



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN
EN EL PROCESO DE ENLATADO DE ALIMENTOS**

T E S I S P R O F E S I O N A L
Que para obtener el título de :
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P r e s e n t a n :
MARCELA CONCEPCION GARCIA SALDIVAR
CAROLINA LOPEZ SERRANO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

I. INTRODUCCION	1
II. MICROBIOLOGIA	
a) Significación de los microorganismos en alimentos enlatados	3
b) Funciones útiles de los microorganismos	3
c) Patología de algunos microorganismos	4
d) Microorganismos significativos en alimentos enlatados	6
e) Condiciones que afectan el crecimiento bacteriano	15
f) Deterioro microbiano	19
g) <u>Clostridium botulinum</u> y condiciones que afectan su crecimiento	21
III. ENLATADOS	
a) Breve historia de los enlatados	25
b) Objetivo del enlatado	28
c) Procesos no térmicos previos al enlatado	28
d) Procesos térmicos previos al enlatado	29
e) Diagrama de bloques de una enlatadora tipo	30

f) Deterioro de alimentos de origen no microbiano	31
g) Condiciones para la conservación ade- cuada de los alimentos enlatados	32
h) Deterioro por fugas en los alimentos enlatados	33
i) Manipulación del producto e integri- dad del recipiente	34
j) Factores que influyen en la vida de almacenamiento de alimentos enlata- dos	40
k) Recomendaciones del fabricante a bo- veda	42
l) Importancia de una buena cloración en el agua usada para la producción de alimentos enlatados	43
m) Cierre de envases metálicos	47

IV. PROCESO

a) Historia del progreso del procesa- miento térmico	55
b) Factores considerados en el cálculo de procesamiento térmico	55
c) Reglas referentes al pH del alimen- to y su contenido de agua	60
d) Estudios sobre la velocidad de pene- tración de calor	63

e) Consideraciones críticas	66
f) Equipo auxiliar para el procesamien <u>to</u> térnico	68
g) Tipos de autoclaves	72
h) Procedimientos en general	80
i) Consideraciones importantes y ta <u>blas</u> de proceso	88
j) Precauciones de manejo, llenado y - sellado	103
k) Método general o gráfico para el -- cálculo de los procesos para alinea <u>tos</u> calatados	105
l) Método fórmula para cálculos de pro ceso	109
- Curva de calentamiento simple	111
- Curva de calentamiento quebrada	118
m) Efecto de la curva de enfriamiento	124
n) Determinación del punto frío en au- toclave y latas	125
o) Determinación de la temperatura en el centro del envase	131
p) Conversión a otro tamaño de envase	132
q) Evaluación de cierre de envases	133

V. PARTE EXPERIMENTAL

a) Problemas de cálculo de proceso	148
--	-----

VI. DISCUSION 211

VII. CONCLUSIONES 216

VIII. BIBLIOGRAFIA 217

INDICE DE ILUSTRACIONES

III. ENLATADOS.

Cuadro No. 1

Ventajas y desventajas del uso del cloro

gaseoso y de hipocloritos 45

Figura No. 1

Primera operación en la formación del do

ble sello 48

Figura No. 2

Segunda operación en la formación del do

ble sello 49

Cuadro No. 2

Defectos probables del doble sello y sus

características 50

Figuras No. 3 y No. 4

Ilustración de los términos usados en el

doble sello 54

IV. PROCESO

Figura No. 1

Curva de velocidad de destrucción bacte-

riana 57

Figura No. 2

Curva de muerte térmica para esporas bag-

terianas 59

Figura No. 3	
Autoclave estacionario vertical	75
Figura No. 4	
Autoclave estacionario horizontal	76
Figura No. 5	
Autoclave hidrostático	81
Tabla No. 1	
Espárragos en cubos, blancos o verdes,	
incluyendo sopa o en salmuera	91
Tabla No. 2	
Frijoles, enteros en salmuera	92
Tabla No. 3	
Frijoles o chícharos en salmuera, sin -	
almidón adicionado	93
Tabla No. 4	
Frijoles, con o sin carne de cerdo, en	
salsa de tomate sin almidón añadido	94
Tabla No. 5	
Frijoles en salsa, con o sin cerdo	95
Tabla No. 6	
Zanahorias enteras, cortadas, rebanadas,	
en salmuera	97
Tabla No. 7	
Fais a la crema	98
Tabla No. 8	
Hongos, rebanados o en piezas, en salmuera	
en	99

Tabla No. 10	
Espinaca u otras verduras, cortadas, en salmuera	101
Tabla No. 11	
Datos de temperatura resultantes de los estudios de penetración de calor	108
Figura No. 6	
Curva de rapidez letal	110
Figura No. 7	
Curva de calentamiento simple	112
Figura No. 8	
f_h/U para un valor dado de $\log g$ (Prim <u>a</u> ra parte)	115
f_h/U para un valor dado de $\log g$ (Segun <u>a</u> da parte)	116
Tabla No. 12	
f_h/U para un valor dado de $\log g$	117
Tabla No. 13	
Valores de F_1 para diversas temperatu- ras de autoclave	119
Figura No. 9	
Curva de calentamiento quebrada	121
Figura No. 10	
F_{1h} para un valor dado de $\log g$	123
Figura No. 11	
Localización del punto frío en los dos tipos de calentamiento	127

Figura No. 12	
Sistema termopar típico	129
Tabla No. 14	
Factores de conversión para calentamiento por conducción	134
Tabla No. 15	
Factores de conversión para calentamiento por convección	137

V. PARTE EXPERIMENTAL

Tabla No. 1	
Relación de pH y F_0	146
Tabla No. 2	
Relación de temperaturas y F_0	147

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

Para el hombre siempre ha sido una gran preocupación la obtención de alimentos, por lo que desde tiempos remotos ha buscado e investigado diversas formas, métodos y procesos de preservación de los alimentos, de manera que durante las épocas propicias pudieran conservarlos en estado apto de consumo para los períodos de carencia.

Dentro de los esfuerzos llevados a cabo se han desarrollado varios métodos de conservación, resultando así los procesos con los que se cuenta actualmente, entre los que se encuentran: salado, azucarado, ahumado, curado, frigorización, liofilización, deshidratación, pasterización, esterilización, enlatado e irradiación.

Varios de los métodos mencionados se han usado desde épocas primitivas, mientras que otros son de reciente desarrollo y a la fecha se encuentran en uso normal y común dentro de la industria alimentaria mundial.

Debido a la importancia actual de los productos enlatados, el objetivo de este trabajo es proporcionar a todas las personas involucradas en la producción de alimentos en México, un panorama básico sobre los aspectos más importantes de dicho método de conservación tales como: microbiología, determinación del proceso, controles, hermeticidad de envases y problemas; de manera que sirva como guía para el procesamiento de a-

limentos enlatados a personas con o sin experiencia.

Se espera que este trabajo cumpla satisfactoriamente con los objetivos propuestos y de esta manera ayude a disminuir los riesgos que se pueden correr al consumir productos enlatados mal procesados.

CAPITULO II

M I C R O B I O L O G I A

a) SIGNIFICACION DE LOS MICROORGANISMOS EN ALIMENTOS ENLATADOS.

La microbiología es el factor más importante en el proceso de enlatado de alimentos ya que el estudio de ciertos microorganismos permite establecer las condiciones del proceso, además que el crecimiento de los microorganismos es la causa principal de descomposición en los alimentos procesados. (8)

Al mismo tiempo, el conocimiento profundo de tales microorganismos fundamenta las prácticas de higiene y los procedimientos garantizados en la esterilización de alimentos.

De la gran variedad de microorganismos, se le dará mayor énfasis a aquellos que causan deterioro en los alimentos enlatados y que producen sustancias tóxicas las cuales pueden causar enfermedades e intoxicaciones y hasta la muerte de seres humanos. (8), (10)

b) FUNCIONES UTILES DE LOS MICROORGANISMOS.

De todos los microorganismos conocidos por el hombre, algunos de ellos no lo perjudican y, por el contrario, le benefician pues ejercen funciones útiles tales como aquellos que producen el ácido láctico del queso, la col agria, etc. Se deben mencionar también aquellos microorganismos que producen alcohol etílico y que son utilizados para la elaboración de vino, cerveza y toda clase de bebidas producidas por fermenta

ción. También se encuentran microorganismos productores de ácido acético, ácido cítrico, etc. (6), (8), (9), (7)

Las principales características que para uso industrial se deben conocer de estos microorganismos son: la estabilidad, el rendimiento y la velocidad con que se producen los cambios en el alimento. Estas características no deben variar, con el objeto de tener un producto terminado estandar. (6), (8)

Cabe mencionar debido a su aportación para la nutrición humana, que algunos microorganismos se han venido usando como fuente de proteínas, vitaminas y aminoácidos y puede ser que lleguen a ser un verdadero alimento en el futuro. (8), (10)

Hay otros tipos de microorganismos que no necesariamente producen alimentos pero que efectúan funciones útiles al hombre pues tienen la habilidad de digerir y transformar la materia orgánica para regresarla nuevamente a la tierra en forma de elementos estabilizados los cuales son nutrientes para nuevas plantas y éstas a su vez son alimento para nuevos animales. (8), (1)

c) PATOLOGIA DE ALGUNOS MICROORGANISMOS.

Los alimentos, al ingerirse pueden ser vehículos para la transmisión de varias enfermedades pudiendo llegar a ser éstas desde relativamente benignas hasta graves intoxicaciones que lleguen a causar la muerte.

Las principales enfermedades que se encuentran debidas al consumo de alimentos son las llamadas gastrointestinales,

las cuales pueden ser causadas por cualquiera de los siguientes factores: consumo excesivo, alergias, envenenamiento por toxicidad de productos químicos, plantas o animales, toxinas de origen microbiano, infecciones microbianas, infestación parasitaria, etc. (5), (6), (10)

Este trabajo se enfocará principalmente a las enfermedades que pueden ser consecuencia de un mal proceso y mal manejo de los alimentos enlatados, errores gravísimos si se considera que el tratamiento térmico que se les da a alimentos procesados tiene por objeto anular la población de microorganismos para evitar poner en peligro la salud de los consumidores y la consecuente pérdida económica.

Los microorganismos en alimentos se pueden clasificar en tres grupos:

- 1) Microorganismos patógenos
- 2) Microorganismos productores de toxinas
- 3) Microorganismos que dañan el alimento

Se tratarán especialmente los dos primeros grupos ya que van en perjuicio de la salud humana.

Microorganismos patógenos.- tienen la capacidad de pasar a través de la mucosa intacta del tracto digestivo invadiendo y multiplicándose produciendo así alteraciones tisulares en el ser humano. Los daños así causados se dice que son "infecciones alimenticias" las cuales se pueden dividir en dos grupos:

- Tipo de bacteria que el alimento no es generalmente su medio de cultivo pero sí su transportador como en el caso de

la difteria, tuberculosis, disentería, fiebre tifoidea, etc.

- Tipo de bacteria que viviendo en el alimento si está en su medio óptimo teniendo todas las condiciones favorables para su crecimiento y multiplicación aumentando la posibilidad de infectar al consumidor; un ejemplo representativo de este tipo de microorganismos es el género Salmonella. (5), -- (6)

Microorganismos productores de toxinas.- son microorganismos que si se ingieren no son patógenos pero cuando crecen en el alimento producen toxinas que son absorbidas por el tracto digestivo cuando el alimento es ingerido causando así enfermedades llamadas comunmente "intoxicaciones alimenticias". Las intoxicaciones alimenticias también se dividen en dos grupos que son:

- Botulismo causado por Clostridium botulinum tipo E.
- Intoxicación por estafilococos producida por la toxina de Staphylococcus aureus. (5), (6), (8), (10)

d) MICROORGANISMOS SIGNIFICATIVOS EN ALIMENTOS ENLATADOS.

Los microorganismos relacionados con la preservación de alimentos son:

- 1) Mohos
- 2) Levaduras
- 3) Bacterias

Mohos.- son microorganismos que frecuentemente deterioran los alimentos pues abundan en el suelo, agua y aire, piel de ganado, plumas de aves, en el interior de los intestinos -

y cavidades del cuerpo animal y en cualquier sitio que no esté debidamente higienizado. Se pueden encontrar mohos en el equipo para el procesamiento de alimentos que no se esteriliza y así mismo se pueden encontrar en la piel y ropa del personal que maneja los alimentos. (1), (6), (10)

Se denomina moho a algunos hongos multicelulares, filamentosos y su presencia en los alimentos se advierte fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. El cuerpo de los hongos está formado por filamentos ramificados y entrelazados llamados "hifas" que en conjunto se denomina micelio. Los filamentos pueden ser unicelulares o pueden ser compuestos de muchas células colocadas extremo con extremo, es decir, pueden ser septados o no septados.

Se pueden reproducir a partir de un trozo de micelio pero esto es raro, por lo que generalmente se reproducen por medio de células reproductivas especiales llamadas esporas casi siempre asexuales y denominadas conidios.

La clasificación de mohos está basada primordialmente en los cuerpos de fructificación que es la forma en que se reproducen. (2), (3), (4)

En lo que respecta a la industria enlatadora, los mohos son más importantes como agentes de descomposición de alimentos antes que sean enlatados que un tiempo después ya que no resisten altas temperaturas. (5)

En condiciones adecuadas de humedad, ventilación y temperatura, los mohos pueden crecer en cualquier sustancia alimenticia y en sustancias las cuales no se consideran en buen

soporte de vida tales como soluciones concentradas de algunos ácidos, agua con pequeñas cantidades de ciertas sales, soluciones azucaradas, etc.

En general, los mohos necesitan menos humedad que la mayoría de levaduras y bacterias; la generalidad son mesófilos, es decir, crecen bien a temperatura ambiente (25-30°C) aunque se encuentran algunos psicrófilos, o sea que pueden crecer a temperaturas de congelación o ligeramente superiores.

Los mohos son aerobios y crecen mejor a un pH ácido pero el rango es amplio y va de pH =2 a pH =8.5. (3), (6), (10)

En compensación a los inconvenientes económicos que los mohos acarrean, también realizan funciones útiles como:

- Producción de enzimas útiles a la industria y a la medicina, como por ejemplo la amilasa usada en la industria panadera.

- Producción de antibióticos tales como la penicilina.

- Maduración y condimentación de varios tipos de quesos como: roquefort, canembert, brie, etc.

- Degradación de macromoléculas orgánicas. (6), (9)

Levaduras.- Las levaduras, al igual que los mohos, se encuentran distribuidas ampliamente y se pueden encontrar en todas las superficies expuestas, especialmente en sustancias orgánicas líquidas con contenido de azúcar y ácidos orgánicos. Pueden tener forma esférica, ovoide, alisonada, cilíndrica, triangular, etc. (1), (2)

La mayor parte de estos microorganismos se reproducen asexualmente por gemación, algunas variedades forman esporas -

dentro de la célula la cual se rompe liberando la espora y formando así una nueva levadura; otras variedades pueden formar brotes desprendiéndose después de la célula madre o bien formando cadenas con ellas. Otra forma de reproducción que se encuentra en las levaduras es la simple división o escisión y también se encuentran algunas levaduras con una forma primitiva de reproducción sexual. (8), (6)

De la misma manera que los mohos, las levaduras pueden ser perjudiciales o benéficas al hombre. Los beneficios que pueden dar al ser humano: ayudan a la elaboración de pan fermentado, bebidas fermentadas como cerveza y vino, quesos de maduración superficial, vitaminas, glicerol y otros alcoholes. Además, las levaduras se están cultivando hoy en día con el objeto de obtener enzimas y para usarse propiamente como alimento y suplementos alimenticios. (6), (8), (10)

Las levaduras son perjudiciales al hombre cuando alteran jugos de frutas, jarabes, melazas, miel, carnes y otros alimentos formando en las superficies de ellos manchas coloradas. Las levaduras pueden ser oxidativas, fermentativas o ambas cosas a la vez. (6),(7)

La generalidad de las levaduras crecen mejor en un medio abundante en agua aunque necesitan menos que la que requieren las bacterias pero más de la que necesitan los mohos; esto se explica por el hecho de que las levaduras crecen en presencia de concentraciones de solutos como sal y azúcar superiores a las concentraciones donde crecen las bacterias.

Su pH óptimo de crecimiento es ácido y va de 4.0 a 4.5

y crecen mejor en aerobiosis aunque las levaduras fermentativas pueden hacerlo en anaerobiosis.

Su temperatura óptima de crecimiento es de 26.2 a 32.2°C pero pueden crecer en un máximo de temperatura de 35 a 47°C. Desde el punto de vista de preservación de alimentos, se puede decir que las levaduras son más sensibles al calor que al frío por lo que cuando éstas deterioran un alimento enlatado se considera que el recipiente fue cerrado defectuosamente o bien que el producto fue sometido a un tratamiento térmico in suficiente. En general, se dice que la resistencia al calor de las levaduras es del mismo orden del de las células vegetativas de las bacterias. (2),(3),(6)

La principal fuente de energía de las levaduras son los azúcares como fuente de carbohidratos, pero su fuente principal de nitrógeno varía desde amoníaco y urea a aminoácidos y polipéptidos. Aparte de estas fuentes fundamentales, las levaduras necesitan factores suplementarios de crecimiento.

Las levaduras osmófilas, es decir, que crecen en grandes concentraciones de azúcar, se desarrollan en frutas secas, miel, jarabes y en general cualquier solución concentrada de azúcar.

Por otro lado, las levaduras que toleran grandes concentraciones de sal crecen en salmueras, carnes, pescados salados, etc. (6),(8), (4)

Bacterias.- las bacterias son los microorganismos más pequeños conocidos, aún más que las levaduras o mohos, se han relacionado con el reino vegetal, son unicelulares y su forma -

es muy variada en sus distintas especies aunque son tres las que predominan las cuales son: cocos (forma esférica), bacilos (forma de bastón), formas helicoidales y formas intermedias entre cocos y bacilos llamadas cocobacilos. De estos tipos de bacterias, las más importantes para la microbiología de alimentos son los cocos y los bacilos. (2), (3), (10)

En cuanto a su reproducción, las bacterias se reproducen únicamente por división directa o escisión lo cual se puede explicar de la manera siguiente: cuando la célula bacteriana está lista para dividirse, el material celular aumenta gradualmente hasta casi duplicar su volumen, las formas redondas o esféricas se vuelven ovales y las formas bacilares se alargan hasta que finalmente el contenido celular queda retenido en dos compartimientos distintos separados por una pared. Las dos nuevas células permanecen juntas por algún tiempo, después del cual se separan para formar dos nuevas células idénticas. (2), (3), (4)

Existen en las bacterias caracteres morfológicos que son de suma importancia para la microbiología de alimentos y por ende, para el procesamiento de alimentos. Estos caracteres son:

- La presencia de una cápsula alrededor de la célula la cual puede ser la causa de la viscosidad del alimento aparte de que la presencia de esta cápsula o mucilago aumenta la resistencia al calor y a los antisépticos por parte de las bacterias.

- La formación de apéndices llamados flagelos que son fi

lamentos largos y flexibles con los cuales pueden moverse las bacterias en alimentos líquidos o en agua. (2), (10)

- La formación de esporas las cuales son formas que se asemejan a semillas y que son mucho más resistentes al calor, antisépticos y bactericidas que muchas formas vegetativas.

Las esporas aparecen cuando el microorganismo está escaseando en nutrientes y empieza a acumular productos, pasando a ser la proteína celular de la espora, formándose también enzimas especiales. La espora es inducida por sustancias químicas que aumentan el contenido de ADN; la formación de la espora también se ve favorecida por un pequeño intervalo de pH, la presencia o ausencia de oxígeno en bacterias anaerobias o aerobias respectivamente, un intervalo de temperatura más reducido que el requerido para su crecimiento, la presencia de algunos iones metálicos, la ausencia de inhibidores y una buena fuente de glucosa y de nitrógeno. (3), (8)

Cuando una muestra examinada bajo el microscopio, el primer signo visible de formación de esporas en la célula bacteriana es la aparición de un pequeño cuerpo que cambia la refracción de los rayos de luz dirigidos hacia arriba a través del portaobjetos. Esta porción aumenta de tamaño y aparece como un cuerpo redondo u ovalado guardado por una pared. En algunos casos, la espora totalmente desarrollada es mayor que la célula que la generó, la cual se desintegra dejando a la espora en libertad. (4)

Las esporas poseen la habilidad de vivir en latencia en condiciones desfavorables para que después de ello la bacte-

ria se desarrolle normalmente. El período de latencia varía de acuerdo a la especie de la bacteria y para lograr de nuevo su desarrollo requiere de circunstancias favorables por lo que al desaparecer éstas, las esporas ójan de germinar.

La razón por la cual a las esporas se les da mucha importancia en la industria de los alimentos es que ellas sobreviven a altas temperaturas y como consecuencia descomponen los alimentos enlatados y en algunos casos producen el envejecimiento de ellos por lo que se requiere de una cuidadosa atención para la determinación y uso del proceso seguro de tiempo y temperatura en los alimentos procesados. (2), (3), (6)

El sitio más común de donde provienen las esporas es el suelo en el que se desarrolla el cultivo en el caso de los vegetales; esto se hace más notorio en suelos con alto contenido orgánico como aquellos que se han formado por el efecto de la descomposición de la vegetación, formados por el material del fondo de los ríos, lecho de lagos, etc.

Como antes se mencionó, las esporas son extremadamente resistentes al calor, frío y agentes químicos; cabe mencionar que, por regla general, las bacterias con alta resistencia a la destrucción por medio de calor la tienen también con respecto al cloro.

Concluyendo, se puede decir que la resistencia de las esporas al calor determina en todos los casos la severidad de los procesos técnicos utilizados para hacer que los alimentos enlatados sean de confianza para el consumo. (2), (4), (10)

De los tres grupos de microorganismos que se han descri-

to, se pueden señalar las condiciones siguientes las cuales son esenciales para tomarse en cuenta en una planta procesadora de alimentos.

Los mohos, dada la flexibilidad en sus necesidades y adaptación son buenos indicadores de lo inadecuado que resultó ser un procedimiento sanitario. Su detección en el equipo es justificadamente utilizada como indicador puesto que el moho es sensible al cloro y al calor y es eliminado con facilidad mediante la aplicación de recursos sanitarios adecuados.

El deterioro por mohos en alimentos contenidos en recipientes cerrados y procesados térmicamente es raro pero puede llegar a suceder ya que estos microorganismos no sobreviven a los procesos térmicos utilizados pero se pueden presentar contaminando después de la esterilización solamente por medio de fugas en la lata pues el moho requiere de oxígeno para su desarrollo. (4), (6), (9)

Las levaduras, al igual que los mohos, son destruidas por el calor y si contaminan al alimento se debe seguramente a una deficiencia en el manejo de la lata o a una avería en la misma produciéndose así el daño por fermentación.

Por lo que respecta a las bacterias, éstas son los microorganismos más importantes y problemáticos para el enlatador, pues son capaces de producir enzimas causando cambios indeseables en el alimento y produciendo, en algunos casos, sustancias tóxicas. (6), (8)

Al producto se le puede preservar conservándolo a temperaturas mayores o menores que la óptima para el desarrollo --

bacteriano.

Dado que las bacterias requieren de humedad para su crecimiento, se deben mantener las superficies de contacto del alimento tan secas como sea posible antes de que éste sea procesado. También es lo indicado aplicar agua clorada a las superficies de contacto en forma continua y lavar y transportar el producto crudo en agua así tratada. (6), (10)

En resumen, a pesar de que los mohos y las levaduras pueden llegar a ser peligrosos no representan un verdadero problema de salud pública, no así las bacterias que son el grupo de microorganismos más importante a considerar para la determinación de los procesos de tiempo y temperatura que se aplicarán al alimento. (4), (9)

e) CONDICIONES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO BACTERIANO.

El crecimiento de las bacterias se encuentra condicionado a las características del medio ambiente en que viven y pueden ser afectadas favorable o desfavorablemente por cambios del estado físico o químico de su habitat.

En general, son cuatro los factores fundamentales que condicionan el crecimiento de bacterias y ellos son:

- 1) Requerimientos alimenticios
- 2) Relación con respecto al oxígeno
- 3) Temperatura para el crecimiento
- 4) Tolerancia a los ácidos y agentes químicos

Requerimientos alimenticios.- la presencia de una adecuada y suficiente reserva de alimento es la condición más impor-

tante que determina el crecimiento bacteriano. Dicha reserva - está integrada principalmente por azúcares u otros carbohidra- tos, proteínas u otros compuestos de nitrógeno y pequeñas can- tidades de otros materiales como fosfatos, cloruros, calcio y otros elementos. (2), (3), (6)

Las necesidades alimenticias varían de acuerdo con la cla- se de bacteria; la mayoría de ellas necesitan una fuente de ni- trógeno combinada con materia orgánica, de ahí que la leche, - carne y vegetales resulten ser un magnífico medio de cultivo, razón por la cual los microorganismos deterioran los alimen- tos.

En general, mientras mejor sea el medio en cuanto a nu- trientes, el microorganismo tendrá un intervalo más amplio de temperatura y pH para su crecimiento. (6), (8)

El principio básico de un buen procedimiento sanitario en una planta procesadora de alimentos es eliminar del equipo ma- nipulador, los residuos del material en el que pudieran multi- plicarse las bacterias en forma rápida, así, se destruye la -- condición más importante que las bacterias requieren para su - desarrollo. (8)

Relación con respecto al oxígeno.- como se sabe, todos -- los seres vivos necesitan de oxígeno en alguna forma para su - desarrollo, aunque las bacterias difieren por su capacidad pa- ra usar el oxígeno del aire. La mayoría utiliza directamente - el oxígeno atmosférico, las bacterias que así se desarrollan - se dice que son aerobias.

Sin embargo, algunas bacterias no pueden vivir en presen-

cia de aire, sino por el contrario, en ausencia de él y son -- las llamadas bacterias anaerobias, las cuales deben obtener el oxígeno a partir de la descomposición y reordenación de compuestos que contienen oxígeno en el medio. Este tipo de microorganismos crecen donde no hay aire en absoluto a menos que se encuentren presentes sustancias fuertemente reductoras o bien que se encuentren al mismo tiempo con organismos aerobios que absorban el oxígeno. (2), (3), (10)

Hay otro tipo de bacterias que se colocan en un lugar intermedio entre aerobios y anaerobios estrictos que pueden utilizar el oxígeno libre o combinado por lo que se dice que son anaerobios facultativos.

El deterioro aeróbico de un alimento es completamente diferente a su deterioro anaeróbico; cuando el oxígeno está presente, se sigue un proceso de degradación transformándose el carbono del alimento en bióxido de carbono y el nitrógeno se libera como amoníaco o se oxida a nitratos y los demás materiales se convierten en elementos estables. (3), (6)

En cambio, cuando el alimento se descompone en ausencia de oxígeno, la descomposición es putrefactiva: hay solo una degradación parcial de la materia orgánica con la producción de gases ofensivos y algunas veces la formación de sustancias tóxicas. Por esta razón, a los recipientes sellados para alimentos de los cuales se ha retirado el aire se les trata en la industria alimenticia con sumo cuidado pues son ideales para el crecimiento de microorganismos anaerobios, en especial de *Clostridium botulinum*. (5), (6), (8)

Temperatura para el crecimiento.- cada tipo de bacteria - tiene una temperatura óptima de crecimiento, una temperatura - mínima y una temperatura máxima.

- Temperatura óptima: es la temperatura en la que el crecimiento y la multiplicación de las bacterias se produce con mayor rapidez y corresponde a la temperatura ordinaria del medio natural de las especies.

- Temperatura mínima: es la temperatura más baja a la que se puede desarrollar un microorganismo.

- Temperatura máxima: es la temperatura más alta que permite el crecimiento de las bacterias. (4), (8), (10)

Tanto en la temperatura mínima como en la temperatura máxima las bacterias se muestran menos activas y se multiplican más lentamente.

Tomando como base la temperatura óptima, se puede hacer una clasificación de microorganismos de la manera siguiente:

Tipo de microorganismo	Rango de temperatura óptima °C
Psicrófilos	14.5 - 20.0
Mesófilos	30.0 - 37.0
Termófilos facultativos	35.0 - 46.0
Termófilos	50.0 - 60.0

Microorganismos psicrófilos.- son microorganismos que se adaptan al frío y pueden crecer lentamente a temperaturas de refrigeración pero crecen mejor en el rango que va de 14°C a 20°C como es el caso de mohos y ciertas formas bacterianas.

Microorganismos mesófilos.- crecen a temperaturas compres

didas entre 30 y 37°C y son importantes pues todos estos microorganismos conciernen en cuanto al punto de vista de la seguridad de los alimentos. (2), (3), (6), (10)

Microorganismos termófilos.- son microorganismos que se adaptan al calor y que se desarrollan a temperaturas de 50 a 60°C. Tales microorganismos se encuentran generalmente en suelos, estiércol, acumulaciones de abono y en fuentes de aguas termales. Por lo que respecta a la industria enlatadora, estos microorganismos no son muy importantes pues ninguno de ellos libera agentes venenosos durante el deterioro de un alimento.

Microorganismos termófilos facultativos.- son microorganismos que en circunstancias especiales pueden crecer a temperaturas de 35 a 46°C, es decir, pueden crecer en el rango de los termófilos siendo ellos mesófilos. (3), (4), (8)

Tolerancia a los ácidos y agentes químicos.- en este punto se toma en cuenta la diferencia entre las bacterias y su reacción ante la cantidad de ácido o álcali libres en el alimento en que se encuentran. Así, la presencia de ácido libre inhibe el crecimiento de muchas bacterias pero permite el de organismos tolerantes a la acidez, ayudado también por productos inhibidores originados por las propias bacterias. (3), (6)

f) DETERIORO MICROBIANO.

La descomposición de alimentos enlatados puede ser determinada por cualquiera de los siguientes factores:

- Deterioro incipiente antes del procesamiento térmico
- Contaminación después del procesamiento

- Procesamiento térmico insuficiente
- Presencia de bacterias termófilas

La señal más evidente de que un alimento enlatado ha sufrido deterioro es el abombamiento de uno o ambos extremos de la lata implicando esto que las bacterias que han afectado el alimento son productoras de gas.

La apariencia y el olor del contenido de la lata también son indicadores de deterioro pues se puede advertir turbidez en soluciones normalmente transparentes o bien puede haber depósitos blancos en el fondo de la lata o en algunos lugares del alimento. (1), (6), (8)

- Deterioro incipiente antes del procesamiento.- este problema se presenta casi siempre cuando el alimento es almacenado demasiado tiempo después de su limpieza o enlatado, circunstancias que se pueden deber a una deficiencia de energía, fallas en la maquinaria o acumulación lenta de latas para llenar el autoclave. El deterioro así causado es poco obvio, puede pasar desapercibido y se puede eliminar con el proceso de esterilización en autoclave. (8), (10)

- Contaminación después del procesamiento.- a este factor también se le puede denominar "Deterioro por fugas" y se manifiesta rápidamente por una hinchazón de la lata. Si en un lote se presentan muchas latas hinchadas se espera que haya también una pequeña proporción de latas con apariencia normal pero con una descomposición sin producción de gas por lo que siempre deben examinarse las latas aparentemente normales. (4), (8)

- Procesamiento térmico insuficiente.- se determina por -

la localización de formas esporíferas resistentes al calor y - su determinación es muy importante para la salud pública pues las bacterias generadoras de esporas tienen la capacidad de -- producir tóxicos mortales en el alimento.

- Presencia de bacterias termófilas.- este tipo de dete-- rioro no representa un problema para la salud pública y es cau-- sado por esporas que son extremadamente resistentes al calor; los agentes termofílicos pueden crecer en el equipo que está - en contacto con el alimento si la temperatura es adecuada para su crecimiento por lo que el producto debe mantenerse siempre arriba de 74°C o en una cámara de temperatura para prevenir el desarrollo de microorganismos termofílicos. (8), (10)

Este deterioro también puede ser producido por un enfria-- miento poco drástico después del proceso térmico pues algunas esporas termofílicas pueden haber sobrevivido al calentamiento convirtiéndose en esporas viables para causar el deterioro.

(8)

g) Clostridium botulinum Y CONDICIONES QUE AFFECTAN SU CRECI-- MIENTO.

El Clostridium botulinum es una bacteria en forma de bacilo, anaerobia formadora de esporas las cuales son generalmente mayores que el diámetro de los bacilos que las forman. A causa de estas características y a su preferencia por una dieta alta en proteínas se le denomina como "anaerbio putrefactivo".

Se encuentra comunmente en el suelo y/o en el intestino - de los animales y el hombre siendo su presencia de distribu-- ción mundial. (2), (6)

El microorganismo en sí no causa infección alguna pero su toxina cuando es ingerida causa una intoxicación fatal llamada botulismo; dicha toxina es muy peligrosa y la dosis mortal es menor a 1 mcg, es una exotoxina de la cual se han encontrado seis tipos y se les ha denominado alfabéticamente: A, B, C, D, E y F. Las más tóxicas para el hombre son la A, B y E. Los tipos A y B se han encontrado en vegetales y el tipo E generalmente en pescados. En general, todas se han encontrado en carne de cerdo, jamones ahumados, pescados, aves y legumbres.(2)

La toxina es resistente al jugo gástrico y se reabsorbe en el intestino alcanzando la circulación sanguínea fijándose después en los centros nerviosos dando origen a trastornos cuyas características son las siguientes: hay perturbaciones visuales, incapacidad para deglutir y dificultad para hablar, — hay estreñimiento y no se presenta fiebre. La muerte es producida por parálisis respiratoria o paro cardíaco y la mente permanece clara hasta antes de que ésta suceda. Los síntomas antes mencionados se presentan de 18 a 96 horas después de la ingestión del alimento envenenado. (3), (5), (10)

Afortunadamente, la toxina se destruye por calentamiento durante 10 minutos a 100°C por lo que se recomienda la cocción durante 5 minutos de los alimentos enlatados antes de su ingestión.

C. botulinum crece mejor a una temperatura de 30 a 37°C — pero puede crecer en un rango de 10 a 38°C. Las esporas que genera son muy resistentes al calor y pueden sobrevivir de 5 a 10 horas en agua hirviendo por lo que el procesamiento térmico

a usar debe ser diseñado para eliminar las esporas. (3), (10)

Serifasente se detallan las condiciones que afectan el crecimiento de este microorganismo:

Efecto del pH.- la bacteria puede vivir tanto en alimentos de alta acidez como en alimentos de baja acidez y pueden eliminarse con un tratamiento moderado a base de calor, no obstante este tratamiento no termina con las esporas que puedan presentarse.

Existen alimentos de baja acidez que se pueden acidificar hasta un punto donde el Cl. botulinum queda inhibido con la aplicación de suficiente calor para destruir microorganismos que no producen esporas. (6), (8), (10)

Las precauciones requeridas para el control de pH en alimentos enlatados de baja acidez son:

- Control del lote total para asegurar la acidificación adecuada.
- Control de proporción sólido-líquido.
- Control de la solución acidificante.

En alimentos así tratados, el Cl. botulinum queda inhibido y las esporas quedan en latencia; pero si llegará a ocurrir algo, como la presencia de roños, que elevará el pH esto permitiría la germinación de las esporas y la producción de toxinas.

Por lo tanto, no debe confundirse inhibición con esterilización por lo que el término "Esterilidad comercial" se utiliza para referirse a alimentos enlatados que no se dañan bajo cualquier condición normal de almacenaje. (4), (5), (8)

Efecto de la sal.- la utilización de sal es un método de preservación pues ella inhibe el crecimiento de bacterias esporógenas y entonces la aplicación de calor solo es necesaria para destruir los tipos no resistentes al calor.

En el caso de Cl. botulinum, éste crece en un alimento adecuado que contenga 7% de sal pero su crecimiento es inhibido a una concentración de 10%. A pesar de que el crecimiento pueda ocurrir a una concentración de 7% no se ha demostrado que se puedan producir tóxicas a esa concentración. (1), (8)

A la utilización de la sal como método de preservación no se le dará mucha importancia pues se usa principalmente para carnes y pescados salados y no en alimentos enlatados en general. (1), (7)

Efecto del contenido de humedad.- los alimentos de baja acidez que tengan una actividad de agua de 0.85 o menos están exentos del requerimiento de un proceso térmico para destruir las esporas de Cl. botulinum, entendiéndose la actividad de agua como una expresión de la humedad adecuada para el crecimiento de microorganismos y que es igual a la presión de vapor del soluto en un alimento dividida por la presión de vapor del agua pura bajo idénticas condiciones.

Ejemplos de alimentos con esta condición son: queso en barra, miel, jarabes, jaleas, etc. (8), (9), (10)

CAPITULO III
E N L A T A D O S

a) BREVE HISTORIA DE LOS ENLATADOS.

Debido a que los alimentos se pueden descomponer con una rapidez asombrosa, hubo la necesidad de estudiar y poner en práctica métodos de preservación y conservación, naciendo así los alimentos enlatados.

Los enlatados surgieron debido a la necesidad de alimentar ejércitos enteros establecidos a grandes distancias de los lugares productores de alimentos. (7)

A finales del siglo XVIII (1795) los ejércitos de Napoleón, en guerra en ese entonces, se veían con la imperiosa necesidad de alimentarse adecuadamente y así evitar enfermedades, razón por la cual se ofrecieron premios para estimular el desarrollo de métodos eficaces para la conservación de alimentos surgiendo así el descubrimiento de Nicolás Appert en el que demostraba que si el alimento es lo suficientemente calentado en un envase sellado y éste no se abre, el alimento se conserva. No obstante este útil descubrimiento, a Nicolás Appert se le reconoció públicamente hasta el año de 1809.

En 1810, el inglés Peter Durand patentó la lata metálica que se usaría con el nuevo método para preservar alimentos, la cual, comparada con los frascos de boca ancha sellados con un corcho que utilizaba Appert, resultaba mucho más práctica y confiable debido a sus características tales como durabilidad e irrompibilidad. (1), (7), (30)

La creación de la lata metálica y su utilización para la conservación de alimentos dió como consecuencia que se les llama a los alimentos así tratados "envasados" cambiándose después por el término "enlatados". Los primeros enlatados se hicieron usando recipientes de laminilla de hierro recubierta de estaño produciéndose aproximadamente de 10 a 60 latas por día según la habilidad del hojalatero. (7), (14)

A partir de 1810, los enlatados se empezaron a consumir en una forma considerable como se puede observar seguidamente:

En 1813-1818, el ejército y la marina ingleses ya consumían alimentos enlatados los cuales abarcaban carnes, combinaciones vegetales y sopas.

En 1815 se utilizaron en una exploración al Artico y de nuevo en 1819 por el capitán Edward Parry encontrándose también gracias a estas expediciones que las condiciones de almacenamiento ejercen gran influencia sobre la vida de almacenamiento de las latas pues se han encontrado varias de las latas usadas en esas expediciones las cuales están en perfectas condiciones e intactas. (1), (7), (8)

En 1823 se inventó un tipo de lata, la cual tenía un hoyo en su tapa, lo que permitía calentar las latas en baños de agua hirviendo con la horadación cubierta con una tapa falsa la cual se soldaba después del calentamiento.

En la década de 1820, en Boston y Nueva York empezaron a aparecer plantas enlatadoras y en 1840 en todos los Estados Unidos, naciendo así la industria enlatadora en el continente americano. (7), (8)

En el año de 1851, Chevalier-Appert inventó el uso de una autoclave la cual reducía el peligro que se producía en las operaciones que implicaban la existencia de presión de vapor y al mismo tiempo se conoció que algunos alimentos se podían procesar a cortos tiempos si temperaturas altas se alcanzaban implicando esto que la temperatura de ebullición del agua se podía incrementar añadiendo sal. Gracias a estos descubrimientos se pudo reducir el tiempo de cocción aumentando la producción de 2,000 latas por día a 20,000 latas por día. (7), (30)

La historia de la industria enlatadora muestra que el mayor impulso para su desarrollo fue la guerra civil de los Estados Unidos y la Primera Guerra Mundial, pues al finalizar la guerra civil de Estados Unidos, los enlatadores aumentaron seis veces su rendimiento.

Entre la guerra civil de Estados Unidos y la Primera Guerra Mundial ocurrió el significativo desarrollo del autoclave gracias a A. K. Shriver en Baltimore en 1874 capacitando esto a los enlatadores para obtener temperaturas mayores dentro de la lata mientras las procesaban térmicamente ya selladas.

Ya en el siglo XX, para precisar en la década de 1920, apareció la lata sanitaria que se usa hoy en día. (1), (7)

Un mejoramiento muy importante en los métodos de manufactura y sellado ocurrió en 1904 y consistió en un sellado de las latas por el doblamiento de la tapa hacia adentro, lo cual era realizado mecánicamente y no por soldadura como se había venido haciendo. Los recipientes, con el transcurso de los años -- han sufrido cambios pero los fundamentos reales del doble se--

llo han permanecido hasta nuestros días.

Actualmente se ha logrado una mayor producción con menos personal en las plantas enlatadoras ayudado esto por el uso de autoclaves con agitación y muchos otros factores que han contribuido al progreso de la industria alimenticia. (1), (7), (8)

b) OBJETIVO DEL ENLATADO.

El objetivo primordial de enlatar los alimentos es la preservación segura de éstos a largo tiempo conservando al máximo posible las propiedades organolépticas óptimas así como las propiedades fisicoquímicas y nutricionales originales del alimento.

c) PROCESOS TÉCNICOS PREVIOS AL ENLATADO.

Las operaciones básicas previas al enlatado mismo se dice que componen la preparación del alimento y son las siguientes:

- Selección del alimento conforme a las normas prescritas.

- Lavado del alimento con agua clorada con el fin de eliminar desde insectos y basura en general hasta que microorganismos que se encuentren en la superficie del alimento.

- Pelado y cortado del alimento así como pesada de todos los ingredientes que componen la fórmula de preparación.

- Mezcla de todos los componentes que llevará el enlatado propiamente. (1), (7), (14)

d) PROCESOS TÉRMICOS PREVIOS AL ENLATADO.

Los procesos térmicos que se realizan antes de enlatar el alimento son aquellos que se conocen con el nombre de escaldado, precocido y cocimiento, pudiendo realizarse todo en un mismo proceso o solo uno, de acuerdo al alimento que se trate de procesar.

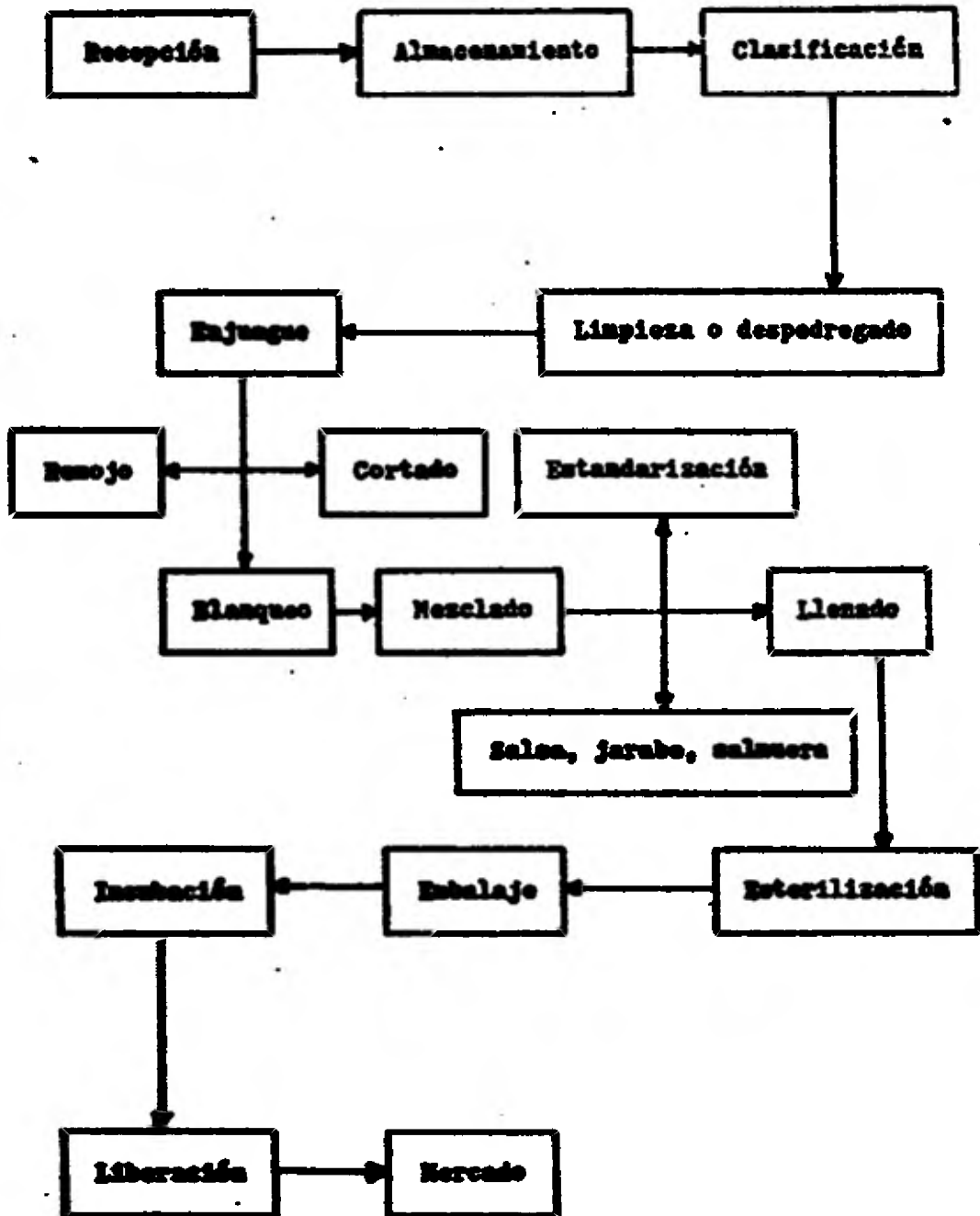
El escaldado se aplica con el objeto de inactivar las enzimas naturales, darle una mayor limpieza al producto, disminuir su volumen para permitir un adecuado llenado de la lata y eliminar los gases respiratorios de los tejidos celulares que reducirían el vacío de la lata si se liberasen en el proceso.

Además, el escaldado se aplica para facilitar el pelado y recorte del producto así como para fijar o ajustar el color natural del alimento por lo que este proceso se aplica generalmente en hortalizas, frutas y carne. (7), (11), (30)

El precocido se realiza generalmente con granos de largo tiempo de cocción y se realiza en autoclaves, su principal fin es facilitar y agilizar su cocimiento posterior, por proceso extra o ya enlatado.

El cocido se lleva a cabo cuando el producto a enlatar no guarda su forma original, buscándose con esto que los procesos posteriores pero anteriores al enlatado se faciliten. Como es obvio, el cocimiento ayuda a homogenizar las materias primas dando una calidad organoléptica y unas características físicas homogéneas. (1), (14), (20)

e) DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA EHLATADORA TIPO.



f) DETERIORO DE ALIMENTOS DE ORIGEN NO MICROBIANO.

Como es sabido, el deterioro microbiano es la causa más frecuente de descomposición en los alimentos enlatados, sin embargo, existen causas no microbianas las cuales se describen seguidamente:

1) Corrosión interna de los recipientes metálicos.- los alimentos, principalmente los que tienen un pH bajo, son en mayor o menor grado corrosivos para la hojalata. Si la corrosión ocurre, se produce gas hidrógeno causando esto el combamiento o el hinchamiento de la lata.

La corrosión está influida también por la temperatura y se dice que a mayor temperatura de almacenamiento, menor tiempo de conservación de las latas. (8), (12), (16)

No obstante el deterioro así causado, el alimento es inofensivo y se puede consumir sin riesgo alguno pero no es recomendable comerlo pues el consumidor no tiene forma de determinar si el deterioro ha sido microbiano o no.

En algunos casos es posible salvar las latas que no están deterioradas si puede tenerse la seguridad de su inmediata utilización; en otros casos, es posible procesar y enlatar el alimento una segunda vez, aunque esto reduciría el valor nutritivo del mismo y sus características organolépticas. (7), (13)

En mayor grado, este tipo de deterioro en latas apiladas puede dar como consecuencia corrosión externa y horadaciones en las latas de afuera hacia adentro debido a las perforaciones y escape del producto. (1), (8)

2) Hinchazón causada por un bajo punto de vacío.- el hin-

chamiento de las latas puede ser causado también por un sobrellenado especialmente en latas pequeñas o en aquellas con un área de sellado muy amplia en relación a la altura (sardinas - en aceite). Se puede saber si la causa del hinchamiento es esta si todas las pruebas químicas y microbiológicas resultan normales. (8), (14)

g) CONDICIONES PARA LA CONSERVACION ADECUADA DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS.

La preservación segura de alimentos enlatados depende de que se cumplan las tres siguientes condiciones:

- Aplicación de calor al producto fresco enlatado a un nivel necesario que garantice seguridad al consumidor y esterilidad comercial al producto; logrando esto con el uso de procesos térmicos que varían en severidad, es decir, procesos que van desde la pasteurización hasta la esterilización por autoclave. (7), (13), (30)

- Utilización de un sello hermético que prohíba el regreso de microorganismos hacia el producto ya procesado térmicamente, dependiendo esta condición de la calidad de las juntas que cierran el envase. (7), (8),

- Aplicación de procedimientos de manejo adecuados en el producto ya procesado con el fin de proteger la integridad del envase sellado y esterilizado. Esta condición depende del tratamiento a que el recipiente sea sometido durante las operaciones de llenado, sellado y procesamiento así como el manejo que se da a los envases durante el enfriamiento y el post-enfriamiento y

en el traslado para su almacenamiento. (11), (13), (30)

b) DETERIORO POR FUGAS EN LOS ALIMENTOS ENLATADOS.

En un punto anterior de este mismo capítulo se trató el deterioro de alimentos originado por causas no microbianas, no obstante, los deterioros antes mencionados no resultan peligrosos para la salud humana ni así el deterioro causado por fugas en los recipientes sellados.

Como es sabido, los enlatados esterilizados se sellan de manera que se produzca vacío en el interior de la lata impli- cando esto que si por alguna razón el sellado del recipiente - no es lo suficientemente seguro hay posibilidad de una auto- succión de aire, agua o cualquier material extraño resultando la pérdida indeseable del vacío además de la contaminación mi- crobiana del producto. (7), (8), (20)

Este tipo de deterioro causa una contaminación bacteriana después del proceso térmico y revela por medio del examen mi- croscópico que los microorganismos responsables del deterioro son bacterias que no forman esporas y que no tienen una resis- tencia significativa al calor por lo que cuando hay presencia de estos microorganismos es obvio suponer que existe una fuga en el recipiente la cual causa el deterioro generalmente cuan- do se pone al mismo en contacto con el agua de enfriamiento.

Las fugas pueden ocurrir por varias causas:

- Durante la fabricación de la lata.
- Por una avería momentánea en la costura causada por una perturbación de la misma después de haberse formado un vacío -

parcial.

- En el almacén de depósito, si las costuras son dañadas o si la lata es perforada con un cuchillo u otro instrumento - mientras la caja está siendo abierta. (6), (8), (12)

1) MANIPULACION DEL PRODUCTO E INTEGRIDAD DEL RECIPIENTE.

En los procedimientos de enlatado existen operaciones básicas en la preparación del alimento que pueden influir en la integridad y tiempo de vida de la lata. (8)

A continuación se describen dichas operaciones y los defectos que pueden causar si no se controlan debidamente.

Operación de Escaldado

Este paso, en el que el material alimenticio crudo es sumergido en agua caliente o expuesto a vapor o gases calientes se hace generalmente en un equipo diseñado especialmente para productos individuales los cuales después de las operaciones de pre-enlatado son conducidos por medio de agua, vapor o gases calientes por varios aparatos mecánicos capaces de ajustar y mantener los materiales frescos a un margen particular de temperatura por un período de tiempo apropiado. El escaldado excesivo puede causar amasamiento del producto y, por ende, cambiar sus características térmicas. (1), (7), (30)

Llenado de latas

Este punto es importante porque en caso de no satisfacer el volumen requerido de alimento en la lata, una partícula de

alimento puede causar la deformación de la costura con la consecuente succión de agua contaminada al interior.

Para prevenir este problema se debe evitar que partículas del producto queden entre el borde de la lata y la tapa que la cubre. (7), (8)

Vacío en las latas

Por experiencia, hay varias razones para exigir vacío en los alimentos enlatados:

- Mantenimiento de los extremos de las latas en una posición cóncava durante el almacenamiento normal.

- Reducción de oxígeno con el objeto de minimizar cambios químicos adversos en el producto tales como oxidación de grasas o vitaminas y para reducir la corrosión interna de la lata.

Para productos que tienden a corroer la lata con liberación de hidrógeno es necesario un espacio vacío adecuadamente alto para permitir la acumulación del gas liberado de los cambios químicos en el producto. (9), (20)

- Prevención de la deformación permanente de los extremos de las latas durante el procesamiento térmico ya que hay ciertos productos en que el procesamiento térmico depende del mantenimiento de un vacío alto como por ejemplo en legumbres envasadas al vacío como los granos de soja los cuales se encuentran en una pequeña cantidad de salmuera; la transferencia de calor es obtenida por medio de vapor de agua logrado por la salmuera en ebullición condensándose sobre los sólidos expuestos. (11), (14)

En productos envasados en latas con grandes superficies planas, es necesario mantener contacto entre esas superficies planas y el producto obteniéndose así una transferencia de calor satisfactoria durante el procesamiento térmico.

Es importante hacer notar que cualquier cantidad de aire en la lata puede resultar en una pobre transferencia de calor con la consecuente mala calidad del producto.

El paso en el proceso en el que a las latas se les forma el vacío es sumamente importante pues de no tener un gran cuidado pueden originarse los problemas de latas combadas y latas aplastadas. (8), (15), (16)

Latas combadas.- si el espacio vacío de la lata se llena con vapor de agua, se establece un equilibrio entre el líquido y el vapor creado en la lata durante la esterilización, dando lugar a una cantidad limitada de presión causando esto que la lata pueda distenderse ligeramente el tiempo que dura el proceso pero no permanentemente.

En cambio, si en el espacio vacío se deja aire, éste se expande a medida que aumenta la temperatura resultando una presión tan grande que hace combar la lata permanentemente sin posibilidad de que los extremos vuelvan a su posición normal durante el enfriamiento con lo cual el doble sello se separa en una cierta extensión pudiendo dar lugar a infiltraciones de agua con la consecuente contaminación del producto. (11), (17)

Otras causas del combamiento de latas son las siguientes:

- Si la lata se cierra con 3 ó 4 horas anteriores a la esterilización los microorganismos existentes desprenden bióxido

de carbono resultando así la presión de la que se ha hablado, es decir, el vacío se pierde por completo y la presión se forma antes de que las latas sean esterilizadas. (13), (8)

- Si el escaldado no ha sido suficiente, los gases del producto se expanden durante el procesamiento térmico formándose la presión que causa la deformación.

- Cuando el espacio vacío es muy grande y el alimento no se calienta lo suficiente para llenar dicho espacio con vapor de agua, el aire se encierra en la lata resultando entonces el corbamiento.

- En el caso de envases grandes, la hojalata a veces no es suficientemente fuerte para resistir la presión interna que resulta de una rápida pérdida de presión, por lo que esas latas deben ser enfriadas bajo presión de aire para prevenir la deformación de las mismas. (7), (19), (20)

Aplastamiento de latas.- cuando el vacío dentro de la lata es muy grande, ésta puede aplastarse permanentemente. Esto puede ocurrir cuando las latas son cerradas demasiado calientes. No obstante el mal aspecto de la lata, el aplastamiento no constituye un problema serio para la salud pública. (8)

Operación de enfriamiento

Debido a que en la operación de enfriamiento, los extremos de las latas pasan de una posición convexa a una posición cóncava, los componentes del segundo sello recién hecho cambian un poco en sus relaciones entre uno y otro; estas flexiones mientras el conjunto de las costuras es aún semifluido

o un golpe dado en la costura, pueden permitir la entrada de pequeñas cantidades de agua fría la cual puede ir contaminada con bacterias que pueden crecer en el producto ocurriendo así un deterioro por infiltración.

Para prevenir este tipo de deterioro, es preciso usar agua de calidad sanitaria clorándola con el objeto de mantener la contaminación a un mínimo. (8), (11), (17)

Operación de post-enfriamiento

En este paso, se puede desarrollar una contaminación bacteriana excesiva sobre los equipos de manipulación de latas, cuando están húmedos y sucios aunque las aguas de enfriamiento sean cloradas o naturalmente de calidad sanitaria. La contaminación bacteriana es transferida en varios puntos al área del doble sello cuando la lata pasa a través del sistema de manipulación. (7), (12), (20)

Al mismo tiempo, se ha demostrado que alrededor del exterior del doble sello se concentran organismos, agentes de descomposición y así cuando las latas llenas son manipuladas en equipos automáticos, elevadores y bandas transportadoras, ocurren pequeñas deformaciones de las costuras, las cuales de un momento a otro cuebran el sello en ese punto contaminándose por lo tanto el producto.

Generalmente, la parte superior del doble sello que se forma bajo condiciones adversas de calor y humedad en la planta enlatadora está mucho más sujeta a la aparición de fugas en puntos de maltrato que el fondo, el cual puede ser for-

nado bajo condiciones más controladas en la fábrica de latas - por lo que se recomienda tener un especial cuidado para evitar la contaminación en la parte superior del doble sello inmediatamente después del período de enfriamiento. (14), (16), (19)

En el paso de post-enfriamiento, la humedad está directamente relacionada a la contaminación transferida a las latas - ya que en ella los agentes de descomposición están en suspensión y pueden crecer. La humedad es necesaria para transferir la bacteria al cierre de la lata y es indispensable para que - la bacteria se mueva del cierre al interior de la lata.

Un remedio efectivo para impedir el paso de microorganismos al interior de la lata es el de colocar secadores en el sistema de operación con el fin de que las latas queden perfectamente secas y así evitar los efectos de la manipulación rápida. (1), (7), (12)

En sistemas de operación no continuos se recomienda permitir el secado de las latas en las canastas de autoclave antes de su descarga para su estibado.

Se ha demostrado que en las bandas transportadoras mojadas con agua de enfriamiento contienen un gran número de microorganismos contaminantes y por lo tanto se hace imprescindible una limpieza exhaustiva en tales secciones del equipo. (6), (7)

En resumen, se pueden citar los siguientes puntos para obtener un producto enlatado de óptima calidad:

- Particular con cuidado las latas vacías antes de su llenado.
- Inspeccionar la parte superior del doble sello para a--

segurarse su apropiada formación.

- Control total de las operaciones de autoclave para evitar el maltrato de latas.

- Clorar el agua de enfriamiento, recomendándose un cloro residual de máximo 5 ppm.

- Evaporar el agua de las latas usando el secador adecuado.

- Substituir las bandas gastadas y materiales porosos con un material no poroso.

- Sanear regularmente el sistema de manipulación de latas llenas.

- Analizar latas tomadas periódicamente durante los días de operación de puntos significativos en el sistema de manipulación de latas llenas para observar si hay abolladuras. (8), (17), (20)

3) FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS ENLATADOS.

La vida de almacenamiento de los productos enlatados varía de acuerdo al alimento que se trate pero definitivamente las condiciones de enlatado y las condiciones de almacenamiento influyen fuertemente en la extensión del tiempo de vida.

Los factores que prolongan el tiempo de vida son:

- Eliminación del aire antes del cierre para prevenir la corrosión interna de la lata.

- Aplicación de un enfriamiento adecuado, este factor debe ser aplicado inmediatamente después de la esterilización para prevenir la corrosión por medio del secado.

- Mantenimiento de temperaturas frías de almacenamiento -
ya que se ha demostrado que la velocidad de las reacciones químicas se duplica con el aumento de la temperatura a cada 8°C .

- Reducción de la humedad al mínimo posible ya que la condensación del agua en las latas es una de las causas más frecuentes de corrosión externa durante el almacenamiento o transporte. (1), (7), (14), (16)

La humedad no se condensa en la superficie si la temperatura de las latas es igual o mayor que la de la atmósfera en que se encuentran, pero en el caso contrario, es decir, que la temperatura de las latas sea menor a la atmosférica; la condensación puede ocurrir dependiendo de la diferencia de temperatura y también de la humedad relativa. Las condiciones que más favorecen la formación de agua son la humedad relativa alta y la temperatura de las latas bastante menores que la temperatura del aire. (8), (11), (17)

Teóricamente, la mejor condición de almacenamiento se obtiene cuando las latas son mantenidas a una temperatura ligeramente superior a la de la atmósfera circundante ($35-38^{\circ}\text{C}$). Esto en la práctica es difícil de conservar por lo que desde un punto de vista comercial, las mejores condiciones están establecidas cuando las latas se mantienen a la misma temperatura del aire lográndose esto por medio de calentamiento y ventilación adecuados de los cuartos de almacenamiento. (1), (8)

En zonas tropicales, cerca de las playas, las latas almacenadas se exponen a corrosión externa debido a la acción de -

la sal presente en la atmósfera reduciendo o atenuar dicha acción corrosiva guardando las latas en cajas impermeables y -- construyendo la cámara de forma que entre un mínimo de corriente de aire de la playa. (11), (30)

k) RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE A BOLSA.

Las recomendaciones que el empaquetador debe dar a los intermediarios se pueden resumir en los siguientes puntos:

- No considerar que las latas son bastante resistentes -- con el fin de evitar el maltrato de las mismas.

- Prevenir cualquier manipulación que cause abolladuras, -- combamientos laterales y perforaciones del doble sello para -- que las latas no presenten mal aspecto.

- Prevenir perforaciones o rayones de las latas cuando se abren las cajas que las contienen.

- Exigir a los empleados colocar las latas más antiguas a mayor alcance que las latas recientes. (7), (8), (17)

- Vigilar constantemente las latas almacenadas para advertir inmediatamente la presencia de latas hinchadas, etiquetas rotadas, etiquetas marchadas, etc.

- Continuar la descarga de las latas remanentes contenidas en depósitos grandes para el dejar caer o tirar latas en -- dichos recipientes puede causar deterioros y daños en las costuras.

- No entregar al distribuidor o intermediario latas con -- abolladuras serias y/o etiquetas dañadas.

- No entregar ningún producto empaquetado a vendedores inca-

crupulosos que ponen en peligro la salud de los consumidores.

(8), (17), (30)

1) IMPORTANCIA DE UNA BUENA CLORACION EN EL AGUA USADA PARA LA PRODUCCION DE ALIMENTOS ENLATADOS.

Las plantas procesadoras de alimentos enlatados deben producir alimentos sanos en cantidad suficiente para abastecer a la población consumidora, para lo cual es necesario seguir procesos confiables y seguros a los cuales contribuye el agua clorada usada en la planta. (1), (7)

La cloración del agua acarrea muchos beneficios, algunos de los cuales se detallan en seguida:

- El uso de cloro previene o reduce el limo microbiano en la superficie de los recipientes.

- La cloración permite ampliar las horas de operación y/o reduce el costo del trabajo debido a la reducción del tiempo requerido para la limpieza de la planta.

- La cantidad de microorganismos se reduce en el producto antes y después de procesamiento y más aún si el alimento es transportado sobre equipos lavados también con agua clorada.

- Se reduce la corrosión de superficies metálicas por el reducirse el limo automáticamente se reduce el ácido producido. (8), (9), (13)

No obstante, los beneficios que acarrea el uso de agua clorada, la adición excesiva y exagerada de cloro al agua puede ser perjudicial y se deben tomar ciertas precauciones:

- Se debe determinar si el sabor del producto será afectado

do por el cloro.

- Se deben tomar medidas para evitar la contaminación del agua clorada con compuestos fénolicos.

- Las salueras y jarabes adicionados al producto no deben ser clorados.

- Se deben hacer pruebas frecuentes para determinar la concentración de cloro en el agua.

Debe subrayarse que la cloración no puede substituir a una buena operación de la planta y con ello no se puede reemplazar la limpieza normal e higiene debidas. (3), (8), (17)

Los compuestos clorados que normalmente se usan en la industria son el cloro gaseoso, hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio pero su selección debe depender del costo de los mismos, además del pH inicial, la capacidad amortiguadora del agua y la velocidad de la acción germicida del compuesto a seleccionar.

El cloro libre es conveniente considerarlo en primer lugar, pero los hipocloritos pueden usarse sabiendo de antemano que ellos contienen sales alcalinas de sodio y calcio y que la química del agua debe permitir su adición.

En el cuadro No. 1 se pone a consideración las ventajas y desventajas del uso del cloro gaseoso y de hipocloritos.

(5), (8), (12), (15)

CUADRO No. 1
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL
CLORO GASEOSO Y DE HIPOCLORITOS

CLORO GASEOSO	HIPOCLORITOS
1) Es una sustancia pura.	1) Contienen productos químicos (CaCl_2 , NaOH , Ca(OH)_2) — que pueden perjudicar al producto. Su adición al agua dura puede aumentar el problema de incrustaciones en recipientes y tuberías.
2) El pH del agua no se modifica o bien disminuye ligeramente.	2) El pH se vuelve más alcali no reduciéndose así la acción germicida.
3) La concentración y adición se controlan fácilmente.	3) Su aplicación es más difícil lo mismo que el control de la concentración.
4) El cloro gaseoso es la — fuente más barata de cloro — disponible.	4) Los hipocloritos son más — caros en cuanto a la base de cloro disponible.
5) Su sensibilidad a la materia orgánica no es muy alta.	5) Son sensibles a la materia orgánica bajando así con mayor rapidez la acción germicida.
6) Debido a que se aplica directamente al agua no es necesario su almacenamiento evitando así pérdidas económicas	6) Durante el almacenamiento el cloro se puede perder pues los hipocloritos son compuestos inestables.

El efecto de la acción del cloro depende de la concentración se adiciona, sin embargo, existen varios factores que condicionan la actividad bactericida y los cuales se describen a continuación:

- pH.- generalmente, en el caso del cloro libre, a mayor concentración agregada es mayor la velocidad destructiva; pero en el caso de los hipocloritos, esto no sucede pues se ha demostrado que a mayores concentraciones, la acción germicida disminuye. Esto es explicable ya que la adición de hipocloritos implica también la adición de sales alcalinas las cuales bajan el poder bactericida del compuesto por lo que se puede concluir que el pH final, después de la adición del compuesto clorado es un factor determinante para la mayor o menor velocidad de destrucción de las bacterias por parte del germicida y por ende es conveniente mantener un pH ácido o lo más bajo posible en el agua de la planta. (6), (8), (17)

- Presencia de materia orgánica.- si la materia orgánica existiese en el agua con almidones o azúcares, el cloro se adhiera a esas moléculas bajando así su actividad bactericida siendo esta la razón por la cual no se debe aplicar cloro a jarabes ya que estos retienen el olor y el sabor características del mismo. (7), (30)

- Temperatura.- la temperatura al aproximarse al punto de ebullición del agua va reduciendo la actividad germicida resultando prácticamente nula por lo que se recomiendan condiciones bajas de temperatura para el agua de la planta.

No obstante esta consideración, los diferentes compuestos clorados reaccionan diferente a los cambios de temperatura y así se tiene que las soluciones compuestas de hipocloritos son más estables a altas temperaturas que el cloro gaseoso. (13), (14), (20)

- Resistencia de las formas bacterianas al cloro como bactericida.- se ha demostrado que de todas las formas bacterianas las más resistentes al cloro son las esporas y dentro de éstas las aeróbicas son más resistentes a que las esporas bacterianas anaeróbicas. No obstante, la cloración usual en plantas procesadoras es para eliminar las formas vegetativas y no esporas por lo que el objetivo real de esta operación es la aplicación de una concentración suficiente de cloro en una forma continua con el objeto de eliminar las formas vegetativas en el tiempo de contacto permitido y con ello prevenir el desarrollo de esporas bacterianas que en el proceso pudieran sobrevivir a la esterilización y causar después el deterioro del alimento ya procesado. (2), (3), (6)

Por último, debido a la importancia del uso del agua clorada, se recomienda que ésta tenga una concentración de 5 a 7 ppm para tener así condiciones óptimas en el procesamiento de los alimentos. (8), (9)

B) CIERRE DE ENVASES METÁLICOS.

Los alimentos enlatados, aparte de ser contenidos en envases metálicos deben ser herméticos, es decir, el cierre de los envases no debe permitir la entrada de bacterias extrañas

al recipiente sino hasta que éste ha sido abierto por el consumidor.

Se debe entender el término "envase sellado herméticamente" como aquel recipiente que se ha diseñado para impedir la entrada de microorganismos y así mantener la esterilidad comercial del producto. (11), (13)

Para lograr el objetivo antes mencionado, se inventó el uso del doble sello el cual se encuentra en la unión del cuerpo de la lata y sus tapas, cuyos ganchos se entrelazan formando así una estructura fuerte. El doble sello está compuesto de tres capas provenientes del cuerpo más un compuesto de revestimiento todos los cuales son enrollados para formar el sello. (1), (7), (30)

El doble sello se forma en dos operaciones, las cuales se detallan seguidamente:

Primera operación.- la pestaña de la tapa se entrelaza con la pestaña del cuerpo con un rodillo de contornos especiales (Figura No. 1).



FIGURA No. 1

Segunda operación.- se comprime y alisa el entrelazamiento de las pestañas ocurrido en la primera operación por me-

dio de un rodillo diferente al anterior (Figura No. 2). Durante esta operación, el compuesto sellador se mueve debido a la presión y a la temperatura llenando los vacíos en el sello -- que pudieran ser, después entrada de microorganismos.



FIGURA No. 2

El sello hermético se intertra entonces de las pestañas -- de las tapas, los ganchos del cuerpo y el compuesto sellador unidos gracias a la buena ejecución de las dos operaciones.

Un mal cierre del envase puede causar defectos en el doble sello algunos de los cuales se describen en el cuadro No. 2. (1), (7), (8), (11), (31)

CUADRO No. 2
 DEFECTOS PROBABLES DEL DOBLE SELLO
 Y SUS CARACTERISTICAS

DEFECTO	CARACTERISTICAS	CAUSAS PROBABLES
Fandiente	Proyección lisa del doble <u>se</u> llo en su parte inferior.	1,2,3,4,5,6,7.
Labio o "v"	La pasta de la tapa sale - debajo del sello.	1,2,3,4,5,6,7.
Recortado interior	Orilla muy afilada que frac- tura el metal en la parte <u>su</u> perior interior del sello.	3,6,8,9,10,11,12.
Sello saltado	Sello no muy ajustado en un punto adyacente al traslape.	3,13,14,15.
Sello defectuoso por <u>pa</u> tinaje.	Sello flojo que se ha compr <u>i</u> nido en las dos operaciones.	8,11,12,16,17,18.
Sello falso	Sello desenganchado, el gan- cho doblado de la tapa se -- comprime contra el gancho de blado del cuerpo.	19,20,21,22,23.

- 1) Gancho del cuerpo demasiado grande.
- 2) Primera operación muy floja.
- 3) Soldadura muy gruesa en la costura lateral.
- 4) Rodillos de la primera operación muy gastados.
- 5) Cuerpos de las latas levantados.
- 6) Alimento en el sello.
- 7) Cantidad y distribución inapropiadas del compuesto sellador.
- 8) Pestaña gastada en la mordaza selladora.
- 9) Rodillos de varias operaciones o de una sola excesivamente ajustados.
- 10) Rodillo sellador con sus acanaladuras gastadas.
- 11) Alineamiento equivocado de los rodillos selladores en la primera operación con respecto a la mordaza selladora.
- 12) Presión excesiva o incorrecta de la placa de base.
- 13) Velocidades excesivas en la máquina selladora.
- 14) Soldadura muy gruesa en la costura de la lata en el cruzamiento de ésta con el doble sello.
- 15) Rodillo demasiado ajustado en la primera operación.
- 16) Rodillos selladores trabados, es decir, que no giran libremente.
- 17) Aceite en la mordaza.
- 18) Mordaza selladora demasiado alta en relación a la placa de base.
- 19) Pestaña torcida en el cuerpo de la lata.
- 20) Pestaña de la tapa en forma de horca.

21) Pestaña de la tapa torcida.

22) Mal ensamble de la lata y tapa.

23) Lata mal centrada en la mordaza selladora.

Para entender los términos usados en la descripción del doble sello y sus defectos en las ilustraciones 3 y 4 se describen dichos términos.

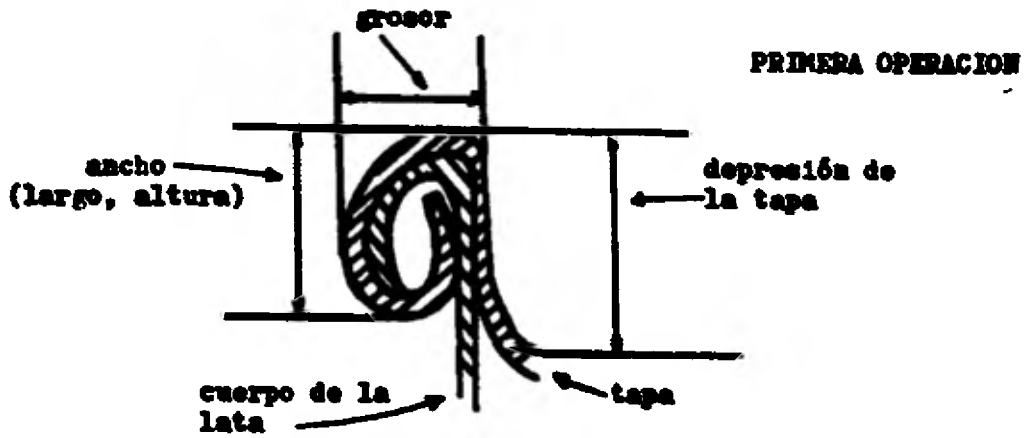


FIGURA No. 3

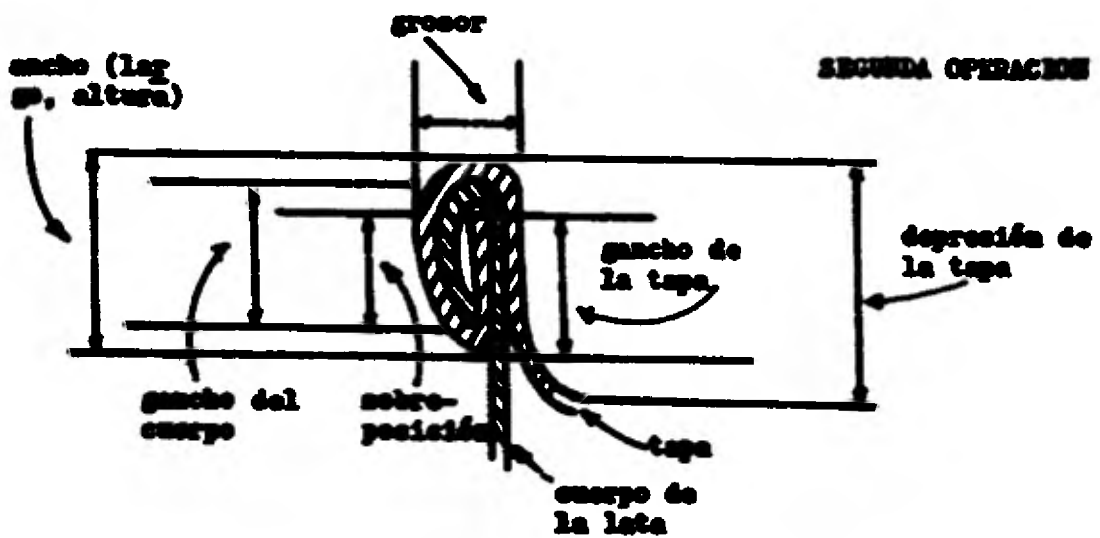


FIGURA No. 4

CAPITULO IV
P R O C E S O

a) Historia del progreso del procesamiento térmico.

Desde el inicio de los alimentos enlatados, se observó - que el calor es el factor fundamental para la buena conservación del producto y es así que la presente era de procesamiento científico se dice que fue precedida de una época en la -- que el procesamiento térmico dependía únicamente de baños de agua hirviendo como medio para aplicar calor a los enlatados. El tiempo de permanencia del producto en el agua hirviendo dependía de la naturaleza del mismo pero básicamente este tiempo era calculado por métodos empíricos que distaban mucho de ser los adecuados. (1), (7), (8)

Dado lo ineficaz del método, se hicieron estudios y así fue que en 1874 A. K. Shriver de Baltimore, Maryland, E.U.A. inventó la caldera cerrada o sistema de autoclave utilizando vapor a presión marcando este suceso justamente el inicio de la era del procesamiento científico. (8), (17)

b) Factores considerados en el cálculo del procesamiento térmico.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que todos los procesos térmicos para alimentos enlatados se calculan en base a la destrucción de Clostridium botulinum. Cabe hacer notar que de todos los factores que condicionan el desarrollo de esta bacteria el más fácilmente controlable es la tempera-

tura. (11), (13), (19)

Para el cálculo de los procesos térmicos se deben considerar factores tales como:

- Naturaleza del producto
- Consistencia del producto
- Tamaño de las partículas
- Dimensiones de la lata
- Detalles del proceso de enlatado
- Fuente, habitat y resistencia al calor de los microorganismos contaminantes. (15), (17), (20)

El proceso térmico, como su nombre lo indica, implica la aplicación de calor a una temperatura y tiempos determinados, ambos calculados científicamente con el objeto de llevar a la esterilidad comercial del producto. (15), (28)

El cálculo exacto de estos factores, depende de otros muchos, entre los cuales se tienen:

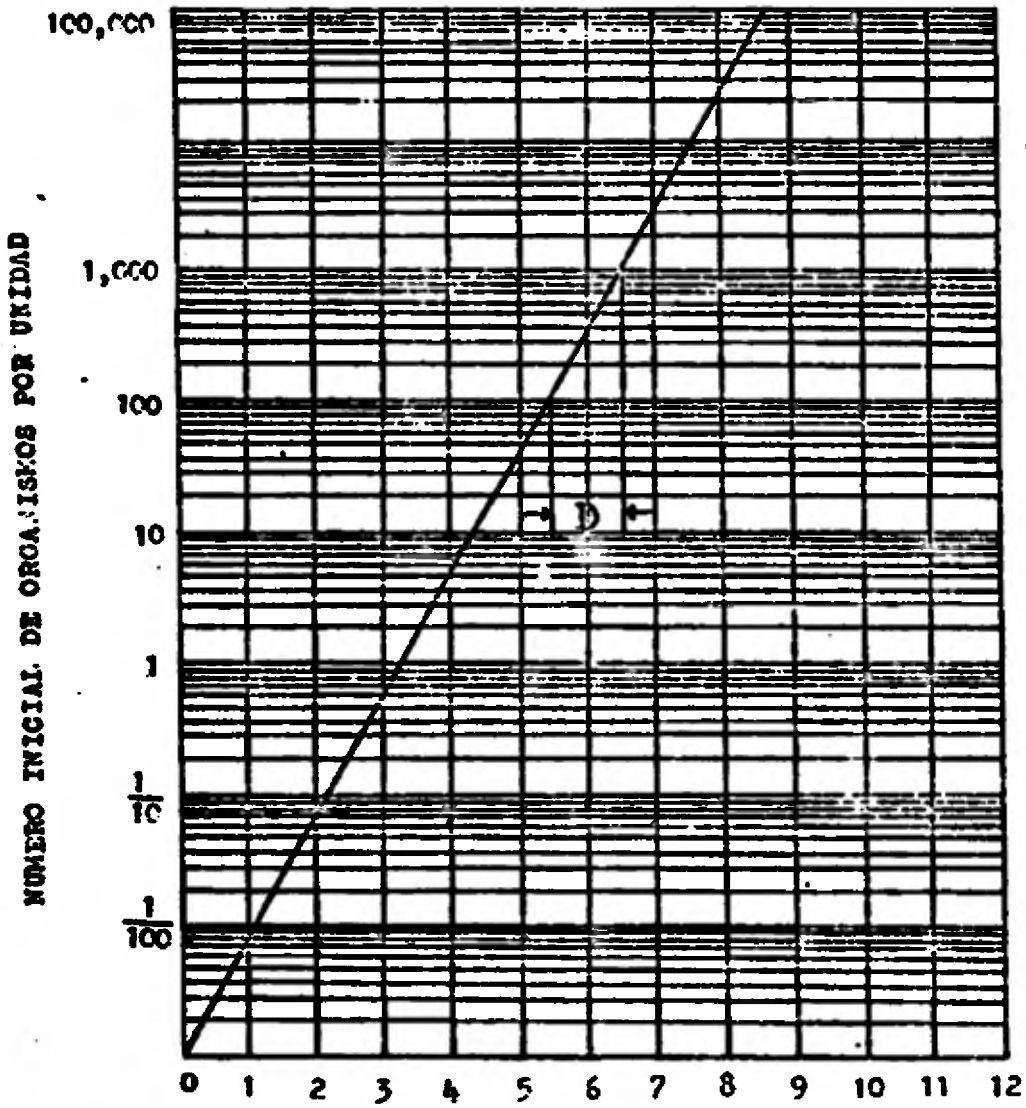
1) La resistencia al calor de los microorganismos específicos de cada producto.

2) La rapidez de la reetracción de calor.

- La resistencia al calor de los microorganismos se determina experimentalmente pudiéndose obtener de esta forma valores útiles para el cálculo del proceso térmico, los cuales se detallan enseguida:

Valor D.- es el tiempo a una temperatura constante que se necesita para eliminar el 90% de los microorganismos presentes como se expone en la figura No. 1. (16), (17), (22)

Valor F.- simboliza el tiempo requerido para destruir un



TIEMPO REQUERIDO PARA REDUCIR LA POBLACION INICIAL A $\frac{1}{10,000}$, P.P.

CURVA DE VELOCIDAD DE DESTRUCCION BACTERIANA

FIGURA No. 1

número dado de microorganismos a una temperatura dada, la cual es generalmente de 250 °F (Figura No. 2). (15), (20)

Valor z.- se deriva de la gráfica denominada "Curva de tiempo de destrucción térmica" y es la temperatura dada en grados Fahrenheit necesaria para que la curva atravesase un ciclo logarítmico (Figura No. 2). (8), (15), (20)

Valor F_0 .- es el tiempo que se requiere, expresado en minutos, para destruir una cantidad dada de cierto tipo de microorganismo a una temperatura de 250°F cuando el valor del símbolo "z" es de 10°F. (16), (20), (30)

- En lo que se refiere a la rapidez de la penetración de calor, la consideración y estudio de este factor son hechos primordiales para el buen desarrollo del proceso térmico. Este punto se refiere al tiempo requerido para que el calor aplicado para la esterilización llegue al punto central de la lata y así quede esterilizada la totalidad del producto contenido en el recipiente. (11), (13)

El tiempo determinado depende de varios factores entre los que se destacan la consistencia y viscosidad del producto y su estado (sólido, líquido o sólido-líquido) lo cual condiciona ya sea un calentamiento por conducción y/o convección.

Al punto al cual la temperatura de esterilización tarda más en llegar se le denomina punto frío y se puede decir que el producto contenido en la lata ha quedado completamente esterilizado si se tiene la seguridad de que el tiempo y la temperatura determinados para el proceso térmico han sido convenientemente aplicados en el punto frío. (7), (12), (14)

CURVA DE MUERTE TÉRMICA PARA ESPORAS BACTERIAKAS

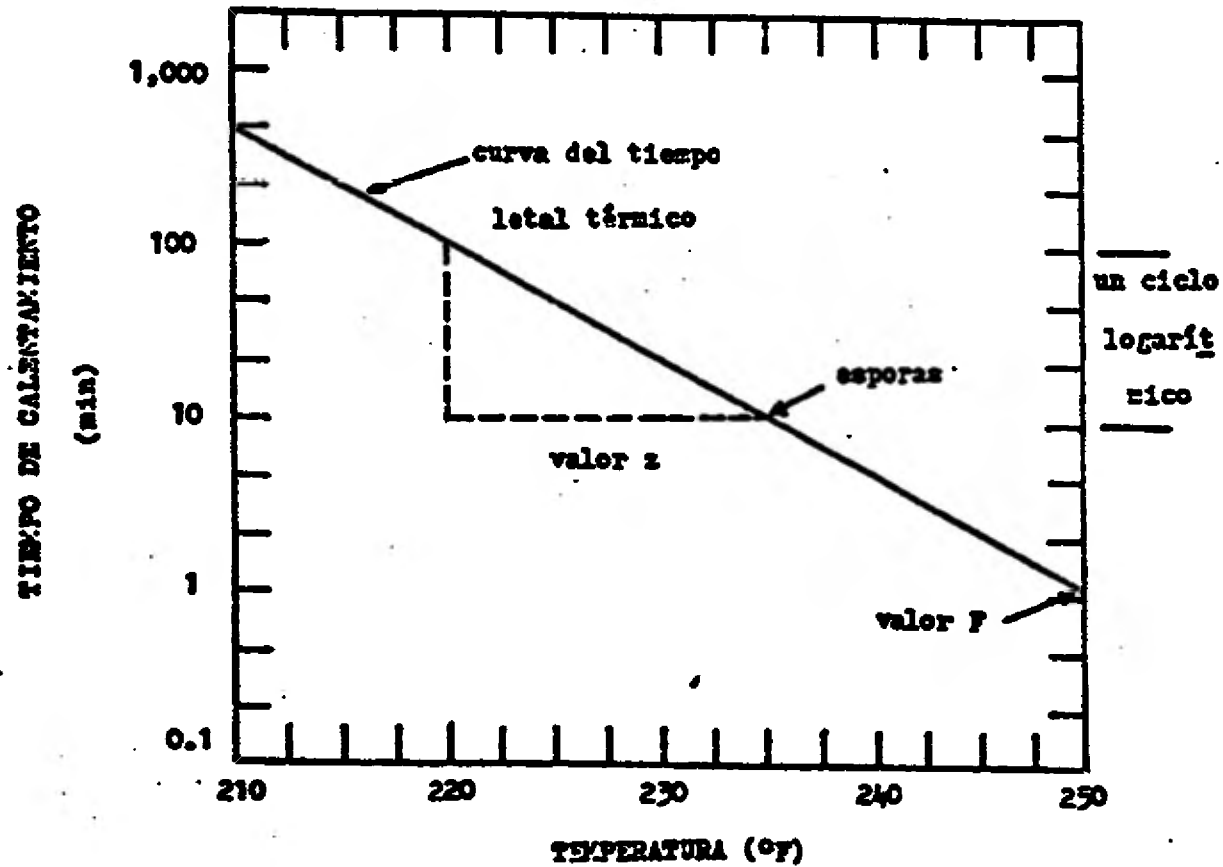


FIGURA No. 2

Generalmente, la porción central del recipiente es la que forma el punto frío y es el área que se tiene que determinar para el cálculo del proceso de esterilización.

Con la recopilación de todos los datos descritos anteriormente se puede proceder al cálculo del procesamiento térmico.

(11), (13)

c) REGLAS REFERENTES AL pH DEL ALIMENTO Y SU CONTENIDO DE AGUA.

Como se vio en capítulos anteriores, el pH del alimento influye grandemente en el desarrollo de microorganismos y, por lo tanto, influye también en el proceso térmico escogido para su aplicación. (8), (20)

Los alimentos en general, varían mucho en cuanto a su valor de pH pero se puede hacer una clasificación que engloba prácticamente a todos los alimentos y la cual se detalla enseguida:

Grupo 1.- alimentos poco ácidos o bajos en acidez cuyo pH va de un valor de 5.0 a 6.8 y entre los que se encuentran productos cárnicos, productos marinos, productos lácteos y las hortalizas.

Grupo 2.- alimentos semifácidos y de acidez media llamados así porque su valor de pH es de 4.5 a 5.0, siendo este grupo particularmente importante debido a que el límite inferior de pH que permite el crecimiento de Clostridium botulinum es precisamente 4.5 y se considera que a alimentos con pH menor que éste no es necesario tratarlos térmicamente bajo presión.

Los alimentos de acidez media son: mezclas de carne y ve-

retales, ropas, calzas, pimientos, etc. (17), (19), (20)

Grupo 3.- son alimentos ácidos con un pH de 3.7 a 4.5 entre los que se tienen duraznos, peras, naranjas, piña, chabacanos, tomates, etc.

Grupo 4.- son alimentos muy ácidos o de alta acidez pues su pH es de 3.7 o menor encontrado aquí productos encurtidos y fermentados. (19), (23), (30)

Otro factor de importancia en la prevención o inhibición del crecimiento microbiano es la concentración de humedad. La importancia del contenido de agua en el crecimiento microbiano se reconoce claramente al observar que las células no poseen partes bucales y que todo su alimento debe encontrarse en forma soluble, de tal manera que se difunde a través de la pared celular. (6), (10)

El contenido de humedad necesario para el crecimiento microbiano se expresa como la actividad de agua (A_w), que se define como la presión de vapor de la solución (de los solutos - en el agua en la mayoría de los alimentos) dividida por la presión de vapor del disolvente (generalmente agua).

La A_w estará en equilibrio con la humedad relativa (H_R) de la atmósfera. Cuando la humedad relativa que rodea al alimento corresponde a una A_w inferior a la del propio alimento, tenderá a desecar su superficie; y a la inversa, cuando la humedad relativa es mayor que la A_w del alimento, ésta tenderá a aumentar en la superficie de dicho alimento. (6), (8), (9)

La A_w se puede reducir mediante el uso de un soluto, el cual fijará el agua de la disolución. Por lo tanto, la reduc-

ción de la A_w depende de la concentración total de iones y moléculas disueltas, cada una de las cuales están rodeadas de agua más o menos firmemente ligadas. Los microorganismos tienen que competir por el agua con estas partículas. (11), (20)

La A_w varía con la temperatura, pero las variaciones son ligeras en el rango de temperaturas que permiten el desarrollo de los microorganismos. Las variaciones en la temperatura aumentan en importancia con las concentraciones, al aumentar la concentración del soluto y los efectos sobre la ionización.

Cada microorganismo tiene un A_w máximo, óptimo y mínimo para su crecimiento. Al reducir la A_w por debajo del nivel óptimo se alarga la fase de latencia de los microorganismos, disminuyendo la velocidad de crecimiento y la cantidad de sustancia celular sintetizada, cambios que dependen del organismo y del soluto empleado para reducir la A_w . (6), (8)

Los factores que pueden afectar las necesidades de A_w de un microorganismo son:

1.- La clase de soluto empleado para reducir la A_w . En la mayoría de los microorganismos, la A_w mínima para el crecimiento es prácticamente independiente del soluto empleado.

2.- El valor nutritivo del medio de cultivo. En general, cuanto mejor sea el medio de cultivo más baja será la A_w mínima.

3.- La temperatura. La mayor parte de los microorganismos toleran mejor bajas A_w a la temperatura óptima. (6), (9), (11)

4.- Suministro de oxígeno. El crecimiento de los microorganismos anaerobios tiene lugar a una A_w más baja en presencia

de aire que en ausencia, lo contrario ocurre con los anaerobios.

5.- pH. Los microorganismos toleran A_w más bajos a valores de pH próximos a la neutralidad que en medios ácidos o alcalinos. (17), (20)

6.- Inhibidores. La presencia de inhibidores acorta el intervalo de A_w que permite el crecimiento microbiano.

El control de A_w se puede hacer por:

- Equilibrio con diluciones control
- Determinación de isotermas de la absorción de agua de los alimentos
- Adición de solutos.

Los alimentos que tengan un A_w de 0.85 o menos, están exentos del requerimiento de un proceso térmico para destruir las esporas de Cl. botulinum.

Por lo tanto, para el procesamiento térmico de alimentos enlatados es necesario regular el pH y la actividad de agua de manera tal, que se pueda prevenir el crecimiento de bacterias productoras de toxinas, como es el caso de Cl. botulinum. (6), (7), (17), (20)

d) ESTUDIOS SOBRE LA VELOCIDAD DE PENETRACION DE CALOR.

Para poder efectuar los cálculos que determinan el proceso térmico, es necesario tomar en cuenta el tiempo que tarda en llegar la temperatura de esterilización al punto frío de la lata así como el tiempo necesario para que la misma se enfríe. Por lo tanto, se hace indispensable llevar a cabo estudios sobre la velocidad de penetración de calor en el alimento.

Como es sabido, hay tres formas en las que el calor puede propagarse, ellas son: convección, conducción y radiación; sin embargo, en alimentos enlatados las que interesan son las dos primeras y se explican a continuación:

Calentamiento por conducción.- es la propagación de calor por medio de colisiones moleculares a través de una sustancia o a otra. Esto sucede cuando una parte de un objeto está a mayor temperatura que otra transmitiéndose ese calor a la parte fría, es decir, el calor se transmite por el contacto de las dos partes del objeto. Esto se aplica a alimentos enlatados en los cuales el alimento permanece inmóvil impidiéndose la mezcla de alimento caliente con el frío. (15), (16), (23)

Calentamiento por convección.- es la propagación de calor de sustancias calientes de un objeto que en el tema tratado - resulta ser el alimento contenido en la lata siendo la principal característica el movimiento del producto con lo cual la parte caliente del alimento se hace menos densa y sube a la parte superior de la lata provocando entonces el movimiento requerido para efectuar el calentamiento por convección.

El calentamiento más rápido es por convección y es la forma en que el calor se transmite en alimentos enlatados líquidos como son jugos, néctares, etc. (11), (13), (30)

En los alimentos sólidos el calentamiento se realiza por conducción ya que la circulación es difícil o nula.

En la decisión de los factores determinantes para el proceso de alimentos enlatados se considera que los alimentos entonces se pueden calentar por conducción, convección o una com-

binación de azúcar en caso de que los enlatados se formen de un líquido libre y sólidos como son las conservas en almíbar, verduras y legumbres en salmuera, etc.

Una vez establecido que el conocimiento de las diferentes formas de calentamientos para determinar la rapidez de la transmisión de calor, se deben efectuar estudios para determinar exactamente el tiempo en que la temperatura de esterilización llega al punto frío de la lata. (7), (11), (22)

Tales estudios se hacen en base a características del producto como son: consistencia y viscosidad, llenado, método de preparación, posición del envase dentro del autoclave, tamaño del envase y espacio libre en el mismo, etc.

Para medir la penetración de calor en el alimento enlatado se utilizan termopares que convierten el calor recibido en impulsos eléctricos los cuales son convertidos a grados Fahrenheit o grados centígrados en un potenciómetro al cual van conectados. (8), (13), (14)

Los termopares se colocan en la lata por un agujero hecho con un punzón y se fijan por medio de una rosca provista de un empaque.

Con objeto de observar el calentamiento en diferentes posiciones del autoclave se colocan varios termopares en diferentes latas así como en el autoclave, este último con el objeto de conocer el aumento de la temperatura del agua o vapor.

Una vez colocados los termopares se inicia el proceso para el estudio de la penetración de calor. Primero que nada se deben registrar las temperaturas iniciales tanto de las latas

como la del interior del autoclave. (1), (14), (22), (24)

Desde el momento de abrir la llave del vapor se registra periódicamente la temperatura en cada termovar obteniéndose así los datos requeridos para calcular la curva de penetración de calor (la periodicidad para la toma de temperaturas es generalmente de 2 minutos entre cada lectura, aunque puede ser más amplia antes de llegar a 95°C ó 203°F).

Los datos así obtenidos se grafican en papel semilogarítmico, el tiempo en la escala lineal y la temperatura en la escala logarítmica teniendo como resultado la curva de calentamiento que posteriormente servirá de base para el cálculo del proceso de esterilización. (11), (12), (19)

e) CONSIDERACIONES CRITICAS.

De los temas que se han abarcado en este trabajo existen puntos a los cuales se les debe prestar más importancia pues son claves para un buen procesamiento de alimentos, lo cual tiene como consecuencia la satisfacción del consumidor en cuanto a calidad bacteriológica, organoléptica y fisicoquímica.

Los puntos a considerar se enumeran enseruida:

1.- Un proceso térmico se debe entender realmente como la aplicación de calor al alimento por un tiempo y a una temperatura, ambos determinados científicamente con el objeto de tener un margen de seguridad para eliminar a microorganismos que más tarde pueden acarrear un serio problema de salud pública.

El tiempo y la temperatura se deben aplicar exactamente, apeados totalmente a los resultados del estudio que previamen

te se hizo para determinar las condiciones de esterilización.

2.- Se debe entender que el proceso térmico estudiado y determinado es solo para un producto específico así como su formulación, método de preparación, tamaño de envase y tipo de sistema de autoclave. (8), (11), (17), (19)

Por ningún motivo se deben aplicar las mismas condiciones a otro producto ajeno al estudiado pues ello implica riesgos, que se pueden evitar determinando un proceso para cada producto que se requiera.

Los riesgos aludidos son tales como esterilización insuficiente, la cual se puede deber a diferencias en las transmisiones y conducciones del calor, diferencias en la consistencia y viscosidad, tamaño del envase, etc. Esto puede llevar a la aparición de contaminaciones bacterianas y sobre todo a la aparición de Cl. botulinum cuyo efecto como ya se vio en capítulos anteriores es generalmente mortal. (11), (13), (16)

3.- La determinación del proceso térmico debe depender únicamente de información confiable y verdadera que proceda de los resultados de los estudios de penetración de calor así como de la resistencia de microorganismos que puedan crecer en el alimento a tratar, procurando de ser posible que tales estudios sean realizados por personal especializado y con experiencia para así evitar al máximo errores que a la larga tengan como consecuencia perjuicios tanto en el fabricante como en el consumidor. ((19), (22)

Los estudios de penetración de calor deben hacerse de tal manera que se aseguen a la preparación comercial del producto,

es decir, se deben simular las condiciones del proceso con el objeto de que los resultados aporten datos verdaderos que puedan ser utilizados en el procesamiento rutinario del alimento en cuestión. (8), (19)

4.- Así como los estudios de penetración de calor deben ser minuciosos, lo mismo debe ocurrir con los estudios sobre la velocidad de calentamiento, o sea, se deben investigar detalladamente los factores que influyen en ella así como también se deben determinar los factores decisivos para la rapidez de calentamiento del producto. (12), (18), (20)

f) EQUIPO AUXILIAR PARA EL PROCESAMIENTO TÉRMICO.

Para la esterilización térmica de alimentos de baja acidez en recipientes sellados herméticamente, se requiere que ciertos instrumentos auxiliares sean instalados en todas las autoclaves para la esterilización de alimentos enlatados. La instalación de este equipo auxiliar tiene como finalidad prevenir desviaciones en el proceso de esterilización causadas ya sea por fallas de los instrumentos o del operador. Dentro del equipo auxiliar se pueden mencionar: (8), (18), (1)

- Termómetro de mercurio en vidrio
- Medidores de presión
- Controlas de temperatura y registradores
- Cabezal y suministro de vapor
- Entrada de vapor
- Distribuidores de vapor
- Válvulas de escape

- Válvulas de purga
- Dosificador de cloro para agua de enfriamiento
- Etc.

Termómetros de mercurio en vidrio.- es posiblemente el aparato que más utilidad ha prestado tanto en la industria como en la ciencia para medir temperaturas. Debido a su relativa simplicidad, su utilización es deseable para hacer mediciones confiables de temperatura. (23), (27), (30)

Todos los sistemas de esterilización de alimentos deben estar equipados por lo menos con un termómetro de mercurio de vidrio y su posición debe ser tal, que puedan ser leídos con exactitud y facilidad. El termómetro se debe colocar dentro de una guarda de metal para evitar que reciba golpes y no debe instalarse en la tapadera de un autoclave vertical o en la puerta de una horizontal pues las sacudidas al abrir y cerrar el autoclave puede provocar la división del mercurio, o su descalibración. (7), (17)

La exactitud de los termómetros será probada contra un termómetro patrón de precisión conocida, al instalarse y por lo menos una vez al mes o con mayor frecuencia según sea necesario. El termómetro de mercurio debe ser el instrumento que se tome como referencia para indicar la temperatura de esterilización y sus divisiones deberán ser de medio grado. (8)

Medidores de presión.- cada autoclave deberá estar equipada con un manómetro graduado con divisiones de 1 ó 2 libras. Los manómetros indican la presión en el autoclave y su mayor utilidad se encuentra en el enfriamiento a presión; estará co-

nectado al autoclave por medio de un tubo en forma de rizo para que prevenir que el mecanismo se sobrecaliente y su exactitud deberá ser revisada por lo menos 2 veces al año. (17), (18)

Controles de temperatura y registradores.- es muy importante la instalación de un instrumento registrador de temperatura en todos los sistemas de esterilización, pues al combinarlo con un control de vapor se pueden prevenir fallas en el proceso que pudieran traer como consecuencia un producto mal esterilizado. (1), (8), (17)

El registrador debe estar instalado dentro del autoclave o en un receptáculo acoplado al mismo, se debe ajustar para coincidir en más o menos un grado Fahrenheit con el termómetro de mercurio de exactitud conocida. (17), (23)

Cabezal y suministro de vapor.- el suministro de vapor a las autoclaves se hará por medio de un cabezal, el cual debe ser lo suficientemente grande para mantener la presión cuando se encuentren todas en uso. Si fuera de tamaño insuficiente, esto se notaría porque los períodos de calentamiento serían más largos a medida que las autoclaves conectadas a las líneas de vapor entran en operación. (7), (8)

- Entrada de vapor.- la línea de entrada de vapor deberá ser lo suficientemente grande como para proveer una cantidad adecuada de vapor a cada autoclave y evacuar apropiadamente el aire del interior de la misma. El vapor puede entrar ya sea por la parte superior o inferior del autoclave, pero siempre debe entrar por el lado opuesto a la válvula de escape.

Si el autoclave cuenta con un control de vapor, la tempe-

ratura de operación se puede mantener constante, este instrumento puede ser un control-registrador si se combina con un termómetro registrador. (8), (17)

Distribuidores de vapor.- los distribuidores de vapor son continuaciones perforadas de la línea de vapor dentro del autoclave, su diámetro no debe ser mayor que la línea de entrada de vapor. Los distribuidores son necesarios en todas las autoclaves horizontales y la tubería perforada se debe extender a lo largo del autoclave y las perforaciones deberán estar sobre un arco de 90° en la parte superior de la tubería. En las autoclaves verticales, las perforaciones deberán ser preferiblemente en forma de cruz. El número de perforaciones en las autoclaves debe ser tal que el área seccional total de las perforaciones sea igual a uno y medio o dos veces el área seccional de la tubería de entrada de vapor. (25), (27)

Válvulas de escape.- estas válvulas deben ser instaladas de tal manera que todo el aire sea removido del autoclave antes de empezar a contar el tiempo de esterilización. Las válvulas de escape pueden ser de compuerta o de grupo y deben quedar totalmente abiertas para permitir una descarga rápida del aire durante su remoción.

Las válvulas de escape no deberán ser conectadas directamente a un sistema de desagüe cerrado y deberán instalarse en el extremo opuesto al que tiene la entrada de vapor. (11), (8)

Válvulas de fuerza.- estas válvulas son utilizadas para remover el aire que entra al autoclave con el vapor y para proporcionar circulación del vapor dentro del autoclave.

Las válvulas deberán permanecer totalmente abiertas durante todo el proceso y emitir vapor continuamente incluyendo el período de calentamiento inicial.

Las válvulas de purga deben colocarse en un lugar tal que el operador pueda observar que la descarga de vapor sea continua durante el proceso. (18), (23)

Dosificador de cloro para agua de enfriamiento.- deberá ser un tanque que contenga los compuestos de cloro elegidos para clorar el agua. Es generalmente un tanque que se coloca después de la torre de enfriamiento, con una salida la cual es regulada mecánicamente.

Para comprobar su funcionamiento debe pesarse el cilindro cada día anotándose la pérdida de peso lo cual ayuda para saber cuándo se necesita un nuevo tanque. Debe también comprobarse una vez al día si dicho tanque carece de furas para evitar una mala cloración al agua de enfriamiento. (7), (8), (17)

g) TIPOS DE AUTOCLAVES.

El equipo más importante para el proceso térmico lo representan las autoclaves o cámaras de esterilización, los cuales con el tiempo se han ido renovando para lograr cada vez un mejor procesamiento de alimentos. (1), (8)

Existen varios tipos de autoclaves que se describen enseguida:

- Autoclaves estacionarias.- son recipientes cerrados de metal ya sea verticales u horizontales los cuales trabajan en forma discontinua y carecen de algún sistema de agitación.

Estos autoclaves utilizan vapor como medio de calentamiento teniendo las ventajas de que se puede regular fácilmente la temperatura al mismo tiempo de que la presión que produce sirve en parte para contrabalancear la presión que se produce en el interior de las latas evitando así que éstas se hinchen.

Cuando el autoclave está funcionando se debe evitar al máximo la presencia de aire pues éste no calienta lo suficiente y además el aire alrededor de las latas actúa como un aislador térmico que impide que la temperatura de esterilización llegue a ellas pudiendo ocasionar también la oxidación de las mismas.

Este tipo de autoclaves poseen un control de vapor con el objeto de mantener constante la temperatura. (8), (18)

Los autoclaves estacionarios, ya sea verticales u horizontales, trabajan de la misma forma; sin embargo, los autoclaves horizontales requieren de distribuidores de vapor los cuales se encuentran como perforaciones a todo lo largo de la línea. Esas perforaciones obligan al vapor a entrar expulsando así el aire hacia afuera. En cambio, si el vapor entrara por la parte superior dirigido hacia abajo, tiende a irse junto a las paredes y salir por las válvulas de escape dejando al aire contenido en el autoclave. (1), (14), (23)

Esto no sucede en autoclaves verticales pues en ellas el aire puede ser removido lo suficiente si el vapor entra por una sola abertura en cualquiera de los dos extremos de la cámara.

Los autoclaves estacionarios consisten de una cámara de metal cerrada, la cual posee válvulas de escape, de purga, de

seguridad y otras que sirvan para diversos fines tal como se ilustra en las figuras No. 3 y No. 4. (8), (18)

- Autoclaves continuos con agitación.- se les denomina esterilizadores continuos rotatorios y se utilizan generalmente para esterilizar productos como frutas, legumbres, y carnes requiriéndose para ello una cámara de cocción y una de enfriamiento dependiendo esto de las condiciones del producto y del proceso de esterilización. (7), (8), (25)

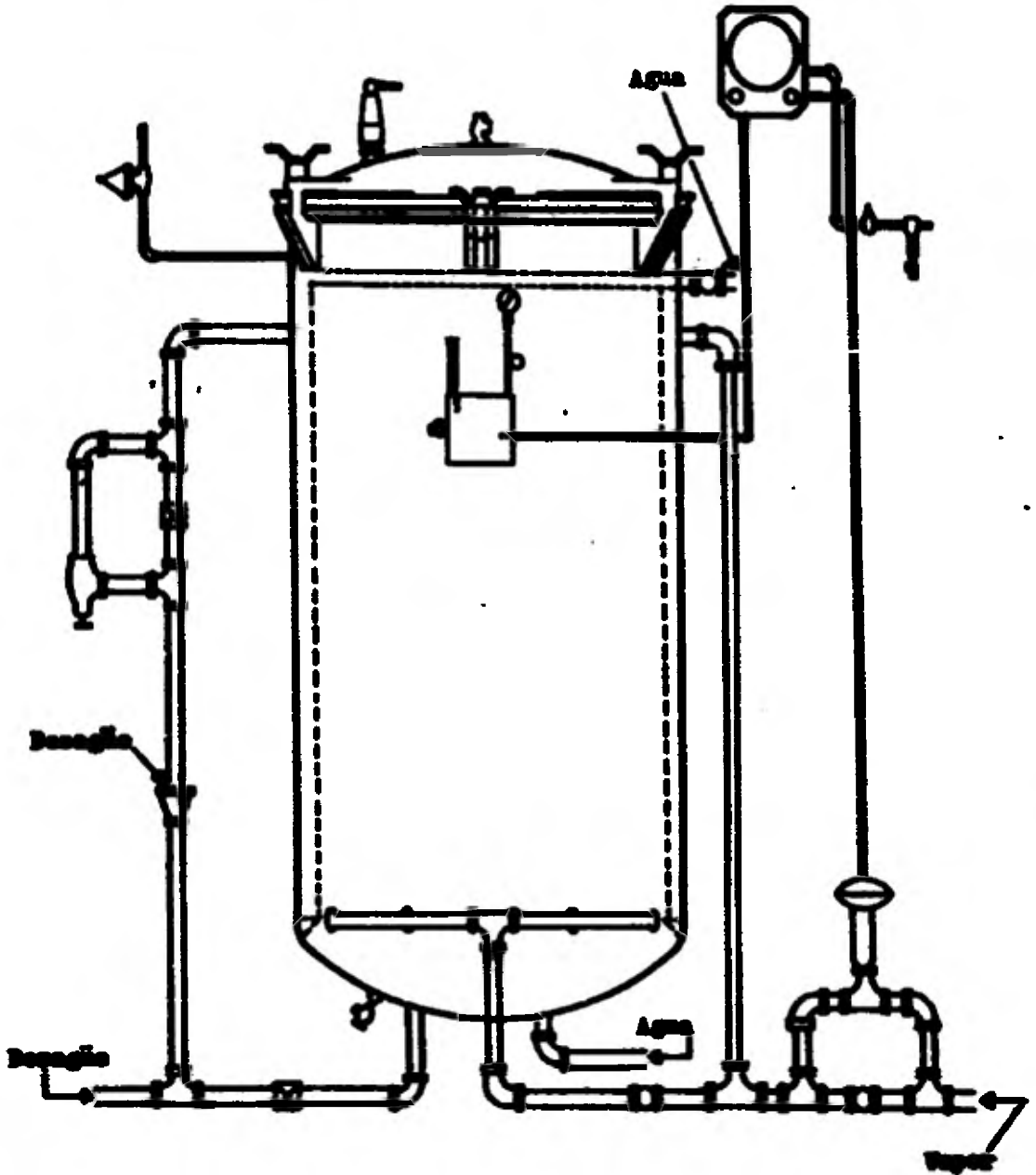
Estos equipos se pueden utilizar para esterilización a presión atmosférica o bien para esterilización bajo presión.

Su funcionamiento es el siguiente: existe una espiral en el interior de la cámara cuyo objetivo es llevar las latas de un extremo a otro con la ayuda de un tambor giratorio colocado dentro del cilindro, el cual hace girar las latas mientras son transportadas por la espiral. (8), (1), (30)

Para que las latas sean apoyadas en su paso a través de la cámara, los tambores contienen depresiones en forma de T las cuales varían en tamaño según el diámetro de la lata. Estas depresiones sirven al mismo tiempo para determinar la capacidad o tiempo de proceso resultando que la capacidad total del autoclave se obtiene de la multiplicación del número de cavidades por el número de vueltas de la espiral.

Para pasar de la cámara de cocción a la cámara de enfriamiento, se utilizan válvulas de alimentación, traslado y descarga. (1), (11)

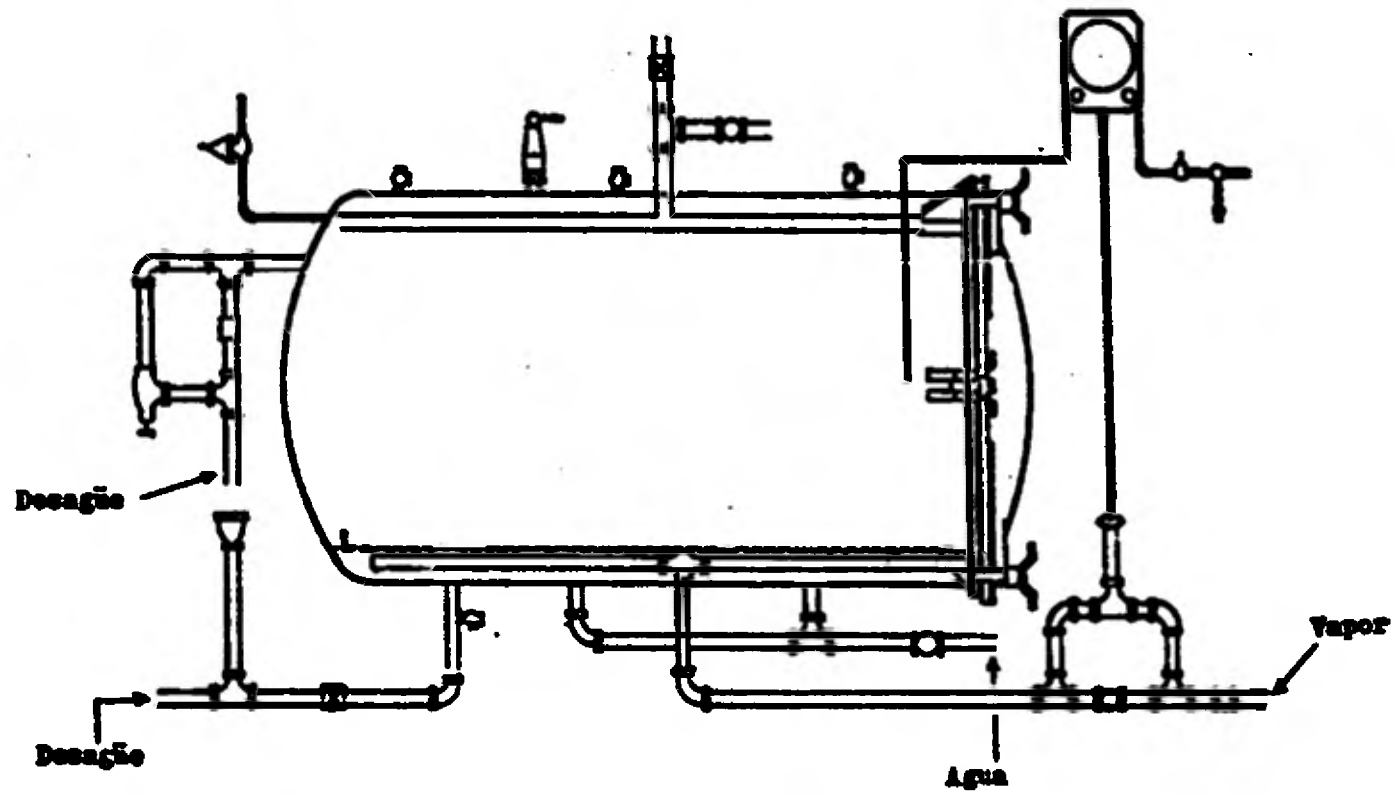
Los enfriadores pueden ser atmosféricos o puede haber los que trabajen a presión, estos últimos se usan cuando la tempera-



Autoclave Estacionário Vertical

FIGURA No. 3

FIGURA No. 4



AUTOCLAVE ESTACIONARIA HORIZONTAL

ratura de esterilización ha sido el vapor evitando así que las latas se deformen.

La principal ventaja de los autoclaves rotatorios es que se obtiene un tiempo de esterilización más corto a elevadas -- temperaturas además de un enfriamiento rápido en un sistema -- continuo y automático. La explicación de ello es la utiliza-- ción de traslación fija sobre el tambor, rotación libre y una fase de transición lo cual facilita una rápida penetración de calor por medio de convección inducida la cual es provocada -- por la burbuja de aire contenida en la lata. (7), (30)

En los autoclaves rotatorios es necesario hacer notar la importancia de factores tales como: velocidad del autoclave, -- espacio vacío en la parte superior de la lata, diámetro de la lata, consistencia del producto, relación altura/diámetro de -- la lata, etc.

En cuanto a la remoción de aire, debe entenderse que se -- debe prestar la misma atención que para autoclaves estaciona-- rios, es decir, se debe eliminar todo el aire a los de iniciar el proceso. (1), (8), (25)

- Autoclaves idrostáticos.- es un tipo de esterilizador en el cual el funcionamiento es básicamente igual al de un autoclave estacionario. Opera a una temperatura de vapor constan-- te y el producto es transportado durante el tiempo de esterili-- zación por medio de un sistema transportador cuya función no -- termina en el autoclave propiamente dicho, sino que sigue a -- través de un sistema de enfriamiento devolviendo finalmente el producto a una temperatura adecuada para su almacenamiento.

Las partes que componen estos autoclaves se detallan a --
continuación: (11), (27)

Estaciones de alimentación y descarga.- donde como su nombre
lo indica, las latas entran a la operación lo mismo que --
salen de ella por medio de bandas o cadenas transportadoras.

Actualmente, puede darse el caso de autoclaves que operen
con una, dos o hasta tres cadenas transportadoras en paralelo
lo cual hace elevar la producción así como la eficiencia de --
los equipos. (8), (18)

En la estación de alimentación, los recipientes son alineados
en fila procediéndose después a pasar al transportador
cuyo recorrido continúa hasta que se abren inmediatamente antes
de regresar a la estación de alimentación para descargar --
el producto ya esterilizado con lo que queda vacío para iniciar
nuevamente su recorrido. (7), (8)

Sección de pre-entrada.- se dice que abarca desde la estación
de alimentación a la entrada en el agua de la columna de
alimentación.

Columna de alimentación.- a través de ella pasan los recipien
tes por agua con el objeto de otorgar presión hidrostática
que balancee la presión de vapor en la sección de vapor del apparato
pudiendo también ayudar a la letalidad del proceso térmico
incrementando la temperatura inicial del producto si la --
temperatura del agua también se incrementa. (1), (18)

Domo de vapor.- es precisamente donde se lleva a cabo la
esterilización pues las latas son rotadas en forma constante
a la acción del vapor a la temperatura requerida. El tiempo --

también en contact a una velocidad de la cadena prefijada.

Columna de descarga.- es la sección en la cual las latas regresan a la presión atmosférica por medio de una columna de agua cuya función es balancear la presión.

Debido a que los recipientes entran a esta columna a una temperatura elevada, el agua presente gana el calor que desprenden las latas pudiéndose aprovechar esta situación para disminuir el consumo de vapor y para ayudar a estabilizar las temperaturas en las columnas. (1), (11), (18)

El aprovechamiento consiste en la utilización de sistema de circulación cruzada, es decir, el agua caliente de la columna de descarga se pasa a la base de la columna de alimentación mientras que el agua más fría de la parte superior de la columna de alimentación pasa a la parte superior de la columna de descarga. (8), (30)

En caso de ser necesario un enfriamiento rápido, el agua de la base de la columna de descarga se puede pasar por un intercambiador de calor que la enfría para retornarla a la parte superior de la columna de descarga.

El objetivo del autoclave hidrostático es entonces dar lugar a una cámara de vapor con una temperatura elevada y constante lográndolo mediante la aplicación de vapor a presión balanceando ésta por el peso del agua en las columnas de alimentación y descarga y se considera que la presión más adecuada para conseguir una temperatura mayor del punto de ebullición es de 15 libras por pulgada cuadrada. (8), (25)

La figura No. 5 muestra un esquema sencillo de un autoclave

ve hidrostático.

- Autoclave discontinuo con agitación.- se utiliza generalmente para esterilizar latas grandes o bien para productos de consistencia media y trabaja en forma semi-automática.

Estos autoclaves efectúan una rotación axial cuyo objetivo es una transferencia de calor por medio del movimiento de la burbuja del espacio libre a través del producto. (1), (8)

Dicha rotación la lleva a cabo un tambor al cual están fijadas las latas de manera que el tambor gira aproximadamente a 35 rpm; sin embargo, los productos menos viscosos requieren una velocidad más alta y los más viscosos una velocidad más baja para obligar a la burbuja de aire a moverse dentro de la lata. (7), (11), (30)

Las partes principales de un autoclave discontinuo son:
Cámara de presión cilíndrica.

Una válvula para la carga y otra para la descarga.

Un tambor exterior con una espiral que contenga las latas y las haga avanzar a través de la cámara.

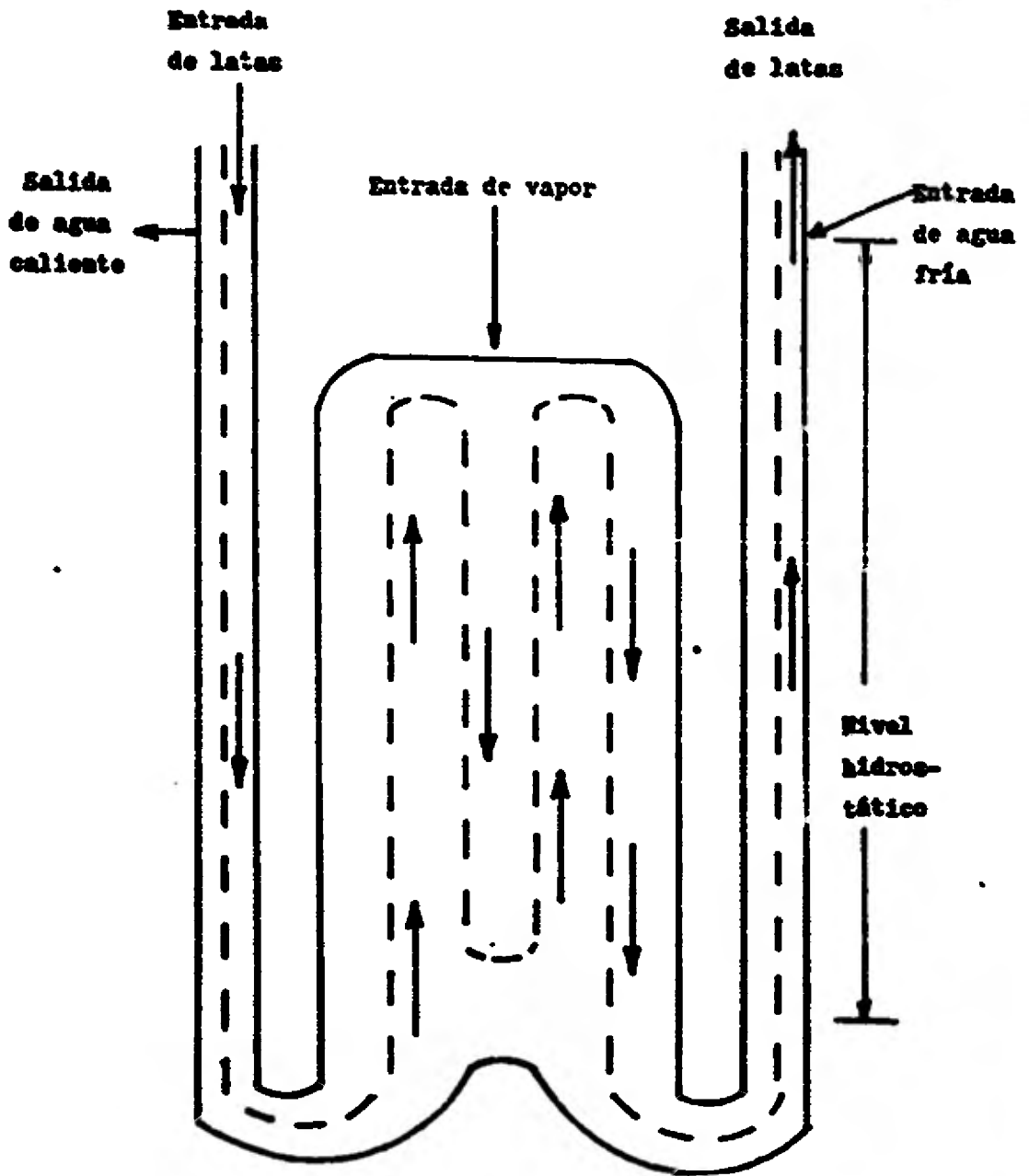
Un tambor interior con cavidades.

Instrumentos para remover el aire existente en la cámara, para esterilizar y para enfriar el producto. (7), (18)

a) PROCEDIMIENTOS G. G. G. G. G.

En este punto se hará una breve discusión de los procedimientos en general, que se consideran de mayor importancia dentro del procesamiento de alimentos enlatados:

Proceso térmico.- el proceso térmico se define como la a-



AUTOCLAVE HIDROSTÁTICO

FIGURA No. 5

aplicación de calor a envases sellados a un tiempo determinado y a una temperatura determinada bajo condiciones específicas. La finalidad de este proceso es la obtención de un producto -- con esterilidad comercial, es decir, lograr las condiciones adecuadas en las cuales todas las esporas de Clostridium botulinum y todas las bacterias patógenas así como los organismos -- más resistentes al calor sean destruidas previniendo de esta forma el deterioro del producto durante su almacenamiento y -- distribución. (11), (14), (30)

Codificación.- el uso de un sistema de identificación en clave de recipiente puede proporcionar importantes beneficios si está apropiadamente integrado con los registros de producción y envío.

Cada recipiente herméticamente sellado que contenga alimentos enlatados, debe ser marcado con una clave de identificación, la cual estará visible permanentemente. Si la naturaleza del envase no permite que la clave sea estampada o marcada con tinta, el rótulo puede ir perforado en forma legible o marcado de cualquier otra manera. (7), (15), (17)

La identificación en clave indicará el establecimiento en que fue empaquetado, el producto que contiene, el año, día y período durante el cual fue empaquetado, así como el lote de fabricación.

La clave del período de empaque será cambiada con suficiente frecuencia para que los lotes sean identificados rápidamente durante su distribución y venta. (8), (17)

Las claves se podrán cambiar a intervalos de 4 a 5 horas,

cambios de turnos, de personal, o por cargas, siempre que los recipientes comprendidos en una carga no se extiendan por un tiempo mayor que un turno de personal. (15), (16)

El uso del marcado en clave de los recipientes resulta muy valioso cuando se tienen problemas como los siguientes:

- Esterilización incompleta, con un peligro para la salud pública.

- Deterioro durante el almacenamiento en bodegas o la distribución.

- Descubrimiento de contaminación por substancias extrañas.

- Quejas de los consumidores y supuestas enfermedades.

- Confiscación por una agencia reguladora con el consiguiente retiro del lote afectado. (8), (17), (20)

Dependiendo de la cantidad de información dada por la clave, el problema y la investigación podrían reducirse a lo expuesto durante un día o posiblemente a una hora de producción o a la producción de una línea. De otra manera, el problema podría resultar en que se evitara la venta de toda o de una gran parte de la producción de la planta. (11), (12)

Manejo rápido de latas.- el período entre el cerrado y el proceso de las latas deberá mantenerse al mínimo y se desea que este período no sea mayor de 45 minutos. (8)

Temperatura inicial.- el término temperatura inicial, es usado para designar la temperatura promedio del contenido de las latas más frías que van a ser esterilizadas al tiempo de iniciarse el ciclo de esterilización. La temperatura del pro-

ducto enlatado en el momento en que comienza el proceso de esterilización es considerada como una parte esencial del proceso. El tiempo de esterilización se basa en la temperatura inicial y para determinar ésta se debe seleccionar la lata que presente el recipiente más frío en la carga del autoclave; esta pudiera ser una de las primeras latas selladas y situada de tal manera, que estaría sujeta al mayor enfriamiento. Inmediatamente antes de iniciar el proceso de esterilización deberá abrirse una lata, mezclarse su contenido y medir su temperatura. (11), (13), (15), (30)

Las temperaturas iniciales son consideradas tan importantes como las temperaturas de los autoclaves y tiempos de esterilización dentro del proceso de alimentos enlatados. (8)

Prevención de errores en el ciclo de procesamiento térmico.- en el proceso de esterilización de alimentos enlatados, existen algunos puntos claves, que se deben considerar para minimizar la posibilidad de errores en el ciclo de procesamiento térmico y reducir la presencia de latas mal esterilizadas en los canales de distribución. Entre estos puntos se encuentran:

- Los procedimientos de esterilización y renovación de aire a ser usados para cada producto y tamaño de recipiente, se deberán fijar en un lugar visible o estar fácilmente a disposición del operador. De esta forma se evitará un posible error de memoria por parte del operador. (8), (14), (16)

- Todas las canastas de autoclave que contengan material sin esterilizar deben ser marcadas para indicar visualmente, al personal encargado del proceso térmico, si cada unidad ha

pasado o no por el autoclave.

- Cada recipiente debe ser marcado en clave para identificar fácilmente el período durante el cual fue empacado.

- Se usará una marca distintiva para cubrir los autoclaves que contengan productos no procesados.

- El autoclave se cerrará cuando el operador indique que está listo para empezar el proceso. (16), (17)

- Las latas de expediciones desconocidas con respecto al proceso térmico serán perforadas y desechadas.

- Se vigilará que la limpieza de todo el equipo se realice adecuadamente al finalizar el día de labores.

- Se debe contar con un diagrama correcto del proceso al empezar el día. Las anotaciones en el registro de producción deben ser hechas en el momento en que ocurran. Los errores en los registros de producción no deben borrarse, sino ser tachados, corregidos y anotadas las iniciales del operador que los corrigió. (1), (8), (11)

Paseo en el autoclave.- Dentro de los pasos que se siguen para el funcionamiento adecuado del autoclave, la remoción del aire y la medición del tiempo de proceso se consideran de mayor importancia para la obtención de una buena esterilización del producto. (17), (8)

Remoción del aire.- los procesos térmicos para alimentos enlatados se realizan calentando las latas con vapor "puro" (libre de aire), ya que el vapor es un excelente medio para transferir calor, su temperatura es fácilmente regulable, la pro-

ción del vapor dentro del autoclave sirve en parte, para contrabalancear la presión que se desarrolla dentro de las latas al calentarlas y evitar que las latas se hinchen, y se puede producir fácilmente, manteniéndolas en reserva para su uso inmediato. (15), (17)

La remoción inadecuada del aire presenta las siguientes desventajas:

- El aire es un medio de calentamiento mucho menos eficiente que el vapor.

- El aire alrededor de las latas actúa como un aislador térmico que evita que el vapor y el calor transmitido por conducción haga contacto con las latas.

- El aire en presencia de humedades a altas temperaturas, ocasiona la oxidación de las latas.

Se ha demostrado que pequeñas cantidades de aire presentes en el autoclave provoca procesos térmicos insuficientes y deterioro en el producto. (1), (8), (16)

Medición del tiempo de esterilización.- la medición del tiempo de proceso no deberá iniciarse sino hasta que el aire haya sido convenientemente removido del autoclave y la temperatura de esterilización haya sido alcanzada y mantenida. Para hacer la medición exacta de los tiempos de esterilización se debe contar con aparatos registradores de tiempo y no con relojes de bolsillo o muñeca que no se consideren satisfactorios para este propósito. (8), (11), (17)

Enfriamiento.- La duración del período de enfriamiento deberá

ser suficiente para llevar el contenido de las latas a una temperatura de aproximadamente 100°F.

El enfriamiento dentro del autoclave puede realizarse en forma total o en forma parcial. El enfriamiento en forma parcial se hace a presión y sólo se enfría lo suficiente para reducir la presión interna de la lata a un nivel seguro, de manera que pueda exponerse a la presión atmosférica sin peligro de combamiento. Después del enfriamiento bajo presión, las latas pueden ser removidas con seguridad del autoclave para terminar su enfriamiento. (7), (11), (14)

El enfriamiento completo en el autoclave se debe hacer lo más rápido posible hasta alcanzar una temperatura promedio de 100 a 105°F. Un beneficio de la uniformidad entre las latas se consigue cubriéndolas totalmente con agua, en vez de enfriarlas únicamente por aspersión de agua. Si se utiliza un aspersor de agua se debe tener cuidado de evitar que se condensen el vapor que quedó en el autoclave después de cortar la entrada de vapor, ya que esto puede crear un vacío parcial en el autoclave y ocasionar hinchamiento de los extremos de las latas. (8)

El combamiento se debe al desarrollo de altas presiones dentro de las latas cuando el ciclo de esterilización ha concluido. Durante el ciclo de esterilización esta presión es compensada por la presión del vapor en el autoclave. Si la presión dentro del autoclave es disminuida, ya no habrá compensación interna de la lata y ésta quedará sujeta a un diferencial de presión mayor que pudiera exceder la resistencia de las ta-

padernas. (11), (17), (19)

El combamiento es una deformación permanente de los extremos de la lata que puede ocasionar en algunas latas infiltraciones durante el enfriamiento, lo que puede resultar en su deterioro. La solución más simple a este problema del combamiento es el enfriamiento a presión. (8), (17)

El tiempo de enfriamiento dependerá de algunos factores - tales como tipo de producto, tamaño de la lata, temperatura de esterilización, temperatura y cantidad del agua de enfriamiento.

Una vez que las latas adquieren la temperatura normal de enfriamiento, deben ser secadas con aire frío y pasar a su almacenamiento. (1), (7), (17)

1) CONSIDERACIONES IMPORTANTES Y PUNTALES DE PROCESO.

Como ya se ha explicado, la determinación del proceso térmico es exclusivamente para el alimento en cuestión. A continuación se expondrán procesos ya determinados haciendo notar que dichos procesos son para el producto específico además de la forma en que este vaya procesado o preparado. (17)

Cabe también hacer notar que los productos que se dicen en salsa en realidad son productos cuya parte sólida va en salsa o en agua y que el proceso es ajeno totalmente a productos semejantes adicionados de aceites pesantes o de algún tipo de salsa. (7), (8), (17)

En el caso de alimentos en salsa o en soluciones de

añícer debe vigilarse que la mezcla de ellas antes del proceso térmico sea homogénea con el objeto de prevenir la localización en áreas de la lata de soluciones concentradas.

La esterilización de productos bajos en acidez en agua hirviendo es impracticable debido a la resistencia al calor de las esporas de los microorganismos. En algunos de estos productos como son alcachofas, pimientos, cebollas y pepinos la esterilización bajo presión da como resultado un producto inaceptable comercialmente hablando. (11), (13), (16)

Bajo un control conveniente, tales productos pueden ser acidificados al nivel al cual no son demasiado bajos en acidez pudiendo entonces esterilizar en agua hirviendo. Sin embargo, si estos productos no son lo suficientemente acidificados pueden provocar graves problemas de salud pública. (13), (19)

Es preciso señalar que los procesos que se expondrán a continuación son adecuados para alcanzar una esterilidad comercial y que no son los requeridos cuando se tiene una contaminación excesiva por esporas. Dicha contaminación no proviene generalmente de la planta enlatadora sino que llega depositada en las materias primas por lo que se debe tener un estricto de higiene y cantidad. (7), (8), (11)

En algunas de las tablas de proceso se especifican pesos drenados, pesos completos y pesos netos.

El peso drenado se dice que es el peso de la porción sólida del producto después de que ha sido procesado y es de suma importancia que en los procesos no se exceda el máximo peso --

drenado especificado.

El peso completo se refiere al peso del alimento antes del procesamiento y no incluye el peso del líquido o medio que lo contiene.

El peso neto de un producto enlatado es el peso de todo el producto contenido en la lata, incluyendo salmas o salmueras. (8), (17)

Al referirse las tablas a las dimensiones de la lata, estas están dadas en pulgadas. Las dimensiones incluyen el diámetro total y la altura total de la lata por medio de tres dígitos de manera que el primer dígito da el número de pulgadas mientras que los dos siguientes dan la fracción adicional de la dimensión expresada en diecisieteavos de pulgada. El primer número da el tamaño del diámetro y el segundo número da la altura. (17)

TABLE 1.10.11

TABLE 1 *

Enfriados en agua, blancos y verdes, incluyendo la a o n cubierta.

Tamaño de lata (1)	Número de so completo (onzas)	Temperatura inicial °F	Minutos a la temperatura del autoclave.	
			240°F	245°F
211x304	6.3	70	30	21
211x404	7.0	120	23	10
300x407	11.0			
603x710	75.0	70	36	27
		120	34	25

* Ref. (17)

(1) Dimensiones de la lata dadas en pulgadas; incluyen el diámetro total y la altura total por medio de tres dígitos, - de los cuales el primero da el número de pulgadas mientras que los dos siguientes dan la fracción adicional de la dimensión expresada en dieciséisavos de pulgada. El primer número da el tamaño del diámetro y el segundo número da la altura.

TABLA No. 2 *

Frijoles, enteros en salmuera.

Tamaño lata (1)	Número pe- so comple- to(onzas)	Temperatura inicial ini- cial °F	Minutos a la tem- peratura del auto- clave.		
			240°F	248°F	250°F
211x304	5.0	70	22	17	13
303x406	9.7	120	21	15	12
401x411	19.0	70	23	17	13
		110	21	15	12
404x700	28.0	70	25	19	15
		120	24	18	14
603x710	70.0	70	29	22	17
		120	27	19	15

* Ref. (17)

TALLA NO. 3 *

Frijoles e chícharos en salmuera, sin
almidón adicionado.

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la tempera- tura del autoclave.		
		240°F	245°F	250°F
1-01x411 y menores	100	40	27	19
	140	38	25	17
609x700	100	50	42	30
	140	54	37	26

*Buc. (17)

TABLE No. 4 *

Frijoles, con o sin carne de cerdo, en salsa de tomate sin almidón añadido y no más de 18 lb. de solución de tomate y de 14 lb. de azúcar seca por 100 galones de salsa.

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la temperatura del autoclave.		
		240°F	249°F	250°F
401x411 y menores	100	57	42	33
	140	30	36	27
603x700	100	72	58	46
	140	67	49	39

* Ref. (17)

TABLA No. 5 *

Frijoles en salsa con o sin cerdo

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la tempera- tura del autoclave.		
		240°F	245°F	250°F
211x400	100	86	73	65
	140	80	68	60
	180	71	59	52
307x214	100	100	84	75
	140	90	77	69
	180	79	67	59
300x407	100	105	88	78
	140	95	81	72
	180	82	70	62
303x406	100	110	95	85
	140	100	87	77
	180	88	75	66
303x509	100	115	105	95
307x400	140	110	95	83
	180	95	80	71

Tabla No.5 •
(Continuación)

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la tempera- tura del autoclave.		
		240°F.	245°F	250°F
307x409	100	125	110	100
	140	115	100	87
	180	100	84	74
307x510 307x512	100	130	115	105
	140	120	105	95
	180	105	89	79
401x411	100	150	135	125
	140	140	125	110
	180	120	105	95
404x700	100	160	145	135
	140	145	130	120
	180	120	110	100
603x700	100	270	250	235
	160	220	205	190

• Def. (17)

TABLA No. 6 *
Zanahorias enteras, cortadas, rebanadas,
en salmuera.

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la tempera- tura del autoclave.		
		240°F	245°F	250°F
401x411 y rebanas	70	34	27	23
	140	31	24	20
603x700 (no rebanas)	70	42	33	28
	140	37	29	23
603x700	70	50	41	36
	140	45	36	31

* Ref. (17)

Tabla No. 7*
Fais a la crema.

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la tempera- tura del autoclave.		
		21.00F	21.50F	22.00F
211x304	140	70	59	52
	160	67	56	49
	180	63	52	45
211x400	140	74	63	55
	160	71	59	52
	180	66	55	48
303x406	140	95	81	72
	160	89	76	68
	180	82	70	62
307x409	140	105	90	81
	160	100	85	76
	180	90	78	69
603x700	140	230	210	195
	160	210	195	180
	180	185	170	160

* No. (17)

TABLA No. 3 *

Monros, rebendados o en piezas, en salmuera.

Tamaño lata (1)	Máximo pe- so comple- to(onzas)	temperatura mínima ini- cial °F	Minutos a la tempe- ratura del autocia- ve. 250°f
202x204	2.8	70	26
		100	25
		120	24
211x212	5.4	100	22
		120	24
		140	22
300x400	9.0	70	37
		100	35
		120	33
		140	31
307x510	10.2	70	40
		100	46
		120	43
		140	40
603x700	25.0	70	74
		100	67
		120	62
		140	56

* Ref. (17)

TABLA No. 9 *

Papas blancas, rebanadas, en salmuera.

Tamaño lata (1)	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la tempe- ratura del autocla- vo.		
		240°F	219°F	250°F
303x406 y menores	50	47	38	32
	70	45	37	31
	140	39	30	25
	160	36	28	22
603x700	50	62	51	43
	70	60	49	41
	140	52	42	35
	160	49	39	33

* Ref. (17)

A-1A No.10

Spinaca u otras verduras, cortadas,
en salmuera.

Tamaño lata (1)	Máximo pe- so drenado(onzas)	Máximo ra- dio F. dre- nado/P.neto	Temperatura mínima ini- cial °F	Minutos a la temperatura del autocla- vo.	
				240°F	252°F
211x304	6.6	0.85	100	59	43
			140	55	39
211x400	8.3	0.84	100	63	46
			140	59	42
300x407	11.6	0.85	100	74	56
			140	69	51
303x406	12.9	0.84	100	80	61
			140	74	55
401x411	23.5	0.87	100	110	85
			120	105	81
			140	100	76
			160	95	71

Tabla No. 10 B

(Continuación)

Tamaño de lata (1)	Área de drenado (onzas)	Número de drenado/Punto	Temperatura mínima inicial °F	Minutos a la temperatura del ciclo- v.	
				240°F	250°F
603x700	66.0	0.66	100	135	105
			120	130	100
			140	120	95
			160	115	90

* Ref. (17)

(1) Dimensiones de la lata dadas en pulgadas; incluyen el diámetro total y la altura total por medio de tres dígitos, - de los cuales el primero da el número de pulgadas mientras que los dos siguientes dan la fracción adicional de la dimensión expresada en dieciséisavos de pulgada. El primer número da el tamaño del diámetro y el segundo número da la altura.

g) PRECAUCIONES DE MANEJO, LLENADO Y SELLADO.

La instalación de muchos de los nuevos programas para el manejo de latas cerradas ha introducido ciertos peligros los cuales, si no se reducen, pueden producir algún deterioro por contaminación post-proceso aún con la construcción del mejor doble sello. (14), (27)

Cuando las latas se enfrían, el sello, se expande libremente y el compuesto sellante es un poco flexible o plástico; bajo estas condiciones las latas se vuelven muy susceptibles a la contaminación por organismos deteriorantes causada por mal manejo. Además de la atención usual prestada a la construcción de un buen sello, algunas precauciones deben ser tomadas en el manejo de las latas, las cuales deben ser previamente enfriadas y secadas para prevenir daños sobre o cerca del doble sello. Cuando las latas cerradas son manejadas con equipo automático a altas velocidades, las deformaciones de los sellos pueden ser más significativas como factores deteriorantes que cuando están sujetas a velocidades bajas. Los tres principales factores en el deterioro resultante de las operaciones de manejo son: (17), (19), (28)

- Las condiciones de los dobles sellos de las latas
- La presencia de contaminaciones bacteriales en el agua de enfriamiento o en las bandas transportadoras, y
- Las latas maltratadas debido a una mala operación o mal ajuste del equipo de manejo de las latas cerradas.

Las siguientes recomendaciones pueden reducir la contami-

lidad de deterioro por recontaminación después del proceso:

- Inspección periódica de los sellos para asegurar que es-
tán correctamente formados. La inspección debe incluir a la --
vez una examinación visual. Las observaciones y correcciones --
deben registrarse. (8), (11), (15)

- No permitir la caída de las latas dentro de la máquina
selladora y mesas de descarga sin que se amortigüe su caída.

- No sobrellenar las canastas del autoclave. Las latas --
de las canastas sobrellenadas pueden ser aplastadas por las --
canastas colocadas sobre de ellas en el autoclave.

- Prevenir fuertes impactos entre las canastas llenas o --
contra puntas salientes durante su transportación sobre el mo-
norial o plataforma de rodillos.

- Operar la descarga de las canastas del autoclave suave-
mente para prevenir aholladuras por impacto. (12), (17)

- Aplicar un clorinado adecuado a el agua de enfriamiento
en cantidad suficiente para asegurar un agua de enfriamiento --
de buena calidad sanitaria. Por ejemplo la cloración del agua
de enfriamiento debe tener por lo menos 0.5 ppm de cloro resi-
dual libre al final del proceso.

- En el enfriamiento a presión, se debe mantener la pre-
sión adecuada del autoclave por un tiempo suficiente para pre-
venir una distorsión permanente de los extremos de las latas.

- Periódicamente inspeccionar el sistema de manejo de la
máquina cerradora. Si el mal manejo de las latas es evidente,
supervisar la operación para minimizar el daño en el sello. (8)

- Secar las latas después del enfriamiento y antes de la descarga dentro del sistema de manejo.

- Cuando las latas son manejadas en bandas transportadoras o bandas elevadores, construir estas unidades de manera de reducir el contacto de la banda con el doble sello. Las latas no serán rodadas sobre su doble sello. (8), (17), (30)

- Reemplazar las bandas desgastadas y amortiguadoras con nuevos materiales no porosos.

- Todos los rielos y bandas, los cuales entran en contacto con los sellos de las latas deben ser minuciosamente lavados a intervalos frecuentes para prevenir la propagación bacterial. (13), (16), (17)

5) METODO GENERAL O GRAFICO PARA EL CALCULO DE LOS PROCESOS PARA ALIMENTOS RELATADOS.

Es un método con el cual se determinan tiempos de esterilización pero debe aclararse que previamente se debieron haber hecho los estudios de penetración de calor, tiempos, temperaturas y en un determinado tamaño de envase. (20), (24)

Este procedimiento es necesario para medir el valor de esterilización exacto en los casos de que el tiempo de alcance de la temperatura en el autoclave, la temperatura del agua de enfriamiento o el tiempo de mantenimiento de temperatura después del proceso pero antes del enfriamiento sean diferentes de las operaciones normales del autoclave. Al mismo tiempo, este método se usa cuando la curva de penetración de ca-

lor no pueda representarse con una o dos líneas rectas, dentro del rango de temperatura letal sobre un oscilogramático (19), (26), (28)

No obstante las ventajas arriba mencionadas, este método no es muy útil cuando la temperatura del autoclave y/o la temperatura inicial son diferentes a las que se tomaron en cuenta para obtener los factores térmicos originales del proceso.

Debe subrayarse que para este método hay que registrar los datos de tiempo y temperatura durante el enfriamiento.

Para efectuar los métodos establecidos para el cálculo del valor de esterilización fue preciso fijar las siguientes normas: En el procesamiento de alimentos el punto primordial es el que respecta a productos de baja acidez en los que se ha establecido generalmente una temperatura de referencia o calor letal de 250°F , o bien una cantidad de calor necesaria para destruir los microorganismos expresada como minutos a 250°F . (19), (20), (26)

En el método gráfico se utilizan las normas mencionadas y se dice, por definición, que un valor de esterilización de 1 equivale a 1 minuto a 250°F o a la cantidad de calor equivalente.

El símbolo para el valor de esterilización es F_0 .

Es lógico suponer que las temperaturas diferentes a 250°F cuentan también con una cantidad de calor letal y se ha establecido que por cada 10°F de caída de temperatura, el tiempo necesario equivalente para destruir bacterias aumenta 10 veces.

La tasa de letalidad (F_0/t), o sea, el valor de esterilización efectivo en un minuto a ciertas temperaturas se puede expresar matemáticamente por medio de la ecuación: (7), (20)

$$F_0 = \frac{1}{\log^{-1} \left(\frac{250 - T}{18} \right)}$$

En cada minuto del proceso existe algún efecto letal que depende de la temperatura.

Los datos de tiempo y temperatura en los estudios de penetración de calor se registran a intervalos convenientes y se pueden tabular como se expone en la tabla No. 11, cuya tercera columna es el valor efectivo de esterilización en un minuto a la temperatura indicada. (19), (24)

Los resultados de tasa de letalidad se pueden trazar contra los datos de tiempo para obtener una curva de rapidez letal de donde se desprende que el valor total de esterilización es igual a la suma de todas las distancias verticales para cada minuto del proceso, puesto que la distancia vertical para cada minuto representa el F_0 efectivo en ese minuto.

Por lo antes expuesto, se deduce que el valor de esterilización es proporcional al área bajo la curva; por lo que es necesario medir esa superficie. (25), (19), (30)

El área encontrada y dada en pulgadas cuadradas se multiplica por un factor con el objeto de convertirla a unidades de F_0 .

Para obtener dicho factor se tiene que determinar el área

TABLE No. 11

DATOS DE TEMPERATURA RESULTANTES DE LOS
ESTUDIOS DE PENETRACION DE CALOR

Datos de Calentamiento y Enfriamiento		Letalidad (F ₀ per min)
Tiempo (min)	Temperatura (°F)	
20	208	0.005
25	214	0.010
30	220	0.022
35	226.6	0.049
40	230	0.077
45	235	0.147
50	239	0.246
55	241	0.316
60	243	0.408
65	244	0.464
70	245	0.527
75	246.5	0.639
80	246	0.600
82	244.5	0.495
85	238.5	0.230
90	220	0.022
95	205	0.003
100	193	0.000

Ref. (19)

de una unidad de esterilización como se ilustra en los puntos A, B, C y D de la figura No. 6. El resultado del producto de la altura por el ancho del área en términos de F_0 por minuto y tiempo es la unidad.

El factor entonces es la recíproca del área en pulgadas cuadradas de la unidad de esterilización. (11), (19), (27)

1) MÉTODO FÓRMULA PARA CÁLCULOS DE PROCESO

Este método se usa generalmente cuando la curva de penetración de calor se puede representar por dos líneas sobre papel semilogarítmico y cuando la temperatura inicial y del autoclave son diferentes a las que se usaron para obtener los datos de temperatura y tiempo. (19), (21)

Los pasos a seguir para el cálculo de procesos por este método son los siguientes:

- Se grafican los datos de tiempo y temperatura en papel semilogarítmico colocando el tiempo en las abscisas y la temperatura en las ordenadas teniendo en cuenta que el tiempo cero es el momento en el cual se abre el vapor y que el tiempo de alcance de la temperatura es el momento en que el autoclave alcanza la temperatura del proceso. (25), (26)

Debe aclararse, que en realidad las temperaturas que se grafican son la temperatura del autoclave menos la temperatura en el centro del envase por lo que para facilitar el procedimiento se puede dar una vuelta de 180° al papel semilogarítmico, trazando así, las temperaturas del envase directamente

CURVA DE RAPIDEZ LETAL

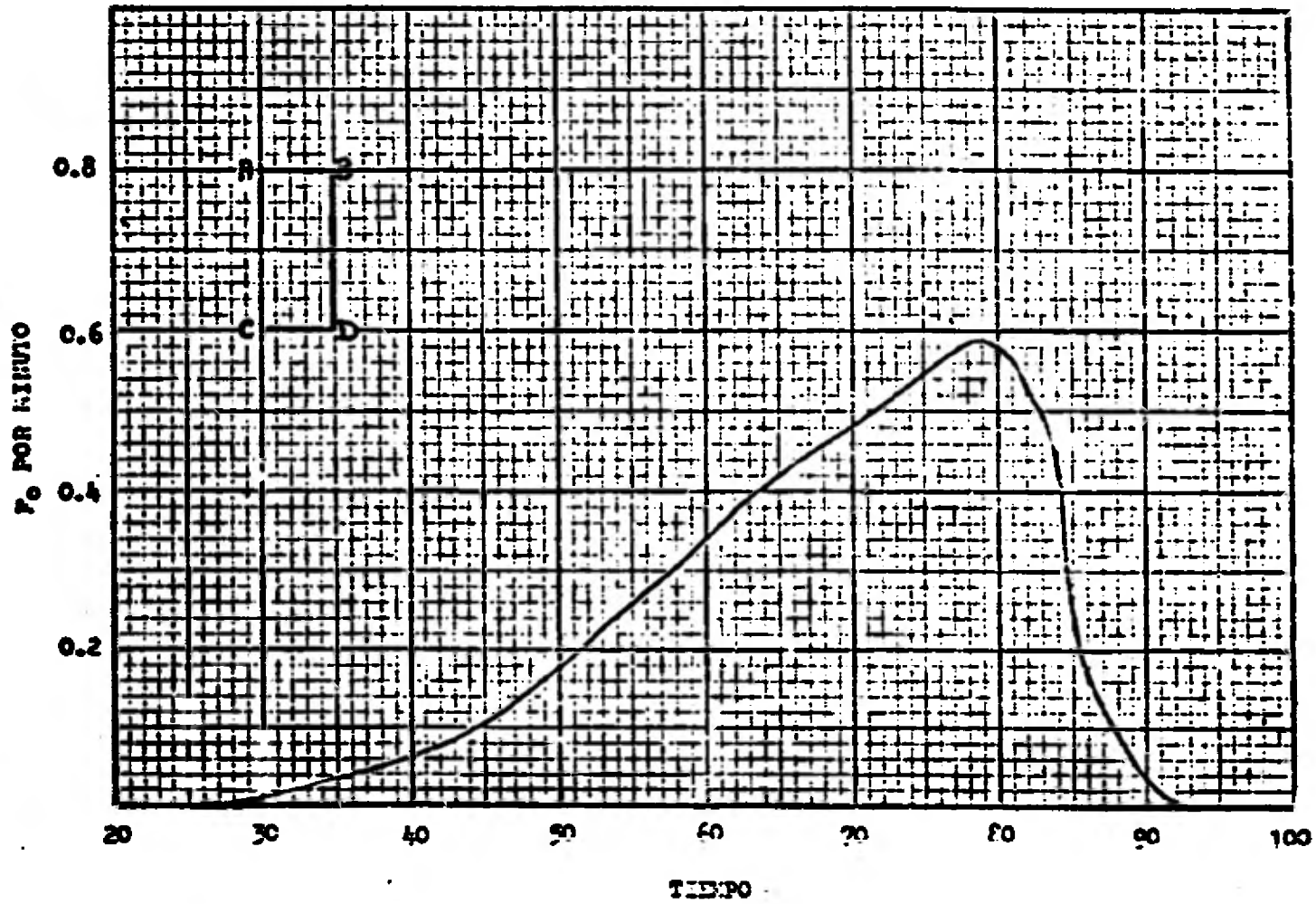


FIGURA No. 6

resultando que la temperatura en la línea superior es 10° por debajo de la temperatura del autoclave y en la línea inferior del primer ciclo semilogarítmico, la temperatura es 100° abajo de la temperatura del autoclave y en la línea inferior del segundo ciclo es 100° abajo. (21), (24)

Se trazan una o dos líneas rectas como máximo sobre los puntos graficados que caigan dentro del rango letal (mayor de 200°F). Debe procurarse que las líneas rectas pasen a no más de un grado de distancia de todos los puntos. (19), (23)

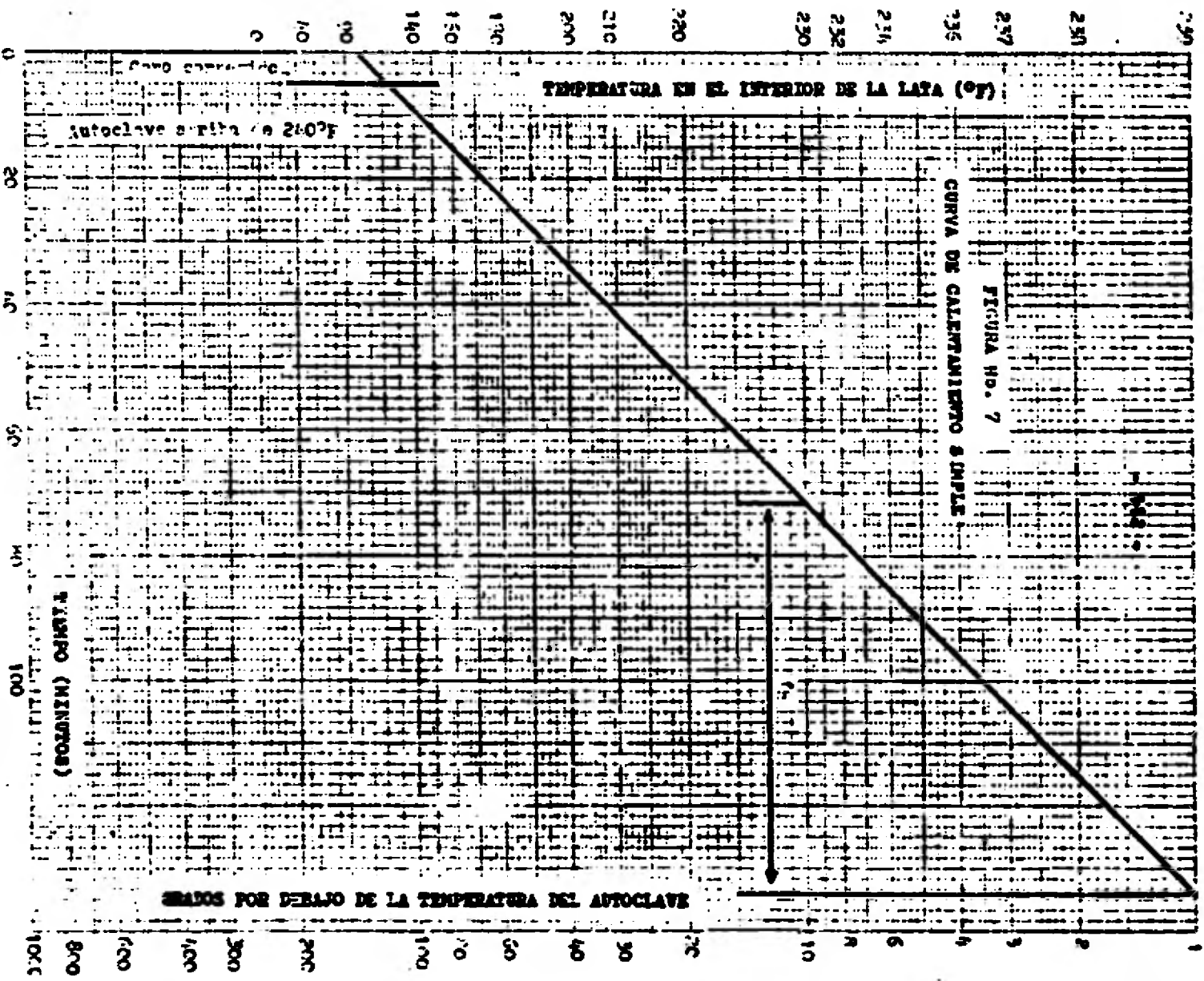
1) Curva de calentamiento simple.- de la curva térmica simple (Figura No. 7), se obtienen dos factores que son útiles para los cálculos de los procesos. Dichos factores son:

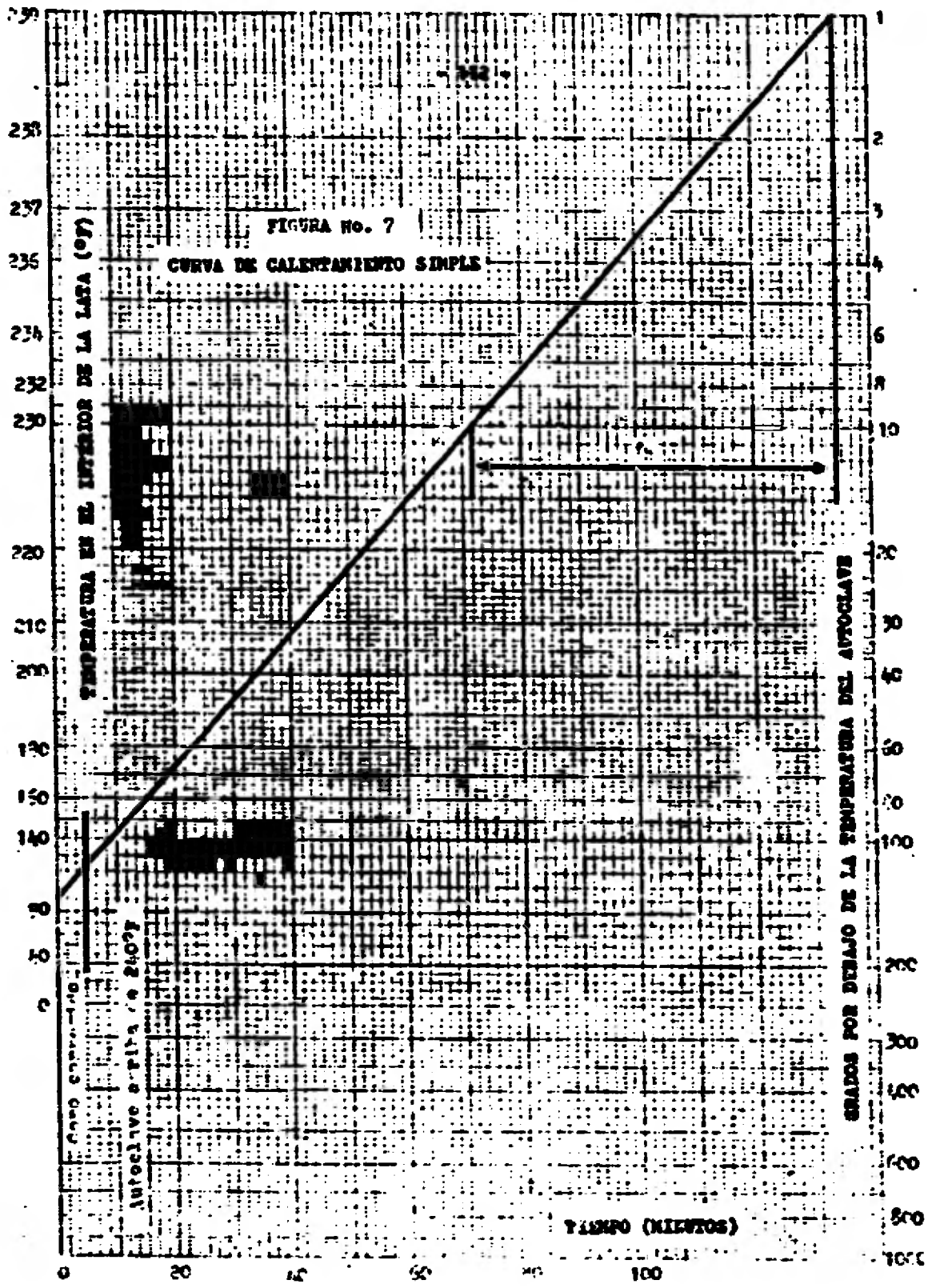
- Factor de rezago (t_0)

- Pendiente (k_p)

Debido a que la temperatura del proceso no se inicia desde el tiempo cero sino que existe un cierto tiempo para llegar a dicha temperatura, el cual tiene un valor térmico de más de cero minutos; el cálculo del proceso involucra este hecho y convencionalmente se toma el valor térmico del tiempo de subida de temperatura como 0.4 del tiempo total de subida de la temperatura, es decir, el comienzo corregido es 0.4 del tiempo que se tarda en llegar a la presión de vapor planeada ó 0.6 del tiempo que tarda en subir la temperatura después de abrir el vapor. (25), (26), (28)

Ya determinado el cero corregido, se traza una línea vertical en este valor en la escala de tiempo prolongándose hasta cruzar la curva trazada, punto denominado "JI" y se encuen





tra debajo de la temperatura del autoclave. De dicho trazo se obtiene entonces una lectura en la ordenada del lado izquierdo, es decir, se puede leer la temperatura en la cual se cruzan las dos líneas y cuyo valor se resta de la temperatura -- del autoclave.

Por otro lado, puede leerse directamente el valor de JI si en el lado derecho de la gráfica se marca una escala de -- temperatura empezando con un grado por debajo de la temperatura del autoclave. (20), (21), (25)

$$(1) \quad I = PT - IT$$

donde:

PT = Temperatura del autoclave

IT = Temperatura inicial

La que en este caso se toma como temperatura del autoclave es la que se ha obtenido en los estudios de penetración de calor, mientras que la temperatura inicial es la temperatura en el centro del envase específico cuyos datos se trazan en -- la gráfica. (24), (26), (28)

$$(2) \quad j = \frac{11}{I}$$

donde:

j = constante para cada producto

El siguiente paso en este método, es la determinación de un factor de penetración de calor denominado t_h , el cual es -- el tiempo en minutos que toma la línea (trazada por los datos tiempo y temperatura) en pasar a través de un ciclo logarítmico, es decir, cuando la distancia entre dos puntos cualesquiera en la escala logarítmica entre los cuales el número de gra

dos por debajo de la temperatura del autoclave aumenta 10 veces.

Con los valores ya determinados de j y f_h se puede obtener el F_0 o valor esterilizante así como también el tiempo de proceso expresado en minutos y llamado " B_g ", el cual se puede calcular para un valor de F_0 que se desee. (21), (25)

Con las siguientes ecuaciones se puede determinar el F_0 :

$$(3) \quad \log g = \log jI - \frac{B_g}{f_h}$$

donde:

j = constante para cada producto

f_h = tiempo para pasar a través de un ciclo logarítmico

B_g = tiempo de proceso

$I = H_T - H$

g = número de grados por debajo de la temperatura del autoclave en el punto frío al final del proceso

$$(4) \quad F_0 = \frac{f_h}{(f_h/U)F_1}$$

donde:

f_h/U = relación en la que para cada valor de $\log g$ existe su correspondiente f_h/U (Fig. No. 8 ó tabla No. 12)

F_1 = término relacionado con la temperatura del autoclave
(19), (21), (26)

El término F_1 se puede calcular mediante la ecuación ---

No. 5:

$$(5) \quad F_1 = \frac{\log^{-1}(270 - H_T)}{18}$$

f_h/U PARA UN VALOR DADO DE $\log \varepsilon$

(Primera parte)

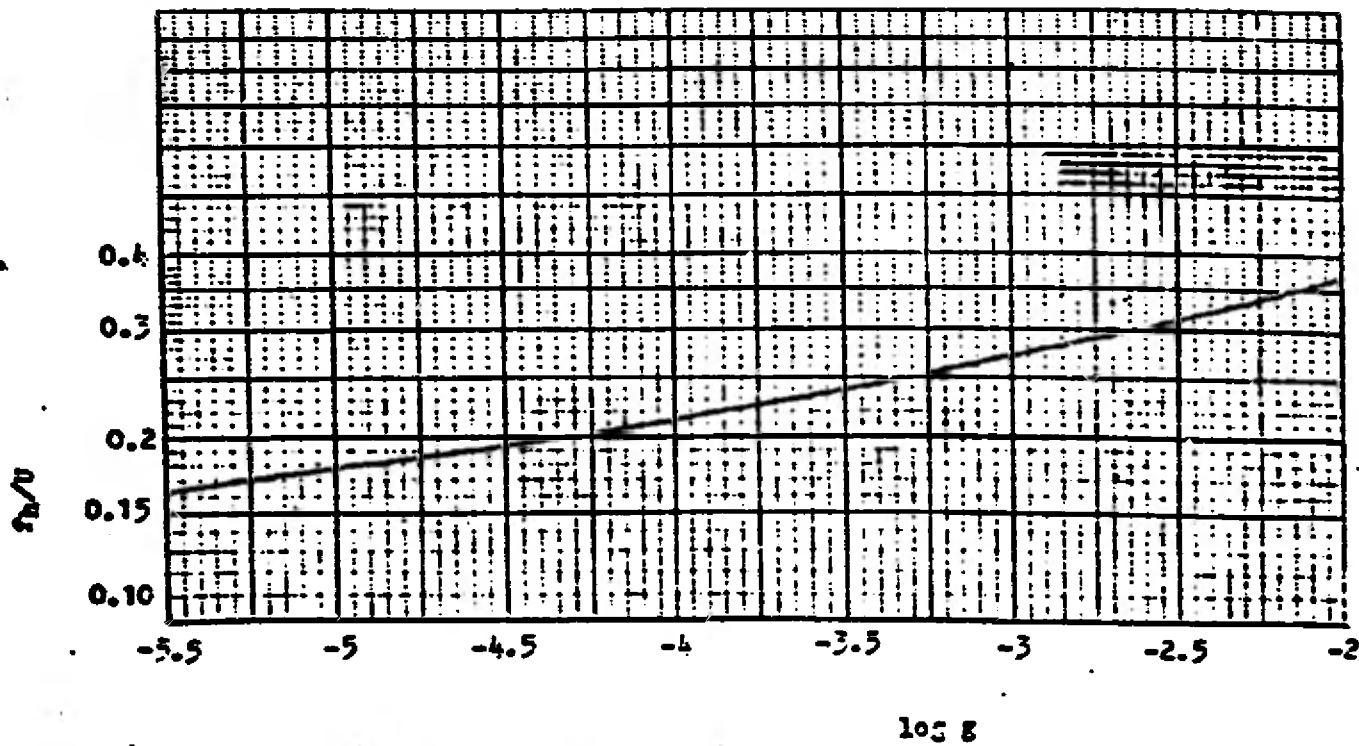


FIGURA No. 8

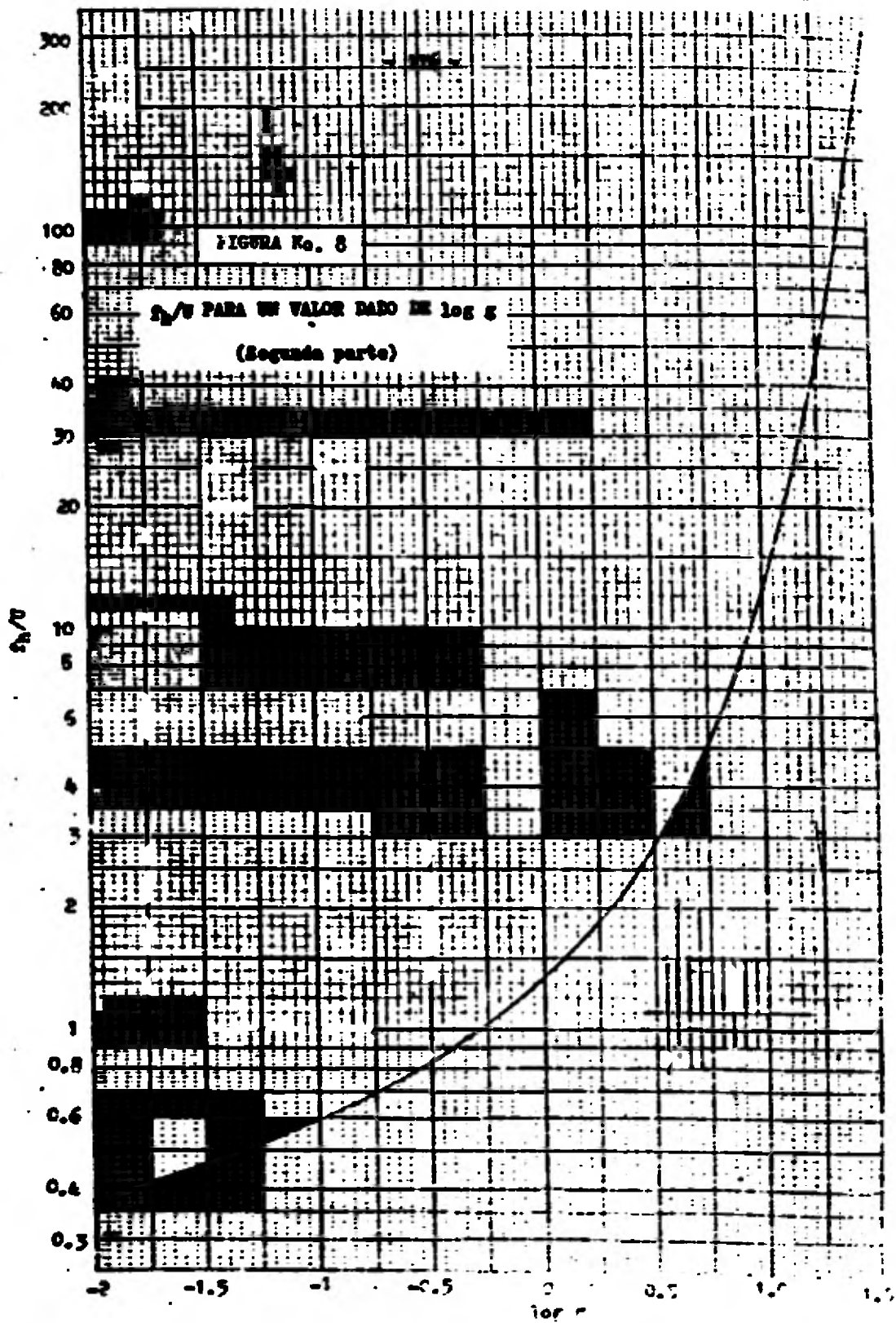


TABLE No. 12

$i_{\sqrt{u}}$ PARA UN VALOR DADO DE $\log g$
($\log g$ en centésimos)

$\log g$.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-2.00	0.389	0.388	0.386	0.365	0.364	0.362	0.361	0.360	0.358	0.357
-1.90	0.383	0.382	0.380	0.379	0.377	0.376	0.375	0.373	0.372	0.370
-1.80	0.398	0.397	0.395	0.394	0.392	0.391	0.389	0.388	0.386	0.385
-1.70	0.413	0.412	0.412	0.410	0.408	0.407	0.405	0.403	0.402	0.401
-1.60	0.433	0.431	0.429	0.427	0.426	0.424	0.422	0.420	0.418	0.417
-1.50	0.452	0.450	0.448	0.446	0.444	0.442	0.441	0.439	0.437	0.435
-1.40	0.474	0.472	0.469	0.467	0.465	0.463	0.461	0.459	0.457	0.455
-1.30	0.498	0.495	0.493	0.490	0.488	0.485	0.483	0.481	0.478	0.476
-1.20	0.524	0.521	0.518	0.515	0.513	0.510	0.508	0.505	0.503	0.500
-1.10	0.552	0.549	0.546	0.543	0.541	0.538	0.535	0.532	0.529	0.526
-1.00	0.585	0.581	0.578	0.575	0.571	0.568	0.565	0.562	0.559	0.556
-0.90	0.623	0.618	0.614	0.609	0.604	0.599	0.595	0.592	0.589	0.586
-0.80	0.670	0.665	0.660	0.656	0.651	0.647	0.642	0.637	0.633	0.628
-0.70	0.717	0.712	0.708	0.703	0.698	0.693	0.689	0.684	0.679	0.674
-0.60	0.769	0.763	0.758	0.753	0.747	0.742	0.737	0.732	0.727	0.722
-0.50	0.827	0.820	0.814	0.808	0.802	0.797	0.791	0.785	0.780	0.774
-0.40	0.894	0.887	0.880	0.873	0.866	0.859	0.852	0.846	0.839	0.833
-0.30	0.974	0.966	0.957	0.949	0.940	0.932	0.924	0.917	0.909	0.901
-0.20	1.071	1.060	1.050	1.040	1.030	1.020	1.011	1.001	0.992	0.983
-0.10	1.187	1.175	1.162	1.150	1.138	1.126	1.115	1.103	1.092	1.081
0.00		1.314	1.299	1.284	1.269	1.255	1.241	1.227	1.214	1.200
0.10	1.330	1.346	1.362	1.379	1.396	1.413	1.431	1.449	1.468	1.487
0.20	1.506	1.526	1.546	1.567	1.588	1.610	1.632	1.654	1.678	1.701
0.30	1.726	1.751	1.776	1.803	1.829	1.857	1.885	1.914	1.944	1.974
0.40	2.005	2.037	2.070	2.104	2.139	2.174	2.211	2.248	2.287	2.327
0.50	2.368	2.410	2.454	2.498	2.544	2.592	2.640	2.691	2.743	2.796
0.60	2.852	2.909	2.968	3.029	3.092	3.157	3.224	3.294	3.366	3.441
0.70	3.599	3.699	3.802	3.768	3.858	3.951	4.048	4.148	4.252	4.361
0.80	4.474	4.591	4.714	4.842	4.975	5.113	5.258	5.410	5.568	5.733
0.90	5.986	6.087	6.276	6.474	6.682	6.901	7.130	7.370	7.623	7.889
1.00	8.168	8.463	8.773	9.100	9.445	9.809	10.194	10.600	11.031	11.486
1.10	11.969	12.481	13.024	13.601	14.213	14.865	15.560	16.299	17.080	17.929
1.20	18.828	19.789	20.817	21.919	23.100	24.367	25.729	27.197	28.783	30.485
1.30	32.295	34.271	36.487	38.718	41.221	43.935	46.851	50.083	53.568	57.364
1.40	61.505	64.078	70.974	76.589	82.326	88.843	96.008	103.895	112.389	121.457
1.50	132.8	144.5	157.6	172.0	188.1	206.0	226.0	248.6	273.4	301.4
1.60	332.9	368.3	408.2	453.3	504.3	562.0	627.5	702.2	787.1	884.2

- 119 -

Los valores de F_1 difieren para las diversas temperaturas del autoclave y ellos pueden apreciarse en la tabla No. 13.

Cuando se ha encontrado el valor adecuado de F_1 , éste se substituye en la ecuación No. 4, al igual que f_h/U (encontrado en la curva) y con f_h teniendo como resultado el valor de F_0 . (27), (28)

Como se mencionó anteriormente, puede calcularse el tiempo de proceso siguiendo las ecuaciones que se presentan a continuación:

$$(6) \quad \sqrt{U} = \frac{f_h}{F_0(F_1)}$$

$$(7) \quad E_3 = f_h (\log jI - \log g)$$

Una vez obtenido el valor de $\log g$ se substituye en la ecuación No. 7. (20), (19), (21)

2) Curva de calentamiento quebrada.- debido a la naturaleza de algunos alimentos, no es posible calcular sus condiciones de proceso por el método de curva de calentamiento simple ya que ellos presentan mayor rapidez en la velocidad de penetración de calor en la parte inicial del proceso siguiendo después una etapa más lenta conforme prosigue el período de calentamiento. (25), (27)

Algunos ejemplos de productos que requieren curvas de este tipo son: sopas espesas, raíz calado en saluera, puré de tomate, etc.

Este método consiste en trazar tres líneas rectas en la

TABLA No. 13 *

VALORES DE F_1 PARA DIVERSAS TEMPERATURAS DE
AUTOCLAVE (°F)

RT	F_1	RT	F_1	RT	F_1
214	100.00	233	8.709	252	0.7743
215	87.99	234	7.743	253	0.6813
216	77.43	235	6.813	254	0.5995
217	68.13	236	5.925	255	0.5275
218	59.92	237	5.275	256	0.4642
219	52.75	238	4.642	257	0.4085
220	46.42	239	4.025	258	0.3594
221	40.85	240	3.504	259	0.3163
222	35.94	241	3.163	260	0.2783
223	31.63	242	2.783	261	0.2449
224	27.83	243	2.440	262	0.2154
225	24.48	244	2.154	263	0.1896
226	21.54	245	1.896	264	0.1668
227	18.96	246	1.668	265	0.1468
228	16.68	247	1.468	266	0.1292
229	14.68	248	1.292	267	0.1136
230	12.92	249	1.136	268	0.1000
231	11.36	250	1.000	269	0.0880
232	10.00	251	0.8709	270	0.0774

gráfica con el objeto de mantener lo más cerca posible, la distancia de no más de un grado en todos los puntos dentro del rango total. En la figura No. 9 se muestra una curva térmica suabrada. (21), (24), (27)

Para el cálculo del proceso de esterilización con este método se requiere obtener varios factores, los cuales se mencionan a continuación:

j = factor de resago

f_1 = pendiente de la primera curva de calentamiento

f_2 = pendiente de la segunda curva de calentamiento

X_{12} = tiempo para llegar al cruce de las dos líneas

Los valores de j y f_2 se determinan en la misma forma que para el procedimiento de la curva simple. (19), (20)

f_1 es el tiempo en minutos necesario para que la curva pase a través de un ciclo logarítmico.

f_2 es el tiempo requerido para que la segunda curva pase un ciclo logarítmico.

X_{12} es el tiempo desde el cero corrido hasta el punto en que se cruzan las dos líneas rectas (f_1 y f_2).

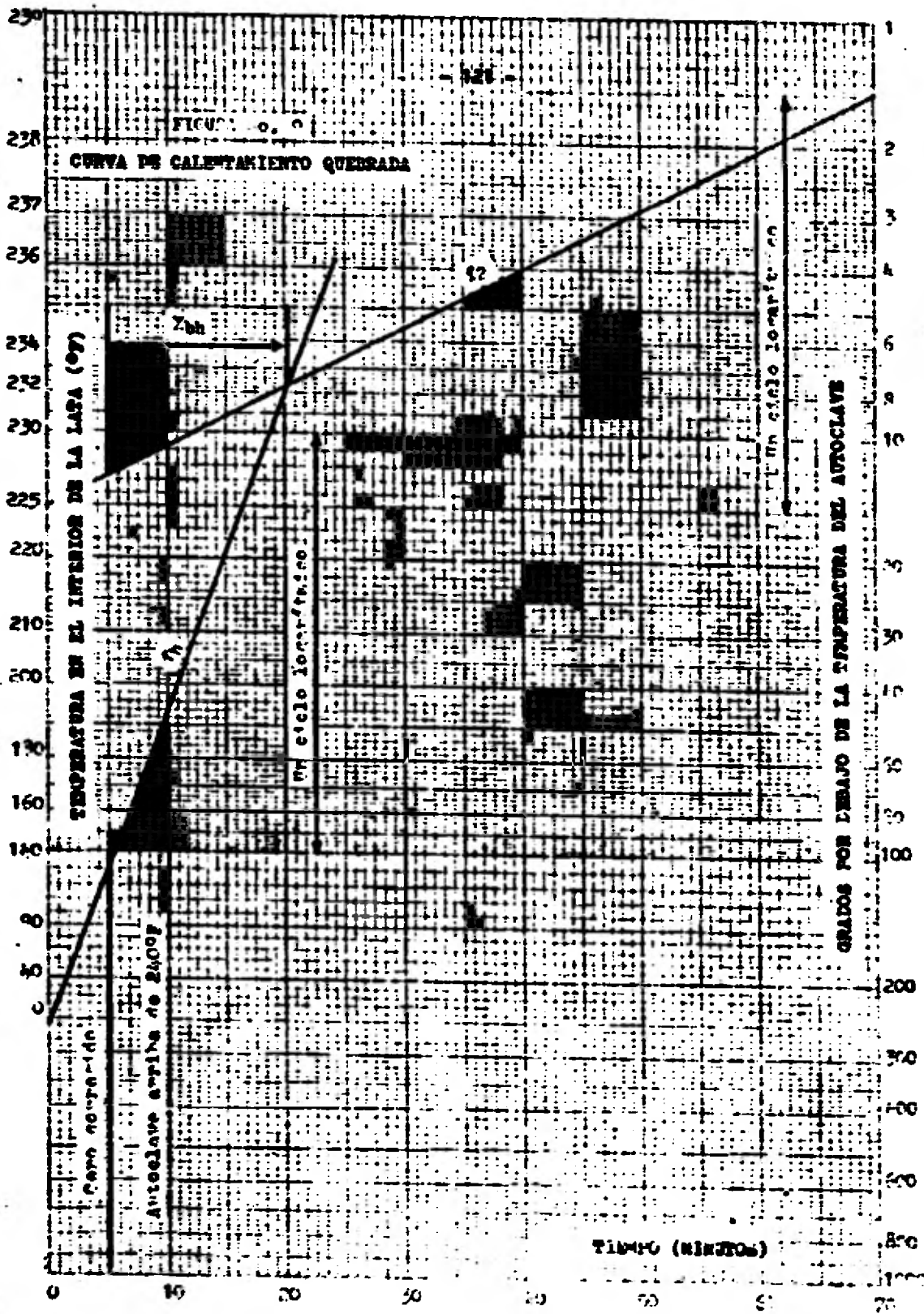
Ya obtenidos estos factores, se puede calcular el valor de esterilización (F_0) o el tiempo del proceso (B_D).

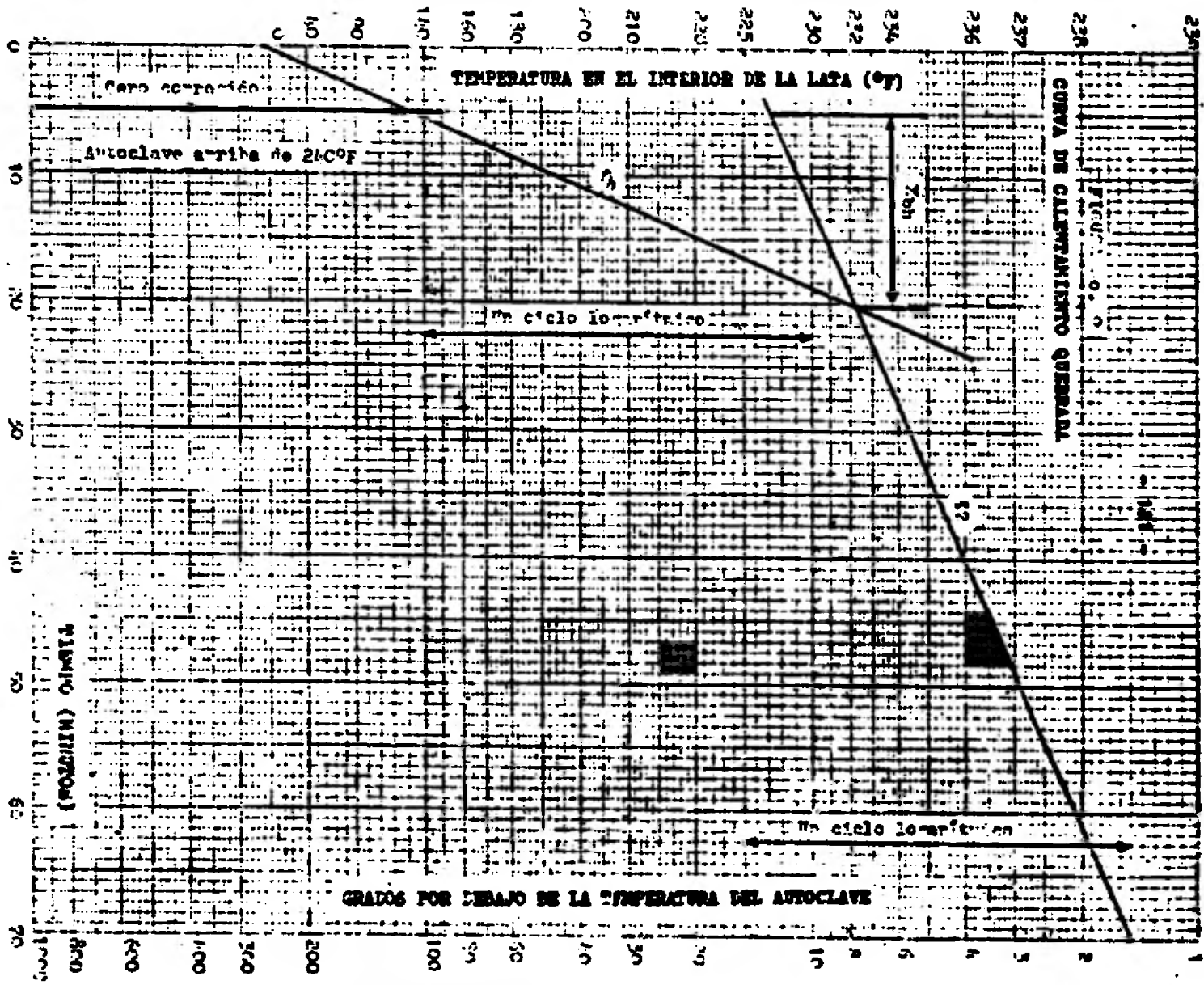
Para determinar F_0 se usan las siguientes ecuaciones:

$$(8) \quad \log S_{12} = \log N_1 - \frac{X_{12}}{f_1}$$

$$(9) \quad \log S_{12} = \frac{f_1 \log N_1 + (f_2 - f_1) \log S_{12} - B_D}{f_2}$$

(19), (21), (26)





CURVA DE CALENTAMIENTO QUEBRADA

FIGURA 100

$$(10) \quad F_0 = \frac{f_2}{(f_h/U_{h2})F_1} - \frac{r_{bh}(f_2 - f_h)}{F_1(f_h/U_{bh})}$$

Utilizando f_1 y K_{bh} , los cuales se obtienen de las curvas de calentamiento y $I = RT - IT$, se calcula el $\log S_{bh}$. S_{bh} es el número de grados por debajo de la temperatura del autoclave en el punto en donde se quiebra la curva y se relaciona con f_h/U_{bh} en la misma forma en que se relaciona con f_h/U como en las curvas de calentamiento simple. El valor de f_h/U_{bh} se obtiene de la figura No. 8 para el valor correspondiente de $\log S_{bh}$, el cual se substituye en la ecuación No. 10. (19), (21), (25), (28)

r_{bh} es un factor que está relacionado con el $\log S_{bh}$ como se puede observar en la figura No. 10. El valor de r_{bh} se obtiene relacionando el valor correspondiente del $\log S_{bh}$ en la curva.

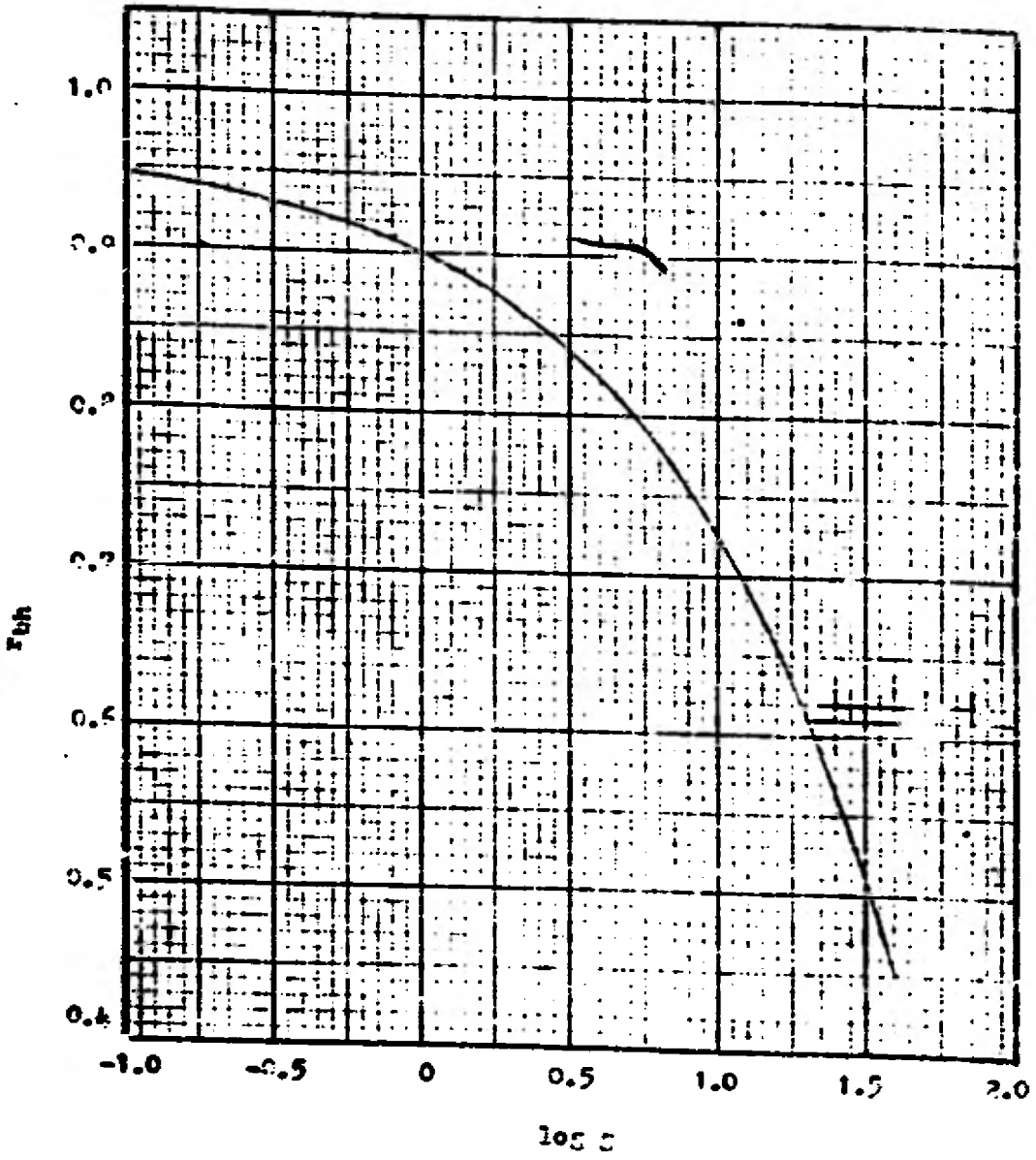
Para determinar B_2 en este método se siguen las ecuaciones:

$$(11) \quad \log S_{bh} = \log SI - \frac{K_{bh}}{f_h}$$

$$(12) \quad f_h/U_{h2} = \frac{f_2}{F_0 F_1 + \frac{r_{bh}(f_2 - f_h)}{f_h/U_{bh}}}$$

$$(13) \quad B_2 = f_h \log SI + (f_2 - f_h) \log S_{bh} - f_2 \log S_{h2}$$

Con los valores conocidos de f_1 , f_h , K_{bh} y $I = RT - IT$ se calcula el valor del $\log S_{bh}$, con el cual a su vez se puede determinar el valor de f_h/U_{bh} por medio de la figura No. 8 y el valor de r_{bh} de la figura No. 10. Estos valores se substit-



F_{dh} PARA UN VALOR DADO DE $\log c$

FIGURA No. 10

tienen en la ecuación No. 12.

En la ecuación No. 12, el valor de esterilización (F_0) - es ya conocido, F_1 se obtiene de la tabla No. 12 y f_2 y f_n se obtienen de la curva de penetración de calor; teniendo en esta forma todos los datos necesarios para calcular f_n/θ_{h2} .

Respecto a la ecuación No. 13, se tiene que el $\log Z_{h2}$ - está relacionado con f_n/θ_{h2} según la figura No. 8; calculándose así el tiempo de proceso (B_p). (8), (11), (19), (21), (29)

m) EFECTO DE LA CURVA DE ENFRÍAMIENTO.

Como es sabido, el enfriamiento también tiene un efecto letal pues la temperatura dentro del envase puede mantenerse arriba de los 212°F por un período significativo de tiempo en todo el ciclo de enfriamiento; por esta razón se deben registrar los datos de tiempo y temperatura durante dicho ciclo.

En el cálculo del tiempo de proceso, el efecto letal antes mencionado ya ha sido tomado en cuenta considerando que - la pendiente de la curva de enfriamiento mantiene una relación constante con los factores de la curva de calentamiento.

Cuando se tienen curvas de calentamiento simples se considera que la pendiente de la curva de enfriamiento (f_c) es - equivalente a la de la curva de calentamiento (f_n). (8), (19)

En el caso de curvas de calentamiento cuadradas se supone que la pendiente de la curva de enfriamiento es equivalente a la segunda pendiente (f_2). Sin embargo, existen algunos productos cuyo calentamiento en su parte inicial se lleva a - cabo por convección rápida y después por calentamiento

por convección más lento. El enfriamiento en tales productos es posiblemente por convección rápida en un principio. Por ende, la pendiente de enfriamiento f_c se aproxima más a la pendiente de la primera curva (f_1) que a la de la segunda (f_2).

El cálculo del tiempo de proceso o el valor de esterilización se debe hacer en la mayor rapidez de enfriamiento para lo cual se debe hacer la corrección; que se efectúa con la fórmula empírica que se presenta a continuación: (19), (21)

$$(14) \quad 0.07 \left(1 - \frac{f_1}{f_2}\right)$$

donde:

f_c = pendiente de la curva de enfriamiento

El log θ_{h2} se corrige por medio del valor de este término, y se puede manejar dependiendo del cálculo que se requiera:

- Si se calcula F_0 , ese valor se suma al log θ_{h2} (ecuación No. 9). (5), (19), (21), (29)

- Cuando se calcula B_{12} , dicho valor se resta del log θ_{h2} encontrado en la figura No. 9 usando f_h/θ_{h2} en la ecuación No. 12. (21), (24), (28)

2) DETERMINACION DEL PUNTO FRIO EN AUTOCLAVE Y LATAS.

Para determinar el tratamiento térmico que debe aplicarse a los alimentos enlatados, es necesario tener en cuenta el tiempo que se requiere para que los alimentos alcancen la temperatura deseada. En todos los puntos de un recipiente que está siendo calentado se encuentran a la misma temperatura; re-

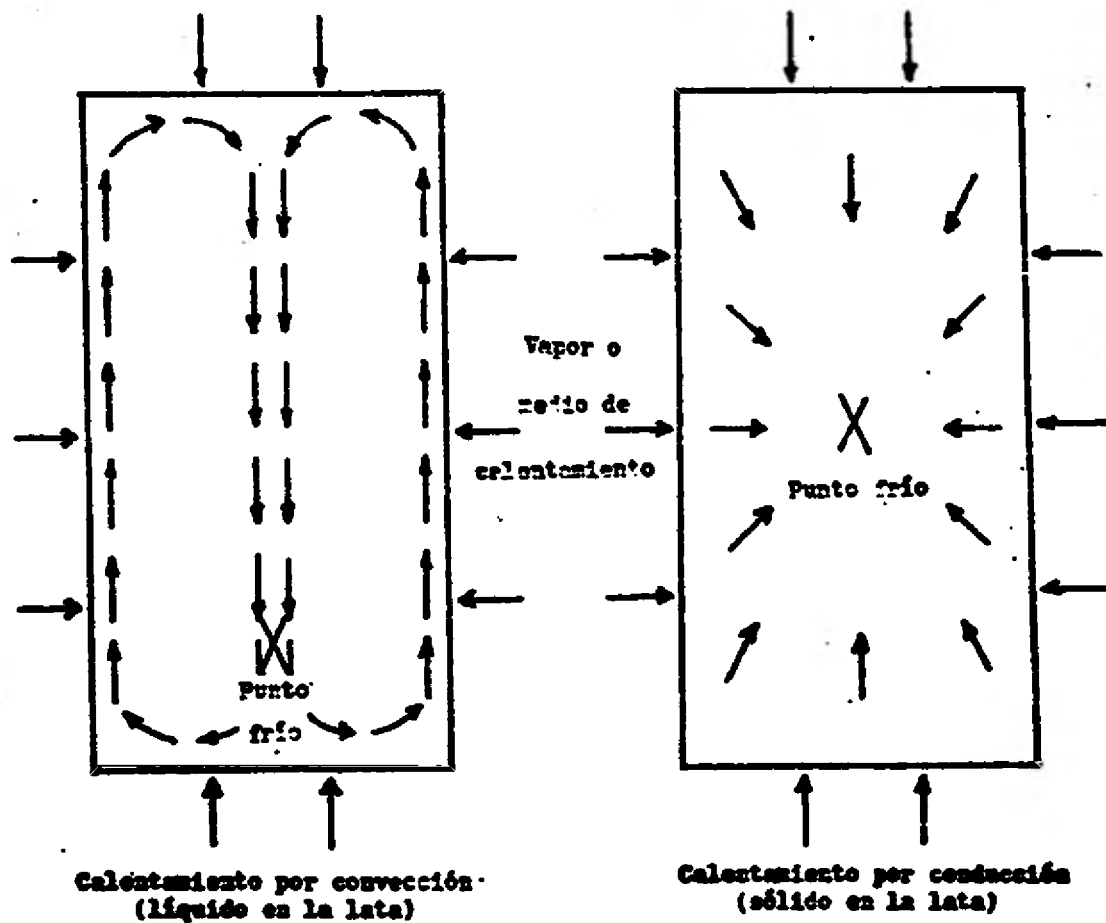
normalmente la parte exterior se calienta más rápido que las otras zonas. La parte del centro del envase es la última en alcanzar la temperatura requerida y es, esta zona, la más difícil de esterilizar debido al retraso en el calentamiento. A este punto se le denomina como "punto frío" de un recipiente y su determinación es de suma importancia para el cálculo del valor de esterilización. (7), (11), (19), (20)

En los productos calentados principalmente por convección, el punto frío está sobre el eje vertical cerca del fondo del recipiente; los productos calentados por conducción tienen el punto de calentamiento más lento en el centro cónico del envase. El punto frío para los diferentes tipos de calentamiento se muestra en la figura no. 11.

La medición de las temperaturas en el punto de calentamiento más lento en un alimento enlatado mientras se está procesando, es lo que se conoce como pruebas de penetración de calor. (1), (12)

La velocidad a que penetra el calor se puede determinar por medio de termómetros, pero el método más satisfactorio involucra el uso de termopares. Un termopar es formado cuando dos alambres de metales disímiles son soldados juntos en los extremos. Cuando los dos 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 del termopar. Estos involucros eléctricos son transmitidos a un potenciómetro que los convierte directamente en grados Fahrenheit o Centígrados.

LOCALIZACION DEL PUNTO FRIO EN LOS DOS TIPOS DE CALENTAMIENTO



Calentamiento por convección
(líquido en la lata)

Calentamiento por conducción
(sólido en la lata)

FIGURA No. 11

Un sistema termopar conveniente usado está formado de alambres de cobre-constata o croxel-eureka y un potenciómetro (Figura No. 12). Actualmente existen termopares con potenciómetros registradores, lo que permite tomar las temperaturas periódicamente. Antes de usarse, los termopares deben ser calibrados con un termómetro patrón para todo el rango de temperaturas de operación. (1), (19), (20)

Para seguir el calentamiento de los alimentos enlatados, los termopares se montan normalmente en los costados de los botes de prueba. En la determinación del punto frío, se requiere que los termopares sean soldados a las latas comenzando a media pulgada del fondo de la primera lata; otro termopar es soldado a tres cuartos de pulgada del fondo de la segunda lata, a una pulgada del fondo de la tercera lata, etc. El producto se prepara y el llenado se mantiene uniforme en todos los recipientes; las latas se sellan, los termopares se fijan a cada recipiente y se colocan en un autoclave, la cual es llevada a la temperatura deseada. (11), (7), (12)

Cuando se trata de latas cilíndricas, los termopares se deben montar en el cuerpo o costado de la lata, ya que si se coloca en la tapa o fondo de la lata la deformación del bote durante el proceso puede cambiar la posición del termopar dando como resultado datos equivocados del proceso de calentamiento. Si son latas rectangulares, el termopar se coloca en las tapas o en el lado más angosto de la lata para que la deformación de los costados rectangulares no influya en la deter-

SISTEMA TERMOVAR TIPICO

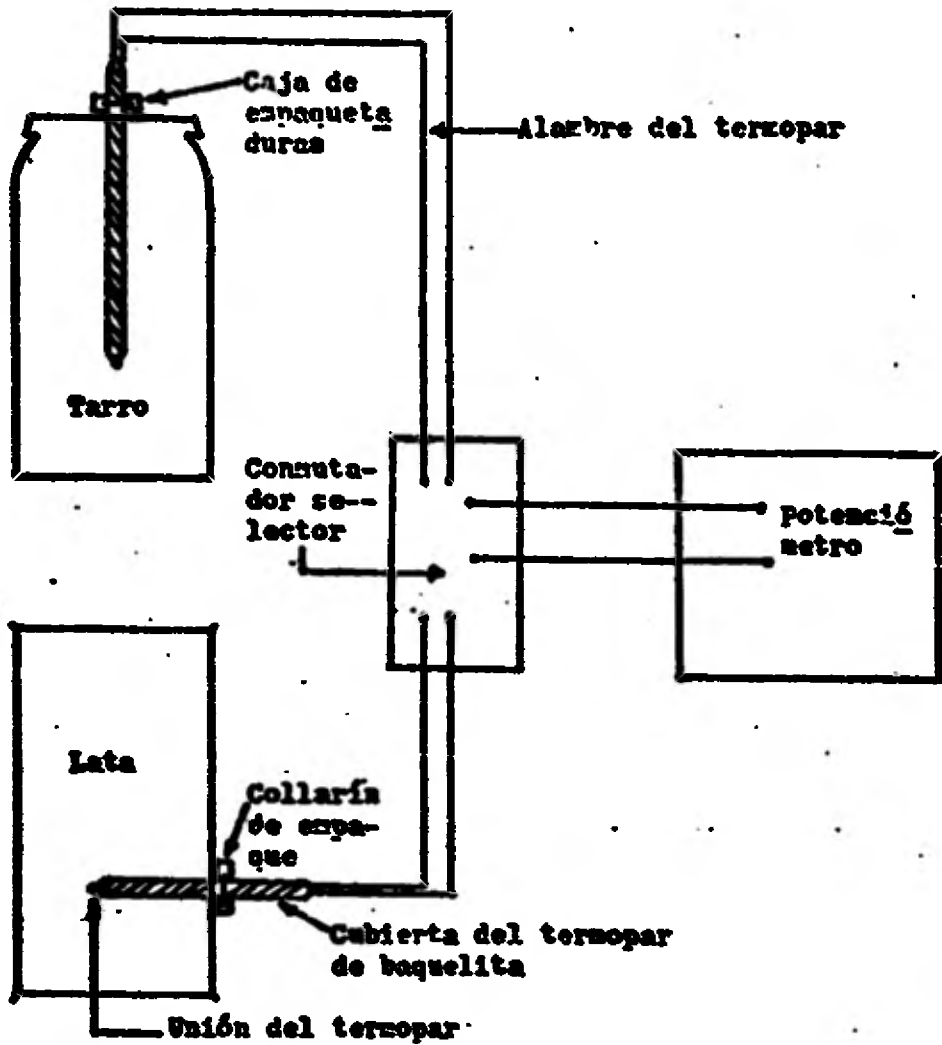


FIGURA No. 12

minación. (11), (13), (19)

Una vez que todos los termopares se colocan en los botes de prueba, se sitúa un termopar en el autoclave con el fin de conocer la temperatura de la misma; posteriormente esta temperatura se usa como temperatura de referencia, en todos los cálculos, ya que está sometido a los mismos errores de instrumentos y alambres que los termopares en el interior de las latas de prueba. Si se quiere verificar la distribución del calor en el autoclave, se deben colocar termopares en diferentes puntos de él. Las temperaturas se registran cada minuto y los valores tiempo-temperatura se grafican sobre papel semilogarítmico dando una línea recta con desviaciones menores para la relación tiempo-temperatura. (7), (8), (20), (30)

Durante las pruebas de penetración de calor, deberá operarse con gran precisión y exactitud, ya que la temperatura del autoclave se aproxima al centro del envase dando como resultado un proceso térmico inadecuado. Las determinaciones de penetración de calor no se consideraran completas hasta que las latas de prueba son examinadas, esto se hace generalmente al día siguiente para dar tiempo a que los sólidos en la lata reabsorban parte de la humedad que perdieron durante el proceso. El examen de los botes debe hacerse para determinar todos los factores que pueden haber afectado la rapidez de calentamiento; éstos incluyen el vacío del envase, el peso neto, el peso drenado y la colocación del termopar. (1), (19), (20)

Con la obtención de los datos térmicos básicos de la la-

ta, que haya presentado el calentamiento más lento y que tenga las condiciones más satisfactorias después del examen, se calcula el tiempo de proceso o el valor de esterilización.

(7), (19), (20)

e) DETERMINACION DE LA TEMPERATURA EN EL CENTRO DEL ENVASE.

En el tratamiento térmico de productos que poseen una acidez alta, con frecuencia no se calcula el valor de esterilización; únicamente se determina la temperatura en el punto de calentamiento más lento (CT) al final del proceso. Una vez que se llega a la temperatura deseada en este punto se da por terminado el proceso. (19), (21)

Para determinar la temperatura en el punto de calentamiento más lento (CT) y el tiempo de proceso para alcanzar una temperatura deseada (T_2) se usan las siguientes condiciones:

Curva Simple:

$$(15) \quad CT = H - g$$

donde:

CT = temperatura en el punto de más lento calentamiento

$$(16) \quad H = f_2 (\log JI - \log g)$$

Curva Cuadrada:

$$(17) \quad CT = HT = gh$$

$$(18) \quad B_2 = f_2 \log JI + (f_2 - f_1) \log Gh - f_2 \log Q_2$$

p) CONVERSION A OTRO TAMAÑO DE ENVASE.

Los cálculos de proceso son para un producto y un tamaño de envase específicos; no obstante, en algunos casos es posible no llevar a cabo las pruebas de penetración de calor para un producto que no se haya calentado en otro tamaño de envase, si se tienen los factores térmicos. En estas situaciones se pueden calcular los nuevos factores de penetración de calor a través de consideraciones teóricas. Esto se aplica solamente a curvas de calentamiento simples, no recomendándose para curvas de calentamiento quebradas, ya que no es posible predecir la posición del quiebre de la curva. (19), (20), (21)

Se han desarrollado ecuaciones que convierten los datos de calentamiento de un tamaño de envase a otro, haciéndose tales correcciones a la pendiente de la curva de calentamiento (f_2).

Para estas conversiones, es necesario considerar separadamente los productos que se calientan por conducción y los que se calientan por convección. (11), (19)

- Productos que se calientan por conducción.- los alimentos que se calientan por conducción presentan generalmente una curva de calentamiento simple. Para determinar el valor de una pendiente desconocida a partir de datos térmicos ya es

tablas para un tamaño de envase específico, se utiliza la siguiente ecuación: (19), (21), (25)

(19)

$$f_h \text{ de la lata} = \frac{\left(\begin{array}{l} f_h \text{ de la lata} \quad \text{Factor de la lata para} \\ \text{conocida} \quad \quad \quad \text{N la } f_h \text{ desconocida} \end{array} \right)}{\text{Factor de la lata para la } f_h \text{ conocida}}$$

f_h de la lata =
desconocida

Los factores mencionados en la ecuación se encuentran en la tabla No. 14

- Productos que se calientan por convección.- para hacer la conversión a otro tamaño de envase de alimentos que se calientan por convección se usa en la misma forma la ecuación No. 19. Los factores de conversión están ya calculados y se encuentran en la tabla No. 15 (19), (21), (25)

q) EVALUACION DE CIERRE DE ENVASES.

El envasado es uno de los pasos más importantes dentro del proceso de alimentos estériles; todas las operaciones que se pudieran haber realizado con el mayor cuidado para obtener un producto de buena calidad resultan inútiles si el cierre no se hizo en forma adecuada para asegurar el sello hermético.

Para determinar si el cierre se ha hecho correctamente, es conveniente tomar en cuenta los puntos que se mencionan a continuación: (1), (7), (5)

- Los principios básicos de los diseños y fabricación de los envases.

TABLA No. 14 *

FACTORES DE CONVERSION PARA CALENTAMIENTO
POR CONDUCCION

<u>Tamaño lata</u>	<u>Factor</u>	<u>Tamaño lata</u>	<u>Factor</u>
202 X 204	1.117	211 X 210	1.748
208	1.192	212	1.806
212	1.252	300	1.909
213	1.265	304	1.995
214	1.277	306	2.033
302	1.321	307	2.051
308	1.372	308	2.068
313	1.405	314	2.157
314	1.411	400	2.182
302	1.487	402	2.205
309	1.503	409	2.274
		410	2.283
208 X 208	1.523	411	2.291
211	1.599	413	2.307
302	1.741	414	2.314
308	1.831	509	2.391
314	1.900	600	2.413
306	2.099	604	2.428
211 X 101	0.498	300 X 108	1.010
102	0.561	109	1.080
108	0.936	112	1.292
109	0.995	200	1.530
114	1.269	201	1.592
115	1.319	203	1.607
200	1.366	204	1.750
208	1.624		

* Ref. (19)

TABLA No. 14 *

FACTORES DE CONVERSION PARA CALIENTE I-HEC
POR CONDUCCION (CONTINUACION)

Tamaño lata	Factor	Tamaño lata	Factor
300 X 206	1.849	303 X 500	3.175
208	1.941	508	3.264
210	2.026	509	3.274
308	2.469		
309	2.493	307 Y 113	1.197
310	2.515	200	1.725
400	2.534	201	1.802
402	2.648	202	1.974
404	2.609	208	2.271
407	2.743	214	2.603
409	2.760	215	2.652
414	2.828	300	2.700
504	2.987	306	2.955
509	2.929	315	3.253
		470	3.280
301 X 106	0.979	406	3.429
200	1.560	409	3.494
407	2.842	509	3.751
408	2.897	510	3.764
411	2.897	512	3.787
		514	3.810
303 X 109	1.124	700	3.966
110	1.198	710	4.026
212	2.274		
406	3.026	401 X 205	2.417
409	3.076	206	2.905
		208	2.677

* BUL. (19)

TABLA No. 14 *

FACTORES DE CONVERSION PARA CALENTAMIENTO
POR CONDUCCION (CONTINUACION)

<u>Tamaño lata</u>	<u>Factor</u>	<u>Tamaño lata</u>	<u>Factor</u>
401 X 211	2.922	404 X 500	5.304
212	3.000	608	5.719
300	3.204	700	5.350
305	3.622		
309	3.854	502 X 512	7.366
314	4.109	607	7.793
400	4.201	608	7.827
401	4.246	610	7.893
404	4.371	611	7.924
406	4.449	612	7.956
407	4.486	700	8.074
409	4.557		
411	4.625	603 X 405	7.508
504	4.886	408	7.838
508	4.083	409	7.944
509	5.006	600	9.934
510	5.028	608	10.453
602	5.186	612	10.682
		700	10.897
404 X 200	2.010	708	11.282
206	2.599	804	11.756
207	2.692	812	12.037
307	3.954		
309	4.080		
500	5.130		
508	5.368		

* Def. (19)

TABLE No. 15*

FACTORES DE CONVERSION PARA CALENTAMIENTO
POR CONVECCION

Tamaño lata	Factor	Tamaño lata	Factor
202 X 204	0.657	211 X 210	0.832
208	0.692	212	0.847
212	0.714	300	0.874
213	0.719	304	0.898
214	0.724	306	0.909
302	0.742	307	0.914
308	0.765	308	0.919
313	0.781	314	0.947
314	0.784	400	0.955
502	0.830	402	0.953
509	0.842	409	0.958
		410	0.991
208 X 208	0.777	411	0.994
211	0.798	413	1.000
302	0.840	414	1.003
308	0.870	500	1.032
314	0.894	600	1.048
506	0.964	604	1.056
211 X 101	0.497	300 X 100	0.669
102	0.520	100	0.686
108	0.533	112	0.734
109	0.548	200	0.780
114	0.716	201	0.802
115	0.728	202	0.825
200	0.740	204	0.836
208	0.816		

* Ref. (19)

TAOLA No. 15 *

FACTORES DE CONVERSION PARA CALORÍMETRO
POR CONVECCION (CONTINUACION)

Tamaño lata	Factor	Tamaño lata	Factor
300 X 206	0.857	303 X 500	1.158
208	0.877	508	1.185
210	0.895	509	1.189
308	0.907		
309	1.002	307 X 113	0.804
310	1.008	200	0.851
400	1.039	201	0.865
402	1.049	202	0.879
404	1.057	208	0.954
407	1.070	214	1.016
409	1.078	215	1.025
414	1.097	300	1.034
504	1.117	306	1.083
500	1.131	315	1.143
		400	1.140
301 X 106	0.637	406	1.182
200	0.700	409	1.197
407	1.097	500	1.263
408	1.092	510	1.266
411	1.104	512	1.273
		514	1.280
303 X 109	0.707	700	1.350
110	0.724	710	1.357
212	0.950		
406	1.117	401 X 205	1.000
400	1.130	206	1.000
		208	1.050

TABLE No. 15 *

FACTORES DE CONVERSION PARA CALIFICACIONES
 POR CONVENCION (CONTINUACION)

Tamaño Jata	Factor	Tamaño Jata	Factor
401 x 211	1.089	404 x 509	1.486
212	1.101	608	1.551
300	1.147	700	1.580
305	1.198		
309	1.235	502 x 512	1.719
314	1.276	607	1.781
400	1.201	608	1.786
401	1.208	610	1.796
404	1.310	611	1.801
406	1.333	612	1.806
407	1.339	700	1.824
409	1.352		
411	1.364	603 x 405	1.736
504	1.413	408	1.769
508	1.432	409	1.780
509	1.436	609	1.985
510	1.441	608	2.041
602	1.475	612	2.067
		700	2.097
404 x 209	0.947	708	2.138
206	1.047	804	2.198
207	1.062	812	2.234
307	1.252		
309	1.271		
300	1.438		
508	1.481		

* Enc. (19)

- La formación y propiedades del doble sello.
- Los métodos de evaluación para el doble sello.
- La interpretación de resultados.
- Registros de evaluación de sellos. (7), (30)

- Principios básicos de diseños y fabricación de envases.- actualmente, los envases metálicos usados son las denominadas "latas de tapadera abierta", las cuales se arman doblando los extremos o tapas al cuerpo. Se fabrican de un material compuesto de acero y estaño (hojalata), unidos los dos -- por métodos electrolíticos; después de formada la hojalata, ésta se recubre con un barniz protector el cual es específico para cada tipo de producto. (1), (8)

Con respecto al cierre de la lata, para tener el cierre herético, debe aplicarse un compuesto sellador que permita el empaque apropiado de la tapa. Este compuesto también es específico para cada tipo de producto y su falta de compatibilidad con el mismo puede causar ablandamiento, exudación y reducción de la eficiencia del sellado.

- Formación y propiedades del doble sello.- doble sello - se le llama a la parte de la lata que se forma al unir los componentes del cuerpo y de las tapas, cuyos ganchos se entrelazan entre sí formando una estructura fuerte. Generalmente el doble sello se forma en dos operaciones derivándose de ahí su nombre (Dichas operaciones ya fueron descritas en el capítulo III). (1), (8), (30)

- Métodos de evaluación para el doble sello.- para tener un cierre hermético que permita preservar el estado sanitario y saludable de un producto, es necesario llevar a cabo una revisión del doble sello. Esta revisión debe efectuarse periódicamente con el fin de reducir al máximo la posibilidad de que una lata de mala calidad lleve al consumidor. (11), (20)

La frecuencia de la revisión depende principalmente de la velocidad de la máquina selladora. Cuando por alguna causa, -- una máquina selladora no se ha usado durante un largo período de tiempo, antes de reiniciar la producción, se debe hacer la inspección de sellos para asegurarse de un buen cierre.

El método de evaluación se forma de los siguientes puntos:

1) Inspección externa, la cual consta de:

- Observaciones visuales
- Mediciones

2) Inspección interna, que incluye:

- Cortes y completo desensamble
- Mediciones (19), (31)

1) Inspección externa.- para esta revisión se toman una serie de latas de la máquina selladora, registrándose al mismo tiempo, los lugares de los cuales ellas fueron seleccionadas.

En el examen visual, se pueden detectar defectos en la lata a primera vista tales como: pendiente, labio o "V", recortado de interior, sello saltado, sello defectuoso por patinaje, sello falso, etc. (1), (7), (31)

Para que el examen externo sea completo se deben hacer mediciones con instrumentos apropiados. Se toman por lo menos tres medidas en diferentes partes del engargolado excluyendo la costura lateral; los sitios a examinar son: profundidad de la cara interna, espesor de la costura, espesor de la costura en el cruce, longitud del engargolado y longitud del engargolado en el cruce. (8), (31)

2) Inspección interna.- una vez que se ha efectuado la inspección externa, el envase se abre y se hace la inspección interna después de haber sacado el producto y de haber lavado la lata.

Primeramente, debe revisarse el hormiz de recubrimiento - el cual no debe presentar fracturas y que la costura lateral no tenga depósitos negros ni tampoco la circunferencia del engargolado. (7), (11), (30)

Las mediciones internas son: el traslape, longitud del pancho del cuerpo, pancho de la tapa, pancho de la tapa en el cruce, la juntura, etc.

- Interpretación de resultados.- si después de haber realizado las inspecciones descritas, se encuentra que el sello no reúne las condiciones requeridas, se debe repetir el muestreo de la engargoladora. Si aún, en el segundo muestreo persisten las mismas condiciones que en el primero, se estudia el problema para decidir si la operación se suspende inmediatamente o se continúa hasta que finalice el lote de producción; dependiendo esto de la magnitud del defecto. (1), (8), (31)

Existen algunos defectos graves, que su presencia requiere que la operación se suspenda de inmediato, dentro de los cuales se encuentran: corte afilado, fuerte corte en el traslape, pendiente muy marcada en el traslape, labio o "v", sello falso, etc. (8), (7), (31)

Cabe la posibilidad de que el defecto no se observe a simple vista, necesitándose entonces determinar las dimensiones del doble sello las cuales deben estar dentro de los límites de tolerancia.

- Registros de evaluación de sellos.- los resultados de las inspecciones tanto externa como interna se deben registrar en formas hechas específicamente para ello. Para tener un buen registro, es necesario anotar cualquier anomalía encontrada y los ajustes que se hayan para corregir el defecto. (1), (8), (11), (31)

CAPITULO V

P A R T E E X P E R I M E N T A L

Se hizo el estudio del proceso de calentado de varios productos, los cuales se clasificaron en dos grupos diferentes de F_0 , dependiendo esta clasificación del rango de pH del producto.

Los valores de F_0 teóricos se obtuvieron de la tabla No. 1.

Los productos que se estudiaron fueron: molas, calacas líquidas y frijoles en pasta.

La parte experimental consistió en obtener el tiempo de proceso necesario para llegar al F_0 establecido; esto implica la determinación de la temperatura a lo largo de todo el proceso, con la cual se hizo posteriormente el cálculo del F_0 .

Para conocer el momento en que se inicia el enfriamiento se requiere calcular un F_0 sobre la marcha del proceso, esto se logra con la ayuda de la tabla No. 2 que solo da la relación de temperaturas y F_0 .

Una vez obtenidas las temperaturas del proceso, se calculó el tiempo de proceso con el fin de poder calcular el F_0 real experimental. Con la serie de temperaturas se trazó una curva de temperatura-tiempo de la cual se obtuvieron los datos necesarios para calcular los valores del proceso.

Con los valores resultantes se determinó la desviación estándar y por ciento de confiabilidad para cada uno de los grupos.

Para asegurar que el proceso de esterilización ha sido e-

fectuado correctamente, se muestrean cada uno de los lotes procesados y se incuban a 37 °C durante una semana; después de ésta se realiza una examinación visual con el fin de detectar cualquier alteración en la lata. Cuando llega a haber cambios en la lata se vuelve a muestrear el lote y se sigue el mismo procedimiento, y si nuevamente hay alguna lata dañada se hace el análisis bacteriológico para conocer la fuente de contaminación. Si se comprueba que hay contaminación bacteriana, el lote completo se destruye con el testimonio de un notario.

A continuación se muestran los problemas con sus resultados.

TABLA No 1 a
RELACION DE pH Y V_0

Rango de pH	V_0
5.5 a 7.0	8.0
4.5 a 5.5	5.0
4.1 a 4.4	0.1 - 0.8

a Ref. (20)

TABLA No. 2 *

RELACION DE TEMPERATURAS Y F_0

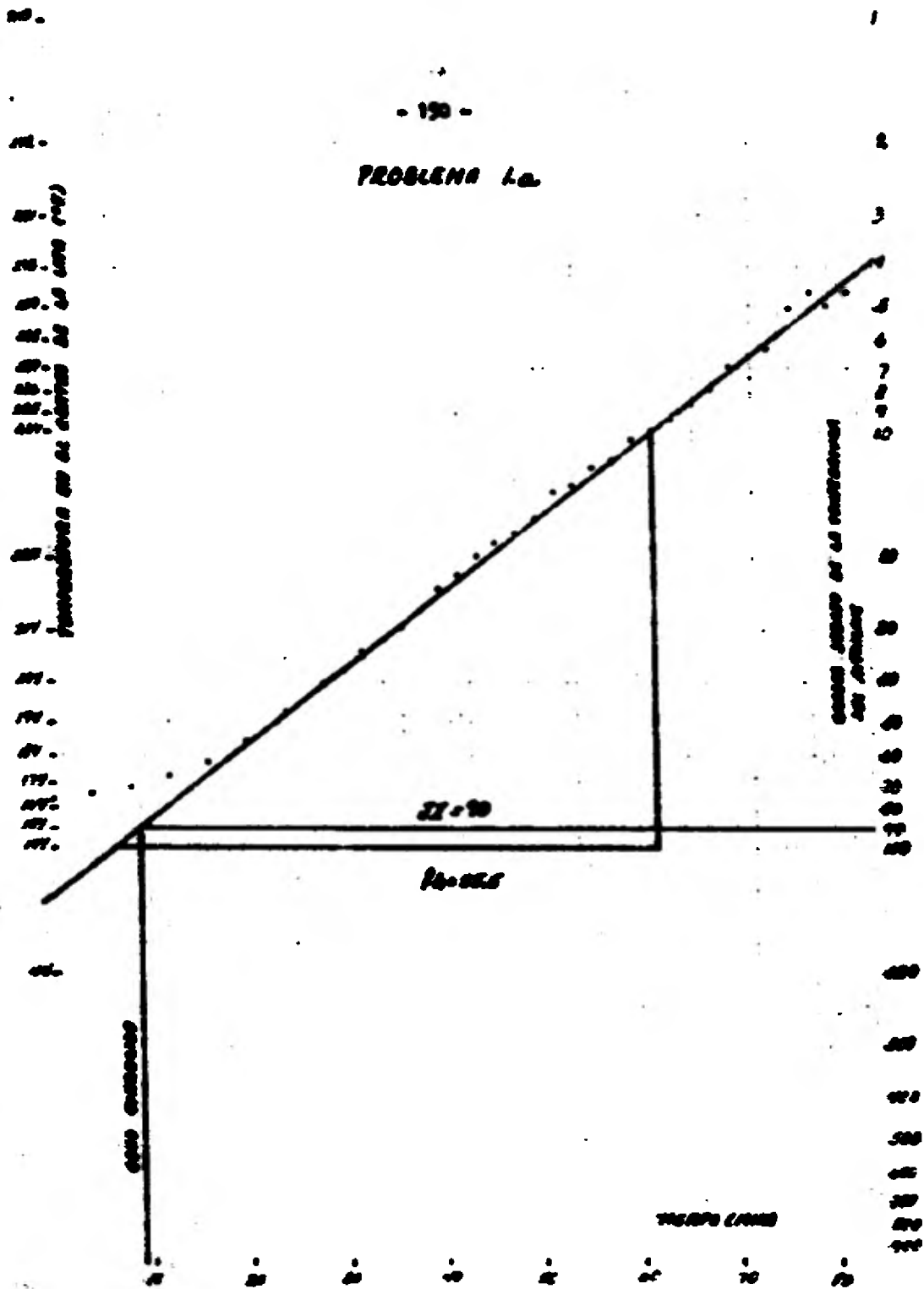
T (°F)	F_0	T (°F)	F_0	T (°F)	F_0	T (°F)	F_0
200	0.002	223	0.032	238	0.215	244.75	0.511
201	0.002	224	0.036	238.5	0.230	245	0.527
202	0.002	225	0.041	239	0.246	245.25	0.545
203	0.003	226	0.046	239.5	0.261	245.5	0.562
204	0.003	227	0.052	240	0.278	245.75	0.581
205	0.003	228	0.060	240.25	0.287	246	0.600
206	0.004	229	0.068	240.5	0.297	246.25	0.619
207	0.004	230	0.077	240.75	0.306	246.5	0.639
208	0.005	230.5	0.083	241	0.316	246.75	0.660
209	0.005	231	0.088	241.25	0.327	247	0.681
210	0.006	231.5	0.094	241.5	0.337	247.25	0.703
211	0.007	232	0.100	241.75	0.348	247.5	0.726
212	0.008	232.5	0.107	242	0.359	247.75	0.749
213	0.009	233	0.114	242.25	0.371	248	0.774
214	0.010	233.5	0.121	242.5	0.384	248.25	0.799
215	0.011	234	0.129	242.75	0.396	248.5	0.825
216	0.013	234.5	0.138	243	0.408	248.75	0.854
217	0.015	235	0.147	243.25	0.421	249	0.880
218	0.017	235.5	0.156	243.5	0.435	249.25	0.909
219	0.019	236	0.167	243.75	0.450	249.5	0.938
220	0.022	236.5	0.178	244	0.464	249.75	0.969
221	0.024	237	0.190	244.25	0.479	250	1.000
222	0.028	237.5	0.202	244.5	0.495		

* Ref. (20)

PROBLEMAS DE CALCULO DE PROCESO

DETERMINACION F_0 DE PRODUCTOS ENLATADOS													
PRODUCTO NOLE PIPINAJ							LATA Y C. 1.37 3001007 1007						
TIEMPO EST. 70 min			TEMP. EST. 299°F				TIEMPO ENF. 24 min			TIEMPO SUBIDA 45 min			
PH		SW		F_0 TEORICO 6.0						VISCOSIDAD 1300-1400 pasas			
PUNTO	1ª canasta en- mido			2ª canasta en- mido			3ª canasta Añada			Agua			OBSERVACIONES
	TIEMPO MIN.	OF	F_0	OF	F_0	$1F_0$	OF	F_0	$1F_0$	OF	F_0	$1F_0$	
0	0.0			0.0			0.0			0.0			
1	0.0			0.0			0.0			0.0			
2	0.0			0.0			0.0			0.0			
12	0.0			0.0			0.0			0.0			
14	0.0			0.0			0.0			0.0			Inicia proceso
16	0.0			0.0			0.0			0.0			
18	0.0			0.0			0.0			0.0			
20	0.0			0.0			0.0			0.0			
22	0.0			0.0			0.0			0.0			
24	0.0			0.0			0.0			0.0			
26	0.0			0.0			0.0			0.0			
28	0.0			0.0			0.0			0.0			
30	0.0			0.0			0.0			0.0			
32	0.0			0.0			0.0			0.0			
34	0.0			0.0			0.0			0.0			
36	0.0			0.0			0.0			0.0			
38	0.0			0.0			0.0			0.0			
40	0.0			0.0			0.0			0.0			
42	0.0			0.0			0.0			0.0			
44	0.0			0.0			0.0			0.0			
46	0.0			0.0			0.0			0.0			
48	0.0			0.0			0.0			0.0			
50	0.0			0.0			0.0			0.0			
52	0.0			0.0			0.0			0.0			
54	0.0			0.0			0.0			0.0			
56	0.0			0.0			0.0			0.0			
58	0.0			0.0			0.0			0.0			
60	0.0			0.0			0.0			0.0			
62	0.0			0.0			0.0			0.0			
64	0.0			0.0			0.0			0.0			
66	0.0			0.0			0.0			0.0			
68	0.0			0.0			0.0			0.0			
70	0.0			0.0			0.0			0.0			
72	0.0			0.0			0.0			0.0			
74	0.0			0.0			0.0			0.0			
76	0.0			0.0			0.0			0.0			
78	0.0			0.0			0.0			0.0			
80	0.0			0.0			0.0			0.0			
82	0.0			0.0			0.0			0.0			
84	0.0			0.0			0.0			0.0			
86	0.0			0.0			0.0			0.0			
88	0.0			0.0			0.0			0.0			
90	0.0			0.0			0.0			0.0			
92	0.0			0.0			0.0			0.0			
94	0.0			0.0			0.0			0.0			
96	0.0			0.0			0.0			0.0			
98	0.0			0.0			0.0			0.0			
100	0.0			0.0			0.0			0.0			

PROBLEMA 1a.



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_p)

Producto SOLE PAPER Tamaño lata 2021007

1.- J	117
2.- S_h	555
3.- F_0	20
4.- HT	207
5.- IT	162
6.- $I = HT - IT$	77
7.- $J \times I$	90
8.- $\log (JI)$	1.957
9.- F_1	6.077
10.- $S_p/\sqrt{g} = \frac{S_h}{F_0 \times F_1}$	6.000
11.- $\log g$	0.778
12.- $\log (JI) - \log g$	1.179
13.- $B_p = S_h \{ \log (JI) - \log g \}$	6.666

PROBLEMA 1.a

DETERMINACION DE F_0

Producto SOLE PAPER Tamaño lata 2021007

1.- J	117
2.- S_h	555
3.- B_p	20
4.- HT	207
5.- IT	162
6.- $I = HT - IT$	77
7.- $J \times I$	90
8.- $\log (JI)$	1.957
9.- B_p/S_h	0.360
10.- $\log g = \log (JI) - B_p/S_h$	0.600
11.- S_p/\sqrt{g}	4.974
12.- F_1	6.077
13.- $F_0 = \frac{S_h}{(S_p/\sqrt{g}) F_1}$	6.77

PROBLEM 2.6

COEFFICIENT OF EXPANSION OF STEEL

COEFFICIENT OF EXPANSION OF STEEL



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_0)

Producto ACILS EXPANS Tamaño lata 200x27

1.- J	1.13
2.- S_0	52
3.- F_0	1.0
4.- HT	222
5.- IT	166
6.- $I = HT - IT$	56
7.- $J \times I$	77
8.- $\log (JI)$	1.89
9.- F_1	2.07
10.- $S_0/\sqrt{I} = \frac{S_0}{\sqrt{I} \times F_1}$	1.02
11.- $\log S$	0.32
12.- $\log (JI) - \log S$	1.57
13.- $B_0 = S_0 \left\{ \log (JI) - \log S \right\}$	2.02

PROBLEMA 1.6

DETERMINACION DE F_0

Producto ACILS EXPANS Tamaño lata 200x27

1.- J	1.13
2.- S_0	52
3.- B_0	20
4.- HT	222
5.- IT	166
6.- $I = HT - IT$	56
7.- $J \times I$	77
8.- $\log (JI)$	1.89
9.- B_0/S_0	1.39
10.- $\log S = \log (JI) - B_0/S_0$	0.50
11.- S_0/\sqrt{I}	1.02
12.- F_1	2.07
13.- $F_0 = \frac{B_0}{(S_0/\sqrt{I}) F_1}$	4.37

- 153 -

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

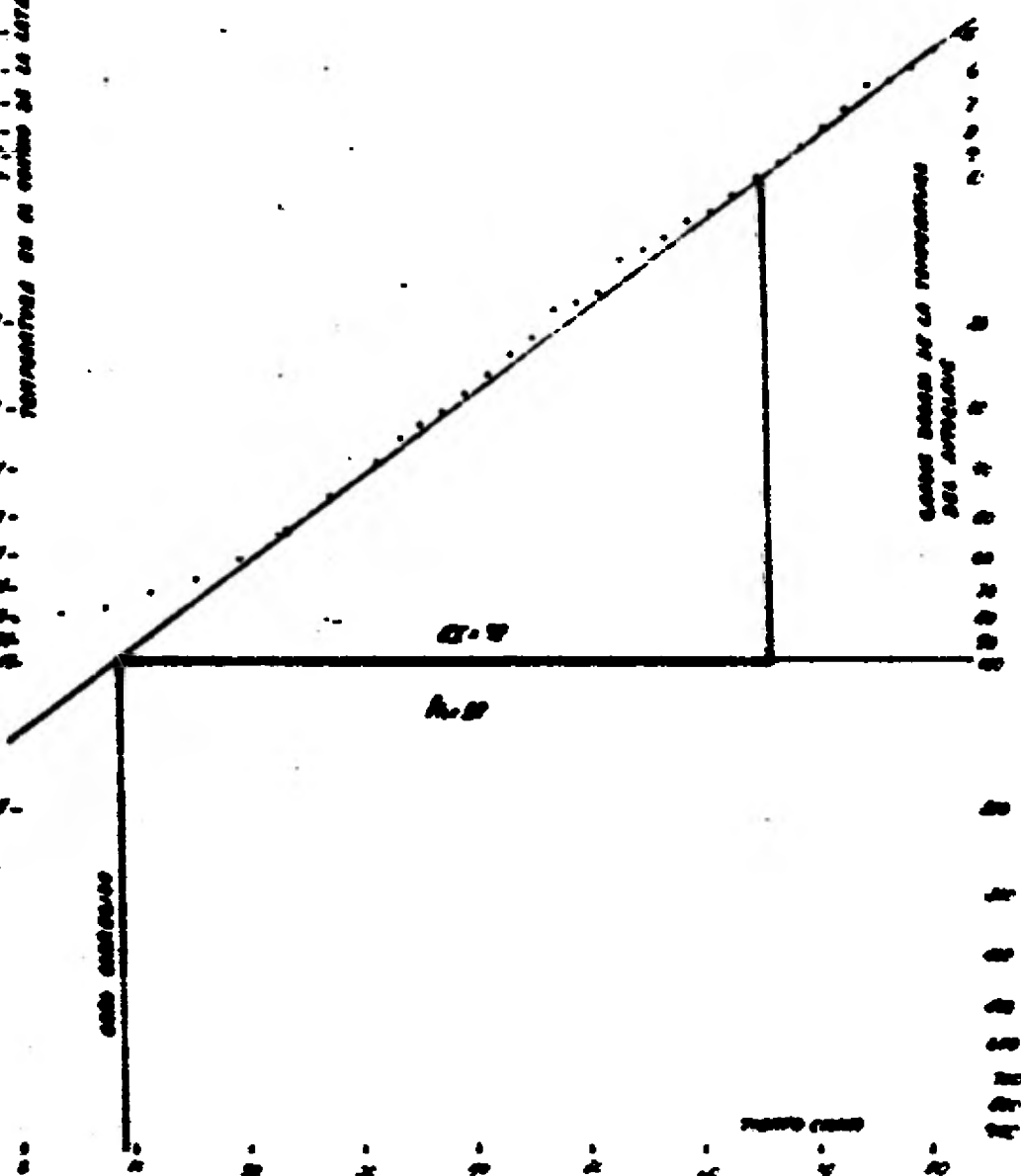
PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10



PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

PROBLEMA 10

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_D)

Producto WALL PAPER Tamaño lata 200 X 200

1.- J	6.21
2.- F_h	82
3.- F_0	68
4.- HT	227
5.- IT	111
6.- $I = HT - IT$	116
7.- $J \times I$	71
8.- $\log (JI)$	1.85
9.- F_1	2025
10.- $f_h/U = \frac{F_h}{F_0 \times F_1}$	6.702
11.- $\log g$	0.792
12.- $\log (JI) - \log g$	1.058
13.- $B_D = f_h \{ \log (JI) - \log g \}$	6.966

PROBLEMA 16

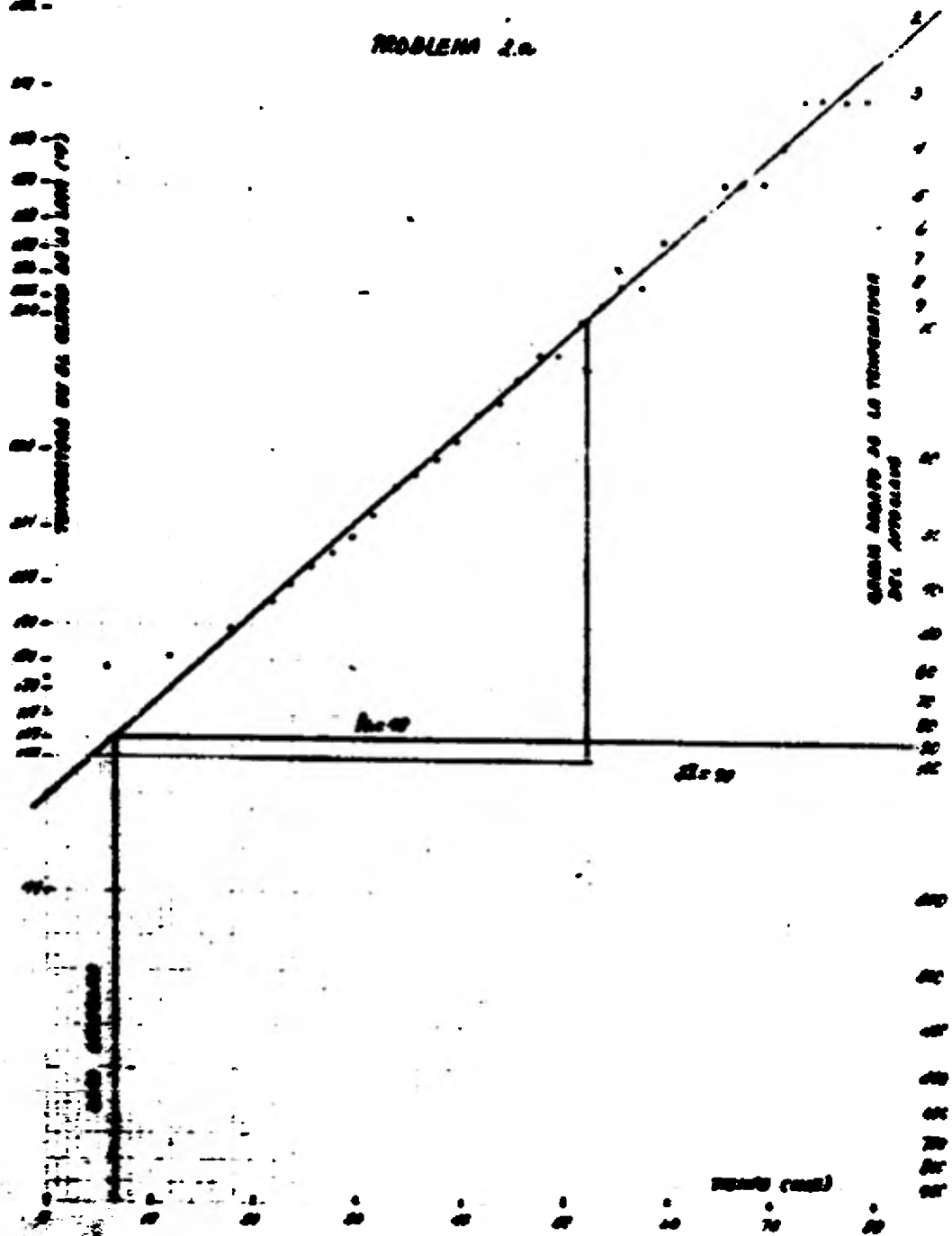
DETERMINACION DE F_1

Producto WALL PAPER Tamaño lata 200 X 200

1.- J	6.21
2.- F_h	82
3.- B_D	70
4.- HT	227
5.- IT	111
6.- $I = HT - IT$	116
7.- $J \times I$	71
8.- $\log (JI)$	1.85
9.- B_D/F_h	1.327
10.- $\log g = \log (JI) - B_D/F_h$	0.523
11.- f_h/U	5.682
12.- F_1	6.005
13.- $F_0 = \frac{f_h}{(f_h/U) F_1}$	6.82

DETERMINACION F ₀ DE PRODUCTOS ENLATADOS													
PRODUCTO MOLS PINAN					LATA Y GRAMAJE 300x407 200g								
TIEMPO EST. 70 min			TEMP. EST. 297°F			TIEMPO ENF. 25 min			TIEMPO SUBIDA 11 min				
pH 6.3		F ₀ TEORICO 50						VISCOSIDAD 400-1000 pasas					
PUNTO	Sensib. adq.		Sensib. conv.			Sensib. a. rila			agua				
TIEMPO MIN.	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF	OBSERVACIONES
0	0.00			1.00			0.00			1.00			
1	0.00			1.00			0.00			1.00			
2	0.00			1.00			0.00			1.00			
3	0.00			1.00			0.00			1.00			
4	0.00			1.00			0.00			1.00			
5	0.00			1.00			0.00			1.00			
6	0.00			1.00			0.00			1.00			
7	0.00			1.00			0.00			1.00			
8	0.00			1.00			0.00			1.00			
9	0.00			1.00			0.00			1.00			
10	0.00			1.00			0.00			1.00			
11	0.00			1.00			0.00			1.00			
12	0.00			1.00			0.00			1.00			
13	0.00			1.00			0.00			1.00			
14	0.00			1.00			0.00			1.00			
15	0.00			1.00			0.00			1.00			
16	0.00			1.00			0.00			1.00			
17	0.00			1.00			0.00			1.00			
18	0.00			1.00			0.00			1.00			
19	0.00			1.00			0.00			1.00			
20	0.00			1.00			0.00			1.00			
21	0.00			1.00			0.00			1.00			
22	0.00			1.00			0.00			1.00			
23	0.00			1.00			0.00			1.00			
24	0.00			1.00			0.00			1.00			
25	0.00			1.00			0.00			1.00			
26	0.00			1.00			0.00			1.00			
27	0.00			1.00			0.00			1.00			
28	0.00			1.00			0.00			1.00			
29	0.00			1.00			0.00			1.00			
30	0.00			1.00			0.00			1.00			
31	0.00			1.00			0.00			1.00			
32	0.00			1.00			0.00			1.00			
33	0.00			1.00			0.00			1.00			
34	0.00			1.00			0.00			1.00			
35	0.00			1.00			0.00			1.00			
36	0.00			1.00			0.00			1.00			
37	0.00			1.00			0.00			1.00			
38	0.00			1.00			0.00			1.00			
39	0.00			1.00			0.00			1.00			
40	0.00			1.00			0.00			1.00			
41	0.00			1.00			0.00			1.00			
42	0.00			1.00			0.00			1.00			
43	0.00			1.00			0.00			1.00			
44	0.00			1.00			0.00			1.00			
45	0.00			1.00			0.00			1.00			
46	0.00			1.00			0.00			1.00			
47	0.00			1.00			0.00			1.00			
48	0.00			1.00			0.00			1.00			
49	0.00			1.00			0.00			1.00			
50	0.00			1.00			0.00			1.00			
51	0.00			1.00			0.00			1.00			
52	0.00			1.00			0.00			1.00			
53	0.00			1.00			0.00			1.00			
54	0.00			1.00			0.00			1.00			
55	0.00			1.00			0.00			1.00			
56	0.00			1.00			0.00			1.00			
57	0.00			1.00			0.00			1.00			
58	0.00			1.00			0.00			1.00			
59	0.00			1.00			0.00			1.00			
60	0.00			1.00			0.00			1.00			

PROBLEMA 2.0



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_0)

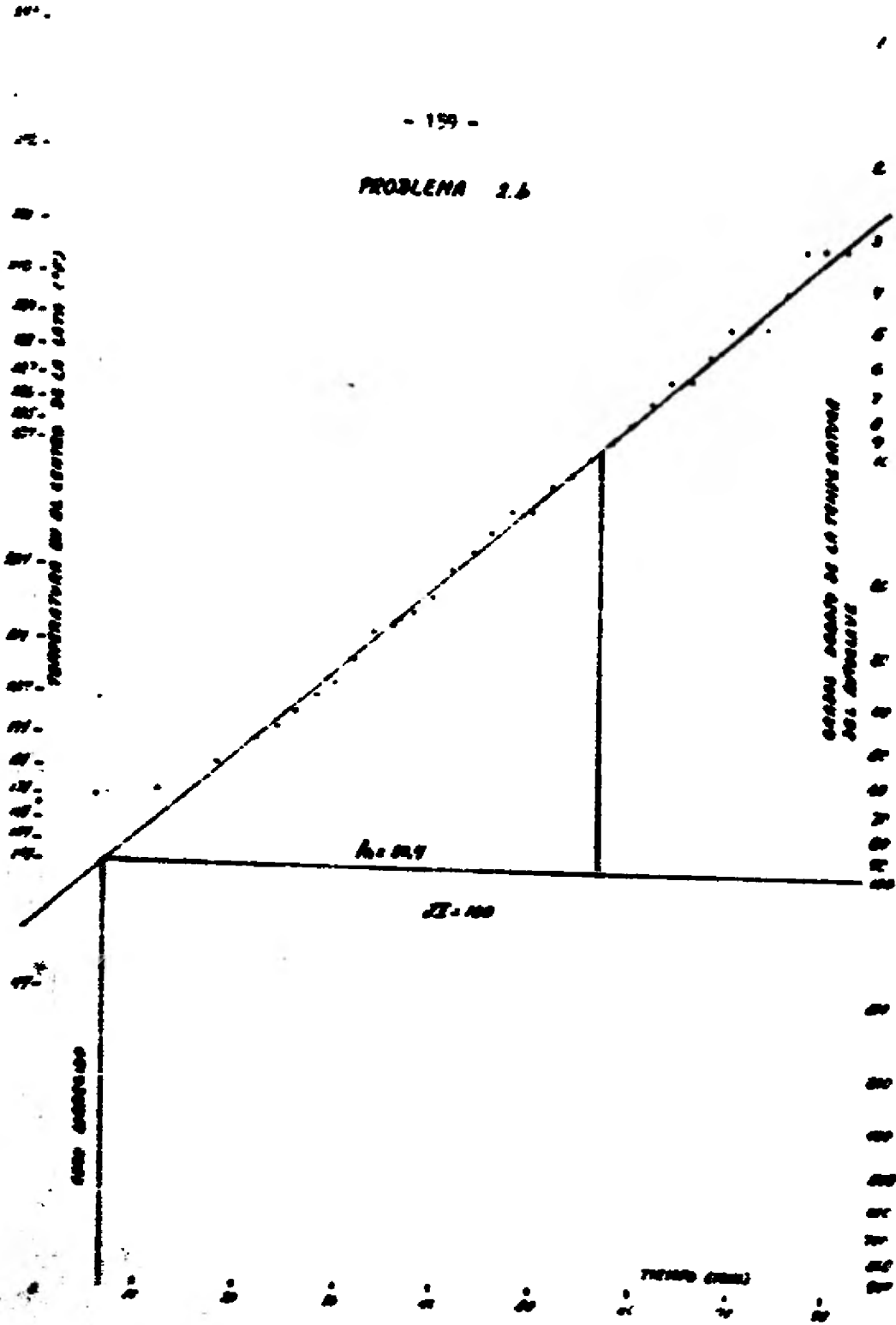
Producto	WALS PIPER	Tamaño lata	20 X 607
1.- j			1.002
2.- S_h			22.4
3.- F_0			6.0
4.- WT			178.4
5.- IT			172.2
6.- $I = WT - IT$			6.2
7.- $j \times I$			6.2
8.- $\log (jI)$			1.807
9.- F_1			2.023
10.- $S_h/U = \frac{S_h}{F_0 \times F_1}$			2.26
11.- $\log g$			0.402
12.- $\log (jI) - \log g$			1.405
13.- $D_0 = S_h \left\{ \log (jI) - \log g \right\}$			6.07

PROBLEMA P.2

DETERMINACION DE F_0

Producto	WALS PIPER	Tamaño lata	20 X 607
1.- j			1.002
2.- S_h			22.4
3.- D_0			7.0
4.- WT			178.4
5.- IT			172.2
6.- $I = WT - IT$			6.2
7.- $j \times I$			6.2
8.- $\log (jI)$			1.807
9.- D_0/S_h			1.252
10.- $\log g = \log (jI) - D_0/S_h$			0.555
11.- S_h/U			2.26
12.- F_1			2.023
13.- $F_0 = \frac{S_h}{(S_h/U) F_1}$			6.67

PROBLEMA 2.6



PROBLEMA 2.6

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (E_D)

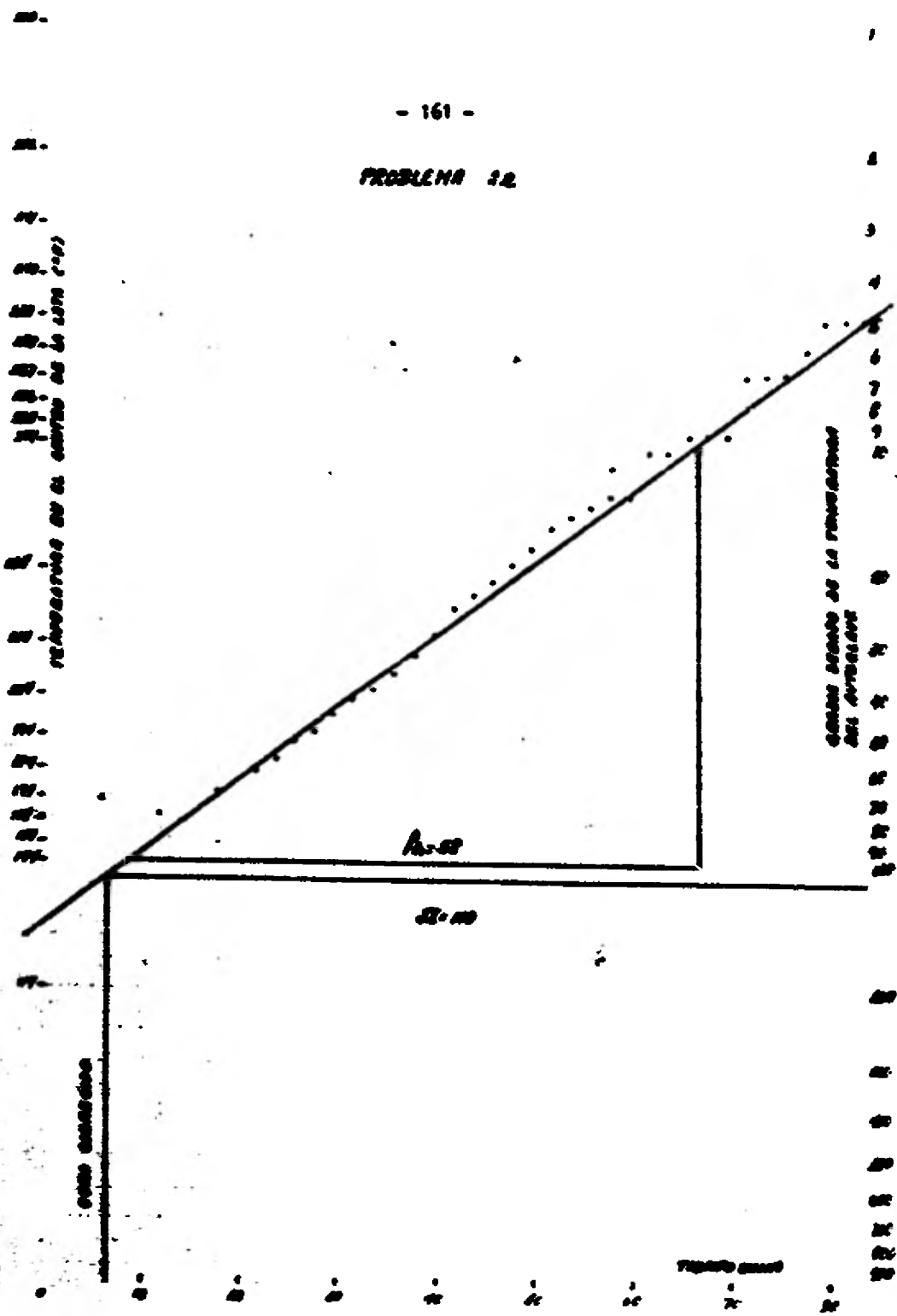
Producto	MOLE PISCV	Tamaño lata	MOLE PISCV
1.- J			1.00
2.- f_1			0.01
3.- F_0			0.01
4.- HT			2.00
5.- IT			1.00
6.- $I = HT - IT$			1.00
7.- $J \pm I$			1.00
8.- $\log (JI)$			1.0
9.- F_1			1.00
10.- $f_2/V = \frac{f_1}{F_0 \pm F_1}$			1.00
11.- $\log g$			1.00
12.- $\log (JI) - \log g$			1.00
13.- $E_D = f_2 \{ \log (JI) - \log g \}$			1.00

DETERMINACION DE F_0

Producto	MOLE PISCV	Tamaño lata	MOLE PISCV
1.- J			1.00
2.- f_2			0.01
3.- E_D			7.0
4.- HT			2.00
5.- IT			1.00
6.- $I = HT - IT$			1.00
7.- $J \pm I$			1.00
8.- $\log (JI)$			1.0
9.- E_D/f_2			1.00
10.- $\log g = \log (JI) - E_D/f_2$			0.01
11.- f_2/V			1.00
12.- F_1			1.00
13.- $F_0 = \frac{f_2}{(f_2/V) F_1}$			1.00

160

PROBLEMA 3.2



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_2)

Producto MOLE SODIUM Tamaño lata 200ML

1.- j	1.521
2.- S_2	43.8
3.- P_0	6.8
4.- HT	235.6
5.- IT	165.8
6.- $I = HT - IT$	72.1
7.- $j \times I$	110
8.- $\log (jI)$	2.04
9.- P_1	4.53
10.- $S_2/\sqrt{V} = \frac{S_2}{P_0 \times P_1}$	4.72
11.- $\log g$	0.67
12.- $\log (jI) - \log g$	1.37
13.- $D_2 = S_2 \left\{ \log (jI) - \log g \right\}$	72.8

PROBLEMA 22

DETERMINACION DE P_0

Producto MOLE SODIUM Tamaño lata 200ML

1.- j	1.521
2.- S_2	43.8
3.- D_2	72
4.- HT	235.6
5.- IT	165.2
6.- $I = HT - IT$	72.9
7.- $j \times I$	110
8.- $\log (jI)$	2.04
9.- D_2/S_2	1.66
10.- $\log g = \log (jI) - D_2/S_2$	0.38
11.- S_2/\sqrt{V}	4.67
12.- P_1	4.88
13.- $P_0 = \frac{S_2}{(S_2/\sqrt{V}) P_1}$	4.92

152

PROBLEMA 3.º

27 -

26 -

25 -

24 -

23 -

22 -

21 -

20 -

19 -

18 -

17 -

16 -

15 -

14 -

13 -

12 -

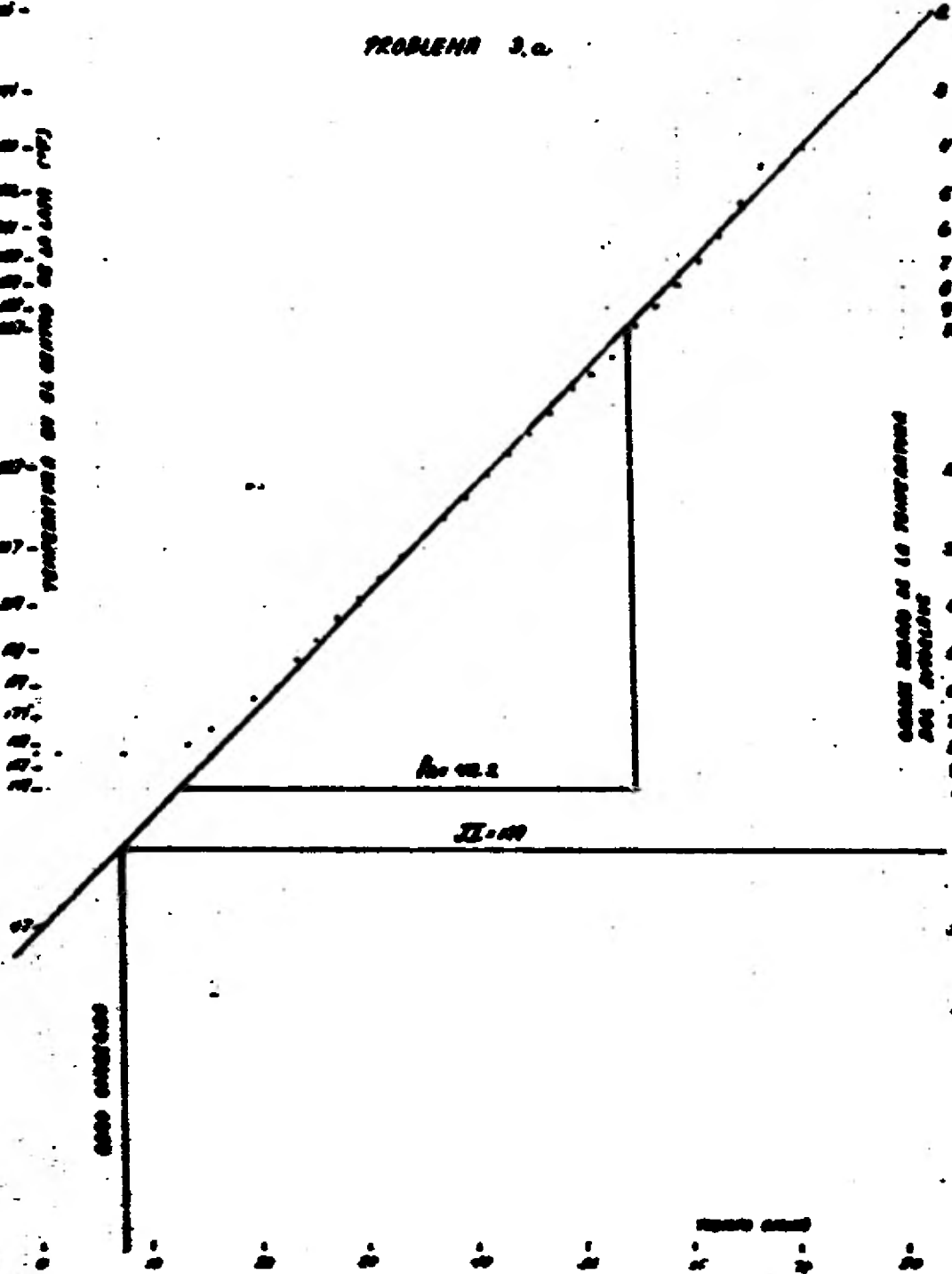
11 -

10 -

TEMPERATURA EN EL CENTRO DE LA LAMA (°C)

GRANDEZAS DE LA FUERZA DE TRACCIÓN

DEL ARRIATE



GRANDEZAS DE LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL ARRIATE

I = 16.5

II = 11

GRANDEZAS DE LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL ARRIATE

27 -

26 -

25 -

24 -

23 -

22 -

21 -

20 -

19 -

18 -

17 -

16 -

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_D)

Producto SALSA PASTA Tamaño lata 200x207

1.- J	1419
2.- F_2	422
3.- F_0	69
4.- HT	2721
5.- IT	1626
6.- $I = HT - IT$	794
7.- $J \times I$	107
8.- $\log (JI)$	2.107
9.- F_1	1.05
10.- $F_2/U = \frac{F_2}{F_0 \times F_1}$	6.80
11.- $\log g$	0.73
12.- $\log (JI) - \log g$	1.37
13.- $B_D = F_2 \left\{ \log (JI) - \log g \right\}$	9.11

PROBLEMA 3.6

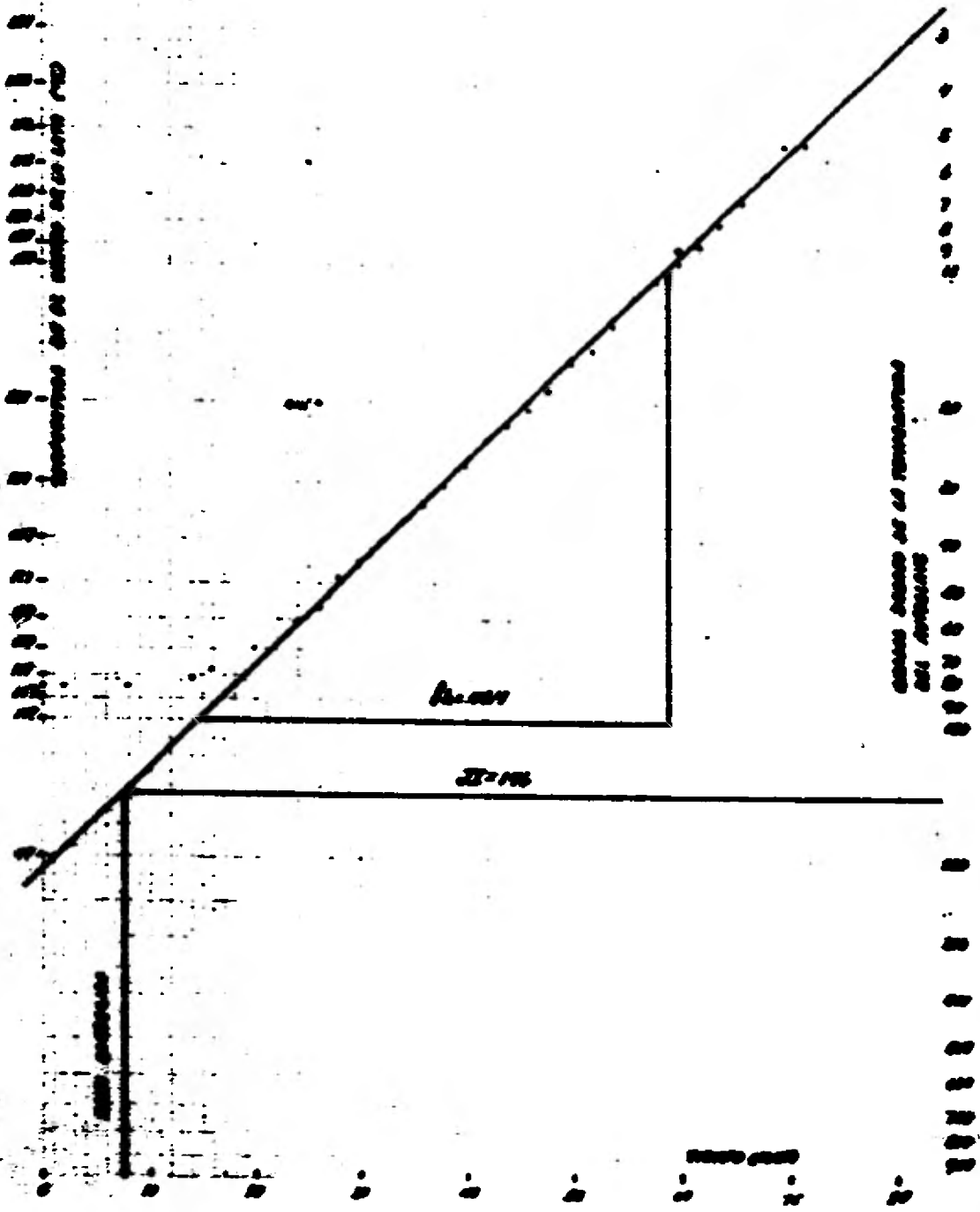
DETERMINACION DE F_0

Producto SALSA PASTA Tamaño lata 200x207

1.- J	1419
2.- F_2	422
3.- B_D	69
4.- HT	2721
5.- IT	1626
6.- $I = HT - IT$	794
7.- $J \times I$	107
8.- $\log (JI)$	2.107
9.- B_D/F_2	1.62
10.- $\log g = \log (JI) - B_D/F_2$	0.48
11.- F_2/U	6.80
12.- F_1	1.05
13.- $F_0 = \frac{F_2}{(F_2/U) F_1}$	6.48

105

PROBLEMA 3.6



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_p)

Producto SALES PENSILVANIA Tamaño lata 200X300

1.- j	1.30
2.- S_p	1.14
3.- V_0	1.0
4.- HT	2.71
5.- IT	1.64
6.- $I = HT - IT$	1.07
7.- $j \times I$	1.39
8.- $\log (jI)$	0.14
9.- V_1	1.0
10.- $S_p/V = \frac{S_p}{V_0 \times V_1}$	1.07
11.- $\log s$	0.03
12.- $\log (jI) - \log s$	1.11
13.- $B_p = S_p \{ \log (jI) - \log s \}$	1.48

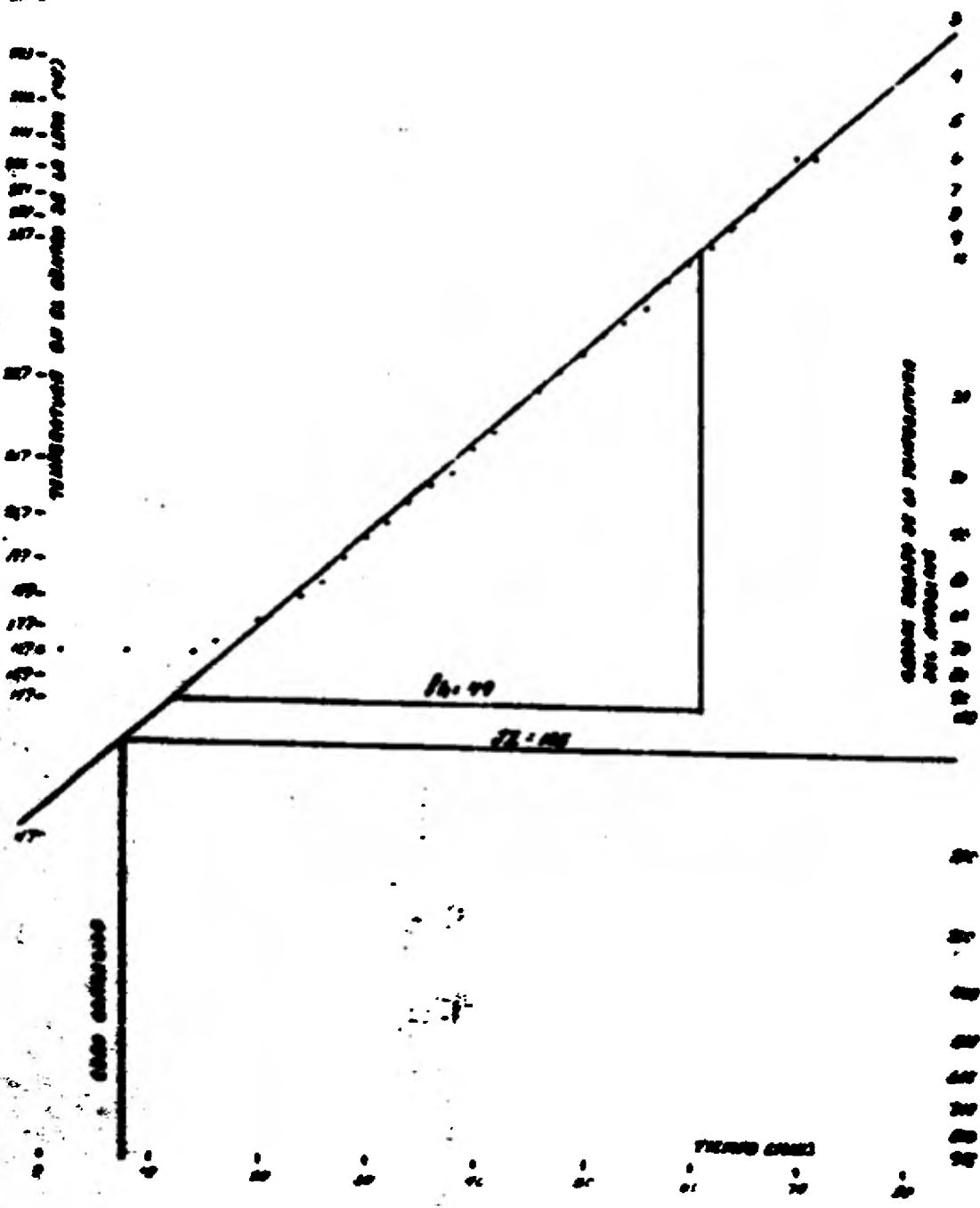
PROBLEMA 2b

DETERMINACION DE V_0

Producto SALES PENSILVANIA Tamaño lata 200X300

1.- j	1.30
2.- S_p	1.14
3.- B_p	1.0
4.- HT	2.71
5.- IT	1.64
6.- $I = HT - IT$	1.07
7.- $j \times I$	1.39
8.- $\log (jI)$	0.14
9.- B_p/S_p	0.88
10.- $\log s = \log (jI) - B_p/S_p$	0.26
11.- S_p/V	0.47
12.- V_1	1.0
13.- $V_0 = \frac{S_p}{(S_p/V) V_1}$	0.66

PROBLEM 3.2



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_0)

Producto SALSA DE CALABAZA Tamaño lata 400X300

1.- J	1.00%
2.- F_1	97
3.- F_0	68
4.- NT	2721
5.- IT	1682
6.- $I = NT - IT$	283
7.- $J \times I$	106
8.- $\log (JI)$	2.027
9.- F_2	4.96
10.- $S_0/\bar{V} = \frac{S_0}{F_0 \times F_2}$	6.207
11.- $\log s$	0.897
12.- $\log (JI) - \log s$	1.130
13.- $B_0 = F_1 \left\{ \log (JI) - \log s \right\}$	6.602

PROBLEMA 3.4

DETERMINACION DE F_0

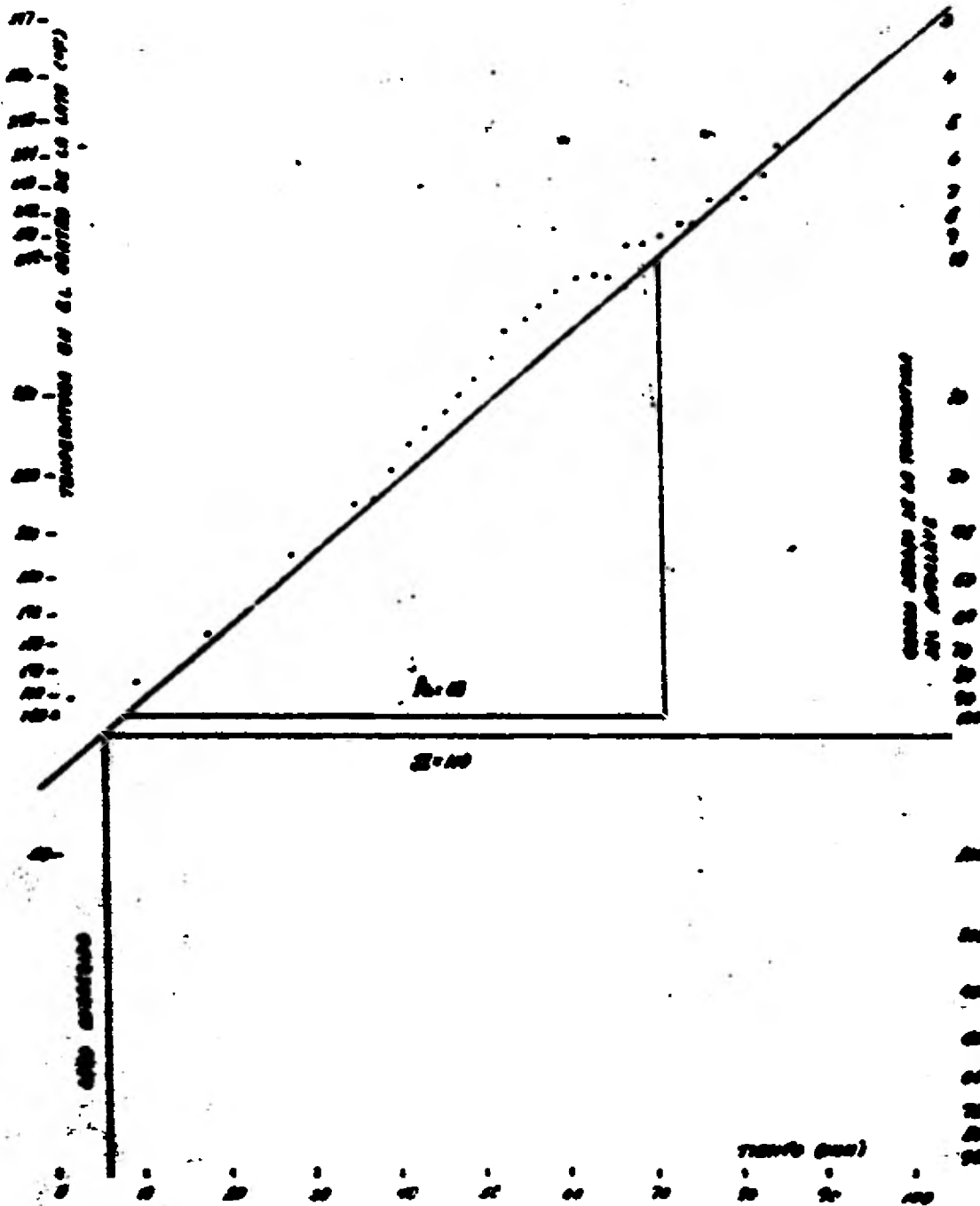
Producto SALSA DE CALABAZA Tamaño lata 400X300

1.- J	1.00%
2.- F_1	97
3.- B_0	67
4.- NT	2721
5.- IT	1682
6.- $I = NT - IT$	283
7.- $J \times I$	106
8.- $\log (JI)$	2.027
9.- B_0/F_1	4.907
10.- $\log s = \log (JI) - B_0/F_1$	0.897
11.- S_0/\bar{V}	2.322
12.- F_2	4.96
13.- $F_0 = \frac{S_0/\bar{V}}{(S_0/\bar{V}) F_2}$	2.207

DETERMINACION F₀ DE PRODUCTOS ENLATADOS

PRODUCTO MOLE NEGRO			LATA Y GRAMAJE 300x907 450g											
TIEMPO EST. 20 min		TEMP. EST. 244°F			TIEMPO ENF. 25 min		TIEMPO SUBIDA 10 min							
pH 6.4			F ₀ TEORICO 2.0			VISCOSIDAD 1800 - 1900 personas								
PUNTO	Cuenta abajo			Cuenta arriba			Cuenta en medio			Agua			OBSERVACIONES	
	OF	F ₀	ΣF ₀	OF	F ₀	ΣF ₀	OF	F ₀	ΣF ₀	OF	F ₀	ΣF ₀		
0														
1	102			102			102							
2	102			102			102							
3	102			102			102							
4	102			102			102							
5	102			102			102							
6	102	0.007	0.007	102			102							
7	102	0.007	0.014	102			102							
8	102	0.007	0.021	102			102							
9	102	0.007	0.028	102			102							
10	102	0.007	0.035	102			102							
11	102	0.007	0.042	102			102							
12	102	0.007	0.049	102			102							
13	102	0.007	0.056	102			102							
14	102	0.007	0.063	102			102							
15	102	0.007	0.070	102			102							
16	102	0.007	0.077	102			102							
17	102	0.007	0.084	102			102							
18	102	0.007	0.091	102			102							
19	102	0.007	0.098	102			102							
20	102	0.007	0.105	102			102							
21	102	0.007	0.112	102			102							
22	102	0.007	0.119	102			102							
23	102	0.007	0.126	102			102							
24	102	0.007	0.133	102			102							
25	102	0.007	0.140	102			102							
26	102	0.007	0.147	102			102							
27	102	0.007	0.154	102			102							
28	102	0.007	0.161	102			102							
29	102	0.007	0.168	102			102							
30	102	0.007	0.175	102			102							
31	102	0.007	0.182	102			102							
32	102	0.007	0.189	102			102							
33	102	0.007	0.196	102			102							
34	102	0.007	0.203	102			102							
35	102	0.007	0.210	102			102							
36	102	0.007	0.217	102			102							
37	102	0.007	0.224	102			102							
38	102	0.007	0.231	102			102							
39	102	0.007	0.238	102			102							
40	102	0.007	0.245	102			102							
41	102	0.007	0.252	102			102							
42	102	0.007	0.259	102			102							
43	102	0.007	0.266	102			102							
44	102	0.007	0.273	102			102							
45	102	0.007	0.280	102			102							
46	102	0.007	0.287	102			102							
47	102	0.007	0.294	102			102							
48	102	0.007	0.301	102			102							
49	102	0.007	0.308	102			102							
50	102	0.007	0.315	102			102							
51	102	0.007	0.322	102			102							
52	102	0.007	0.329	102			102							
53	102	0.007	0.336	102			102							
54	102	0.007	0.343	102			102							
55	102	0.007	0.350	102			102							
56	102	0.007	0.357	102			102							
57	102	0.007	0.364	102			102							
58	102	0.007	0.371	102			102							
59	102	0.007	0.378	102			102							
60	102	0.007	0.385	102			102							
61	102	0.007	0.392	102			102							
62	102	0.007	0.399	102			102							
63	102	0.007	0.406	102			102							
64	102	0.007	0.413	102			102							
65	102	0.007	0.420	102			102							
66	102	0.007	0.427	102			102							
67	102	0.007	0.434	102			102							
68	102	0.007	0.441	102			102							
69	102	0.007	0.448	102			102							
70	102	0.007	0.455	102			102							
71	102	0.007	0.462	102			102							
72	102	0.007	0.469	102			102							
73	102	0.007	0.476	102			102							
74	102	0.007	0.483	102			102							
75	102	0.007	0.490	102			102							
76	102	0.007	0.497	102			102							
77	102	0.007	0.504	102			102							
78	102	0.007	0.511	102			102							
79	102	0.007	0.518	102			102							
80	102	0.007	0.525	102			102							
81	102	0.007	0.532	102			102							
82	102	0.007	0.539	102			102							
83	102	0.007	0.546	102			102							
84	102	0.007	0.553	102			102							
85	102	0.007	0.560	102			102							
86	102	0.007	0.567	102			102							
87	102	0.007	0.574	102			102							
88	102	0.007	0.581	102			102							
89	102	0.007	0.588	102			102							
90	102	0.007	0.595	102			102							
91	102	0.007	0.602	102			102							
92	102	0.007	0.609	102			102							
93	102	0.007	0.616	102			102							
94	102	0.007	0.623	102			102							
95	102	0.007	0.630	102			102							
96	102	0.007	0.637	102			102							
97	102	0.007	0.644	102			102							
98	102	0.007	0.651	102			102							
99	102	0.007	0.658	102			102							
100	102	0.007	0.665	102			102							

PROBLEMA 1.a



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_p)

Producto MOLAS MEXICO Tamaño lata 200X207

1.- J	1.000
2.- Z_h	60
3.- F_0	60
4.- HT	2.000
5.- IT	1.000
6.- $I = HT - IT$	900
7.- $J \times I$	900
8.- $\log (JI)$	2.954
9.- F_1	1.000
10.- $Z_p/V = \frac{Z_h}{F_0 \times F_1}$	16.667
11.- $\log g$	1.222
12.- $\log (JI) - \log g$	1.732
13.- $B_p = Z_h \{ \log (JI) - \log g \}$	10.592

PROBLEMA 2 a.

DETERMINACION DE F_0

Producto MOLAS MEXICO Tamaño lata 200X207

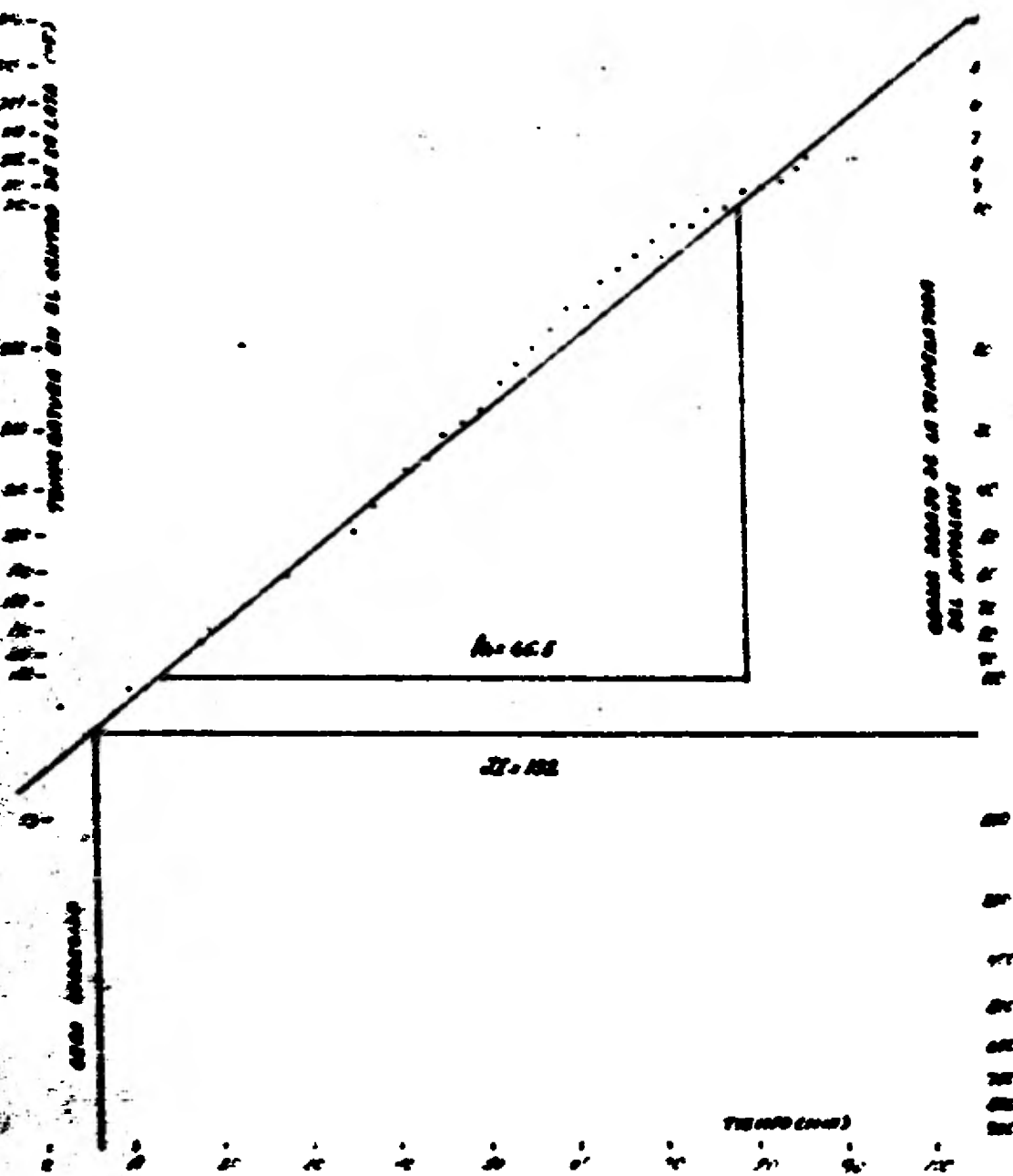
1.- J	1.000
2.- Z_h	60
3.- B_p	70
4.- HT	2.000
5.- IT	1.000
6.- $I = HT - IT$	900
7.- $J \times I$	900
8.- $\log (JI)$	2.954
9.- B_p/Z_h	1.167
10.- $\log g = \log (JI) - B_p/Z_h$	1.787
11.- Z_p/V	2.632
12.- F_1	1.000
13.- $F_0 = \frac{Z_h}{(Z_p/V) F_1}$	2.632

172

PROBLEMA 4.6

TEMPERATURAS EN EL CENTRO DE LOS TUBOS (°C)

TEMPERATURAS EN EL CENTRO DE LOS TUBOS (°C)



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_p)

Producto MOLE MEXICO Tamaño lata 200X197

1.- J	1.02
2.- F_1	1.66
3.- F_0	6.0
4.- NT	2.02
5.- IT	12.7
6.- $I = NT - IT$	10.7
7.- $J \times I$	10.9
8.- $\log (JI)$	1.04
9.- F_2	1.02
10.- $\frac{D_p}{V} = \frac{D_0}{F_0 \times F_2}$	12.07
11.- $\log s$	1.02
12.- $\log (JI) - \log s$	1.02
13.- $D_p = D_0 \{ \log (JI) - \log s \}$	24.23

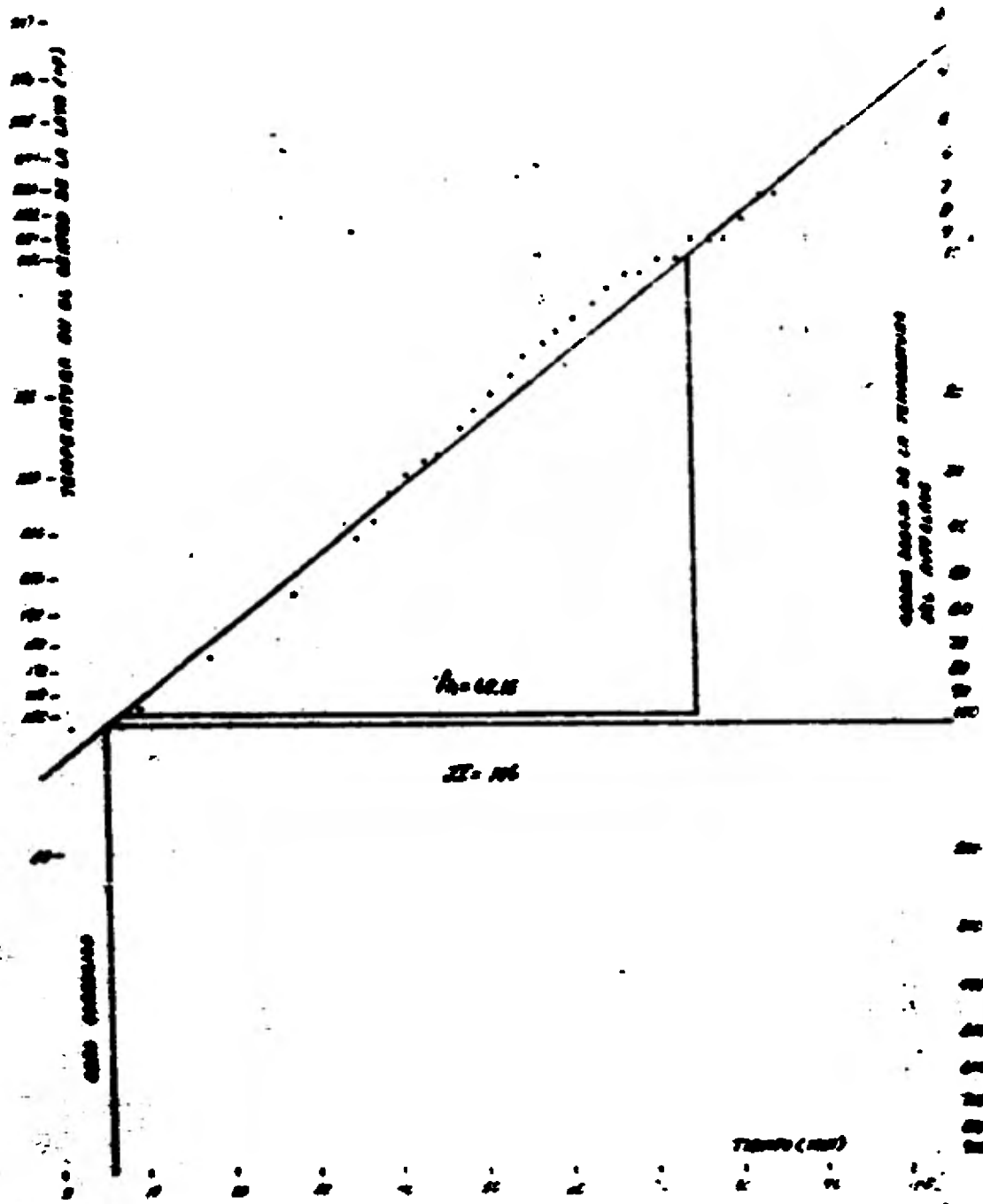
PROBLEMA 4.6

DETERMINACION DE F_0

Producto MOLE MEXICO Tamaño lata 200X197

1.- J	1.02
2.- F_1	1.66
3.- D_0	7.0
4.- NT	2.02
5.- IT	12.7
6.- $I = NT - IT$	10.7
7.- $J \times I$	10.9
8.- $\log (JI)$	1.04
9.- D_0/D_1	1.02
10.- $\log s = \log (JI) - D_0/D_1$	1.02
11.- $\frac{D_p}{V}$	12.07
12.- F_2	1.02
13.- $F_0 = \frac{D_p}{(D_p/V) F_2}$	6.02

PROBLEM 4.6



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_2)

Producto MOLE MEXICO Tamaño lata 200X207

1.- j	0.001
2.- z_2	1.616
3.- F_0	5.2
4.- HT	1.731
5.- IT	1.112
6.- $I = HT - IT$	0.619
7.- $j \times I$	0.001
8.- $\log (jI)$	0.001
9.- F_1	1.000
10.- $z_2/\bar{U} = \frac{z_2}{F_0 \times F_1}$	0.077
11.- $\log g$	1.012
12.- $\log (jI) - \log g$	1.011
13.- $B_2 = z_2 \{ \log (jI) - \log g \}$	0.077

PROBLEMA 6.2

DETERMINACION DE F_0

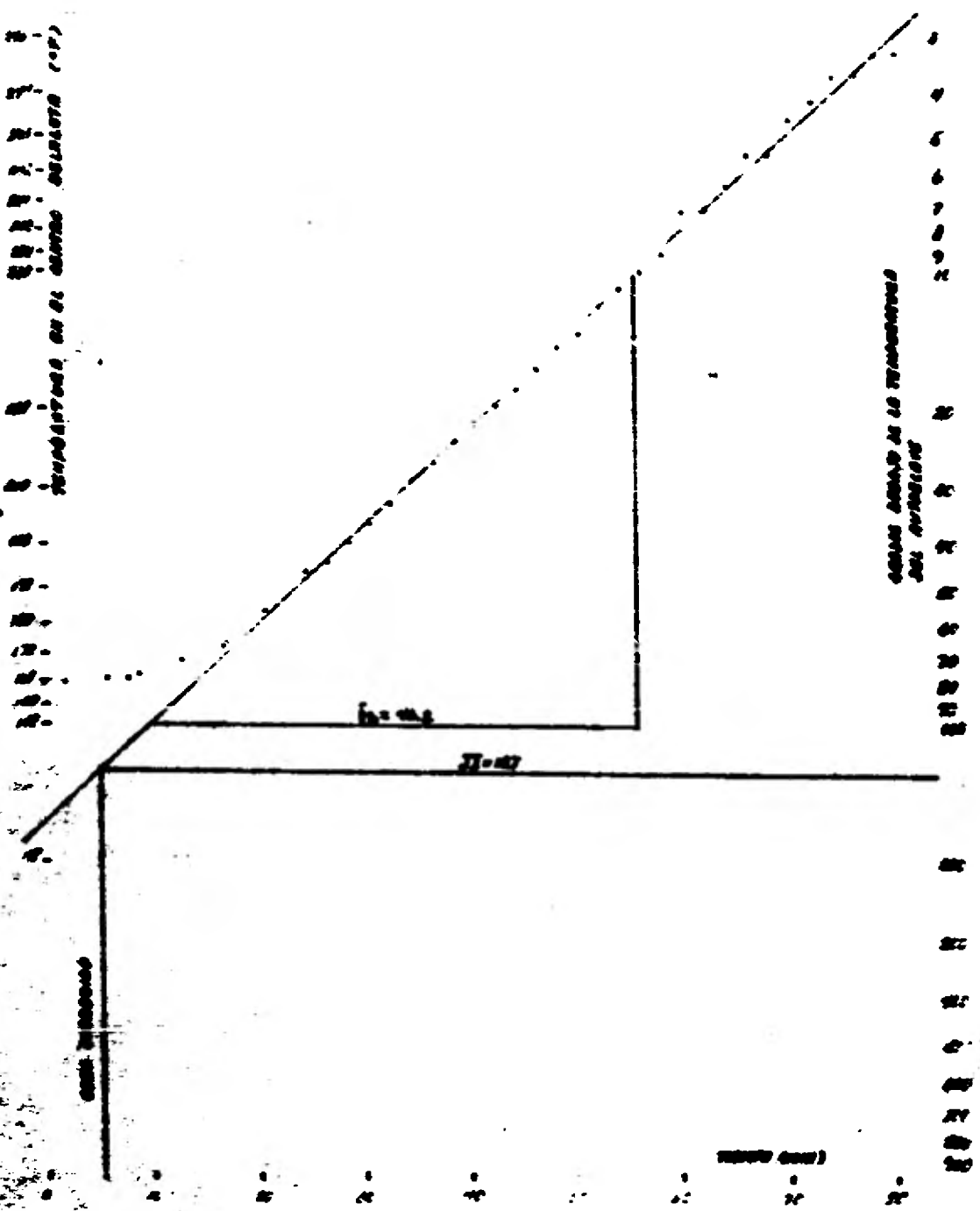
Producto MOLE MEXICO Tamaño lata 200X207

1.- j	0.001
2.- z_2	1.616
3.- B_2	2.8
4.- HT	1.731
5.- IT	1.112
6.- $I = HT - IT$	0.619
7.- $j \times I$	0.001
8.- $\log (jI)$	0.001
9.- B_2/z_2	1.731
10.- $\log g = \log (jI) - B_2/z_2$	0.001
11.- z_2/\bar{U}	0.077
12.- F_1	1.000
13.- $F_0 = \frac{z_2}{(z_2/\bar{U}) F_1}$	0.077

176 -

DETERMINACION F ₀ DE PRODUCTOS ENLATADOS												
PRODUCTO FRISCOLES NEGROS						LATA Y GRAMAJE 300x907						
TIEMPO EST. 70 min			TEMP. EST. 244°F			TIEMPO ENF. 25 min			TIEMPO SUBIDA 9 min			
PH 6.5			F ₀ TEORICO 1.0						VISCOSIDAD 3000 - 4000 partes			
PUNTO	Caracha abajo		Caracha en medio			Caracha arriba			Agua			OBSERVACIONES
	OF	F ₀	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	
0	82		86.6			86.2			176.8			
2	87		86.4			86.4			176.4			
4	88.2		86.2			86.2			176.2			
6	88.2		86.0			86.0			176.0			
8	176.6		86.2			86.2			176			
10	176		176.4			155.8			176			
12	176.4		176.2			176.2			176			
14	176.2		156.2			176.2			176			
16	176.1		176			176.4			176.1			
18	176		176.2			176.2			176			
20	176.1	0.005	176			176.4			176.1			
22	176.2	0.005	176.2	0.005		176.2			176			
24	176.2	0.005	176.2	0.005	0.010	176.2	0.005		176			
26	176	0.005	176.2	0.005	0.020	176.1	0.005	0.005	176			
28	176.2	0.005	176	0.005	0.030	176.2	0.005	0.005	176			
30	176.2	0.005	176.2	0.005	0.040	176.2	0.005	0.005	176			
32	176.2	0.005	176.2	0.005	0.050	176.2	0.005	0.005	176			
34	176.2	0.005	176.2	0.005	0.060	176.2	0.005	0.005	176			
36	176.2	0.005	176.2	0.005	0.070	176.2	0.005	0.005	176			
38	176.2	0.005	176.2	0.005	0.080	176.2	0.005	0.005	176			
40	176.2	0.005	176.2	0.005	0.090	176.2	0.005	0.005	176			
42	176.2	0.005	176.2	0.005	0.100	176.2	0.005	0.005	176			
44	176.2	0.005	176.2	0.005	0.110	176.2	0.005	0.005	176			
46	176.2	0.005	176.2	0.005	0.120	176.2	0.005	0.005	176			
48	176.2	0.005	176.2	0.005	0.130	176.2	0.005	0.005	176			
50	176.2	0.005	176.2	0.005	0.140	176.2	0.005	0.005	176			
52	176.2	0.005	176.2	0.005	0.150	176.2	0.005	0.005	176			
54	176.2	0.005	176.2	0.005	0.160	176.2	0.005	0.005	176			
56	176.2	0.005	176.2	0.005	0.170	176.2	0.005	0.005	176			
58	176.2	0.005	176.2	0.005	0.180	176.2	0.005	0.005	176			
60	176.2	0.005	176.2	0.005	0.190	176.2	0.005	0.005	176			
62	176.2	0.005	176.2	0.005	0.200	176.2	0.005	0.005	176			
64	176.2	0.005	176.2	0.005	0.210	176.2	0.005	0.005	176			
66	176.2	0.005	176.2	0.005	0.220	176.2	0.005	0.005	176			
68	176.2	0.005	176.2	0.005	0.230	176.2	0.005	0.005	176			
70	176.2	0.005	176.2	0.005	0.240	176.2	0.005	0.005	176			
72	176.2	0.005	176.2	0.005	0.250	176.2	0.005	0.005	176			
74	176.2	0.005	176.2	0.005	0.260	176.2	0.005	0.005	176			
76	176.2	0.005	176.2	0.005	0.270	176.2	0.005	0.005	176			
78	176.2	0.005	176.2	0.005	0.280	176.2	0.005	0.005	176			
80	176.2	0.005	176.2	0.005	0.290	176.2	0.005	0.005	176			
82	176.2	0.005	176.2	0.005	0.300	176.2	0.005	0.005	176			
84	176.2	0.005	176.2	0.005	0.310	176.2	0.005	0.005	176			
86	176.2	0.005	176.2	0.005	0.320	176.2	0.005	0.005	176			
88	176.2	0.005	176.2	0.005	0.330	176.2	0.005	0.005	176			
90	176.2	0.005	176.2	0.005	0.340	176.2	0.005	0.005	176			
92	176.2	0.005	176.2	0.005	0.350	176.2	0.005	0.005	176			
94	176.2	0.005	176.2	0.005	0.360	176.2	0.005	0.005	176			
96	176.2	0.005	176.2	0.005	0.370	176.2	0.005	0.005	176			
98	176.2	0.005	176.2	0.005	0.380	176.2	0.005	0.005	176			
100	176.2	0.005	176.2	0.005	0.390	176.2	0.005	0.005	176			

PROBLEMA 5.a



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_p)

Producto FRIOLES MEXICO Tamaño lata 300x100

1.- j	1.562
2.- S_h	25.1
3.- F_0	2.4
4.- RT	2.2
5.- IT	16.7
6.- $I = RT - IT$	21
7.- $j \times I$	1.27
8.- $\log (jI)$	0.001
9.- F_1	1.002
10.- $S_h/U = \frac{S_h}{F_0 \times F_1}$	0.001
11.- $\log s$	0.442
12.- $\log (jI) - \log s$	1.552
13.- $D_p = S_h \{ \log (jI) - \log s \}$	14.07

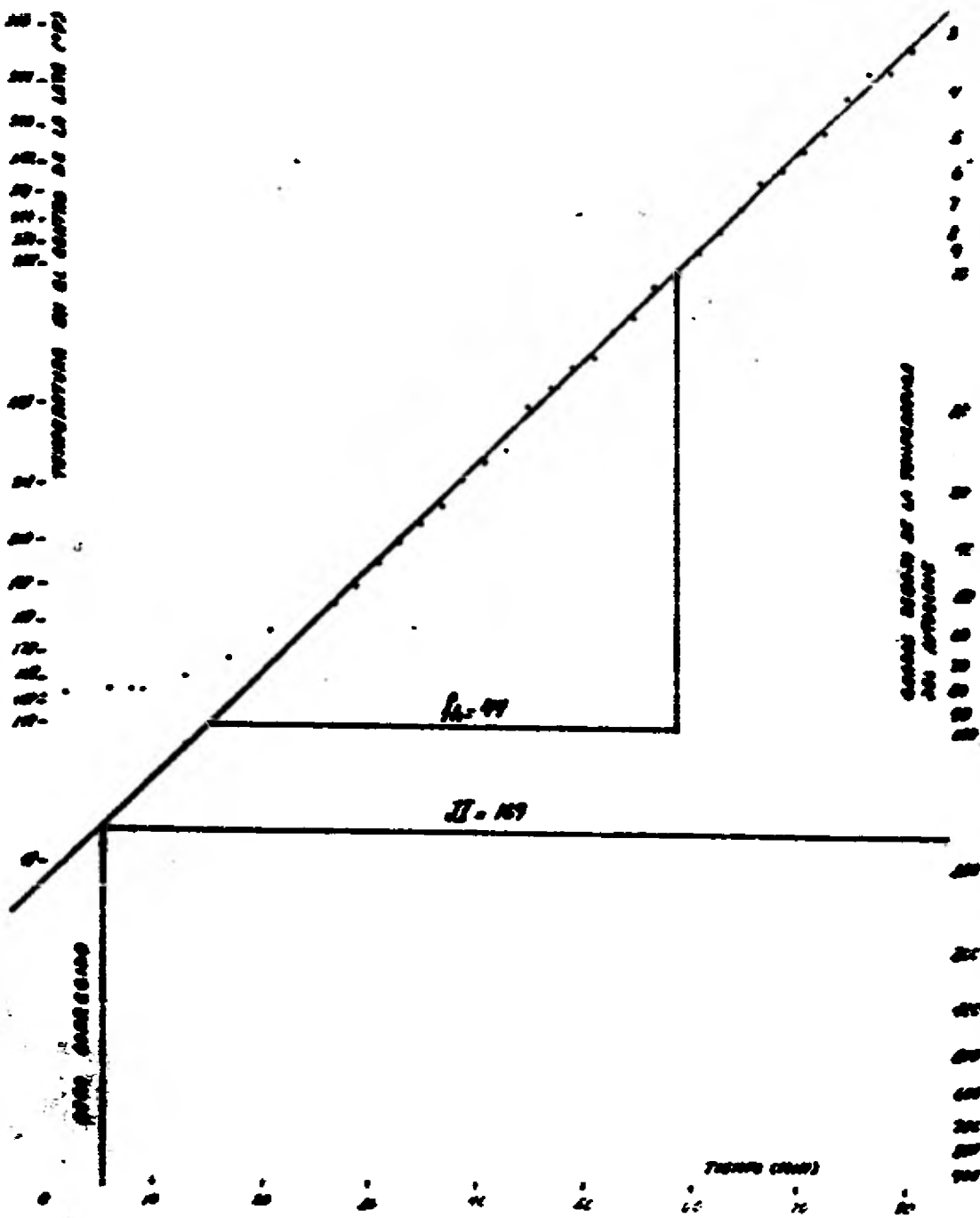
PROBLEMA E.C.

DETERMINACION DE F_0

Producto FRIOLES MEXICO Tamaño lata 300x100

1.- j	1.562
2.- S_h	25.1
3.- D_p	7.2
4.- RT	2.2
5.- IT	16.7
6.- $I = RT - IT$	21
7.- $j \times I$	1.27
8.- $\log (jI)$	0.001
9.- D_p/S_h	1.002
10.- $\log s = \log (jI) - D_p/S_h$	0.002
11.- S_h/U	0.001
12.- F_1	1.002
13.- $F_0 = \frac{S_h}{(S_h/U) F_1}$	0.001

PROBLEMA 5.6



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_0)

Producto PAQUETE MEXICO Tamaño lote 300X207

1.- J	1.926
2.- t_h	97
3.- F_0	1.0
4.- HT	272
5.- IT	166
6.- $I = HT - IT$	106
7.- $J \times I$	169
8.- $\log (JI)$	2.227
9.- F_1	1.522
10.- $t_p/V = \frac{t_h}{F_0 \times F_1}$	0.67
11.- $\log g$	0.402
12.- $\log (JI) - \log g$	1.825
13.- $B_0 = t_p \{ \log (JI) - \log g \}$	0.54

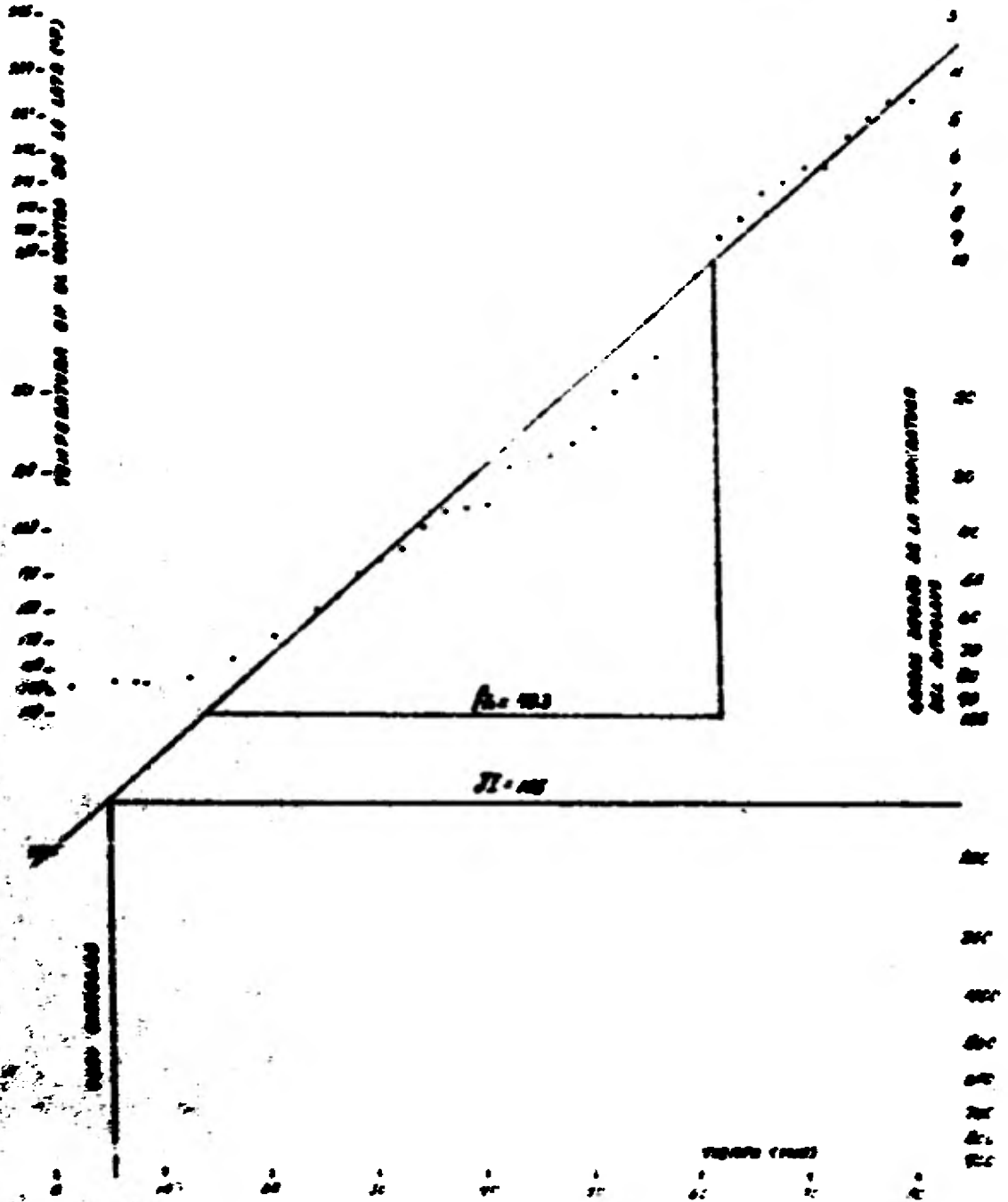
PROBLEMA 8.6

DETERMINACION DE F_0

Producto FRIGOLIS MEXICO Tamaño lote 300X207

1.- J	1.926
2.- t_h	97
3.- B_0	72
4.- HT	272
5.- IT	166
6.- $I = HT - IT$	106
7.- $J \times I$	169
8.- $\log (JI)$	2.227
9.- B_0/t_h	1.486
10.- $\log g = \log (JI) - B_0/t_h$	0.741
11.- t_p/V	0.67
12.- F_1	1.522
13.- $F_0 = \frac{t_p}{(t_p/V) F_1}$	0.81

PROBLEMA 5.e



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_p)

Producto FRIGOLAS MEXICO Tamaño lata 300 X 302

1.- J	1.771
2.- S_h	22.1
3.- F_0	2.0
4.- HT	2.02
5.- IT	1.667
6.- $I = HT - IT$	2.71
7.- $J \times I$	1.66
8.- $\log (JI)$	2.17
9.- F_2	1.522
10.- $S_p/\bar{U} = \frac{S_h}{F_0 \times F_2}$	1.611
11.- $\log s$	0.27
12.- $\log (JI) - \log s$	1.90
13.- $B_p = S_h \{ \log (JI) - \log s \}$	2.41

PROBLEMA 5.2

DETERMINACION DE F_0

Producto FRIGOLAS MEXICO Tamaño lata 300 X 302

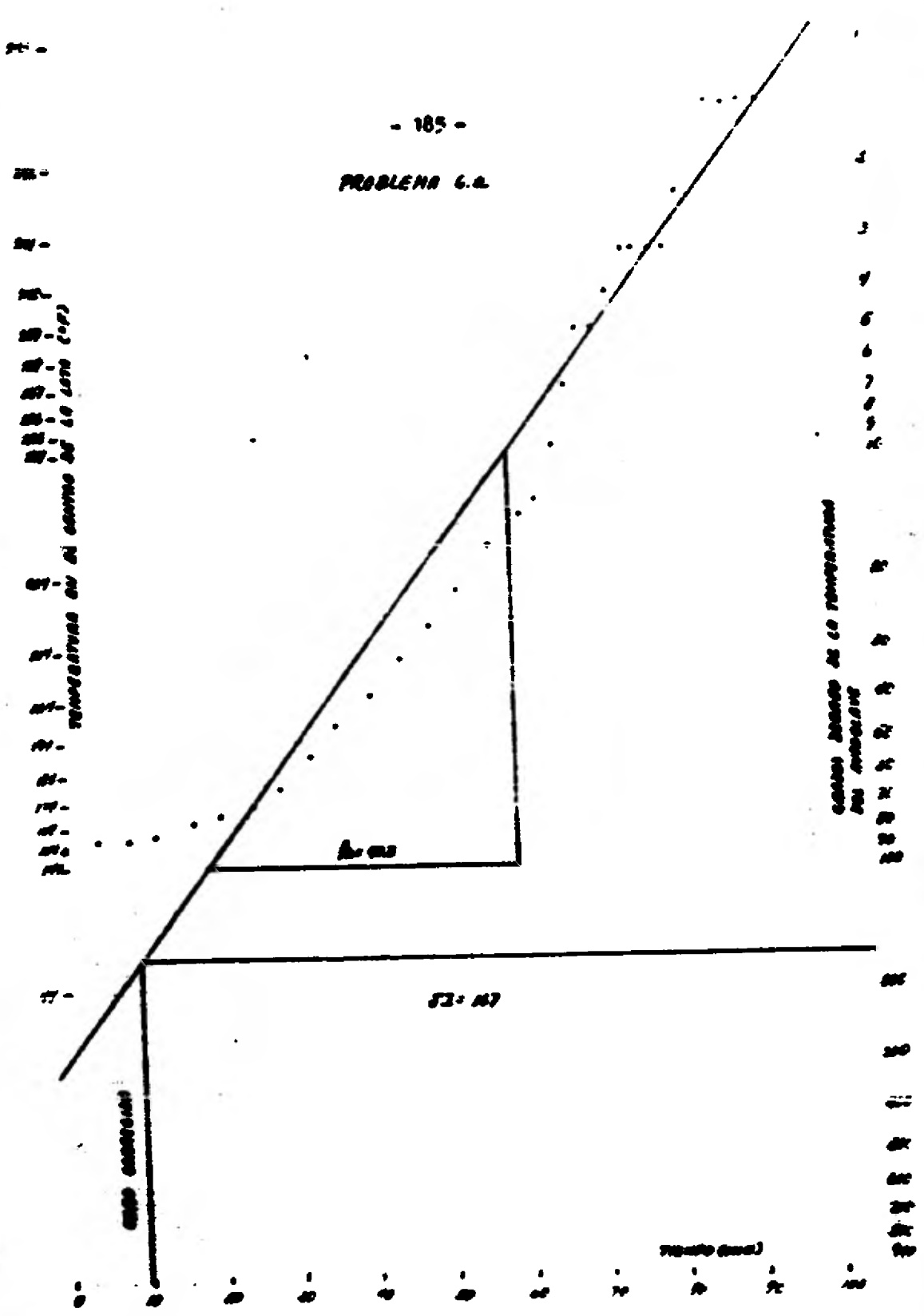
1.- J	1.771
2.- S_h	22.1
3.- B_p	2.0
4.- HT	2.02
5.- IT	1.667
6.- $I = HT - IT$	2.71
7.- $J \times I$	1.66
8.- $\log (JI)$	2.17
9.- B_p/S_h	1.522
10.- $\log s = \log (JI) - B_p/S_h$	0.649
11.- S_p/\bar{U}	0.662
12.- F_2	1.522
13.- $F_0 = \frac{S_h}{(S_p/\bar{U}) F_2}$	2.12

DETERMINACION F ₀ DE PRODUCTOS ENLATADOS													
PRODUCTO FRIJOLES REFRITOS							LATA Y GRANAJE 300x407 900g						
TIEMPO EST. 76 min			TEMP. EST. 249°F				TIEMPO ENF. 45 min			TIEMPO SUZILA 16 min			
pH 6.3			F ₀ TEORICO 9.0						VISCOSIDAD 400-1000 pence				
PUNTO	Canasta abierta			Canasta arida			Canasta enmedio			Agua			OBSERVACIONES
TIEMPO MIN.	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	OF	F ₀	IF ₀	
0	100.0			100.0			100.0			100.0			
1	100.0			100.0			100.0			100.0			
2	100.0			100.0			100.0			100.0			
3	100.0			100.0			100.0			100.0			
4	100.0			100.0			100.0			100.0			
5	100.0			100.0			100.0			100.0			
6	100.0			100.0			100.0			100.0			
7	100.0			100.0			100.0			100.0			
8	100.0			100.0			100.0			100.0			
9	100.0			100.0			100.0			100.0			
10	100.0			100.0			100.0			100.0			
11	100.0			100.0			100.0			100.0			
12	100.0			100.0			100.0			100.0			
13	100.0			100.0			100.0			100.0			
14	100.0			100.0			100.0			100.0			
15	100.0			100.0			100.0			100.0			
16	100.0			100.0			100.0			100.0			
17	100.0			100.0			100.0			100.0			
18	100.0			100.0			100.0			100.0			
19	100.0			100.0			100.0			100.0			
20	100.0			100.0			100.0			100.0			
21	100.0			100.0			100.0			100.0			
22	100.0			100.0			100.0			100.0			
23	100.0			100.0			100.0			100.0			
24	100.0			100.0			100.0			100.0			
25	100.0			100.0			100.0			100.0			
26	100.0			100.0			100.0			100.0			
27	100.0			100.0			100.0			100.0			
28	100.0			100.0			100.0			100.0			
29	100.0			100.0			100.0			100.0			
30	100.0			100.0			100.0			100.0			
31	100.0			100.0			100.0			100.0			
32	100.0			100.0			100.0			100.0			
33	100.0			100.0			100.0			100.0			
34	100.0			100.0			100.0			100.0			
35	100.0			100.0			100.0			100.0			
36	100.0			100.0			100.0			100.0			
37	100.0			100.0			100.0			100.0			
38	100.0			100.0			100.0			100.0			
39	100.0			100.0			100.0			100.0			
40	100.0			100.0			100.0			100.0			
41	100.0			100.0			100.0			100.0			
42	100.0			100.0			100.0			100.0			
43	100.0			100.0			100.0			100.0			
44	100.0			100.0			100.0			100.0			
45	100.0			100.0			100.0			100.0			
46	100.0			100.0			100.0			100.0			
47	100.0			100.0			100.0			100.0			
48	100.0			100.0			100.0			100.0			
49	100.0			100.0			100.0			100.0			
50	100.0			100.0			100.0			100.0			
51	100.0			100.0			100.0			100.0			
52	100.0			100.0			100.0			100.0			
53	100.0			100.0			100.0			100.0			
54	100.0			100.0			100.0			100.0			
55	100.0			100.0			100.0			100.0			
56	100.0			100.0			100.0			100.0			
57	100.0			100.0			100.0			100.0			
58	100.0			100.0			100.0			100.0			
59	100.0			100.0			100.0			100.0			
60	100.0			100.0			100.0			100.0			
61	100.0			100.0			100.0			100.0			
62	100.0			100.0			100.0			100.0			
63	100.0			100.0			100.0			100.0			
64	100.0			100.0			100.0			100.0			
65	100.0			100.0			100.0			100.0			
66	100.0			100.0			100.0			100.0			
67	100.0			100.0			100.0			100.0			
68	100.0			100.0			100.0			100.0			
69	100.0			100.0			100.0			100.0			
70	100.0			100.0			100.0			100.0			
71	100.0			100.0			100.0			100.0			
72	100.0			100.0			100.0			100.0			
73	100.0			100.0			100.0			100.0			
74	100.0			100.0			100.0			100.0			
75	100.0			100.0			100.0			100.0			
76	100.0			100.0			100.0			100.0			
77	100.0			100.0			100.0			100.0			
78	100.0			100.0			100.0			100.0			
79	100.0			100.0			100.0			100.0			
80	100.0			100.0			100.0			100.0			
81	100.0			100.0			100.0			100.0			
82	100.0			100.0			100.0			100.0			
83	100.0			100.0			100.0			100.0			
84	100.0			100.0			100.0			100.0			
85	100.0			100.0			100.0			100.0			
86	100.0			100.0			100.0			100.0			
87	100.0			100.0			100.0			100.0			
88	100.0			100.0			100.0			100.0			
89	100.0			100.0			100.0			100.0			
90	100.0			100.0			100.0			100.0			
91	100.0			100.0			100.0			100.0			
92	100.0			100.0			100.0			100.0			
93	100.0			100.0			100.0			100.0			
94	100.0			100.0			100.0			100.0			
95	100.0			100.0			100.0			100.0			
96	100.0			100.0			100.0			100.0			
97	100.0			100.0			100.0			100.0			
98	100.0			100.0			100.0			100.0			
99	100.0			100.0			100.0			100.0			
100	100.0			100.0			100.0			100.0			

← Fin Punto

← Fin Punto

PROBLEMA 6.2



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_p)

Producto FINDESA SISEM Tamaño lata 200107

1.- J	122
2.- S_h	28.8
3.- P_0	2.8
4.- HT	297
5.- IT	1524
6.- $I = HT - IT$	26.7
7.- $J \times I$	167
8.- $\log (JI)$	2.22
9.- P_1	2.107
10.- $S_p/\sqrt{g} = \frac{S_h}{P_0 \times P_1}$	2.002
11.- $\log g$	2.528
12.- $\log (JI) - \log g$	1.692
13.- $D_p = S_h \{ \log (JI) - \log g \}$	2.644

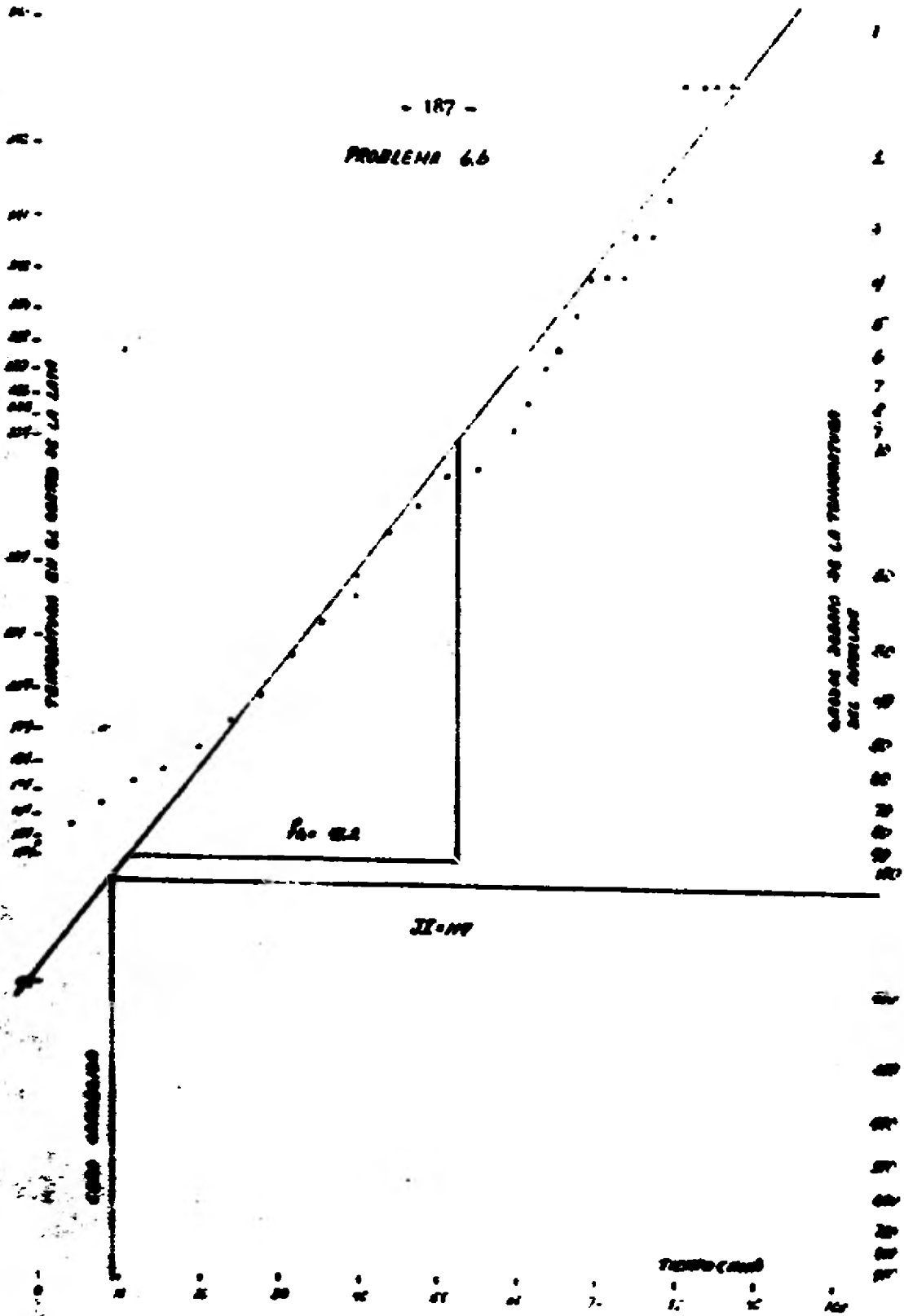
PROBLEMA 6.4

DETERMINACION DE P_0

Producto FINDESA SISEM Tamaño lata 200107

1.- J	122
2.- S_h	28.8
3.- D_p	26
4.- HT	297
5.- IT	1524
6.- $I = HT - IT$	26.7
7.- $J \times I$	167
8.- $\log (JI)$	2.22
9.- D_p/S_h	1.938
10.- $\log g = \log (JI) - D_p/S_h$	2.282
11.- S_p/\sqrt{g}	2.002
12.- P_1	2.107
13.- $P_0 = \frac{S_h}{(S_p/\sqrt{g}) P_1}$	2.30

PROBLEMA 6.6



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_0)

Producto FRUITS BARS Tamaño lata 300x207

1.- J	1.34
2.- f_2	36.2
3.- F_0	1.0
4.- RT	2.77
5.- IT	146.7
6.- $I = RT - IT$	92.8
7.- $J \times I$	117
8.- $\log (JI)$	2.07
9.- F_1	2.16
10.- $f_2/U = \frac{f_2}{F_0 \times F_1}$	2.32
11.- $\log g$	0.36
12.- $\log (JI) - \log g$	1.71
13.- $D_0 = f_2 \{ \log (JI) - \log g \}$	40.0

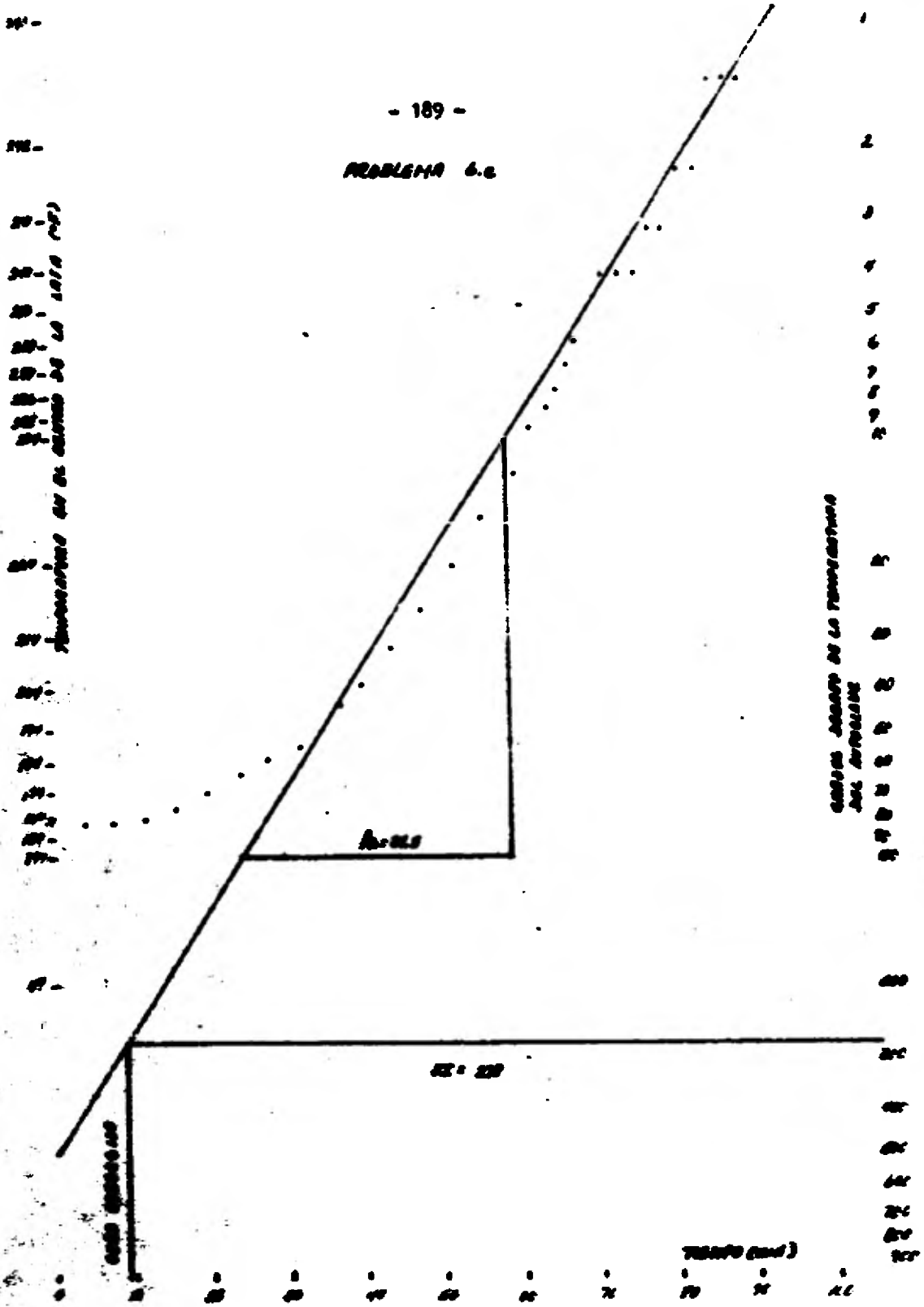
PROBLEMA 6.4

DETERMINACION DE F_0

Producto FRUITS BARS Tamaño lata 300x207

1.- J	1.34
2.- f_2	36.2
3.- D_0	71.0
4.- RT	2.77
5.- IT	146.7
6.- $I = RT - IT$	92.8
7.- $J \times I$	117
8.- $\log (JI)$	2.07
9.- D_0/f_2	1.87
10.- $\log g = \log (JI) - D_0/f_2$	0.20
11.- f_2/U	1.37
12.- F_1	2.67
13.- $F_0 = \frac{f_2}{(f_2/U) F_1}$	16.8

PROBLEMA 6.c



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_2)

Producto SEÑALES ENERGIAS Tamaño lata 200X100

1.- J	2.00
2.- Z_h	2.50
3.- F_0	2.00
4.- HT	2.50
5.- IT	1.00
6.- $I = HT - IT$	1.50
7.- $J \times I$	3.00
8.- $\log (JI)$	1.00
9.- F_1	1.00
10.- $Z_h/V = \frac{Z_h}{F_0 \times F_1}$	1.00
11.- $\log s$	1.00
12.- $\log (JI) - \log s$	1.00
13.- $B_2 = Z_h \{ \log (JI) - \log s \}$	2.00

PROBLEMA 6.6

DETERMINACION DE F_0

Producto SEÑALES ENERGIAS Tamaño lata 200X100

1.- J	2.00
2.- Z_h	2.50
3.- B_2	2.00
4.- HT	2.50
5.- IT	1.00
6.- $I = HT - IT$	1.50
7.- $J \times I$	3.00
8.- $\log (JI)$	1.00
9.- B_2/Z_h	1.00
10.- $\log s = \log (JI) - B_2/Z_h$	1.00
11.- Z_h/V	1.00
12.- F_1	1.00
13.- $F_0 = \frac{Z_h}{(Z_h/V) F_1}$	2.00

DEFINICIONES DE LOS TERMINOS

PRODUCTO FRIJOLAS CON CARIZO

TIEMPO EST. 25 min

T.M.P. 194. 3497

300x47 442

35 min

300x47 442

PE 6.5

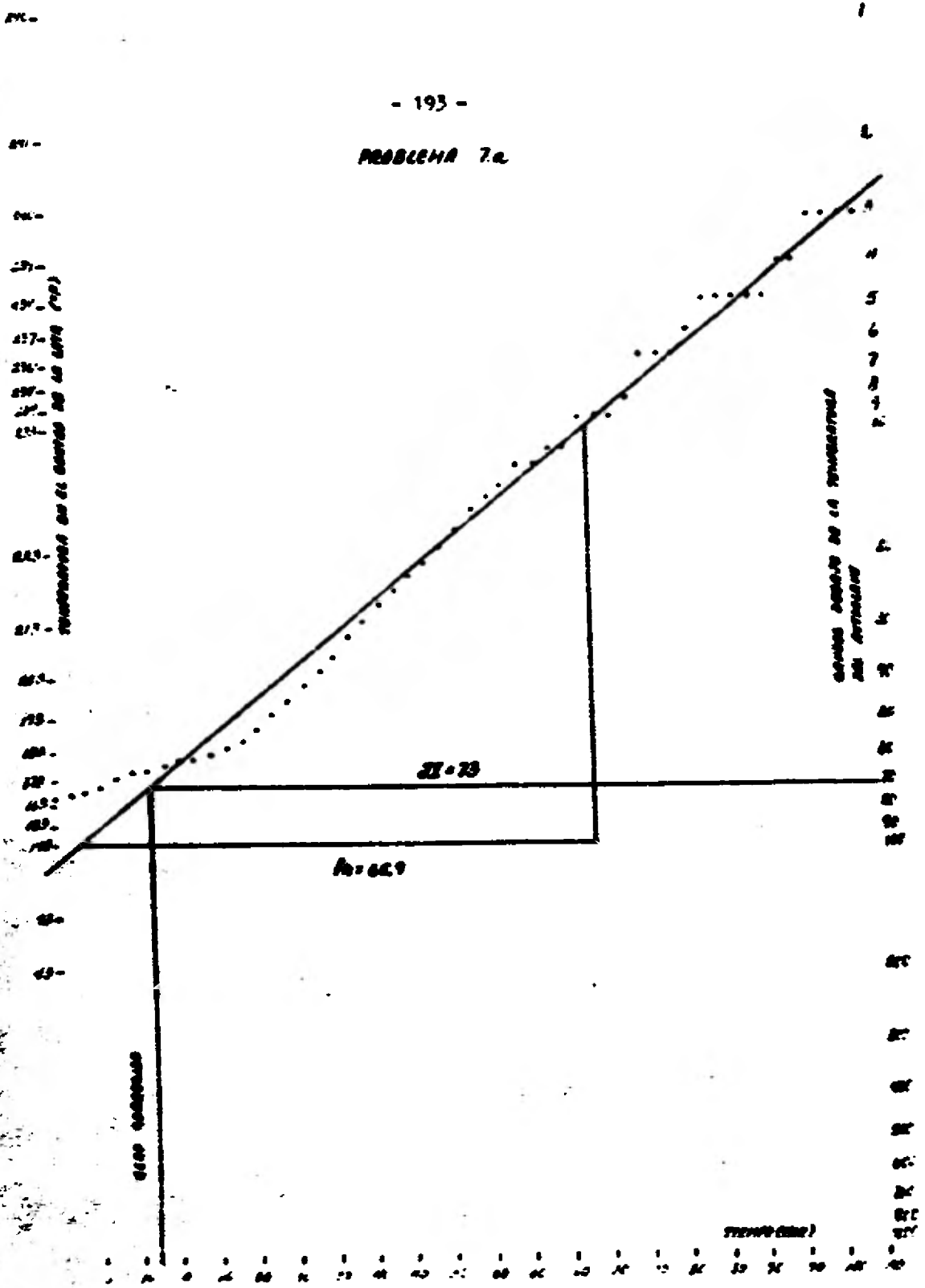
Fc 150

2.0

RECORDADA 3000 - 4000 puntos

PUNTO	Cuentilla 1			Cuentilla 2			Apm			RECORDADAS
	OF	Fc	ΣFc	OF	Fc	ΣFc	OF	Fc	ΣFc	
0	161		161							
1	167		167							
2	168		168							
3	170		170							
4	170		170							
5	171		171							
6	171		171							
7	172		172							
8	172		172							
9	173		173							
10	173		173							
11	174		174							
12	174		174							
13	175		175							
14	175		175							
15	176		176							
16	176		176							
17	177		177							
18	177		177							
19	178		178							
20	178		178							
21	179		179							
22	179		179							
23	180		180							
24	180		180							
25	181		181							
26	181		181							
27	182		182							
28	182		182							
29	183		183							
30	183		183							
31	184		184							
32	184		184							
33	185		185							
34	185		185							
35	186		186							
36	186		186							
37	187		187							
38	187		187							
39	188		188							
40	188		188							
41	189		189							
42	189		189							
43	190		190							
44	190		190							
45	191		191							
46	191		191							
47	192		192							
48	192		192							
49	193		193							
50	193		193							
51	194		194							
52	194		194							
53	195		195							
54	195		195							
55	196		196							
56	196		196							
57	197		197							
58	197		197							
59	198		198							
60	198		198							
61	199		199							
62	199		199							
63	200		200							
64	200		200							
65	201		201							
66	201		201							
67	202		202							
68	202		202							
69	203		203							
70	203		203							
71	204		204							
72	204		204							
73	205		205							
74	205		205							
75	206		206							
76	206		206							
77	207		207							
78	207		207							
79	208		208							
80	208		208							
81	209		209							
82	209		209							
83	210		210							
84	210		210							
85	211		211							
86	211		211							
87	212		212							
88	212		212							
89	213		213							
90	213		213							
91	214		214							
92	214		214							
93	215		215							
94	215		215							
95	216		216							
96	216		216							
97	217		217							
98	217		217							
99	218		218							
100	218		218							

PROBLEMA 7.a



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B_D)

Producto ESMIL CALOR Tamaño lata 200x102

1.- J	4.954
2.- t_h	65.9
3.- T_0	1.0
4.- RT	238.6
5.- IT	266.1
6.- $I = RT - IT$	26.5
7.- $J \times I$	73
8.- $\log (JI)$	1.863
9.- F_1	2.447
10.- $t_h/\sqrt{t} = \frac{t_h}{T_0 \times \sqrt{t}}$	1.402
11.- $\log s$	0.534
12.- $\log (JI) - \log s$	1.329
13.- $B_D = t_h \{ \log (JI) - \log s \}$	25.97

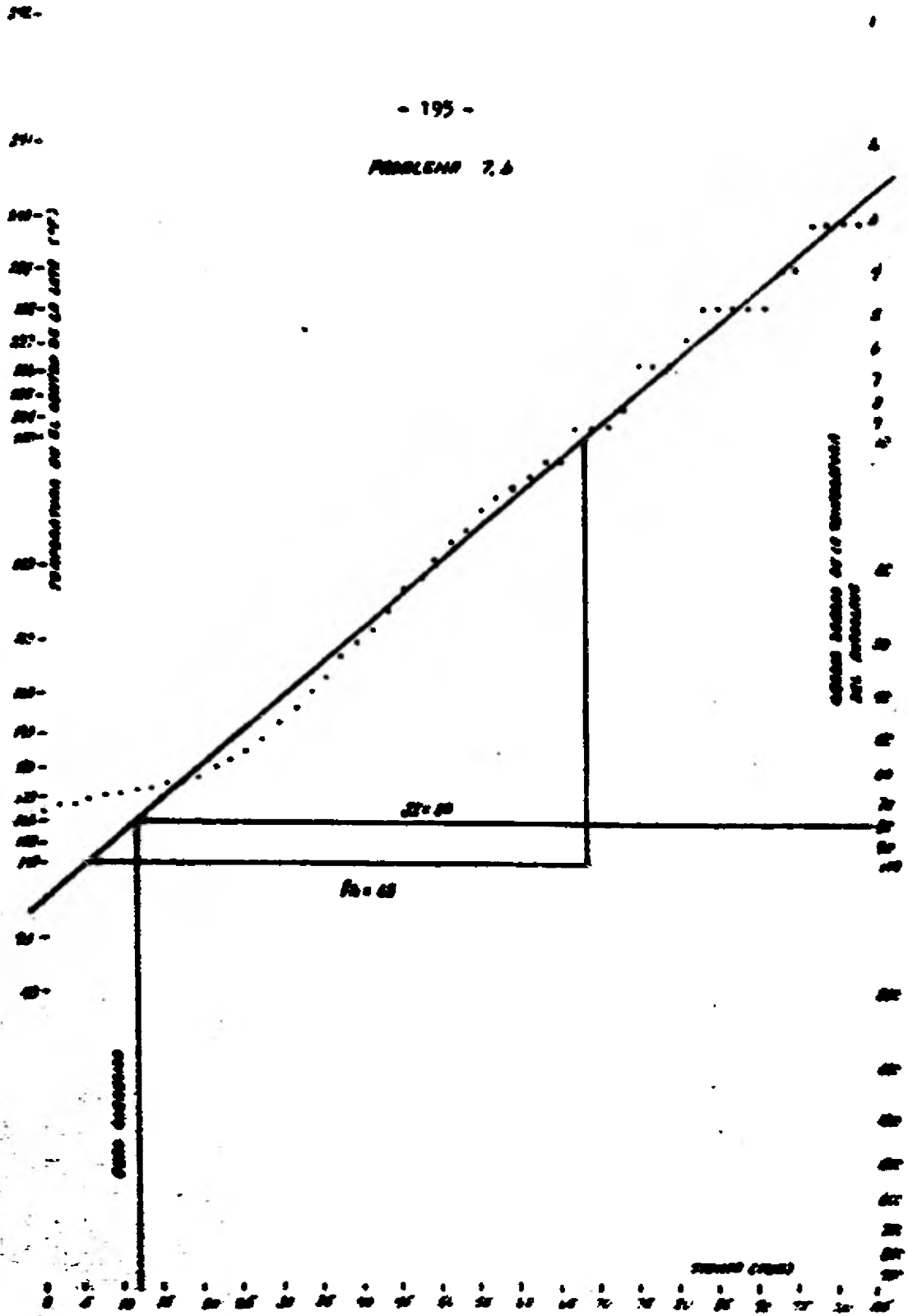
PROBLEMA 7.a

DETERMINACION DE F_0

Producto ESMIL CALOR Tamaño lata 200x102

1.- J	4.954
2.- t_h	65.9
3.- B_D	26
4.- RT	238.6
5.- IT	266.1
6.- $I = RT - IT$	26.5
7.- $J \times I$	73
8.- $\log (JI)$	1.863
9.- B_D/t_h	1.905
10.- $\log s = \log (JI) - B_D/t_h$	0.957
11.- t_h/\sqrt{t}	2.447
12.- F_1	2.447
13.- $F_0 = \frac{t_h}{(t_h/\sqrt{t}) F_1}$	2.25

PROBLEM 7.6



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_0)

Producto EMBALAJES Tamaño lata 200 X 300

1.- J	1.002
2.- S_2	63
3.- V_0	1.0
4.- HT	200.6
5.- IT	63.0
6.- $I = HT - IT$	263.6
7.- $J \times I$	263.8
8.- $\log (J \times I)$	2.421
9.- V_2	2.007
10.- $S_2/V = \frac{S_2}{V_0 \times V_2}$	2.920
11.- $\log S$	0.467
12.- $\log (J \times I) - \log S$	1.954
13.- $D_0 = S_2 \left[\log (J \times I) - \log S \right]$	72.06

ANEXO 26

DETERMINACION DE V_0

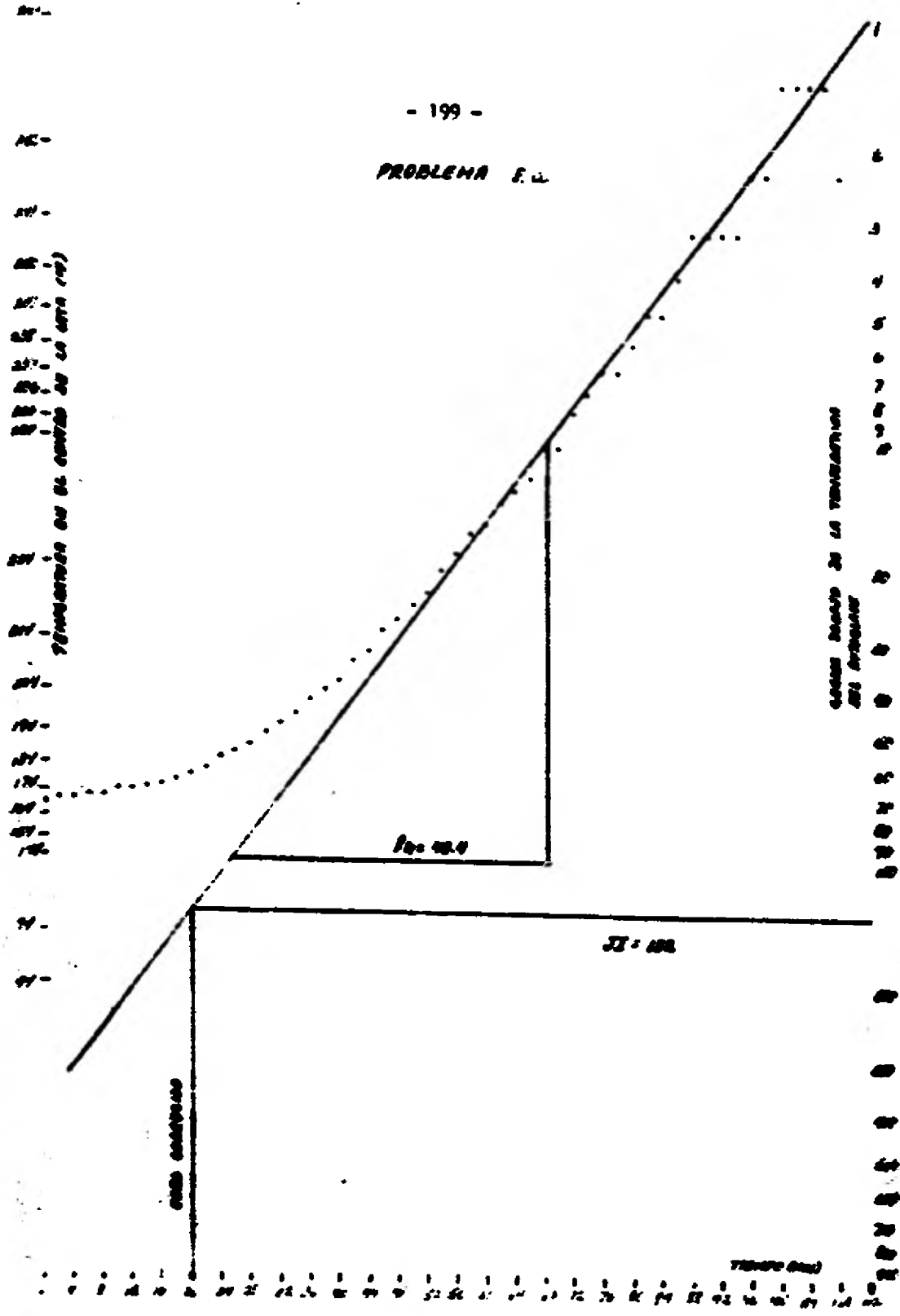
Producto EMBALAJES Tamaño lata 200 X 300

1.- J	1.002
2.- S_2	63
3.- D_0	72
4.- HT	200.6
5.- IT	63.0
6.- $I = HT - IT$	263.6
7.- $J \times I$	263.8
8.- $\log (J \times I)$	2.421
9.- D_0/V_2	1.005
10.- $\log S = \log (J \times I) - D_0/V_2$	0.416
11.- S_2/V	2.007
12.- V_2	2.007
13.- $V_0 = \frac{S_2}{(S_2/V) V_2}$	2.32

DETERMINACION F ₀ DE PRODUCTOS ENLATADOS													
PRODUCTO FRISJOLAS NEGROS							LATA Y GRAMAJE 300g 407 400g						
TIEMPO EST. 72 min			TEMP. EST. 100°F				TIEMPO ENF. 30 min			TIEMPO SUBIDA 27 min			
pH 6.2			F ₀ TEORICO 2.0				VISCOSIDAD 3000-4000 poises						
PUNTO	Grado arriba			Grado correcto			Grado abajo			Agua			OBSERVACIONES
	°F	F ₀	ΣF ₀	°F	F ₀	ΣF ₀	°F	F ₀	ΣF ₀	°F	F ₀	ΣF ₀	
0	187			176			182			176			
1	176			176			176			176			
2	176			176			176			176			
3	176			176			176			176			
4	176			176			176			176			
5	176			176			176			176			
6	176			176			176			176			
7	176			176			176			176			
8	176			176			176			176			
9	176			176			176			176			
10	176			176			176			176			
11	176			176			176			176			
12	176			176			176			176			
13	176			176			176			176			
14	176			176			176			176			
15	176			176			176			176			
16	176			176			176			176			
17	176			176			176			176			
18	176			176			176			176			
19	176			176			176			176			
20	176			176			176			176			
21	176			176			176			176			
22	176			176			176			176			
23	176			176			176			176			
24	176			176			176			176			
25	176			176			176			176			
26	176			176			176			176			
27	176			176			176			176			
28	176			176			176			176			
29	176			176			176			176			
30	176			176			176			176			
31	176			176			176			176			
32	176			176			176			176			
33	176			176			176			176			
34	176			176			176			176			
35	176			176			176			176			
36	176			176			176			176			
37	176			176			176			176			
38	176			176			176			176			
39	176			176			176			176			
40	176			176			176			176			
41	176			176			176			176			
42	176			176			176			176			
43	176			176			176			176			
44	176			176			176			176			
45	176			176			176			176			
46	176			176			176			176			
47	176			176			176			176			
48	176			176			176			176			
49	176			176			176			176			
50	176			176			176			176			
51	176			176			176			176			
52	176			176			176			176			
53	176			176			176			176			
54	176			176			176			176			
55	176			176			176			176			
56	176			176			176			176			
57	176			176			176			176			
58	176			176			176			176			
59	176			176			176			176			
60	176			176			176			176			
61	176			176			176			176			
62	176			176			176			176			
63	176			176			176			176			
64	176			176			176			176			
65	176			176			176			176			
66	176			176			176			176			
67	176			176			176			176			
68	176			176			176			176			
69	176			176			176			176			
70	176			176			176			176			
71	176			176			176			176			
72	176			176			176			176			
73	176			176			176			176			
74	176			176			176			176			
75	176			176			176			176			
76	176			176			176			176			
77	176			176			176			176			
78	176			176			176			176			
79	176			176			176			176			
80	176			176			176			176			
81	176			176			176			176			
82	176			176			176			176			
83	176			176			176			176			
84	176			176			176			176			
85	176			176			176			176			
86	176			176			176			176			
87	176			176			176			176			
88	176			176			176			176			
89	176			176			176			176			
90	176			176			176			176			
91	176			176			176			176			
92	176			176			176			176			
93	176			176			176			176			
94	176			176			176			176			
95	176			176			176			176			
96	176			176			176			176			
97	176			176			176			176			
98	176			176			176			176			
99	176			176			176			176			
100	176			176			176			176			

DETERMINACION F ₀ DE FIBROSAS MEXICANAS													
PRODUCTO <i>ARMAS MEXICO</i>										FECHA Y CANTIDAD <i>2002 002 400g</i>			
TIEMPO EST. <i>30 min</i>			TIEMPO EST. <i>300 OF</i>			TIEMPO INF. <i>30 min</i>			TIEMPO CURADA <i>37 min</i>				
PH <i>6.2</i>			F ₀ TEMPERATURA <i>8.0</i>			VISCOSIDAD <i>200-250 puntos</i>							
PUNTO	Cancha seca			Cancha cocida			Cancha alif			Apn			
TIEMPO NIE.	OF	F ₀	IF ₀	F	F ₀	IF ₀	F	F ₀	S ₀	V	F ₀	IF ₀	RESERVACIONES
20	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
21	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
22	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
23	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
24	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
25	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
26	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
27	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
28	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
29	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
30	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
31	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
32	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
33	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
34	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
35	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
36	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
37	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
38	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
39	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
40	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
41	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
42	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
43	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
44	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
45	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
46	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
47	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
48	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
49	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
50	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
51	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
52	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
53	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
54	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
55	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
56	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
57	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
58	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
59	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
60	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
61	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
62	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
63	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
64	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
65	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
66	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
67	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
68	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
69	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
70	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
71	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
72	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
73	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
74	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
75	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
76	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
77	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
78	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
79	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
80	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
81	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
82	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
83	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
84	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
85	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
86	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
87	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
88	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
89	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
90	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
91	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
92	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
93	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
94	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
95	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
96	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
97	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
98	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
99	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			
100	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002	0.00	0.00	002			

PROBLEMA 8.12



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (B₀)

Producto REINOLAN 4000-DE Tarifa lata 200 X 200

1.- j	6.767
2.- f _h	28.7
3.- F ₀	72
4.- RT	272.7
5.- IT	168.7
6.- I = RT - IT	74.7
7.- j x I	186
8.- log (jI)	2.18
9.- F ₁	2.62
10.- $f_h/\bar{v} = \frac{f_h}{F_0 \times F_1}$	2.16
11.- log g	0.34
12.- log (jI) - log g	1.84
13.- B ₀ = f _h {log (jI) - log g}	72.07

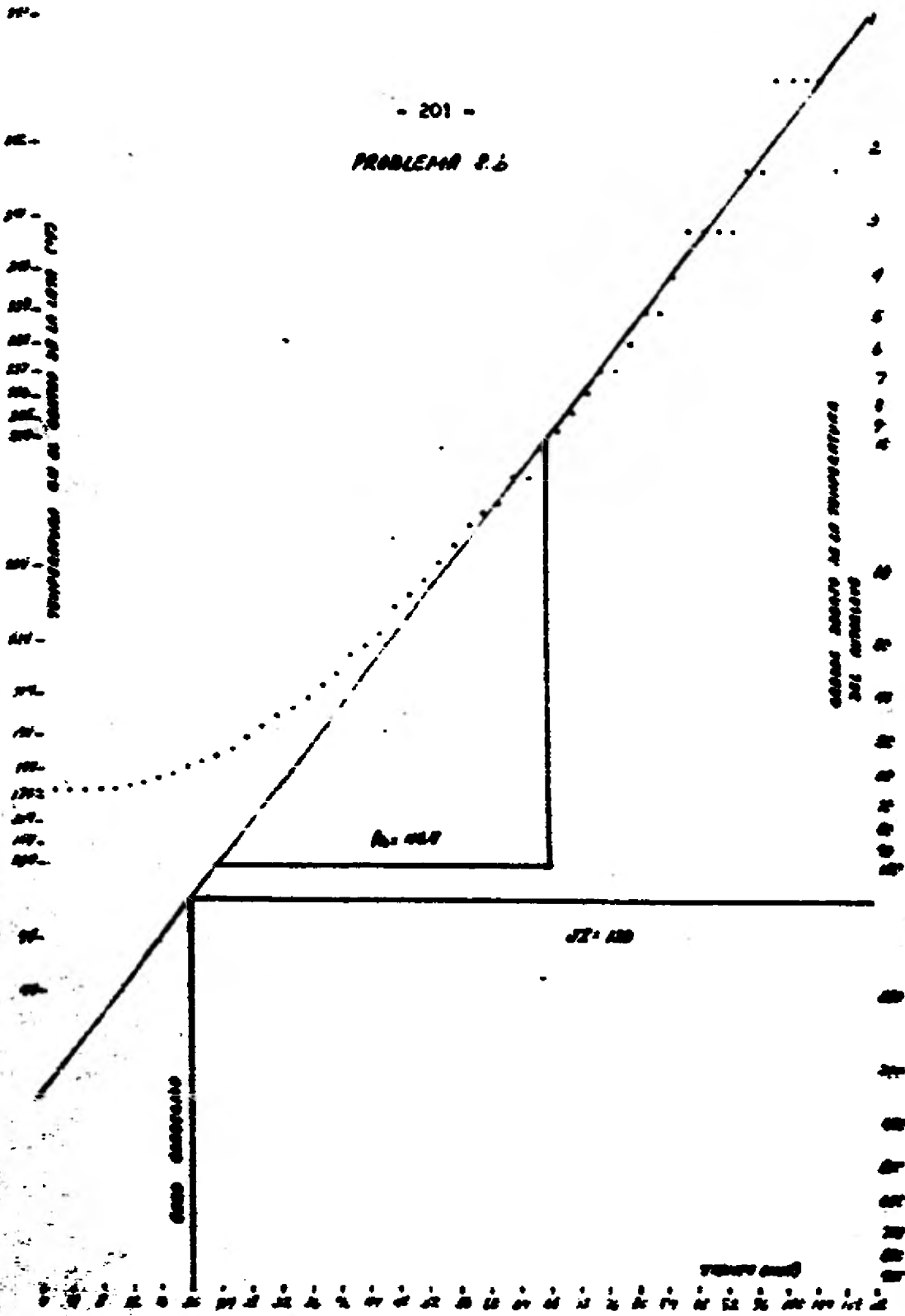
PROBLEMA 2.a

DETERMINACION DE F₀

Producto REINOLAN 4000-DE Tarifa lata 200 X 200

1.- j	6.767
2.- f _h	28.7
3.- B ₀	72
4.- RT	272.7
5.- IT	168.7
6.- I = RT - IT	74.7
7.- j x I	186
8.- log (jI)	2.18
9.- B ₀ /f _h	2.62
10.- log g = 1 - g (jI) - B ₀ /f _h	0.34
11.- f _h /v	2.16
12.- F ₁	2.62
13.- F ₀ = $\frac{f_h}{(f_h/\bar{v}) F_1}$	72.07

PROBLEMA 8.6



DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (D_p)

Producto HEXAMETILANOL Tasa de lata 200 K/207

1.- J	1.207
2.- I_0	176
3.- P_0	28
4.- HT	2007
5.- IT	176
6.- $I = HT - IT$	1831
7.- $J \times I$	160
8.- $\log (JI)$	2.072
9.- P_1	2.001
10.- $\frac{D_p}{V} = \frac{I_0}{P_0 \times P_1}$	4.701
11.- $\log s$	0.672
12.- $\log (JI) - \log s$	1.400
13.- $D_p = \frac{I_0}{P_1} \{ \log (JI) - \log s \}$	76.4

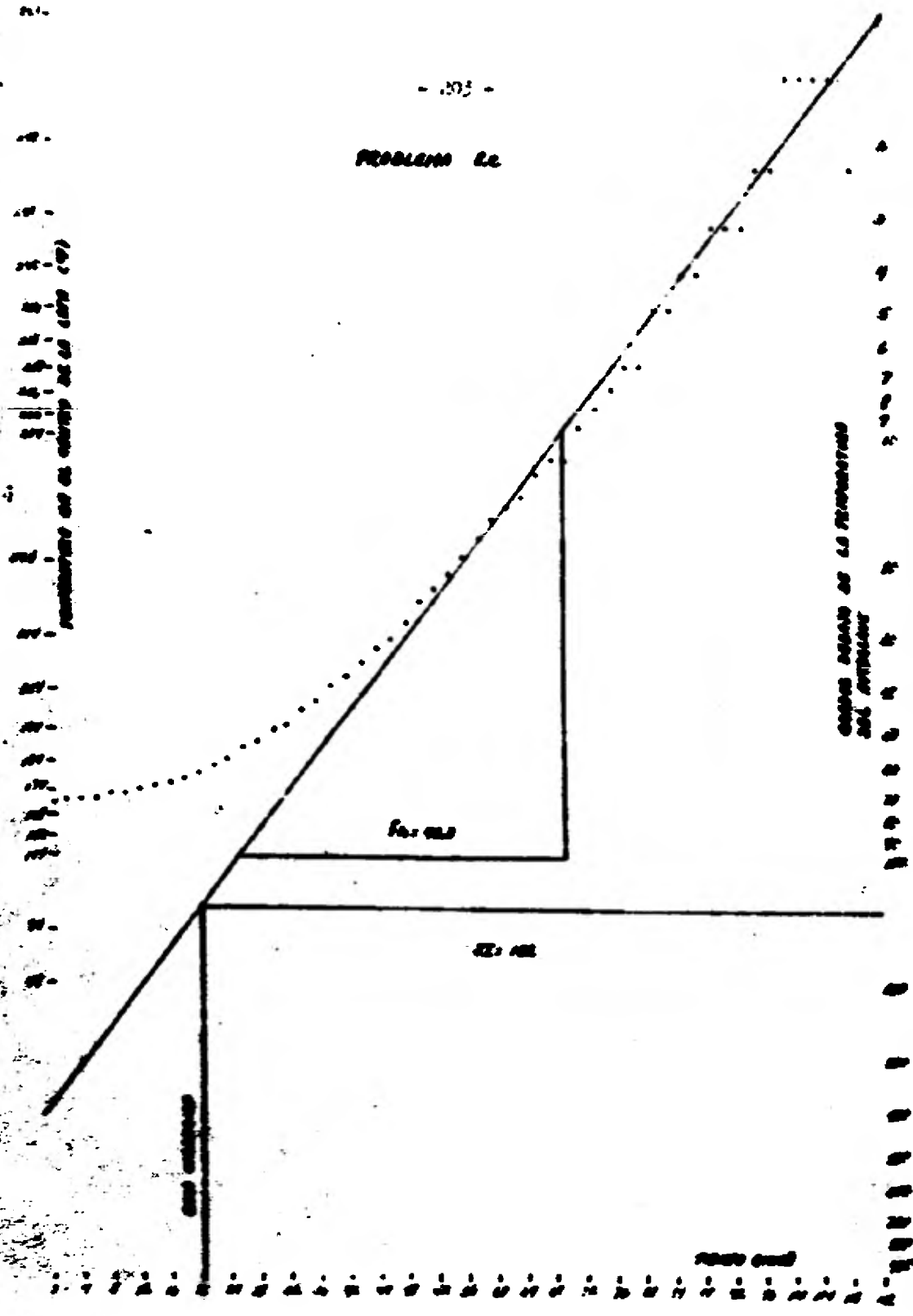
PROBLEMA 2.6

DETERMINACION DE P_0

Producto HEXAMETILANOL Tasa de lata 200 K/207

1.- J	1.207
2.- I_0	176
3.- D_p	78
4.- HT	2007
5.- IT	176
6.- $I = HT - IT$	1831
7.- $J \times I$	160
8.- $\log (JI)$	2.072
9.- D_p/I_0	0.443
10.- $\log s = \log (JI) - D_p/I_0$	0.629
11.- $\frac{D_p}{V}$	0.660
12.- P_1	2.001
13.- $P_0 = \frac{I_0}{(\frac{D_p}{V}) P_1}$	2.07

PROBLEM 22



PROBLEMA 1.0

DETERMINACION DEL TIEMPO DE PROCESO (T_p)

Producto PLASTICO ACRILICO Tamaño lota 300 x 400

1.- J	1792
2.- F _h	73.3
3.- P ₀	2.0
4.- HT	676.2
5.- IT	16.2
6.- I = HT - IT	724
7.- J x I	128
8.- log (JI)	2.10
9.- F ₁	1.00
10.- $F_2^* = \frac{F_h}{F_0 \times F_1}$	2.427
11.- log g	0.382
12.- log (JI) - log g	1.66
13.- $P_0 = \frac{1}{2} [\log (JI) - \log g]$	2.07

DETERMINACION DE F₀

Producto PLASTICO ACRILICO Tamaño lota 300 x 400

1.- J	1792
2.- F _h	73.3
3.- P ₀	2.0
4.- HT	676.2
5.- IT	16.2
6.- I = HT - IT	724
7.- J x I	128
8.- log (JI)	2.10
9.- P ₀ /F _h	1.62
10.- log g = log (JI) - P ₀ /F _h	0.487
11.- F _h /U	2.622
12.- F ₁	1.00
13.- $P_0 = \frac{F_h}{(F_h/U) F_1}$	1.00

- 104 -

PRODUCTOS CON $F_0 = 5$

CALCULO DE DISPERSION Y % DE CONFIABILIDAD

$$\text{dispersion} = \sqrt{\frac{\sum (T_{ex} - T_{fr})^2}{n}}$$

$$\% \text{ Confiabilidad} = \frac{T_{ex}}{T_{fr}} \times 100$$

T_{ex} = T_0 experimental

T_{fr} = T_0 fabrico.

Mala Pipido			
Palabras	T_{ex}	$(T_{ex} - T_{fr})$	$(T_{ex} - T_{fr})^2$
1.0	0.26	0.26	0.5776
4	0.22	-0.22	0.484
6	0.22	0.22	0.484
	$\bar{T}_{ex} 0.27$		$\sum 0.6007$
			$n = 3$

$$\text{dispersion} = \sqrt{\frac{0.6007}{3}} = 0.44$$

$$\% \text{ Confiabilidad} = \frac{0.27}{0.20} \times 100 = 101.10$$

Mak. Piasa			
Problema	F_{ij}	$(F_{ij} - \bar{F}_{ij})$	$(F_{ij} - \bar{F}_{ij})^2$
A	1.87	1.87	3.4969
B	0.92	0.92	0.8464
C	3.21	-1.82	3.3124
	$\bar{F}_{ij} = 5.0$		$\Sigma 6.1157$
			$N = 3$

$$\text{desviación} = \sqrt{\frac{6.1157}{3}} = 1.41$$

$$\% \text{ Confianza} = \frac{1.41}{5.0} \times 100 = 28.2$$

Salsa Pajilla			
Problema	F_{ij}	$(F_{ij} - \bar{F}_{ij})$	$(F_{ij} - \bar{F}_{ij})^2$
A	0.85	0.85	0.7225
B	2.11	-0.87	0.7569
C	3.07	-0.76	0.5776
	$\bar{F}_{ij} = 4.0$		$\Sigma 1.9570$
			$N = 3$

$$\text{desviación} = \sqrt{\frac{1.9570}{3}} = 0.81$$

$$\% \text{ Confianza} = \frac{0.81}{5.0} \times 100 = 16.2$$

Male Negro			
Problema.	T_{ij}	$(T_{ij} - \bar{T}_{ij})$	$(T_{ij} - \bar{T}_{ij})^2$
a	7.52	0.82	0.6724
b	6.02	-0.02	0.0004
c	6.32	0.32	0.1024
	$\bar{T}_{ij} 6.01$		$\Sigma 0.7752$
			$n=3$

$$\text{desviación} = \sqrt{\frac{0.7752}{3}} = 0.51$$

$$\% \text{ Coeficiente} = \frac{0.51}{3.0} \times 100 = 17.00$$

PRODUCTOS CON $P_0 = 8$
CALCULO DE DISPERSION Y % DE CONFIABILIDAD

Ejercicios Nuevos			
Producto	F_{ij}	$(F_{ij} - \bar{F}_{ij})$	$(F_{ij} - \bar{F}_{ij})^2$
A	1.52	-2.26	5.1076
B	2.25	-1.53	2.3409
C	2.27	-1.51	2.2801
	$\bar{F}_{ij} 2.29$		$\Sigma 9.7286$

$n=3$

$$\text{dispersion} = \sqrt{\frac{9.7286}{3}} = 2.26$$

$$\% \text{ Confiabilidad} = \frac{2.26}{20} \times 100 = 11.3\%$$

Frijoles Refritos			
Problemas	F ₀₅	(F ₀₅ - F ₀₂)	(F ₀₅ - F ₀₂) ²
a	2.22	0.73	0.5329
b	10.22	2.29	5.2441
c	2.77	0.79	0.6241
	$\bar{F}_{05} 9.19$		$\Sigma 6.4011$
			n = 3

$$\text{dispersion} = \sqrt{\frac{6.4011}{3}} = 1.47$$

$$\% \text{Confiable} = \frac{9.19}{6.3} \times 100 = 145.87$$

Frijoles con Chorizo			
Problemas	F ₀₅	(F ₀₅ - F ₀₂)	(F ₀₅ - F ₀₂) ²
a	2.72	-0.22	0.0484
b	2.72	-0.22	0.0484
	$\bar{F}_{05} 2.72$		$\Sigma 0.0968$
			n = 2

$$\text{dispersion} = \sqrt{\frac{0.0968}{2}} = 0.22$$

$$\% \text{Confiable} = \frac{2.72}{2.8} \times 100 = 97.14$$

Frijoles Negros			
Problemas	Fog	(Fog - Tor)	(Fog - Tor) ²
2 a	2.99	-0.01	0.0001
6	2.97	0.27	0.0729
8	2.95	0.25	0.0625
	$\bar{F}_{og} 2.09$		$\Sigma 0.0002$
			$n = 3$

$$\text{dispersion} = \sqrt{\frac{0.0002}{3}} = 0.17$$

$$\% \text{ Confianza} = \frac{2.97}{2.0} \times 100 = 101.16$$

CAPITULO VI

D I S C U S I O N

Se presenta a continuación el análisis de los datos obtenidos por producto estudiado:

Problema 1 (Mole pipián).- se obtuvieron valores de F_0 experimentales cercanos al F_0 teórico, por lo que su dispersión es menor de 0.5; este resultado de dispersión lo mismo que el % de confiabilidad indican que el proceso térmico fue eficiente, y en caso de reproducir las condiciones de trabajo se tomará un producto aceptable tanto bacteriológica como organolépticamente. Si se observan los datos de F_0 , se puede ver que el F_0 de 4.76 es el más bajo, pero aún así, éste se encuentra dentro del rango de seguridad (se trabaja con un margen de seguridad de $\pm 10\%$).

Problema 2 (Mole pipián).- si para establecer las condiciones de trabajo se tomase solo en cuenta el nivel de confiabilidad sin hacer un análisis de toda la información obtenida experimentalmente se decidiría erróneamente. Estos comentarios se basan en el hecho de que la dispersión es mayor de los límites establecidos, debido a los valores alejados del F_0 de 5 a pesar de lo cual, el % de confiabilidad es de 102.6 calculado sobre el promedio de datos. Se podría pensar que el valor de 3.42 se debió a una falla en el termopar, pero esto no se puede asegurar, por lo que para establecer las condiciones de trabajo de

rutina se tienen que realizar otras determinaciones de penetración de calor; si después de hacer éstas, la dispersión sigue dando en el mismo orden se deben cambiar las condiciones hasta encontrar el proceso adecuado de acuerdo a la naturaleza del producto; esto es, revisar la relación del sistema convección, conducción y/o ambos, después de variar la temperatura y el tiempo según el producto.

Problema 3 (Salsa pasilla).- de acuerdo con los datos del problema, el tiempo de proceso debió proseguir dos minutos más para que las latas de la última canastilla llegaran al F_0 de 5. El F_0 de 4.24 sale ligeramente del margen de seguridad que es de 4.5; lo que probablemente causó esto fue un largo tiempo de espera de la última canastilla antes de entrar al autoclave, teniendo como consecuencia el enfriamiento del producto.

Para corregir la falla de este problema se hace un nuevo ensayo en el que se aumente por lo menos dos minutos más el calentamiento con el fin de obtener resultados satisfactorios, cuidando de mantener las canastillas en el autoclave a 80°C según se terminen de llenar para evaluar el aumento de tiempo. Respecto al % de confiabilidad, resulta abajo del 100% y es aceptable, ya que desde un principio se fijó el margen de seguridad en un $\frac{1}{2}$ 10%, por lo tanto cuando la confiabilidad se encuentra entre 90 - 110% se cuenta con la confiabilidad para tener el producto en óptimas condiciones.

Problema 4 (Mole negro).- de los cálculos del problema, se

observa que el tiempo de calentamiento real de 73 minutos fue - excesivo para el producto, pues el tiempo adecuado hubiese sido de 69 minutos, de tal manera que se obtuviese la calidad bacteriológica satisfactoria sin correr el riesgo de alterar sus culidades organolépticas.

Con este tiempo de calentamiento se obtuvieron valores de F_0 arriba del F_0 teórico, teniendo esto como consecuencia que - la dispersión y el % de confiabilidad resultaran de 1.67 y 126.26 respectivamente lo cual no es aceptable además de que aumentan los costos de proceso innecesariamente. Se tiene que ha- cer un nuevo proceso en base a los resultados obtenidos de mane- ra que se optimice tiempo, calidad y economía.

Problema 5 (Frijoles negros).- la dispersión de 2.26 y el % de confiabilidad de 123.5 señalan que en general el F_0 experi- mental se encuentra arriba del F_0 establecido, influyendo en -- las propiedades organolépticas que se alterarían con un calenta- miento excesivo, aún cuando su calidad bacteriológica esté ase- gurada.

Como es de esperarse, se debe buscar un proceso eficiente pero al mínimo costo y es precisamente lo que se debe conseguir en este caso; esto se logra bajando el tiempo de proceso y reduciendo el tiempo de espera de las canastillas antes de entrar - al autoclave. Se supone que esta solución es la indicada, pero es necesario hacer ensayos repetitivos con estas modificaciones para corroborar que el proceso es el adecuado.

Problema 6 (Frijoles refritos).- de los valores de F_0 de 8.83, 10.88 y 8.74 se supone que en este caso el termopar fijado en la lata se movió del punto frío pegando tal vez a las paredes de la misma; el F_0 de 10.88 afecta directamente en los cálculos de dispersión y % de confiabilidad, los cuales aumentan debido al dato falso. Se asegura que reproduciendo las mismas condiciones se llegará a obtener la esterilización comercial del producto, sin embargo, deben hacerse nuevos estudios para confirmar pues se debe recordar que se trabaja con productos alimenticios de consumo humano, debiéndose evitar al máximo los riesgos de contaminación que pudiesen atentar contra la salud pública.

Problema 7 (Frijoles con chorizo).- en este problema las condiciones de trabajo fueron uniformes y homogéneas, esto se puede comprobar con la dispersión la cual se encuentra muy cercana al cero, es decir, la desviación de valores es muy pequeña. Aún cuando los F_0 experimentales resultan menor al F_0 de 8 están dentro de los límites de seguridad (7.2 a 8.8) y muy cercanos al establecido; dando este por resultado que el % de confiabilidad baja, pero hay que recordar que la decisión de aceptar al ensayo como válido no debe basarse en un solo dato, sino en el conjunto de datos que se obtienen por experimentación y cálculos.

Problema 8 (Frijoles negros).- en este problema la relación tiempo-temperatura se puede tomar como base para estable-

cer las condiciones de rutina debido a que los resultados obtenidos en el producto trabajado fueron óptimos. Los F_0 de 7.99, 8.24 y 8.05 muestran que la dispersión de 0.14 y el % de confiabilidad de 101.16 son altamente satisfactorios por lo que se garantiza que el producto es 100% aceptable tanto desde el punto de vista bacteriológico como organoléptico pues no se somete a un proceso térmico excesivo para alcanzar la esterilización comercial. Es conveniente resaltar que en este caso se encontraron las condiciones para un proceso ideal pues se obtuvieron --
cualidades y costos de operación aceptables.

CAPITULO VII
CONCLUSIONES

Se dió un panorama general sobre todos los aspectos que influyen en el procesamiento de productos enlatados, dando mayor importancia a las determinaciones experimentales cuyos resultados fueron satisfactorios. Se aclara que los problemas de este estudio solo fueron ensayos que se efectuaron con el fin de conocer las condiciones de trabajo de rutina en una planta enlatadora.

Se considera que este trabajo puede servir como una guía para las pequeñas industrias enlatadoras que carecen de equipo sofisticado y moderno pues el que se requiere es sencillo y de bajo costo.

Se deduce que este método de cálculo es efectivo, sencillo y no requiere de personal altamente especializado para llevarlo a cabo. Aún contando con estas ventajas, deben hacerse varias determinaciones con el fin de tener la seguridad en los resultados ya que un error puede ser causa de daños al consumidor y a la buena imagen de la empresa.

Una vez hechos estos comentarios se concluye que el objetivo de la tesis se alcanzó y que puede ser de utilidad a todas las personas interesadas en la industria alimentaria.

CAPITULO VIII

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Potter, Norman. La ciencia de los alimentos. Ed. Edutex, - S.A. 1a. edición. México (1973).
- 2.- Piatkin, K. Microbiología. Ed. MIR. Moscú (1968).
- 3.- Burton, K; Williams, R. Microbiología. Ed. Publicaciones - Cultural, S.A. 1a. edición. México (1976).
- 4.- Stumbo, C. Thermobacteriology in food processing. Ed. Academic Press, Inc. New York (1973).
- 5.- Janetz, E.; Melnick, J.; Adelberg, E. Manual de microbiología médica. Ed. El Manual Moderno, S.A. 7a. edición. México (1977).
- 6.- Frazier, W. Microbiología de los alimentos. Ed. Acribia. - 2a. edición. Zaragoza (1976).
- 7.- Desrezaier, H. Conservación de alimentos. Ed. Continental, S.A. 1a. edición. México (1976).
- 8.- National Canners Association Research Laboratory. Principios para control del procesamiento térmico y evaluación - de cierras de envases. 1a. edición. Berkeley (1975).

- 9.- Baumgartner y Hersom. Canned Foods. An introduction to --
they microbiology. J. A. Churchill Ltd. England (1956).
- 10.- Davis; Dalbeco; Eisen; Ginsberg; Wood. Microbiology. --
Harper International Edition. 2nd. edition. (1973).
- 11.- Desrosier, Norman. Elements of food technology. Ed. AVI
Pub. Co. Westport (1977).
- 12.- Stewart, G.; Amerine, H. Introduction to food science --
and technology. New York (1973).
- 13.- Fox, B.; Cameron, A. Food science. Edited por Hodder --
and Stoughton. London (1978).
- 14.- Janisson, M.; Jobber, P. Manejo de los alimentos. Volu--
men 2. México (1974).
- 15.- Bergström, G. Principles of food science. Ed. Mc. Millan
New York (1968).
- 16.- Pyke, H. Food science and technology. Ed. J. Murray. Lon-
don (1964).
- 17.- National Canners Association. Processes for low-acid ---
canned foods in metal containers. 11th. edition. Washing-
ton D.C. (1976).

- 18.- American Can Company. Installation and operation of ----
canners retorts. Barrington (1973).
- 19.- National Canners Association Research Laboratory. Bulletin 26-L. Eleventh edition. Washington D.C.
- 20.- Heron, A.; Hlland, K. Conservas alimenticias. 2a. edición. Ed. Acribia. España (1974).
- 21.- Hayakawa, K. Experimental formulas for accurate estimation of food temperature and their applications to thermal process evaluation. Food technology. Vol. 24. Diciembre de 1970.
- 22.- Ball, C. and Olson, F. Sterilization in food technology. Ed. McGraw-Hill Book Co. New York (1957).
- 23.- Charn, S. Fundamentals of food engineering. Ed. AVI Pub. Co. Westport (1971).
- 24.- Cheftel, H. y Thomas, G. Principles and methods for establishing thermal processes for canned food. Office of -- technical services. U.S. department of commerce. Washington D.C. (1963).
- 25.- Flambert, C.; Daltour, J.; Dickerson, R. and Hayakawa, K. Lethal effect of food temperature on linear portion -

- of a heating or cooling curve. J. food science. Vol. 42.
- 26.- Gillespy, T. Estimation of sterilizing values of processes as applied to canned foods. J. Science food agric. Vol. 4.
- 27.- Leiniger, H. and Beverloo, W. Food process engineering. - D. Riedel Pub. Co. Boston (1975).
- 28.- Goldblith; Joslyn and Nickerson. An introduction to the thermal processing of foods. AVI Pub. Co.
- 29.- Stumbo, C. and Longley, R. New parameters for process calculations. Food technology. Vol. 20, 1966.
- 30.- Dearenier, Norman. The technology of food preservation. Ed. AVI Pub. Co. 4a. edición. Westport (1970).
- 31.- Evaluación del envasado. Productos Darex, S.A. de C.V.