efectividad del proceso.

El calor puede ser clasificado en “calor húmedo” o “calor seco”, dependiendo del medio utilizado para su transmisión, en el caso de que sea un gas como el aire, se denomina “calor seco” y cuando el medio de transformación es el agua, en forma de vapor, se dice que el calor es “húmedo”. La importancia de esta clasificación radica, en que los efectos de cada tipo de calor en los microorganismos son diferentes. En el caso de calor seco la destrucción del microorganismo es debida a una oxidación de sus componentes celulares y en el calor húmedo es debido a la desnaturalización proteica. A un mismo nivel temperatura el daño causado por el calor húmedo sobre los microorganismos, es mucho mayor que el calor seco.

El tratamiento térmico de un alimento depende de:

- La termo-resistencia de los microorganismos y enzimas presentes en el alimento.

- La carga microbiana inicial que contenga el alimento antes de su procesado.
- El pH del alimento.
- El estado físico del alimento.

El tratamiento térmico debe ser realizado de manera que permita la comercialización del producto, sin peligro de que ocurra un deterioro por microorganismos. Por otro lado, un tratamiento térmico no debe ser excesivo, pues puede causar alteraciones físicas y pérdida importante del valor nutritivo en el alimento.

Los principales objetivos de la aplicación de un tratamiento térmico a un alimento son:

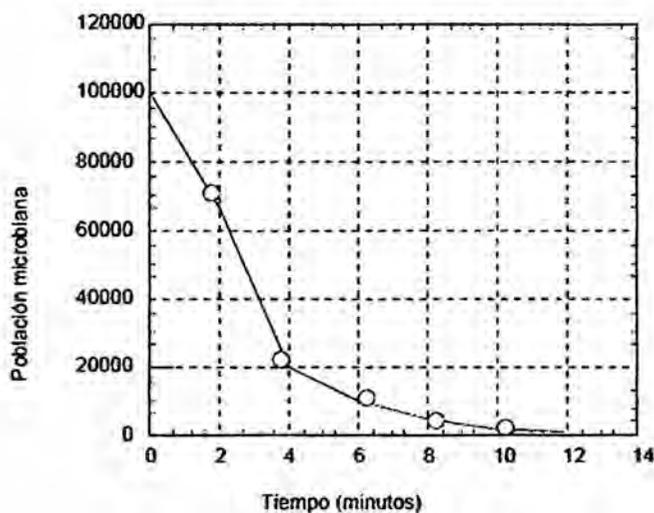
- Destruir los microorganismos que puedan afectar a la salud del consumidor.
- Destruir los microorganismos que puedan alterar el alimento.
- Inactivar a las enzimas presentes en el alimento.
- Optimizar la retención de factores de calidad a un costo mínimo.

#### 4.2. Nociones básicas de letalidad.

Durante el tratamiento térmico de alimentos, la población microbiana presente en el alimento disminuye en función de la temperatura del producto; si dichos valores se representan en coordenadas semilogarítmicas se obtiene una línea recta. La pendiente de la línea recta está directamente relacionada con el tiempo de reducción decimal D.

GRÁFICO 4.1

EVOLUCIÓN TÍPICA DE UNA POBLACIÓN MICROBIANA CON EL TIEMPO



Fuente: Aguado Alonso, 1999

El tiempo de reducción decimal,  $D$ , es el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana. Cuando se representa la población microbiana en coordenadas semilogarítmicas, el valor de  $D$  es el tiempo necesario para la reducción de un orden logarítmico el número de microorganismos. En la práctica el valor  $D$  se expresa en minutos, segundos etc. Cada vez que transcurra un tiempo " $t$ " igual al de reducción decimal, la población se reducirá a una décima parte. El valor  $D$  de las diferentes especies microbianas es distinto, un valor  $D$  elevado es indicativo de una gran resistencia al calor (termo resistencia).

La constante de resistencia térmica, o valor  $z$ , es un factor que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas. Se define como la temperatura necesaria para causar una disminución del 90% en el tiempo de reducción décima  $D$ .

Representando los valores  $D$  obtenidos a diferentes temperaturas en coordenadas semilogarítmicas, el valor de  $z$  representa el aumento de temperatura necesario para cambiar un orden logarítmico el valor de  $D$ .

El valor  $Z$  es el número de grados centígrados o Fahrenheit correspondiente al paso de un ciclo logarítmico; es decir, los grados requeridos para reducir diez veces el tiempo de destrucción térmica

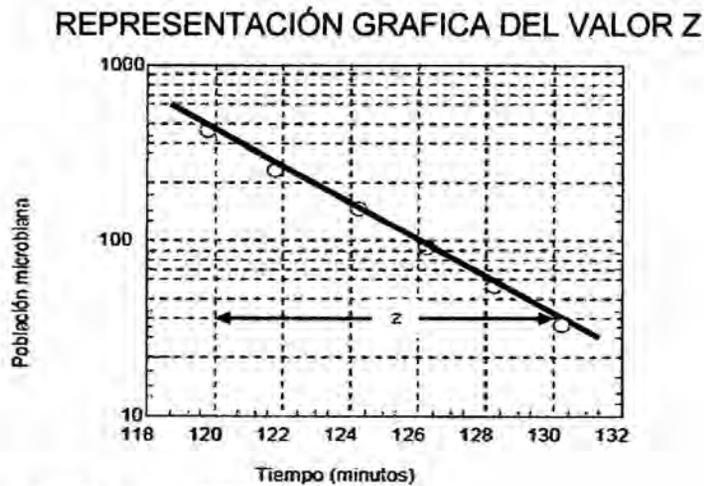


El valor F es conceptualmente análogo al valor D, la diferencia está dada por el orden de proceso en cada caso, de allí que:

$$F = nD$$

Así tenemos, que para el caso del *Clostridium botulinum*, que tiene un  $D_0 = 0,21$  minutos y un  $n = 12$ , el valor F será  $0,21 \times 12 = 2,52$  minutos. Una reducción del 99.99% en una población microbiana equivale a cuatro reducciones de orden logarítmico, es decir  $F = 4D$ . En el procesado térmico de alimentos perdurables, el valor típico de muerte térmica utilizados es  $F = 12D$ , con el valor de D característico de *Clostridium botulinum*.

GRAFICO 4.3



Fuente: Aguado Alonso, 1999

En las ciencias de los alimentos es corriente expresar F con un subíndice que denota la temperatura y un superíndice con el valor de z del microorganismo considerado. Así tenemos:

$F_t$  es el tiempo de muerte térmica para una temperatura t, y una constante de resistencia térmica z. Un término comúnmente utilizado como referencia es el tiempo de muerte térmica  $F_{18\ 250}$  en la escala Fahrenheit de temperaturas o  $F_{10\ 121}$  en la escala Celsius. Este tiempo de muerte térmica de referencia, generalmente denominado  $F_0$ , representa el tiempo necesario para lograr una determinada reducción en la población de una spora microbiana con un valor z de 10 °C (ó 18 °F) a 121.1 °C (ó 250 °F).

#### **4.3. Estudio y evaluación de la letalidad comparativa en envase de vidrio y hojalata.**

##### **4.3.1. Las curvas de penetración de calor.**

En la industria de los alimentos enlatados, esterilizados o pasteurizados, los estudios de penetración de calor se realizan mediante tres métodos principales que se indican:

- El método de integración gráfica de Bigelow.
- El método analítico de Ball.

- El método de Patashnik.

En el presente trabajo utilizaremos el Método General para determinaciones de tiempo de proceso determinado por Patashnik.

Las curvas de penetración del calor se denominan también como curvas TDT (Termal Death Time), o "curvas tiempo – temperatura" o "curvas de destrucción térmica", y para medir ciertas características en el calentamiento de los alimentos pueden usarse termómetros; sin embargo, el método más satisfactorio involucra el uso de termopares, que son equipos formados por dos alambres de metales disimilares soldados, juntos, en uno de sus extremos. Si los extremos de esos alambres son puestos a diferentes temperaturas, se desarrolla un voltaje capaz de ser medido, el cual está relacionado con la diferencia de temperatura entre los dos extremos o empalmes del termopar. El otro extremo se conecta a un dispositivo de medición adecuado denominado potenciómetro.

Actualmente se están utilizando monitores inalámbricos de temperatura denominados "traces" que permiten evaluar la distribución térmica en un alimento. Los termopares pueden ser introducidos en el alimento, al interior de los envases de vidrio o de las latas metálicas la conexión se realiza a la altura deseada al lado del cuerpo de la lata por medio de un acople en la posición y altura deseada. El punto de ubicación, dentro de la lata, se

denomina "punto térmico" o "punto frío", es decir en punto en el interior del alimento donde con mayor dificultad se alcanzará la temperatura de tratamiento.

Las temperaturas son registradas cada minuto manualmente, o si se usa un potenciómetro registrador, los valores tiempo - temperatura serán graficados en papel semilogarítmico, lo que da una línea recta con desviaciones menores para la relación entre el tiempo y la temperatura.

Cada intervalo tiempo – temperatura durante el calentamiento y el enfriamiento de los recipientes, tiene un efecto letal sobre los microorganismos, siempre que las temperaturas están sobre el máximo para el crecimiento microbiano.

Correlacionando los efectos mortales de estas altas temperaturas con la velocidad de calentamiento del alimento, el tiempo teóricamente requerido para la destrucción de cualquier espora bacteriana presente, en el alimento, puede ser calculado para cualquier temperatura dada.

### **4.3.2. Materiales y métodos.**

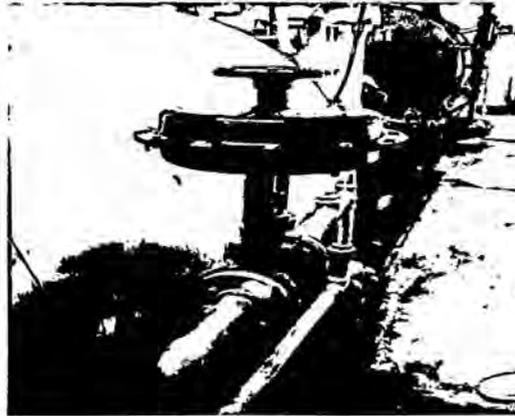
#### **a. Equipos e instrumentos.**

Los equipos que el autor utilizó en las pruebas experimentales, son los existentes en la planta piloto de procesamiento de alimentos de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos, de la Universidad Nacional del Callao, y fueron:

- Autoclave horizontal de acero inoxidable, con válvula de modular isoporcentual que permite tener una variación de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  en temperatura de esterilizado (figura 4.1).
- Mesa y accesorios de acero inoxidable.
- Equipo evaluador de penetración de calor, con cuatro termopares (figura 4.2).
- Equipo de medición (balanza y calibrador).

FIGURA 4.1

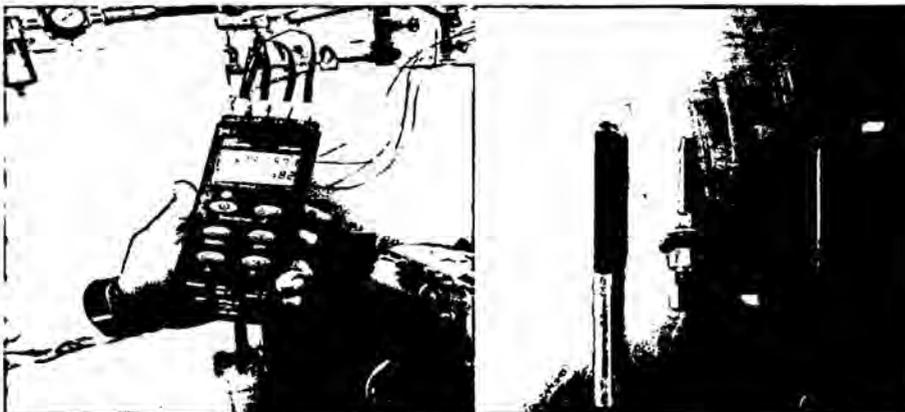
VÁLVULA ISOPORCENTUAL DE AUTOCLAVE HORIZONTAL



Fuente: Sebastián Lozano, 2013

FIGURA 4.2

EQUIPO EVALUADOR DE PENETRACIÓN DE CALOR, DIMENSIÓN DE  
TERMOPARES



Fuente: Sebastián Lozano, 2013

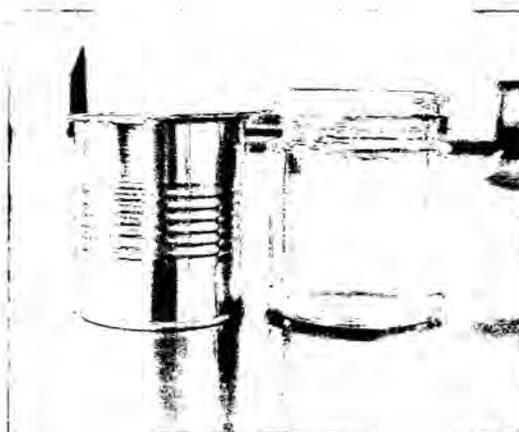
### **b. Materia prima.**

Para la preparación de la conserva de pesado se necesita:

- Anchoqueta.
- Jurel.
- Frasco de vidrio con tapa twist off de 237,68 g de capacidad (figura 4.3).
- Envase de hojalata de 224,4 g de capacidad (figura 4.3).
- Solución salmuera al 3%.

FIGURA 4.3

ENVASE DE HOJALATA Y DE VIDRIO DE CAPACIDADES SIMILARES



Fuente: Sebastián Lozano, 2013

### **4.3.3. Metodología.**

#### **a. Para la preparación de las conservas**

La materia prima; el jurel y la caballa, son sometidos a un proceso de pre-cocción, a temperatura de ebullición de agua por un periodo de de 30 min, para luego ser desmenuzado, eliminando tendones y espinas.

En el proceso de preparación y envasado se tienen las siguientes consideraciones:

- En cada envase se llena solo el 70% de su capacidad en pulpa de pescado lo que en práctica serian; 170 g de pulpa/envase de hojalata y 180 g de pulpa/envase de vidrio.
- En cada envase se considera el 30% de su capacidad en liquido de gobierno (solución salmuera al 3%), se debe considerar los 5mm de espacio libre que debe tener cada envase. En la práctica serian; 38,32 g de líquido de gobierno por envase de hojalata y 42,7 g de líquido de gobierno por envase de vidrio, ver figura 4.4.
- se genera el vacío en cada envase que luego es sellado y colocado en el centro geométrico de la autoclave, donde se somete a una temperatura de 116°C.

**a. Para las mediciones del proceso.**

Para el desarrollo de la prueba se procedió de la siguiente manera:

- Se le asignó una numeración a cada uno de los sensores. Como se designa a continuación:

T1: Temperatura de la conserva de anchoveta en envase de hojalata.

T2: temperatura de la conserva de jurel en envase de hojalata.

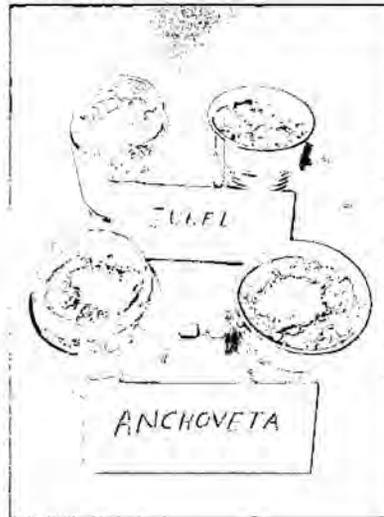
T3: Temperatura de la conserva de anchoveta en envase de vidrio.

T4: temperatura de la conserva de jurel en envase de vidrio.

- Se introdujo cada uno de los termopares a los envases de hojalata y de vidrio, ubicados en el centro geométrico del envase, ver figura 6.5.
- Las temperaturas del tratamiento térmico de esterilización, para las conservas, fueron controladas por lectura en el termómetro de la autoclave a 116 ° C.

FIGURA 4.4

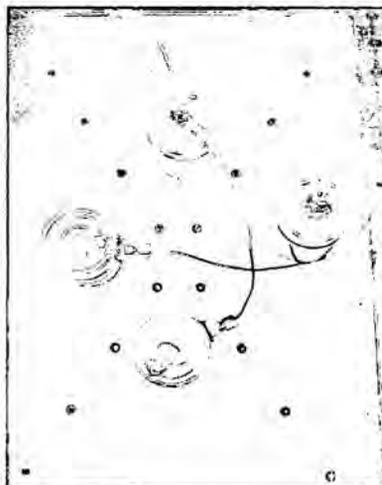
PREPARACIÓN DE LAS CONSERVAS DE PESCADO



Fuente: Sebastián Lozano, 2013

FIGURA 4.5

DISPOSICIÓN DE LOS SENSORES EN CADA UNO DE LOS ENVASES



Fuente: Sebastián Lozano, 2013

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Resultados de penetración de calor y letalidad.**

Del análisis realizado, los termopares dispuestos en los envases arrojaron los siguientes datos:

##### **5.1.1. Resultados en la conserva de anchoveta en envase de hojalata y vidrio (T1 y T3).**

Los datos resaltantes arrojados por los termopares son los siguientes:

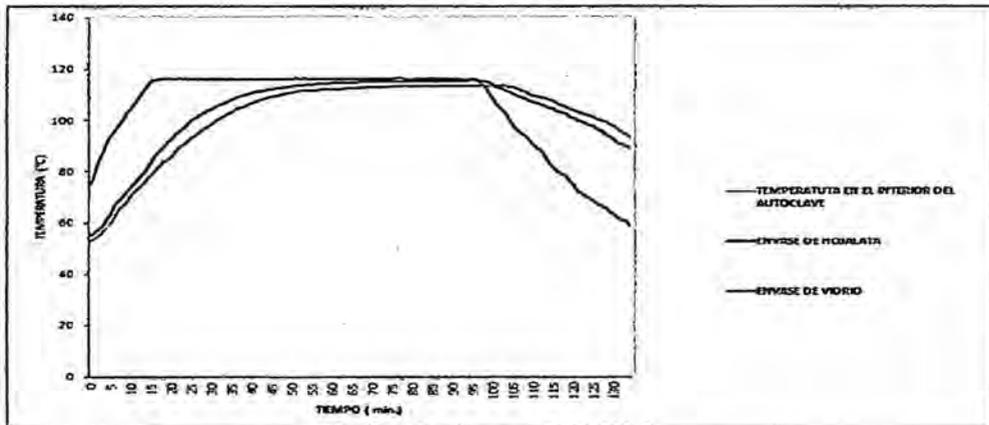
- Temperatura máxima en el envase de hojalata: 115,4°C y la temperatura máxima en el envase de vidrio: 113,5°C.
- Tiempo de curado 80 min.

La curva comparativa de penetración de calor, se observa en la grafica 5.1, de estos datos se obtiene la letalidad.

- Letalidad  $F_0$  en la conserva de hojalata: 14,9213 min.
- Letalidad  $F_0$  en la conserva de vidrio: 10,1501 min.

GRÁFICO 5.1

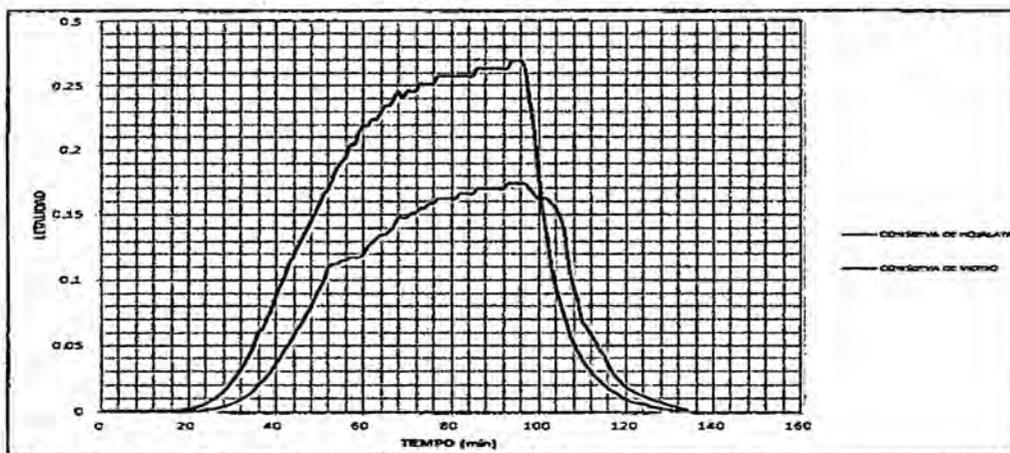
CURVA DE PENETRACIÓN DE CALOR EN LA CONSERVA DE ANCHOVETA



Fuente: Investigación propia, 2013

GRÁFICO 5.2

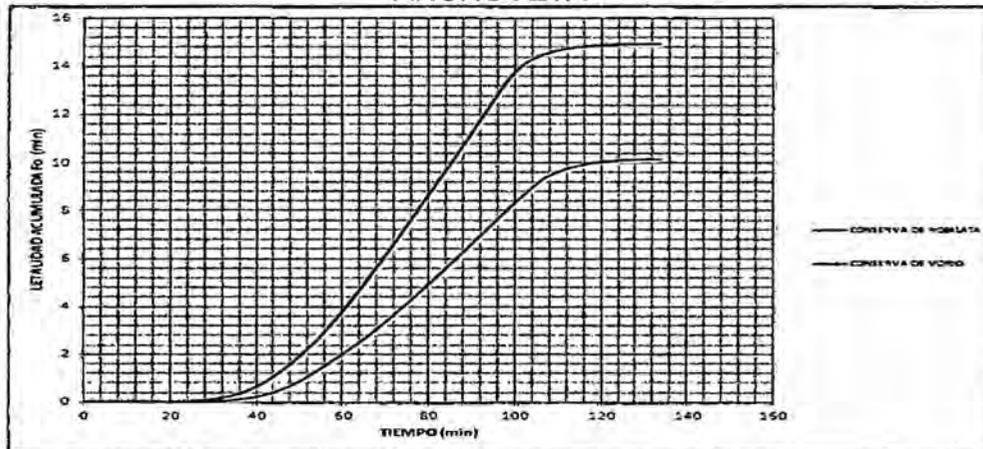
LETALIDAD PARCIAL EN EL ESTERILIZADO DE CONSERVA DE ANCHOVETA



Fuente: Investigación propia, 2013

GRÁFICO 5.3

LETALIDAD ACUMULATIVA  $F_0$  EN EL ESTERILIZADO DE CONSERVA DE ANCHOVETA



Fuente: Investigación propia, 2013

5.1.2. Resultado en la conserva de jurel en envase de hojalata y vidrio (T2 y T4).

Los datos resaltantes arrojados por los termopares son los siguientes:

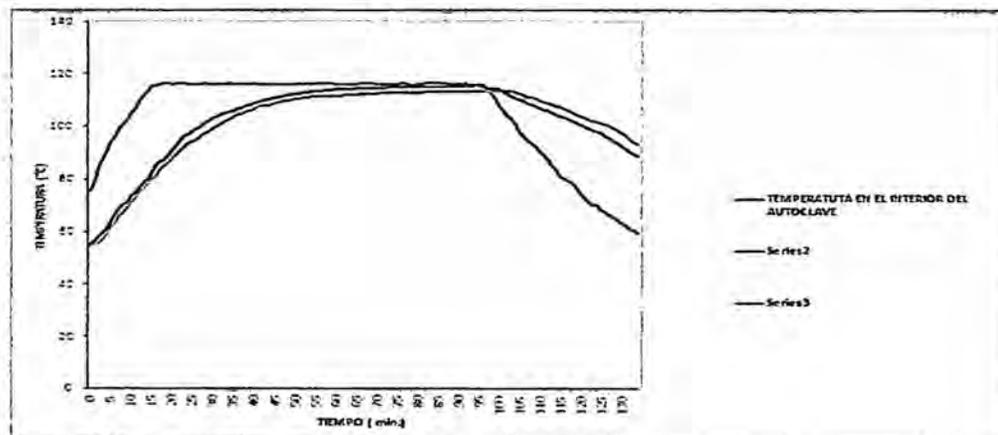
- Temperatura máxima en el envase de hojalata: 115,3°C y la temperatura máxima en el envase de vidrio: 113,4°C.
- Tiempo de curado 80 min.

La curva comparativa de penetración de calor, se observa en la grafica 5.4, de estos datos se obtiene la letalidad.

- Letalidad  $F_0$  en la conserva de hojalata: 13,75031 min.
- Letalidad  $F_0$  en la conserva de vidrio: 9,742654 min.

GRÁFICO 5.4

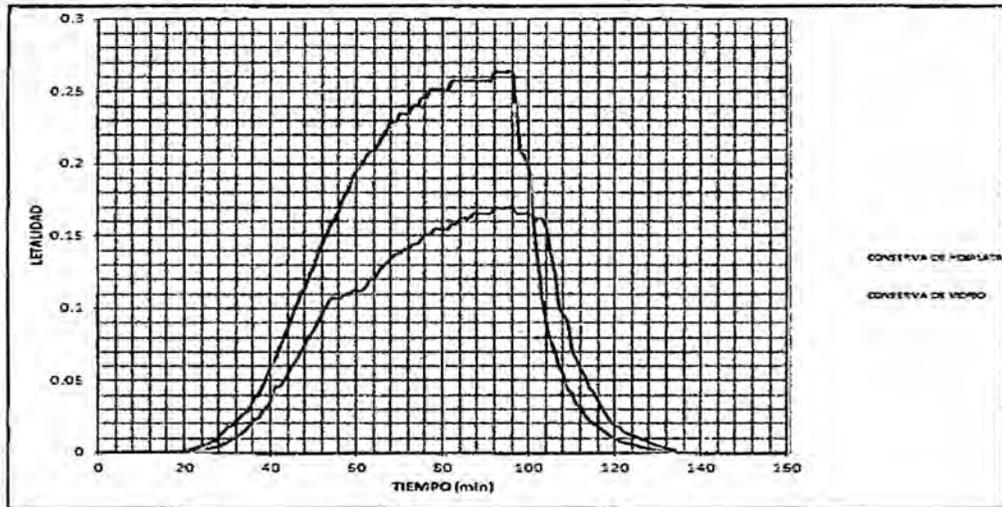
CURVA DE PENETRACIÓN DE CALOR EN LA CONSERVA DE JUREL



Fuente: Investigación propia, 2013

GRÁFICO 5.5

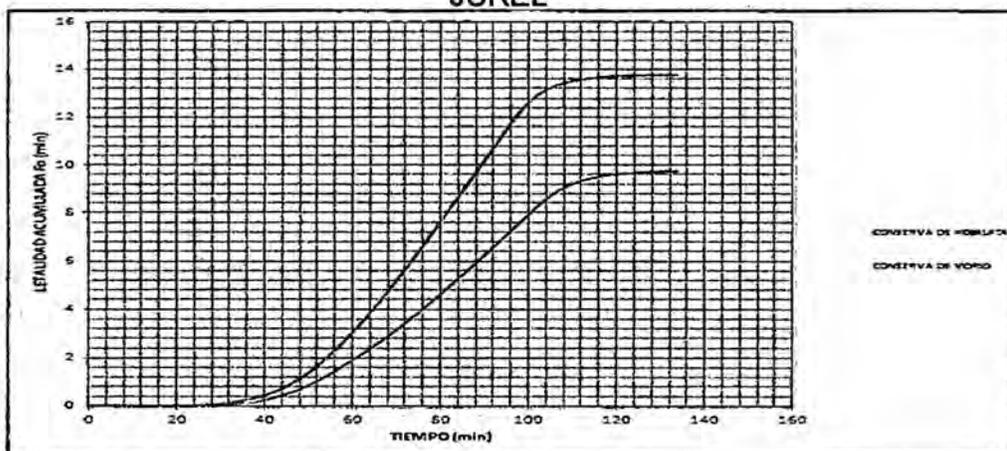
LETALIDAD PARCIAL EN EL ESTERILIZADO DE CONSERVA DE JUREL



Fuente: Investigación propia, 2013

GRÁFICO 5.6

LETALIDAD ACUMULATIVA  $F_0$  EN EL ESTERILIZADO DE CONSERVA DE JUREL



Fuente: Investigación propia, 2013

## CAPITULO VI

### DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Discusión.

En el litografiado de tapas twist off la ficha técnica del recubrimiento utilizado como insumo establece un cierto tiempo y temperatura de curado. Pero estos parámetros pueden variar de acuerdo a la trayectoria del horno y al rango de velocidad (laminas/min.) que puede trabajar, por ejemplo en la ficha técnica de un barniz "x" se tiene como parámetros (10 min por 190°C), pero se cuenta con un horno de 15 min de trayectoria a temperatura constante, tiempo máximo de operación, quiere decir que se debería trabajar a una menor temperatura para obtener un horneado correcto, este parámetro de temperatura va a depender de corridas experimentales que se realicen validando el valor establecido.

En las curvas de penetración de calor en la conserva de pescado en envase de vidrio y hojalata (véase gráfico 5.1 y grafico 5.4, en la pagina 153 y 155 respectivamente), se observa que la diferencia significativa es la fase de calentamiento y enfriamiento donde el envase de vidrio no llega a la misma temperatura máxima que en el envase de hojalata. Temperatura máxima en el envase de hojalata: 115,3 - 115,4°C, temperatura máxima en el envase de vidrio: 113,4 – 113,5°C. Esto se debe a la constante de transferencia térmica

en ambos materiales, mientras que en la hojalata estañada se encuentra en 64 W/mK y el del vidrio fluctúa de 0,6 – 1 W/mK, es decir que la hojalata recibe casi 60 veces más de calor por unidad finita de área que el vidrio, en el proceso de enfriado la disipación de calor es a mayor velocidad que el envase vidrio, generando también un proceso de enfriado más lento en tal material.

## **6.2. Conclusiones.**

Para asegurar la calidad y resistencia de una tapa twist off y envases de metal, se debe tener en cuenta las propiedades físico químicas de los recubrimientos utilizados que la resina y los polímeros propios de cada barniz, sean lo suficientemente resistentes al proceso posterior al cual van a ser tratados como es el autoclaveado o un simple pasteurizado.

Es de vital importancia el control de los parámetros en el proceso de litografiado de tapas twist off y hojalata, como por ejemplo en la temperatura de horneado en la aplicación de recubrimiento de esto va a depender la calidad del curlingado, ya que de ocurrir una incorrecta aplicación podría ocasionar quiebres en las uñas lo que genera un foco para oxidación filiforme, o en lo contrario un desbarnizado en el proceso de autoclaveado en el caso del

barniz exterior, y así en los subsiguientes tratamientos, ya que los controles aseguran la calidad de la tapa twist off.

La re-ciclación infinita de los envases de vidrio es una gran ventaja en la industria alimentaria, ya que se reutiliza material aminorando costos en su producción y es un gran aporte en beneficio del medio ambiente.

De los controles estadísticos de capacidad de proceso se determina si has venido trabajando en los parámetros establecidos, o si es necesario realizar más muestreos con la finalidad de hacer un control más exacto, además en el análisis de rendimiento y varianza de consumo, se concluye que los recubrimientos con mayor porcentaje de sólidos poseen un mayor rendimiento, en el caso de los esmalte y organosoles. Determinando también que cuando la varianza de consumo es mayor en rendimiento ha sido menor y viceversa.

Del análisis comparativo de penetración de calor en envases de hojalata y vidrio, se logra concluir de acuerdo a los valores de letalidad a 121°C, en el envase de hojalata va de 13,75 -14,92 min, en el envase de vidrio está comprendida de 9,74-10,15 min por lo se requiere un mayor tiempo de penetración de calor en el envase de vidrio para alcanzar la temperatura de esterilizado y manteniéndolo a menor tiempo de temperatura constante, debido a que la carga calórica almacenada es de lenta disipación, quiere

decir que retiene mayor calor en su interior en comparación al envase de hojalata, este factor es de gran importancia en la industria, ya que para efectos de letalidad conviene trabajar con envases de vidrio, pero en consumos de energía tiene una desventaja, ya que se requiere de una mayor cantidad de energía térmica para llegar a la temperatura de esterilizado, en comparación al envase de hojalata.

### **6.3. Recomendaciones.**

Antes de aprobar la elaboración de un nuevo producto de tapa twist off, envase de vidrio y de hojalata, es necesario realizar una corrida experimental de laboratorio y validarla en el cliente final, asegurando el proceso del producto, esto a su vez es válido en los nuevos insumos, los cuales deben ser aprobados en planta y en el cliente final antes de su inserción como insumo de planta.

De acuerdo a los análisis realizados es factible procesar un producto hidrobiológico en envase de vidrio con tapa twist off, en el ámbito de calidad debido a que la letalidad es de mayor efectividad, ya que la energía térmica es de lenta disipación en el proceso de esterilizado asegurando la inocuidad del producto, y además permite una cierta prolongación de la vida útil del producto una vez abierto el envase. No es factible en el ámbito de

productividad debido a que existe un mayor consumo de energía térmica para que el esterilizado alcance la temperatura óptima, es decir existe una mayor demanda de recursos, por lo tanto el proceso no es eficiente.

## CAPITULO VII

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. AGUADO ALONSO, J. **Ingeniería de la Industria alimentaria Conceptos básicos**. Madrid, España. Editorial Síntesis S.A. volumen I. 1999.
2. ARCAJABON VELAZQUEZ, Luis. **Diseño del plan de mantenimiento preventivo para línea de producción litográfica de la planta Grupo Zapata Guatemala SA**. Tesis de grado. Guatemala. Universidad de San Carlos. 2010.
3. BALAREZO ABARCA, Carlos y otros. **Plan estratégico en la industria del envase**. Tesis magistral. Lima – Perú. Centro de Negocios Pontificia Universidad Católica del Perú. 2012.
4. DAREX GRACE DAVISON. **Manual básico de aplicación de esmaltes y barnices en la industria metal gráfica**. San Pablo, Brasil. 2007.
5. GONZALES, Luis Gara y otros. **Toxicidad del bisfenol A (BPA) migración desde los envases a los alimentos**. Tenerife. Universidad de la Laguna. 2011.

6. INDUSTRIA DE ESTAMPADO METALICO SAC. **Ayuda técnica para usuarios de tapas twist off.** Lima. 2012.
7. LESPINARD, Alejandro R. **Simulación y optimización del tratamiento térmico de alimentos envasados en recipientes de vidrio. Tesis doctoral.** Argentina. Universidad Nacional de La Plata. 2010.
8. LOPEZ RUBIO, Amparo. **Efecto de distintos tratamientos de conservación de alimentos sobre la morfología y propiedades de materiales poliméricos de envase.** Tesis doctoral. Valencia. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimento. 2006.
9. MOLLO TANGURA, Juan. **Disruptores endocrino en el plástico Bisfenol A – Ftalatos.** San Andrés. Universidad Mayor de San Andrés. 2010.
10. SEGURA, Manuel. **Manipulador de Comidas Preparadas.** Editorial club universitario. Colombia. 2009.
11. SIDERAR. **Especificación técnica de productos, ETP-4ESP.005 hojalata electrolítica en hojas y bobinas.** Estados Unidos. 2000.
12. TORRES RODRIGUEZ, Luis. **Automatización de una línea de producción de envases de vidrio. Tesis de grado.** México DF. Instituto Politécnico Nacional. 2010.

13. VARGAS, Jorge. **Seminario de litografía 2010, capacitación.** Lima. 2000.

### REFERENCIA DE INTERNET

1. CIFUENTES, Juan y otros. **Investigación experimental en la industria conservera.** Disponible en:

<http://www.ponceinter.edu>. Artículo web. Consultado el 9 de Agosto del 2013.

2. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. **Fabricación de vidrio y de productos de vidrio.** Disponible en:

[www.ecomabi.cl/biblioteca/category/32-guias-y-manuales](http://www.ecomabi.cl/biblioteca/category/32-guias-y-manuales). Artículo web. Consultado el 6 de Setiembre del 2013.

3. CONSERVAS SERRATS SA. **¿Latas metálicas o frascos de cristal?** disponible en:

<http://www.serrats.com/latas-metalicas-o-frascos-de-cristal>. Artículo web. Consultado el 15 de Agosto del 2013.

4. FUNDACIÓN IBEROAMERICANA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD (FUNDIBEQ). **Diagrama de Pareto**. disponible en:

<http://www.fundibeq.com>. Artículo web. Consultado el 10 de Mayo del 2013.

5. SANCHEZ-OCAÑA, Ramón. **Idea sana Eroski**. Disponible en:

<http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/26/esencia/>. Artículo web. Consultado el 20 de Octubre del 2013.

6. VALDERAS, Alejandro. **Elaboración de tapa twist off**. Disponible en:

<http://www.mundolatas.com/información%20tenica>. Artículo web. Consultado el 20 de noviembre 2013.

7. VIVES BESALDUCH, Elodia. **Control estadístico de procesos**.

Disponible en:

<http://www.concretonline.com/index.php>. Artículo web. Consultado el 18 de setiembre del 2013.

8. ZUMELZU E. y Otros. **Adherencia, caracterización y desempeño de recubrimientos epoxifenolicos sobre hojalatas electrolíticas**.

Disponible en:

[www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/chile/indice/h14.pdf](http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/chile/indice/h14.pdf). Artículo web. Consultado el 15 de setiembre del 2013.

9. ZUMELZU E. y otros. **Predicción del comportamiento a la corrosión de hojalatas para envases obtenidas por colada y recocido continuo.** Disponible en:

[www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/posadas/trabajos/0809.pdf](http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/posadas/trabajos/0809.pdf).

Artículo web. Consultado el 15 de setiembre del 2013.

## CAPITULO VIII

### ANEXOS

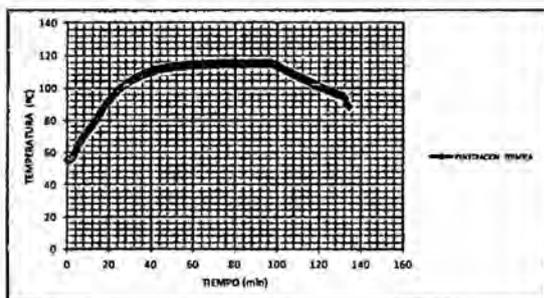
#### Anexo I: Análisis de penetración de calor para la conserva de anchoveta en envase de hojalata (T1).

<p>De la ecuación de muerte térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>F = F_0 \times 10^{(1/Z)(T_0 - T)}</math> ó</li> <li>• <math>F_0 = F \times 10^{(1/Z)(T - T_0)}</math></li> </ul>	<p>Las letalidades <math>F</math> y <math>F_0</math> se hacen equivalentes mediante un factor de conversión llamado Velocidad Letal "L", donde:</p> <p style="text-align: center;"><math>L = 10^{(1/Z)(T - T_0)}</math></p> <p>A <math>F_0</math> se conoce como Letalidad del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Letalidad = <math>F_0 = F \times L</math></li> </ul>
---	---

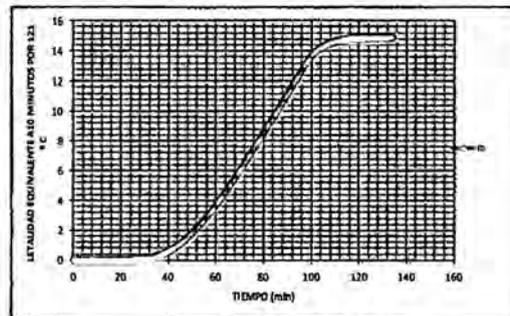
**CALCULO DE  $F_0$**

Trefe	121.1	°C
Z=	10	°C
D=	2.52	min

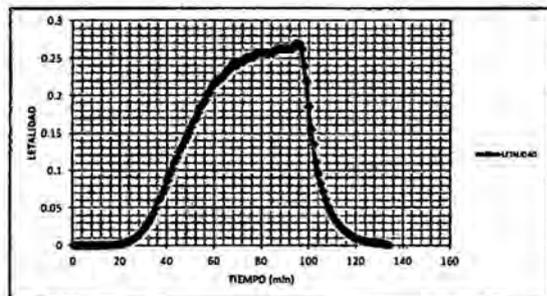
**GRAFICA DE PENETRACION TERMICA**



**DETERMINACION DEL F0 EN EL PROCESO**



**GRAFICA DE LETALIDAD**



TIEMPO (min)	F	Temperatura 1	LETAUDAD	Fo = FxL	F-value
0	0	55.8	2.95121E-07	0	0
1	1	55.4	2.69153E-07	2.69153E-07	2.82137E-07
2	1	56.5	3.46737E-07	3.46737E-07	5.90082E-07
3	1	58.5	5.49541E-07	5.49541E-07	1.03822E-06
4	1	61.4	1.07152E-06	1.07152E-06	1.84875E-06
5	1	64.6	2.23872E-06	2.23872E-06	3.50387E-06
6	1	66.9	3.80189E-06	3.80189E-06	6.52418E-06
7	1	69.4	6.76083E-06	6.76083E-06	1.18055E-05
8	1	70.6	8.91251E-06	8.91251E-06	1.96422E-05
9	1	72.4	1.34896E-05	1.34896E-05	3.08433E-05
10	1	74.1	1.99526E-05	1.99526E-05	4.75644E-05
11	1	75.6	2.81838E-05	2.81838E-05	7.16326E-05
12	1	77.5	4.36516E-05	4.36516E-05	0.00010755
13	1	79.4	6.76083E-05	6.76083E-05	0.00016318
14	1	81.4	0.000107152	0.000107152	0.00025066
15	1	83.7	0.00018197	0.00018197	0.000395121
16	1	86	0.00030903	0.00030903	0.000640621
17	1	88.1	0.000501187	0.000501187	0.00104573
18	1	89.8	0.00074131	0.00074131	0.001666978
19	1	91.5	0.001096478	0.001096478	0.002585873
20	1	93	0.001548817	0.001548817	0.00390852
21	1	94.6	0.002238721	0.002238721	0.005802289
22	1	96	0.003090295	0.003090295	0.008466797
23	1	97.4	0.004265795	0.004265795	0.012144842
24	1	98.7	0.005754399	0.005754399	0.01715494
25	1	100.2	0.008128305	0.008128305	0.024096292
26	1	100.9	0.009549926	0.009549926	0.032935408
27	1	102	0.012302688	0.012302688	0.043861714
28	1	102.9	0.015135612	0.015135612	0.057580864
29	1	103.8	0.018620871	0.018620871	0.074459105
30	1	104.6	0.022387211	0.022387211	0.094963148
31	1	105.4	0.026915348	0.026915348	0.119614427
32	1	106.1	0.031622777	0.031622777	0.14888349
33	1	106.8	0.037153523	0.037153523	0.183271639
34	1	107.4	0.042657952	0.042657952	0.223177377
35	1	108.1	0.050118723	0.050118723	0.269565714
36	1	108.9	0.060255959	0.060255959	0.324753055
37	1	109.1	0.063095734	0.063095734	0.386428902
38	1	109.6	0.070794578	0.070794578	0.453374058
39	1	110	0.077624712	0.077624712	0.527583703
40	1	110.5	0.087096359	0.087096359	0.609944239
41	1	110.9	0.095499259	0.095499259	0.701242048
42	1	111.2	0.102329299	0.102329299	0.800156327
43	1	111.6	0.112201845	0.112201845	0.907421899
44	1	111.8	0.117489755	0.117489755	1.022267699
45	1	112.1	0.125892541	0.125892541	1.143958848
46	1	112.3	0.131825674	0.131825674	1.272817955
47	1	112.5	0.138038426	0.138038426	1.407750005
48	1	112.7	0.144543977	0.144543977	1.549404207
49	1	112.9	0.151356125	0.151356125	1.696991258
50	1	113.1	0.158489319	0.158489319	1.85191398
51	1	113.3	0.165958691	0.165958691	2.014137985
52	1	113.4	0.169824365	0.169824365	2.182029513
53	1	113.6	0.177827941	0.177827941	2.355855666
54	1	113.8	0.186208714	0.186208714	2.537873994
55	1	113.9	0.190546072	0.190546072	2.726251386
56	1	114	0.19498446	0.19498446	2.919016652
57	1	114.2	0.204173794	0.204173794	3.118959779
58	1	114.2	0.204173794	0.204173794	3.322769574
59	1	114.4	0.213796209	0.213796209	3.531754576
60	1	114.5	0.218776162	0.218776162	3.748040761
61	1	114.5	0.218776162	0.218776162	3.966816924
62	1	114.6	0.223872114	0.223872114	4.188141062
63	1	114.6	0.223872114	0.223872114	4.412013176
64	1	114.7	0.229086765	0.229086765	4.638492615
65	1	114.8	0.234422882	0.234422882	4.870247439
66	1	114.8	0.234422882	0.234422882	5.10467032
67	1	114.9	0.239883292	0.239883292	5.341823407

68	1	115	0.245470892	0.245470892	5.584500499
69	1	114.9	0.239883292	0.239883292	5.82717759
70	1	115	0.245470892	0.245470892	6.069854682
71	1	115	0.245470892	0.245470892	6.315325574
72	1	115	0.245470892	0.245470892	6.560796465
73	1	115.1	0.251188643	0.251188643	6.809126233
74	1	115.1	0.251188643	0.251188643	7.060314876
75	1	115.1	0.251188643	0.251188643	7.311503519
76	1	115.1	0.251188643	0.251188643	7.562692162
77	1	115.2	0.257039578	0.257039578	7.816806273
78	1	115.2	0.257039578	0.257039578	8.073845851
79	1	115.2	0.257039578	0.257039578	8.330885429
80	1	115.2	0.257039578	0.257039578	8.587925008
81	1	115.2	0.257039578	0.257039578	8.844964586
82	1	115.2	0.257039578	0.257039578	9.102004164
83	1	115.2	0.257039578	0.257039578	9.359043742
84	1	115.2	0.257039578	0.257039578	9.616083321
85	1	115.2	0.257039578	0.257039578	9.873122899
86	1	115.3	0.263026799	0.263026799	10.13115609
87	1	115.3	0.263026799	0.263026799	10.396182889
88	1	115.3	0.263026799	0.263026799	10.65920969
89	1	115.3	0.263026799	0.263026799	10.92223649
90	1	115.3	0.263026799	0.263026799	11.18526328
91	1	115.3	0.263026799	0.263026799	11.44829008
92	1	115.3	0.263026799	0.263026799	11.71131688
93	1	115.3	0.263026799	0.263026799	11.97434368
94	1	115.4	0.26915348	0.26915348	12.24043382
95	1	115.4	0.26915348	0.26915348	12.5095873
96	1	115.4	0.26915348	0.26915348	12.77874078
97	1	115.3	0.263026799	0.263026799	13.04483092
98	1	114.9	0.239883292	0.239883292	13.29628597
99	1	114.5	0.218776162	0.218776162	13.5256157
100	1	113.8	0.186208714	0.186208714	13.72810813
101	1	113	0.154881662	0.154881662	13.89863332
102	1	112.4	0.134896288	0.134896288	14.0435423
103	1	111.6	0.112201845	0.112201845	14.16709136
104	1	110.9	0.095499259	0.095499259	14.27094191
105	1	110.3	0.083176377	0.083176377	14.36027973
106	1	109.7	0.072443596	0.072443596	14.43808972
107	1	109	0.0616595	0.0616595	14.50514127
108	1	108.3	0.052480746	0.052480746	14.56221139
109	1	107.7	0.045708819	0.045708819	14.61130617
110	1	107.1	0.039810717	0.039810717	14.65406594
111	1	106.5	0.034673685	0.034673685	14.69130814
112	1	106	0.030902954	0.030902954	14.72409646
113	1	105.3	0.02630268	0.02630268	14.75269928
114	1	104.8	0.023442288	0.023442288	14.7757176
115	1	104.2	0.020417379	0.020417379	14.7995016
116	1	103.6	0.017782794	0.017782794	14.81860168
117	1	103	0.015488166	0.015488166	14.83523716
118	1	102.5	0.013803843	0.013803843	14.84988317
119	1	101.4	0.010715193	0.010715193	14.86214269
120	1	100.8	0.009332543	0.009332543	14.87216655
121	1	100.4	0.00851138	0.00851138	14.88108852
122	1	99.8	0.007413102	0.007413102	14.88905076
123	1	99.3	0.006606934	0.006606934	14.89606078
124	1	98.8	0.005888437	0.005888437	14.90230846
125	1	98.3	0.005248075	0.005248075	14.90787672
126	1	97.8	0.004677351	0.004677351	14.91283943
127	1	97.2	0.004073803	0.004073803	14.91721501
128	1	96.8	0.003715352	0.003715352	14.92110958
129	1	96.3	0.003311311	0.003311311	14.92462292
130	1	95.7	0.002884032	0.002884032	14.92772059
131	1	95.5	0.002754229	0.002754229	14.93053972
132	1	94.2	0.002041738	0.002041738	14.9329377
133	1	90.3	0.000831764	0.000831764	14.93437445
134	1	88.9	0.00060256	0.00060256	14.93509161
			Σ Fo =		14.93539275

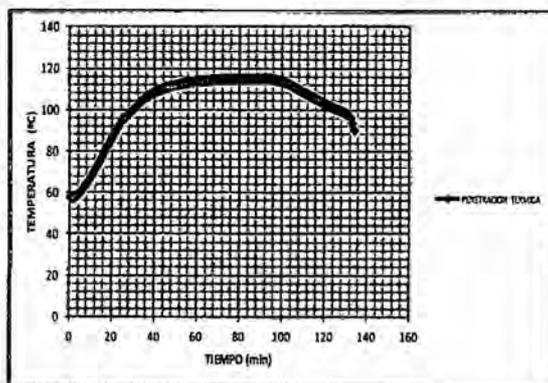
## Anexo II: Análisis de penetración de calor para la conserva de Jurel en envase de hojalata (T2).

<p>De la ecuación de muerte térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>F = F_0 \times 10^{(1/2)(T_0 - T)}</math> ó</li> <li>• <math>F_0 = F \times 10^{(1/2)(T - T_0)}</math></li> </ul>	<p>Las letalidades <math>F</math> y <math>F_0</math> se hacen equivalentes mediante un factor de conversión llamado Velocidad Letal "L", donde:</p> $L = 10^{(1/2)(T - T_0)}$ <p>A <math>F_0</math> se conoce como Letalidad del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Letalidad = <math>F_0 = F \times L</math></li> </ul>
---	---

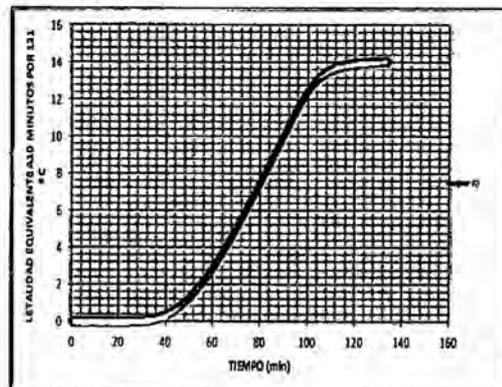
**CALCULO DE F<sub>0</sub>**

T <sub>ref</sub> =	121.1	°C
Z=	10	°C
D=	2.52	min

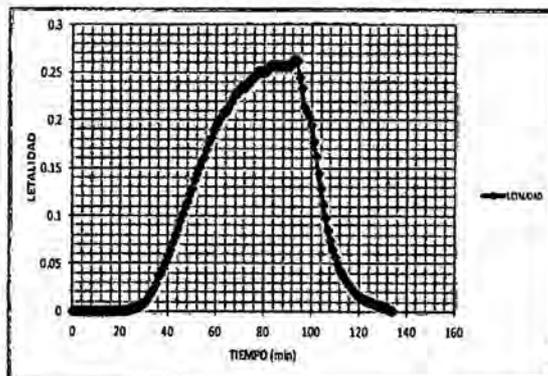
**GRAFICA DE PENETRACION TERMICA**



**DETERMINACION DEL F<sub>0</sub> EN EL PROCESO**



**GRAFICA DE LETALIDAD**



TIEMPO (min)	F	Temperatura 2	LETAUDAD	Fo = FxL	F-value
0	0	58	4.89779E-07	0	0
1	1	57.5	4.36516E-07	4.3652E-07	4.6315E-07
2	1	57.7	4.57088E-07	4.5709E-07	9.0995E-07
3	1	58.6	5.62341E-07	5.6234E-07	1.4197E-06
4	1	59.5	6.91831E-07	6.9183E-07	2.0468E-06
5	1	60.7	9.12011E-07	9.1201E-07	2.8487E-06
6	1	61.9	1.20226E-06	1.2023E-06	3.9058E-06
7	1	63.8	1.86209E-06	1.8621E-06	5.438E-06
8	1	64.8	2.34423E-06	2.3442E-06	7.5411E-06
9	1	66.3	3.31131E-06	3.3113E-06	1.0369E-05
10	1	68.1	5.01187E-06	5.0119E-06	1.4531E-05
11	1	69.8	7.4131E-06	7.4131E-06	2.0743E-05
12	1	71.6	1.12202E-05	1.122E-05	3.006E-05
13	1	73.6	1.77828E-05	1.7783E-05	4.4561E-05
14	1	75.3	2.63027E-05	2.6303E-05	6.6604E-05
15	1	77.4	4.2658E-05	4.2658E-05	0.00010108
16	1	79.4	6.76083E-05	6.7608E-05	0.00015622
17	1	81.7	0.000114815	0.00011482	0.00024743
18	1	83.5	0.00017378	0.00017378	0.00039173
19	1	85.4	0.000269153	0.00026915	0.00061319
20	1	87.2	0.00040738	0.00040738	0.00095146
21	1	89	0.000616595	0.0006166	0.00146345
22	1	90.8	0.000933254	0.00093325	0.00223837
23	1	92.6	0.001412538	0.00141254	0.00341127
24	1	94.3	0.002089296	0.0020893	0.00516219
25	1	96.2	0.003235937	0.00323594	0.0078248
26	1	96.5	0.003467369	0.00346737	0.01117645
27	1	97.6	0.004466836	0.00446684	0.01514356
28	1	98.7	0.005754399	0.0057544	0.02025417
29	1	99.6	0.007079458	0.00707946	0.0266711
30	1	100.5	0.008709636	0.00870964	0.03456565
31	1	101.7	0.011481536	0.01148154	0.04466124
32	1	103	0.015488166	0.01548817	0.05814609
33	1	104.1	0.019952623	0.01995262	0.07586648
34	1	104.9	0.023988329	0.02398833	0.09783696
35	1	105.8	0.029512092	0.02951209	0.12458717
36	1	106.8	0.037153523	0.03715352	0.15791988
37	1	107.1	0.039810717	0.03981072	0.1964021
38	1	107.7	0.045708819	0.04570882	0.23916186
39	1	108.3	0.052480746	0.05248075	0.28825665
40	1	108.8	0.058884366	0.05888437	0.3439392
41	1	109.2	0.064565423	0.06456542	0.4056641
42	1	109.7	0.072443596	0.0724436	0.47416861
43	1	110.1	0.079432823	0.07943282	0.55010682
44	1	110.5	0.087096359	0.08709636	0.63337141
45	1	110.9	0.095499259	0.09549926	0.72466922
46	1	111.2	0.102329299	0.1023293	0.82358349
47	1	111.5	0.10964782	0.10964782	0.92957205
48	1	111.7	0.114815362	0.11481536	1.04180365
49	1	112	0.123026877	0.12302688	1.16072476
50	1	112.2	0.128824955	0.12882496	1.28665068
51	1	112.5	0.138038426	0.13803843	1.42008237
52	1	112.7	0.144543977	0.14454398	1.56137357
53	1	112.9	0.151356125	0.15135612	1.70932362
54	1	113.1	0.158489319	0.15848932	1.86424635
55	1	113.2	0.16218101	0.16218101	2.02458151
56	1	113.4	0.169824365	0.16982437	2.1905842
57	1	113.6	0.177827941	0.17782794	2.36441035
58	1	113.7	0.181970086	0.18197009	2.54430937
59	1	113.9	0.190546072	0.19054607	2.73056744
60	1	114	0.19498446	0.19498446	2.92333271
61	1	114.1	0.199526231	0.19952623	3.12058806
62	1	114.2	0.204173794	0.20417379	3.32243807
63	1	114.3	0.208929613	0.20892961	3.52898977
64	1	114.3	0.208929613	0.20892961	3.73791939
65	1	114.4	0.213796209	0.21379621	3.94928223
66	1	114.5	0.218776162	0.21877616	4.16556848
67	1	114.6	0.223872114	0.22387211	4.38689262

68	1	114.7	0.229086765	0.22908677	4.61337206
69	1	114.7	0.229086765	0.22908677	4.84245882
70	1	114.8	0.234422882	0.23442288	5.07421365
71	1	114.8	0.234422882	0.23442288	5.30863653
72	1	114.8	0.234422882	0.23442288	5.54305941
73	1	114.9	0.239883292	0.23988329	5.7802125
74	1	114.9	0.239883292	0.23988329	6.02009579
75	1	115	0.245470892	0.24547089	6.26277288
76	1	115	0.245470892	0.24547089	6.50824377
77	1	115.1	0.251188643	0.25118864	6.75657354
78	1	115.1	0.251188643	0.25118864	7.00776218
79	1	115.1	0.251188643	0.25118864	7.25895083
80	1	115.1	0.251188643	0.25118864	7.51013947
81	1	115.1	0.251188643	0.25118864	7.76132811
82	1	115.2	0.257039578	0.25703958	8.01544222
83	1	115.2	0.257039578	0.25703958	8.2724818
84	1	115.2	0.257039578	0.25703958	8.52952138
85	1	115.2	0.257039578	0.25703958	8.78656096
86	1	115.2	0.257039578	0.25703958	9.04360054
87	1	115.2	0.257039578	0.25703958	9.30064012
88	1	115.2	0.257039578	0.25703958	9.55767969
89	1	115.2	0.257039578	0.25703958	9.81471927
90	1	115.2	0.257039578	0.25703958	10.0717589
91	1	115.2	0.257039578	0.25703958	10.3287984
92	1	115.3	0.263026799	0.2630268	10.5888316
93	1	115.3	0.263026799	0.2630268	10.8518584
94	1	115.3	0.263026799	0.2630268	11.1148852
95	1	115	0.245470892	0.24547089	11.3681341
96	1	114.8	0.234422882	0.23442288	11.6090809
97	1	114.4	0.213796209	0.21379621	11.8331905
98	1	114.3	0.208929613	0.20892961	12.0445534
99	1	114.2	0.204173794	0.20417379	12.2511051
100	1	114	0.19498446	0.19498446	12.4560842
101	1	113.6	0.177827941	0.17782794	12.6370904
102	1	113.2	0.16218101	0.16218101	12.8079949
103	1	112.7	0.144543977	0.14454398	12.9604574
104	1	112.2	0.128824955	0.12882496	13.0971419
105	1	111.6	0.112201845	0.11220185	13.2176553
106	1	111	0.097723722	0.09772372	13.3226181
107	1	110.4	0.085113804	0.0851138	13.4140368
108	1	109.8	0.074131024	0.07413102	13.4936592
109	1	109.2	0.064565423	0.06456542	13.5630075
110	1	108.7	0.057543994	0.05754399	13.6240622
111	1	108.1	0.050118723	0.05011872	13.6778935
112	1	107.5	0.043651583	0.04365158	13.7247787
113	1	107	0.038904514	0.03890451	13.7660567
114	1	106.5	0.034673685	0.03467369	13.8028458
115	1	106	0.030902954	0.03090295	13.8356341
116	1	105.5	0.027542287	0.02754229	13.8648568
117	1	105	0.024547089	0.02454709	13.8909015
118	1	104.5	0.021877616	0.02187762	13.9141138
119	1	103.6	0.017782794	0.01778279	13.933944
120	1	103.1	0.015848932	0.01584893	13.9507599
121	1	102.7	0.014454398	0.0144544	13.9659115
122	1	102.3	0.013182567	0.01318257	13.97973
123	1	101.8	0.011748976	0.01174898	13.9921958
124	1	101.3	0.010471285	0.01047129	14.0033059
125	1	100.9	0.009549926	0.00954993	14.0133165
126	1	100.5	0.008709636	0.00870964	14.0224463
127	1	99.9	0.007585776	0.00758578	14.030594
128	1	99.6	0.007079458	0.00707946	14.0379266
129	1	99.1	0.006309573	0.00630957	14.0446211
130	1	98.5	0.005495409	0.00549541	14.0505236
131	1	97.9	0.004786301	0.0047863	14.0556645
132	1	96.7	0.003630781	0.00363078	14.059873
133	1	94	0.001949845	0.00194984	14.0626633
134	1	90.6	0.000891251	0.00089125	14.0640839
F Fo =					14.0645293

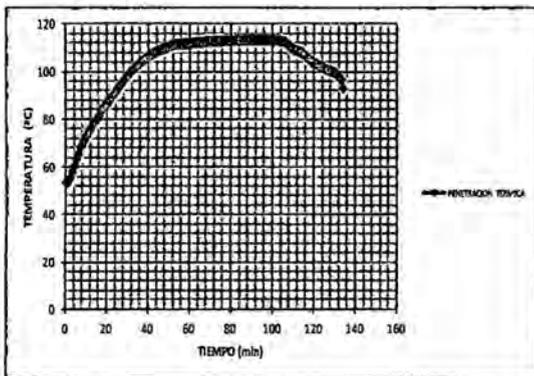
### Anexo III: Análisis de penetración de calor para la conserva de anchoveta en envase de vidrio (T3).

<p>De la ecuación de muerte térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>F = F_0 \times 10^{(1/Z)(T_0 - T)}</math> ó</li> <li>• <math>F_0 = F \times 10^{(1/Z)(T - T_0)}</math></li> </ul>	<p>Las letalidades <math>F</math> y <math>F_0</math> se hacen equivalentes mediante un factor de conversión llamado Velocidad Letal "<math>L</math>", donde:</p> <p><math>L = 10^{(1/Z)(T - T_0)}</math></p> <p>A <math>F_0</math> se conoce como Letalidad del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Letalidad = <math>F_0 = F \times L</math></li> </ul>
---	--

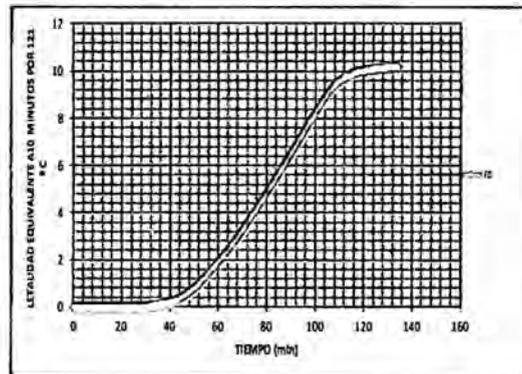
**CALCULO DE  $F_0$**

Tref=	121.1	°C
Z=	10	°C
D=	2.52	min

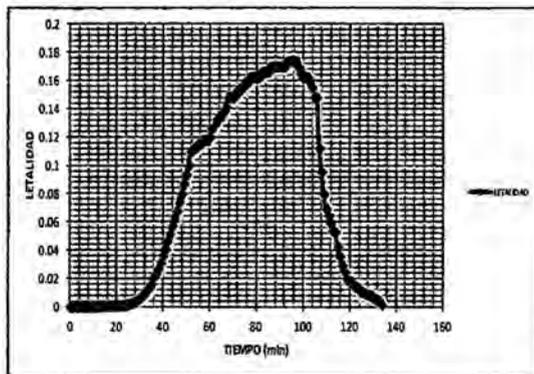
**GRAFICA DE PENETRACION TERMICA**



**DETERMINACION DEL  $F_0$  EN EL PROCESO**



**GRAFICA DE LETALIDAD**



TIEMPO (min)	F	Temperatura 3	LETAUDAD	Fo = FxL	F-value
0	0	53.8	1.86209E-07	0	0
1	1	54	1.94984E-07	1.9498E-07	1.906E-07
2	1	55.6	2.81838E-07	2.8184E-07	4.2901E-07
3	1	58.2	5.12861E-07	5.1286E-07	8.2636E-07
4	1	60.7	9.12011E-07	9.1201E-07	1.5388E-06
5	1	63.4	1.69824E-06	1.6982E-06	2.8439E-06
6	1	65.7	2.88403E-06	2.884E-06	5.1351E-06
7	1	68.6	5.62341E-06	5.6234E-06	9.3888E-06
8	1	69.7	7.24436E-06	7.2444E-06	1.5823E-05
9	1	71.5	1.09648E-05	1.0965E-05	2.4927E-05
10	1	73.3	1.65959E-05	1.6596E-05	3.8708E-05
11	1	75	2.45471E-05	2.4547E-05	5.9279E-05
12	1	76.5	3.46737E-05	3.4674E-05	8.8889E-05
13	1	78.1	5.01187E-05	5.0119E-05	0.00013129
14	1	79.4	6.76083E-05	6.7608E-05	0.00019015
15	1	80.4	8.51138E-05	8.5114E-05	0.00026651
16	1	81.7	0.000114815	0.00011482	0.00036647
17	1	84.3	0.00020893	0.00020893	0.00052835
18	1	84.7	0.000229087	0.00022909	0.00074736
19	1	86.2	0.000323594	0.00032359	0.0010237
20	1	86.6	0.000354813	0.00035481	0.0013629
21	1	88.8	0.000588844	0.00058884	0.00183473
22	1	89.3	0.000660693	0.00066069	0.0024595
23	1	90.4	0.000851138	0.00085114	0.00321541
24	1	91.7	0.001148154	0.00114815	0.00421506
25	1	93.3	0.001659587	0.00165959	0.00561893
26	1	94.2	0.002041738	0.00204174	0.00746959
27	1	95.5	0.002754229	0.00275423	0.00986757
28	1	96.6	0.003548134	0.00354813	0.01301876
29	1	97.7	0.004570882	0.00457088	0.01707826
30	1	98.8	0.005888437	0.00588844	0.02230792
31	1	99.8	0.007413102	0.0074131	0.02895869
32	1	100.7	0.009120108	0.00912011	0.03727253
33	1	101.6	0.011220185	0.01122018	0.04739544
34	1	102.4	0.013489629	0.01348963	0.05975035
35	1	103.2	0.016218101	0.0162181	0.07460422
36	1	104.3	0.020892961	0.02089296	0.09315975
37	1	104.7	0.022908677	0.02290868	0.11506057
38	1	105.4	0.026915348	0.02691535	0.13997258
39	1	106	0.030902954	0.03090295	0.16888173
40	1	106.7	0.036307805	0.03630781	0.20248711
41	1	107.2	0.040738028	0.04073803	0.24101003
42	1	107.8	0.046773514	0.04677351	0.2847658
43	1	108.2	0.051286138	0.05128614	0.33379562
44	1	108.7	0.057543994	0.05754399	0.38821069
45	1	109.1	0.063095734	0.06309573	0.44853055
46	1	109.4	0.067608298	0.0676083	0.51388257
47	1	109.8	0.074131024	0.07413102	0.58475223
48	1	110.1	0.079432823	0.07943282	0.66153415
49	1	110.5	0.087096359	0.08709636	0.74479874
50	1	110.8	0.09332543	0.09332543	0.83500964
51	1	111.1	0.1	0.1	0.93167235
52	1	111.5	0.10964782	0.10964782	1.03649626
53	1	111.6	0.112201845	0.11220185	1.1474211
54	1	111.6	0.112201845	0.11220185	1.25962194
55	1	111.7	0.114815362	0.11481536	1.37313155
56	1	111.7	0.114815362	0.11481536	1.48794691
57	1	111.8	0.117489755	0.11748976	1.60409947
58	1	111.8	0.117489755	0.11748976	1.72158922
59	1	111.8	0.117489755	0.11748976	1.83907898
60	1	111.9	0.120226443	0.12022644	1.95793708
61	1	112.1	0.125892541	0.12589254	2.08099657
62	1	112.2	0.128824955	0.12882496	2.20835532
63	1	112.3	0.131825674	0.13182567	2.33868063
64	1	112.4	0.134896288	0.13489629	2.47204161
65	1	112.4	0.134896288	0.13489629	2.60693179
66	1	112.5	0.138038426	0.13803843	2.74340526
67	1	112.6	0.141253754	0.14125375	2.88305135
68	1	112.8	0.147910839	0.14791084	3.02763365
69	1	112.8	0.147910839	0.14791084	3.17554448
70	1	112.8	0.147910839	0.14791084	3.32345532
71	1	112.9	0.151356125	0.15135612	3.47308881
72	1	112.9	0.151356125	0.15135612	3.62444493
73	1	113	0.154881662	0.15488166	3.77756382
74	1	113	0.154881662	0.15488166	3.93244549
75	1	113.1	0.158489319	0.15848932	4.08913098
76	1	113.1	0.158489319	0.15848932	4.2476203

77	1	113.2	0.16218101	0.16218101	4.40795546
78	1	113.2	0.16218101	0.16218101	4.57013647
79	1	113.2	0.16218101	0.16218101	4.73231748
80	1	113.2	0.16218101	0.16218101	4.89449849
81	1	113.2	0.16218101	0.16218101	5.0566795
82	1	113.3	0.165958691	0.16595869	5.22074935
83	1	113.3	0.165958691	0.16595869	5.38670804
84	1	113.3	0.165958691	0.16595869	5.55266673
85	1	113.3	0.165958691	0.16595869	5.71862542
86	1	113.4	0.169824365	0.16982437	5.88651695
87	1	113.4	0.169824365	0.16982437	6.05634131
88	1	113.4	0.169824365	0.16982437	6.22616568
89	1	113.4	0.169824365	0.16982437	6.39599004
90	1	113.4	0.169824365	0.16982437	6.56581441
91	1	113.4	0.169824365	0.16982437	6.73563878
92	1	113.4	0.169824365	0.16982437	6.90546314
93	1	113.5	0.173780083	0.17378008	7.07726536
94	1	113.5	0.173780083	0.17378008	7.25104545
95	1	113.5	0.173780083	0.17378008	7.42482553
96	1	113.5	0.173780083	0.17378008	7.59860561
97	1	113.5	0.173780083	0.17378008	7.7723857
98	1	113.4	0.169824365	0.16982437	7.94418792
99	1	113.3	0.165958691	0.16595869	8.11207945
100	1	113.2	0.16218101	0.16218101	8.2761493
101	1	113.2	0.16218101	0.16218101	8.43833031
102	1	113.2	0.16218101	0.16218101	8.60051132
103	1	113.1	0.158489319	0.15848932	8.76084648
104	1	113	0.154881662	0.15488166	8.91753197
105	1	112.8	0.147910839	0.14791084	9.06892822
106	1	112.8	0.147910839	0.14791084	9.21683906
107	1	111.6	0.112201845	0.11220185	9.3468954
108	1	110.9	0.095499259	0.09549926	9.45074596
109	1	110.1	0.079432823	0.07943282	9.538212
110	1	109.5	0.069183097	0.0691831	9.61251996
111	1	109.2	0.064565423	0.06456542	9.67939422
112	1	108.8	0.058884366	0.05888437	9.74111911
113	1	108.4	0.05370318	0.05370318	9.79741288
114	1	108.3	0.052480746	0.05248075	9.85050485
115	1	107.4	0.042657952	0.04265795	9.8980742
116	1	106.6	0.035481339	0.03548134	9.93714384
117	1	105.8	0.029512092	0.02951209	9.96964056
118	1	105.1	0.025118864	0.02511886	9.99695604
119	1	104	0.019498446	0.01949845	10.0192647
120	1	103.8	0.018620871	0.01862087	10.0383243
121	1	103.5	0.017378008	0.01737801	10.0563238
122	1	102.8	0.014791084	0.01479108	10.0724083
123	1	102.5	0.013803843	0.01380384	10.0867058
124	1	102.3	0.013182567	0.01318257	10.100199
125	1	101.4	0.010715193	0.01071519	10.1121479
126	1	101.1	0.01	0.01	10.1225055
127	1	100.7	0.009120108	0.00912011	10.1320655
128	1	100.5	0.008709636	0.00870964	10.1409804
129	1	100	0.007762471	0.00776247	10.1492165
130	1	99.9	0.007585776	0.00758578	10.1568906
131	1	98.5	0.005495409	0.00549541	10.1634312
132	1	98.1	0.005011872	0.00501187	10.1686848
133	1	96.9	0.003801894	0.00380189	10.1730917
134	1	93.2	0.00162181	0.00162181	10.1758036

IFo = 10.1766144

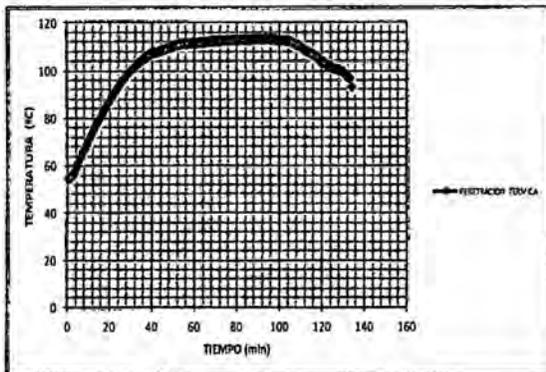
**Anexo IV: Análisis de penetración de calor para la conserva de jurel en envase de vidrio (T4):**

<p>De la ecuación de muerte térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>F = F_0 \times 10^{(1/Z)(T_0 - T)}</math> ó</li> <li>• <math>F_0 = F \times 10^{(1/Z)(T - T_0)}</math></li> </ul>	<p>Las letalidades <math>F</math> y <math>F_0</math> se hacen equivalentes mediante un factor de conversión llamado Velocidad Letal "L", donde:</p> <p style="text-align: center;"><math>L = 10^{(1/Z)(T - T_0)}</math></p> <p>A <math>F_0</math> se conoce como Letalidad del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Letalidad = <math>F_0 = F \times L</math></li> </ul>
---	---

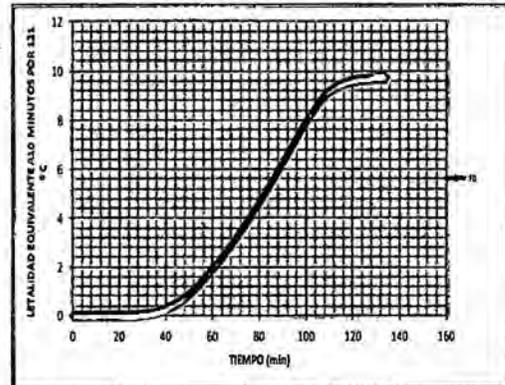
**CALCULO DE  $F_0$**

Tref=	121.1	°C
Z=	10	°C
D=	2.52	min

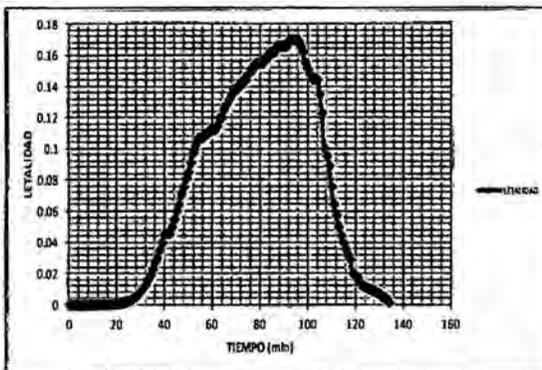
**GRAFICA DE PENETRACION TERMICA**



**DETERMINACION DEL  $F_0$  EN EL PROCESO**



**GRAFICA DE LETALIDAD**



TIEMPO (min)	F	Temperatura 1	LETAJIDAD	Fo = FxL	F-value
0	0	54.9	2.39883E-07	0	0
1	1	55	2.45471E-07	2.45471E-07	2.42677E-07
2	1	55.8	2.95121E-07	2.95121E-07	5.12973E-07
3	1	57.4	4.2658E-07	4.2658E-07	8.73823E-07
4	1	59.5	6.91831E-07	6.91831E-07	1.43303E-06
5	1	61.7	1.14815E-06	1.14815E-06	2.35302E-06
6	1	63.7	1.8197E-06	1.8197E-06	3.83695E-06
7	1	66	3.0903E-06	3.0903E-06	6.29195E-06
8	1	67.2	4.0738E-06	4.0738E-06	9.874E-06
9	1	69.3	6.60693E-06	6.60693E-06	1.52144E-05
10	1	71.3	1.04713E-05	1.04713E-05	2.37535E-05
11	1	73.2	1.62181E-05	1.62181E-05	3.70982E-05
12	1	74.9	2.39883E-05	2.39883E-05	5.72014E-05
13	1	76.8	3.71535E-05	3.71535E-05	8.77723E-05
14	1	78.6	5.62341E-05	5.62341E-05	0.000134466
15	1	80.2	8.12831E-05	8.12831E-05	0.000203225
16	1	81.6	0.000112202	0.000112202	0.000299967
17	1	83.6	0.000177828	0.000177828	0.000444982
18	1	85	0.000245471	0.000245471	0.000656631
19	1	86.7	0.000363078	0.000363078	0.000960906
20	1	88.1	0.000501187	0.000501187	0.001393039
21	1	89.6	0.000707946	0.000707946	0.001997605
22	1	91	0.000977237	0.000977237	0.002840197
23	1	92.5	0.001380384	0.001380384	0.004019007
24	1	93.9	0.001905461	0.001905461	0.00566193
25	1	95.4	0.002691535	0.002691535	0.007960428
26	1	96.4	0.003388442	0.003388442	0.011000416
27	1	97.5	0.004365158	0.004365158	0.014877216
28	1	98.6	0.005623413	0.005623413	0.019871502
29	1	99.6	0.007079458	0.007079458	0.026222937
30	1	100.6	0.008912509	0.008912509	0.034218921
31	1	101.5	0.010964782	0.010964782	0.044157566
32	1	102.3	0.013182567	0.013182567	0.056231241
33	1	103.2	0.016218101	0.016218101	0.070931575
34	1	103.9	0.019054607	0.019054607	0.088567929
35	1	104.7	0.022908677	0.022908677	0.109549571
36	1	105.6	0.028183829	0.028183829	0.135095824
37	1	105.9	0.030199517	0.030199517	0.164287497
38	1	106.6	0.035481339	0.035481339	0.197127925
39	1	107.1	0.039810717	0.039810717	0.234773953
40	1	107.7	0.045708819	0.045708819	0.277533721
41	1	107.7	0.045708819	0.045708819	0.332324254
42	1	107.7	0.045708819	0.045708819	0.368951359
43	1	108.1	0.050118723	0.050118723	0.41686513
44	1	108.5	0.054954087	0.054954087	0.469401536
45	1	108.9	0.060255959	0.060255959	0.527006559
46	1	109.2	0.064565423	0.064565423	0.58941725
47	1	109.6	0.070794578	0.070794578	0.65709725
48	1	109.9	0.075857758	0.075857758	0.730423418
49	1	110.2	0.081283052	0.081283052	0.808993823
50	1	110.4	0.085113804	0.085113804	0.892192251
51	1	110.7	0.091201084	0.091201084	0.980349694
52	1	111	0.097723722	0.097723722	1.074812097
53	1	111.2	0.102329299	0.102329299	1.174838608
54	1	111.4	0.107151931	0.107151931	1.279579223
55	1	111.4	0.107151931	0.107151931	1.386731153
56	1	111.4	0.107151931	0.107151931	1.493883084
57	1	111.5	0.10964782	0.10964782	1.602282959
58	1	111.5	0.10964782	0.10964782	1.711930779
59	1	111.6	0.112201845	0.112201845	1.822855611
60	1	111.6	0.112201845	0.112201845	1.935057457
61	1	111.6	0.112201845	0.112201845	2.047259302
62	1	111.7	0.114815362	0.114815362	2.160767906
63	1	111.9	0.120226443	0.120226443	2.278288809
64	1	111.9	0.120226443	0.120226443	2.398515252
65	1	112.1	0.125892541	0.125892541	2.521574744
66	1	112.2	0.128824955	0.128824955	2.648933493
67	1	112.3	0.131825674	0.131825674	2.779258807

68	1	112.4	0.134896288	0.134896288	2.912619788
69	1	112.5	0.138038426	0.138038426	3.049087146
70	1	112.5	0.138038426	0.138038426	3.187125572
71	1	112.6	0.141253754	0.141253754	3.326771662
72	1	112.6	0.141253754	0.141253754	3.468025417
73	1	112.7	0.144543977	0.144543977	3.610924283
74	1	112.7	0.144543977	0.144543977	3.7546826
75	1	112.8	0.147910839	0.147910839	3.901695668
76	1	112.9	0.151356125	0.151356125	4.05132915
77	1	112.9	0.151356125	0.151356125	4.202685274
78	1	113	0.154881662	0.154881662	4.355804168
79	1	113	0.154881662	0.154881662	4.51068583
80	1	113	0.154881662	0.154881662	4.665567492
81	1	113	0.154881662	0.154881662	4.820449153
82	1	113.1	0.158489319	0.158489319	4.977134644
83	1	113.1	0.158489319	0.158489319	5.135623963
84	1	113.2	0.16218101	0.16218101	5.295959128
85	1	113.2	0.16218101	0.16218101	5.458140137
86	1	113.2	0.16218101	0.16218101	5.620321147
87	1	113.3	0.165958691	0.165958691	5.784390997
88	1	113.3	0.165958691	0.165958691	5.950349688
89	1	113.3	0.165958691	0.165958691	6.116308379
90	1	113.3	0.165958691	0.165958691	6.28226707
91	1	113.3	0.165958691	0.165958691	6.44822576
92	1	113.4	0.169824365	0.169824365	6.616117288
93	1	113.4	0.169824365	0.169824365	6.785941654
94	1	113.4	0.169824365	0.169824365	6.955766019
95	1	113.4	0.169824365	0.169824365	7.125590384
96	1	113.4	0.169824365	0.169824365	7.295414749
97	1	113.3	0.165958691	0.165958691	7.463306277
98	1	113.2	0.16218101	0.16218101	7.627376128
99	1	113	0.154881662	0.154881662	7.785907463
100	1	112.9	0.151356125	0.151356125	7.939026357
101	1	112.8	0.147910839	0.147910839	8.088659839
102	1	112.7	0.144543977	0.144543977	8.234887247
103	1	112.7	0.144543977	0.144543977	8.379431224
104	1	112.7	0.144543977	0.144543977	8.523975201
105	1	112.4	0.134896288	0.134896288	8.663695333
106	1	112	0.123026877	0.123026877	8.792656916
107	1	111.1	0.1	0.1	8.904170355
108	1	110.9	0.095499259	0.095499259	9.001919984
109	1	110.6	0.089125094	0.089125094	9.09423216
110	1	109.9	0.075857758	0.075857758	9.176723586
111	1	109.2	0.064565423	0.064565423	9.246935176
112	1	108.7	0.057543994	0.057543994	9.307989884
113	1	108.1	0.050118723	0.050118723	9.361821243
114	1	107.6	0.044668359	0.044668359	9.409214784
115	1	107.1	0.039810717	0.039810717	9.451454322
116	1	106.6	0.035481339	0.035481339	9.48910035
117	1	106.1	0.031622777	0.031622777	9.522652408
118	1	105.7	0.028840315	0.028840315	9.552883954
119	1	104.1	0.019952623	0.019952623	9.577280423
120	1	103.7	0.018197009	0.018197009	9.596355239
121	1	103.5	0.017378008	0.017378008	9.614142747
122	1	102.3	0.013182567	0.013182567	9.629423035
123	1	102	0.012302688	0.012302688	9.642165663
124	1	101.7	0.011481536	0.011481536	9.654057775
125	1	101.4	0.010715193	0.010715193	9.665156139
126	1	101.1	0.01	0.01	9.675513736
127	1	100.7	0.009120108	0.009120108	9.68507379
128	1	100.5	0.008709636	0.008709636	9.693988662
129	1	100.1	0.007943282	0.007943282	9.702315121
130	1	99.7	0.00724436	0.00724436	9.709908942
131	1	98.3	0.005248075	0.005248075	9.716155159
132	1	97.9	0.004786301	0.004786301	9.721172347
133	1	97.1	0.003981072	0.003981072	9.72556033
134	1	93.4	0.001698244	0.001698244	9.728395691
			E Fo =		9.729244693