

302827  
N:11  
2Ej.

UNIVERSIDAD MOTOLINIA A. C.



ESCUELA DE QUIMICA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE PLOMO  
EN JUGOS Y NECTARES ENVASADOS EN LATAS  
METALICAS MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE  
ABSORCION ATOMICA.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**  
P R E S E N T A :  
GUADALUPE LUCIA HERNANDEZ FLORES

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZO EN EL LABORATORIO  
NACIONAL DE SALUD PUBLICA, EN EL DEPARTAMENTO DE  
EVALUACION DE RIESGOS QUIMICOS, BAJO LA DIRECCION  
DE: I.A. MA. DE LOURDES ALAMILA CRUZ Y BIOL. -  
OLGA DE LEON Y PEÑA NAJERA.

**SEÑOR DIOS**

Te doy gracias de todo corazón  
por haberme permitido  
realizar este trabajo  
ya que es producto de tu infinita  
misericordia que me iluminó y guió.

¡Que sea para mayor gloria tuya!  
en compañía de tu MADRE AMANTISIMA  
que también es la mía  
te entrego este trabajo  
obra de tus manos.

Con todo mi amor y gratitud.

## A MI MADRECITA

Con profundo amor al recuerdo de mi QUERIDA MAMACITA  
quien con su gran amor me impulsó al término de mi  
carrera.

No es cierto que te fuiste MADRE mía  
pues siempre conmigo tú estás,  
tu ejemplo es mi guía diariamente.

No es cierto que te fuiste MADRE mía  
siento tu presencia hecha bondad  
admiro tu gran carácter y sensibilidad.

No es cierto que te fuiste MADRE mía  
por siempre en mi vida estarás  
tu recuerdo me conforta  
cada día, cada hora, cada instante  
desde el cielo me empararás.

No es cierto que te fuiste madre mía  
segura estoy que en el cielo  
la presencia de DIOS gozarás.

A mi Padre, a tus hijos y nietos  
desde el reino de DIOS nos bendecirás.

Descansa en paz MADRE mía  
te amo y viviré eternamente agradecida  
por el inmenso amor y ejemplo que me diste.

**A MI PADRE:**

**Elias Hernández Huerta**

**Por ser lo más valioso de mi vida, por formarme  
para llegar a ser lo que soy, por darme amor,  
fortaleza y apoyo.**

**A MIS HERMANOS:**

**Elia, Antonia, Rosario, Leticia, Gustavo y Elias**

**Por su cariño y ejemplo.**

**A MIS SOBRINOS:**

**Francisco Javier, Elía María, Itzel Nicole y Elías**

**Por brindarme momentos maravillosos.**

**A MI TIA:**

**M.J.S. Esperanza Hernández Huerta**

**Por su cariño y apoyo en todo momento.**

**A MIS PROFESORES:**

**I.A. Ernesto Bautista Canela**

**Q.F.B. Dulce Ma. de Lourdes Robles Denetro**

**Por sus enseñanzas y orientación.**

**A MIS AMIGOS:**

**Martin Resendiz Diaz**

**Josefina Castillo León**

**Por su amistad y apoyo.**

**AL LABORATORIO NACIONAL DE SALUD PUBLICA**

**Por las facilidades prestadas para la realización  
del presente trabajo.**

**Mi agradecimiento a:**

**Q.B.P. Sadid Villarreal Herrera**

**Por la oportunidad brindada para la realización  
de esta tesis.**

**I.A. Ma. de Lourdes Alamilla Cruz**

**Biól. Olga de León y Peña Nájera**

**Por su valiosa ayuda, por los conocimientos  
impartidos y confianza.**

## INDICE

### CAPITULO I INTRODUCCION

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.3	HIPOTESIS	2

### CAPITULO II ANTECEDENTES

2.1	CARACTERISTICAS GENERALES DEL PLOMO	4
2.2	METODOS DE ANALISIS DEL PLOMO	6
2.2.1	ANALISIS COLORIMETRICO	6
2.2.2	DESPRENDIMIENTO ANODICO VOLTARIMETRO	6
2.2.3	ESPECTROSCOPIA DE EMISION	7
2.2.4	ELECTRON DE MICROSONDA	7
2.2.5	FLUORESCENCIA DE RAYOS X	7
2.2.6	ABSORCION ATOMICA	8
2.3	PLOMO EN EL MEDIO AMBIENTE	9
2.3.1	PLOMO EN LOS SUELOS	9
2.3.2	PLOMO EN EL AGUA	9
2.3.3	PLOMO EN LOS VEGETALES	10
2.4	CONTAMINACION DE LOS ALIMENTOS	10
2.5	REGLAMENTOS LEGALES SOBRE EL PLOMO	12
2.5.1	INGESTA DIARIA Y SEMANAL TOLERABLES DE PLOMO	12
2.5.2	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PLOMO EN ALIMENTOS	13

2.6	EFFECTOS BIOLÓGICOS Y TOXICOLÓGICOS	13
2.6.1	METABOLISMO	13
2.6.2	EFFECTOS BIOLÓGICOS	15
2.7	ENLATADO	16
2.7.1	RECIPIENTES PARA ENLATADO	17
2.7.2	ELABORACION DE UNA LATA SANITARIA	18
2.7.3	NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACION DE BOTES DE HOJALATA	18
2.7.4	BOTES DE ALUMINIO	20
2.7.4.1	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS BOTES DE ALUMINIO	20
2.7.5	TEORIA DEL USO DE BARNICES EN LATAS	21
2.7.5.1	TIPOS DE BARNICES Y SU EMPLEO	22
2.8	ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO	23

### CAPITULO III PARTE EXPERIMENTAL

3.1	DIAGRAMA GENERAL	28
3.2	MATERIAL, REACTIVOS Y EQUIPO	29
3.2.1	MATERIAL DE LABORATORIO	29
3.2.2	REACTIVOS	29
3.2.3	EQUIPO	29
3.3	METODOLOGIA	30

**CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1	RESULTADOS	31
4.2	DISCUSION	54

**CAPITULO V CONCLUSIONES**

5.1	CONCLUSIONES	55
5.2	BIBLIOGRAFIA	56
5.3	APENDICE	59

## CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años se han preocupado las autoridades sanitarias de muchos países por la presencia de contaminantes en los alimentos, como son los metales pesados. (2)

Los metales pesados se encuentran ampliamente distribuidos por toda la corteza terrestre, en plantas, animales y por lo tanto en nuestros alimentos. (14)

Los metales presentan acción diversa dentro del cuerpo humano, así tenemos aquellos que pudieran considerarse benéficos o necesarios como el zinc, selenio, níquel y estaño, y aquellos que tienen efectos tóxicos alterando el metabolismo o alguna función fisiológica, dentro de éstos se encuentran el plomo, mercurio, cadmio, berilio, arsénico y bario, entre otros. (17)

El plomo es el metal que ha tenido más consideración oficial y sobre el que más se ha escrito respecto a la contaminación en alimentos por compuestos y elementos inorgánicos. (6,26)

En los alimentos enlatados la cantidad de plomo puede verse incrementada durante y después de su procesamiento, por medio de los materiales con que se procesan o por el contacto con los envases de almacenamiento (latas y lozas vidriadas). (24)

Otra fuente de contaminación por plomo son los humos de las industrias que se encuentran en lugares cercanos a los plantíos depositando el metal en las hojas de las plantas, entrando directamente a frutas y verduras o indirectamente a través del forraje en carnes o productos lácteos. (24)

## 1.2 OBJETIVOS

- 1) Determinar la cantidad de plomo presente en jugos y néctares enlatados con soldadura de plomo y electrosoldadura.
- 2) Evaluar la relación existente entre el tipo de cierre y el contenido de plomo.

## 1.3 HIPOTESIS

Existe la posibilidad que aquellos alimentos procesados y envasados en latas metálicas confieran o no, el plomo con el que ha sido manufacturado el envase.

## CAPITULO II

## ANTECEDENTES

El plomo es uno de los metales más antiguos. El descubrimiento de una estatuilla de plomo en las ruinas de Troya haría remontar los orígenes de su empleo a 3500 años antes de Jesucristo. Parece que los egipcios lo utilizaban desde el 2500 antes de Cristo para las soldaduras y los asirios como moneda. (18)

Los romanos lo utilizaban, entre sus usos múltiples, para cerrar herméticamente las juntas de los acueductos, y trataban sus utensilios de cocina de cobre, con una capa de aleación de plata y plomo. (24)

Entre los métodos para su determinación esta el de D. Maneva - que realizó un estudio a cerca del contenido de plomo en vino, jugo de uva y vinagre por medio de la cromatografía de papel. (6)

Otro método usado fué el de la ditizona, propuesto por Kh. K. - Gandelman, con la variante, de que prácticamente excluía la preparación especial de la muestra (su incineración). (24)

El siguiente estudio fué con ayuda del arzacen o arzacetin - ( $C_8H_{10}O_4NAs$ ), por Timofeeva y Kryzhanouskaya, éste método usado - resultó ser muy prolongado, laborioso y poco sensible. (6)

B.V. Lipis utilizó la espectrofotometría de absorción atómica, - determinando el plomo en bebidas alcohólicas en general y jugos de fruta, ya que éste provee un método rápido y seguro. (6,24)

## 2.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PLOMO

Número atómico 82

Peso atómico 207.19

Gravedad específica 11.34

Temperatura de fusión 327.5°C

Temperatura de ebullición a la presión atmosférica 1,740°C

Tiene 4 isótopos naturales (208, 206, 207 y 204 por orden de abundancia). Es un metal blando de color gris azulado o plateado. Tiene una dureza de 1.5 mohs, es el metal más blando, esta propiedad facilita su trabajo mecánico. Su endurecimiento se consigue principalmente por adición de azufre, antimonio y arsénico así como de cobre y hierro. Su gran maleabilidad permite laminarlo en hojas delgadas y en caliente reducirlo por compresión a cilindros y tubos, al igual que estirarlos en alambres. Este metal es pobre conductor de la electricidad y del calor. (3)

El plomo forma dos series de compuestos correspondientes a los estados de oxidación de +2 y +4. En los compuestos inorgánicos el estado más usual es +2, siendo la mayor parte de estas sales insolubles en agua, la excepción son los nitratos y acetatos, a diferencia de los compuestos orgánicos donde el estado más usual es +4. Por estas razones se considera a los compuestos orgánicos del plomo +4 covalentes y a los inorgánicos del plomo +2 iónicos. (6)

Aunque el plomo es deslustrado fácilmente al contacto con la atmósfera, es uno de los materiales más estables por que es excelente en la resistencia a la corrosión ya sea por aire o por agua.

Este elemento no es atacado por todos los ácidos, el ácido sulfúrico frío no lo afecta, en caliente y altamente concentrado forma sulfatos poco solubles en agua. El ácido clorhídrico ataca al 30% del metal presente y la sal es poco soluble en agua, a diferencia de estos dos ácidos, al ácido nítrico logra disolverlo en su totalidad formando nitratos solubles en agua, esto mismo genera ácido acético formando acetato plumboso en el cual también se solubiliza en agua.

(14)

En presencia de álcalis el óxido de plomo es capaz de reaccionar y dar como resultado plumbatos y plumbitos. Los álcalis remueven esa capa protectora que cubre el metal. (6)

Los compuestos de tetralquilo, tetraetilo y tetrametilo de plomo son los más importantes compuestos orgánicos de plomo. A esto se debe su amplio uso como compuesto antidetonante en la gasolina y su abundante distribución en el medio ambiente. (3)

Los compuestos de tetralquilo de plomo  $R_4Pb$ , son casi insolubles en agua, son estables en el aire y muy solubles en solventes orgánicos no polares. (19)

El tetrametilo y tetraetilo de plomo son líquidos incoloros, y tienen una presión de vapor relativamente alta a la temperatura ambiental. (19)

El plomo se encuentra en forma natural en el medio ambiente; en la corteza terrestre (rocas) está presente en una concentración de 13 mg/kg; en el suelo su concentración es muy variable dependiendo de muchas características como pH, tipo y cantidad de material orgánico presente, en términos generales la concentración es similar a la de las rocas; en aguas subterráneas lo encontramos en una concentración de 1-60, en el agua de lagos y ríos de 1-10 mientras que en el agua de mar 0.08-0.04 ug/l. (3)

La mayor parte del plomo que se encuentra en el medio ambiente proviene de usos industriales y tecnológicos del mismo, siendo el mayor de ellos la manufactura y aplicación de sus derivados alquílicos en aditivos y combustibles. (3)

Una de las vías de distribución del plomo se realiza por medio de la atmósfera. La cantidad de plomo que el hombre ingiere vía agua es mínima comparada con la existencia en el aire (pequeñas ciudades llega a ser de  $0.5 \text{ ug/m}^3$ , mientras que en las grandes ciudades llega

a ser de  $10 \text{ ug/m}^3$ ). (3)

Las posibles fuentes de contaminación de los alimentos con dicho metal pueden ser muy variadas entre las que se encuentran el medio de procedencia, tipo de envase, materias primas empleadas en la elaboración del producto, los procesos y utensilios utilizados en su manufactura y por último los que se refieren y relacionan con el almacenamiento y transporte del mismo. (16)

## 2.2 METODOS DE ANALISIS DEL PLOMO

### 2.2.1 ANALISIS COLORIMETRICO

Es el método complejométrico de "Diatizona" es el más comunmente utilizado para probar otros métodos de análisis e históricamente es el primero. En este método se toma un complejo de Diatizona-plomo el cual tiene una absorción de 510 nm. Cuantitativamente se pueden obtener resultados precisos cuando se tiene cuidado al tomar la muestra y preparación ya referida. Las ventajas del método complejométrico de Diatizona incluye equipo simple y relativamente barato. (6)

### 2.2.2 DESPRENDIMIENTO ANODICO VOLTAMETRICO

Es un método de análisis eléctrico-analítico, que puede ser -- empleado en el estudio de muchos metales. El plomo es analizado por deposición selectiva de un electrodo (reducción) para facilitar la detección. El plomo es entonces desprendido (oxidado) por un voltaje variable aplicado linealmente con la producción de corriente y - voltaje en el cual el máximo del área corresponde a la oxidación del plomo. El método es exacto y confiable para un nivel de  $1 \text{ ug/l}$ . (2,6)

### 2.2.3 ESPECTROSCOPIA DE EMISION

La espectroscopia de emisión óptica incluye la observación de fenómenos de emisión como inducción de flama, inducción de arco o inducción de chispa en ultravioleta, visible y cerca de las regiones del infrarrojo del espectro electromagnético. Puede obtenerse información cualitativa y cuantitativa de la intensidad de emisión de longitud de onda característica. Análisis de plomo en muestras ambientales (ejemplo: suelos, rocas y minerales) pueden ser hechos reproduciblemente bajo niveles de 5 ppm. La emisión espectroscópica es más utilizada para el análisis multielemental de muestras, debido al alto costo del equipo. Generalmente un simple análisis elemental no es realizado en una emisión espectrográfica. (2)

### 2.2.4 ELECTRON DE MICROSONDA

Un electrón de microsonda mide los rayos X producidos por la incidencia de un haz de electrones en un material. La longitud de onda de los rayos X son característicos para cada elemento, y la intensidad de los rayos X dependen de la cantidad del elemento. La técnica es exacta para 1-3%, y la masa permisible del elemento analizado en un rango de  $10^{-14}$  a  $10^{-16}$ g. Este método ha sido utilizado para determinar la composición elemental de partículas de complejos de plomo. Sin embargo, el equipo para el análisis de microsondeo de electrón es caro, y la preparación de muestras es complejo, por lo tanto el método no es extensamente utilizado. (6)

### 2.2.5 FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Espectros característicos de rayos X son emitidos cuando un elemento es irradiado con un haz de x-radiación de una longitud de onda suficientemente corta. Esta fluorescencia permite la identificación simultánea de un rango de elementos, incluyendo al plomo. La técnica es idéntica que el análisis de microsondeo de electrón, excepto que la fuente de excitación que se requiere es diferente.

Se requiere una fuente alta de energía, con tubos de rayos X, haz de electrones y fuentes radioactivas. La fluorescencia de rayos X requiere de un mínima preparación de muestra, puede detectar una gran variedad de elementos, y estar disponibles en formatos completamente automatizados, estos son algunos efectos matrices para el análisis de plomo en algunas muestras complejas, el equipo es caro sin embargo, el método es extensamente utilizado para inspeccionar concentraciones de plomo peligrosas. (6)

### 2.2.6 ABSORCION ATOMICA

La espectrofotometría de absorción atómica es el método más aceptado para el análisis de muchos metales.

En un método típico de absorción atómica, una muestra líquida es aspirada por una flama donde los iones dentro de un líquido están reducidos a un estado atómico. Los metales en estado atómico pueden entonces absorber cuantitativamente luz en la longitud de onda característica de su frecuencia resonante 217.0 y 283.3 nm para el plomo. Alternativamente, los iones pueden ser reducidos químicamente por la técnica de vapor frío o ser térmicamente reducidos en un horno de grafito antes del análisis, que da lecturas más sensibles que en absorción atómica de flama. (1,6)

Cientos de muestras pueden ser analizadas en el espectrofotómetro en un día de trabajo si ya están preparadas. En técnicas de flama y de vapor frío, las muestras tienen que estar en solución.

El uso del horno de grafito para reducción de muestras puede eliminar muchos problemas en su preparación. (1)

## 2.3 PLOMO EN EL MEDIO AMBIENTE

Puede provenir de diversas fuentes:

1) Fuentes naturales.- se encuentra en pequeñas cantidades - en el aire, agua, suelos, rocas y plantas.

2) Fuentes antropogénicas.- constituidos por el plomo encontrado como contaminante producido por el hombre, puede provenir:

a) fuentes estacionarias: usado en la producción de acumuladores, pigmentos, insecticidas, explosivos, secantes de barnices, uso de tuberías de plomo para el transporte del agua y en pinturas a base de este metal.

b) fuentes móviles: uso de aditivos de plomo en gasolina.

(4)

### 2.3.1 PLOMO EN LOS SUELOS

La superficie del suelo está en contacto directo con el medio ambiente, por lo tanto, se debe distinguir entre suelos que adquieren plomo sólo en fuentes naturales y suelos contaminados por el hombre. (4,16)

### 2.3.2 PLOMO EN EL AGUA

El plomo es un elemento poco soluble en agua y se encuentra formando partículas suspendidas, combinado con carbonato y sulfato principalmente. Aunque la solubilidad del plomo en agua es baja (aproximadamente 10 ug/l), un río puede estar contaminado por el proceso de flujo o agua desperdiciada por una mina o planta industrial, explosivos y productos como pinturas. También las tuberías de plástico causan la contaminación del agua, ya que en ocasiones contienen estabilizadores. (14)

### 2.3.3 PLOMO EN LOS VEGETALES

La contaminación se lleva a partir del suelo. La disponibilidad del plomo para poder ser absorbido depende de diversos factores - como:

- a) forma química del metal
- b) tipo de suelo
- c) pH y solubilidad
- d) tipo de planta

La contaminación folial de cosechas alimenticias puede deberse a:

a) la retención de polvos solubles en la cutícula serosa - seguida por captación folial de sales solubles durante lluvias subsecuentes.

b) la retención mecánica de sales insolubles en la superficie de la cutícula.

c) también pueden ser causados por alquilos de plomo descom - puestos provenientes de la atmósfera, reteniéndose en este caso aproximadamente 10% en follaje y 1% en frutas. (17)

### 2.4 CONTAMINACION DE LOS ALIMENTOS

Un contaminante es cualquier sustancia añadida no intencionalmente al alimento y que está presente en éste como resultado de la producción, fabricación, embalaje, transporte y almacenamiento, - así como también del resultado de alguna contaminación ambiental.

Los alimentos pueden contaminarse fácilmente; su contacto con diversos compuestos y elementos tóxicos presentes en el suelo, en la atmósfera, en los insecticidas, en el agua, en los recipientes, en aditivos alimenticios y en los empaques puede convertirlos de manera accidental o deliberada en materiales que ponen en peligro la salud de quienes lo consumen. (14,18)

El contenido del metal en los alimentos puede ser variado, -  
tomando en cuenta:

a) Materias primas: las frutas frescas pueden tener plomo si fueron cultivadas en suelos plumbíferos (suelos con alto contenido de plomo), si durante su cultivo se rociaron con plaguicidas que lo contenían o crecieron cerca de zonas industriales o grandes ciudades (3,24)

b) Procesos y utensilios: cuando la manufactura de los alimentos ha sido en plantas construidas con aleaciones metálicas, en las que puede estar presente el plomo, puede ser en la aleación misma o en la soldadura utilizada en las uniones donde se contamine. También cuando el alimento es transportado por tuberías recubiertas con esmalte, por lo tanto, las fuentes de contaminación son múltiples en la cadena de preparación y operaciones de procesamiento. (3,24)

c) Almacenamiento y transporte: los alimentos que son almacenados en vasijas o pipas antes de ser envasados pueden contaminarse con estos recipientes. Por otro lado, tomando en cuenta el empaque cuando son usadas latas que están armadas con soldadura de plomo la contaminación es mayor. (3,24)

Hay cuatro principales fuentes de contaminación por metales pesados en los alimentos enlatados: por tecnología agrícola, por contaminación industrial, durante el procesamiento y preservación de los alimentos, y por la presencia natural de los alimentos químicos. (6)

También interviene la utilización de plaguicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes, así como el uso de aditivos y conservadores. (6)

## 2.5 REGLAMENTACIONES LEGALES SOBRE EL PLOMO

Los efectos tóxicos de los metales pesados han llevado al Comité Mixto FAO/OMS sobre aditivos alimentarios a establecer límites de tolerancia al aporte diario de estos elementos al organismo humano. De acuerdo con el Comité, los metales pesados que por diversas - circunstancias puede considerarse como contaminantes son: arsénico, cadmio, zinc, cobre, estaño, hierro, mercurio y plomo (FAO/OMS,1973)

### 2.5.1 INGESTA DIARIA Y SEMANAL TOLERABLES DE PLOMO

Esta expresión se define como la dosis diaria de un compuesto o elemento químico incapaz de ocasionar daño apreciable durante todo el tiempo que dura la vida de un ser. La ingesta diaria aceptable se expresa en miligramo por kilogramo y por día (mg/kg/día). Los miligramos se refieren a la substancia química existente en el alimento y los kilogramos, al peso del cuerpo del ser que se considere. (6)

El Comité Mixto FAO/OMS sobre aditivos alimentarios establece que la ingesta diaria máxima aceptable de plomo debería ser nula, - pero reconociendo al mismo tiempo que la contaminación de los - alimentos y bebidas por plomo es al parecer inevitable, propuso una ingesta tolerable provisional semanal aproximada para un hombre adulto de 70 kg igual a 3 mg Pb/persona ó 0.05 mg/kg de peso corporal - por semana, o aproximadamente 7 ug/kg de peso corporal por día. (6,24)

## 2.5.2 LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PLOMO EN ALIMENTOS

Este concepto se define como la concentración permisible de residuo en un alimento destinado al consumo humano, para obtener este nivel residual es preciso conocer de antemano la ingestión diaria - aceptable, el factor alimenticio y el promedio del peso del consumidor. (6,10)

El límite máximo para jugos y néctares enlatados de acuerdo al Codex Alimentarius, que es un organismo conjunto de la FAO y la OMS encargado de elaborar normas para el comercio mundial de los alimentos es de 0.3 mg/l. (17)

## 2.6 EFECTOS BIOLOGICOS Y TOXICOLOGICOS

### 2.6.1 METABOLISMO

El plomo ingerido se disuelve y se absorbe en el tracto gastrointestinal, depositándose en el hígado y pasando por la circulación general. Sin embargo, esta no es la única forma de absorción ya que también puede ser aspirado por las vías respiratorias absorbiéndose por el epitelio de las mismas, la piel también puede presentar el mismo fenómeno. (6)

Una vez absorbido el metal, en el torrente sanguíneo, es transportado alrededor del cuerpo, más que otros metales pesados, por estar ligado a las células sanguíneas además de los constituyentes del plasma. Así, es distribuido de forma intercambiable a la sangre y el tejido blando, almacenándose en huesos. (6,9)

El plomo es ligado principalmente a los eritrocitos donde la concentración puede llegar a ser aproximadamente de 16 veces más alta que en el plasma. Algo de él es absorbido y transportado al cerebro donde puede ser retenido debido a la naturaleza del tejido. (6,9)

Se estima que el tiempo de vida media biológica total en el cuerpo es de cinco años. El tiempo de vida media en los huesos humanos es de diez años. (2)

El plomo es eliminado por el cuerpo por medio de las heces, por la orina y por el sudor. Aproximadamente el 80% del plomo ingerido es perdido por alguno de estos medios. Sin embargo, estos niveles de absorción se pueden ver aumentados o disminuidos por diversos factores como:

a) La edad, sexo, el estado de salud de los seres humanos; puede ser influenciado por el impacto de cualquier concentración de plomo en la dieta. Así, los niños pequeños son más susceptibles que los adultos a la toxicidad del plomo. (18)

b) El estado nutricional, específicamente con respecto al calcio y fósforo tienen gran influencia en la cantidad de plomo que se absorbe, es decir a mayor concentración de calcio y fósforo menor absorción de plomo. (18)

c) Deficiencias de hierro en el organismo, provocan mayor absorción de plomo en el mismo. (18)

d) Una dieta alta en carbohidratos pero carente de proteínas provoca una mayor absorción, además de agilizarla. (6)

El plomo inhibe la absorción y deposición del calcio en los huesos, además de interferir con otros procesos metabólicos dependientes del calcio. Aparentemente existe una similitud entre el metabolismo del plomo y del calcio. Ambos metales se encuentran en el hueso en forma cristalina, en el caso del calcio como fosfato de calcio. Se ha detectado que con el tiempo, el plomo cada vez más se introduce en la estructura del hueso y una vez ahí permanece por un período muy largo; existe el peligro potencial de que el plomo disponible persista por muchos meses después de una exposición a altos niveles de plomo. Además es posible, incluso, la movilización del

plomo almacenado en los huesos. Aún cuando ambos metales compiten por sitios intermoleculares similares, localizados en proteínas de la mucosa intestinal, el plomo se une a proteínas de elevado peso molecular, mientras que el calcio lo hace en proteínas de peso molecular más bajo. Otra diferencia entre la absorción del plomo y calcio es que el primero se absorbe en el intestino delgado y el segundo en el duodeno.

Una dieta alta en carbohidratos y escasa en proteínas promueve una tasa alta de absorción de plomo. (11)

### 2.6.2 EFECTOS BIOLÓGICOS

Los efectos nocivos del plomo se ven reflejados principalmente en el metabolismo celular, en el sistema gastrointestinal, el nervioso y el renal. Un envenenamiento agudo por plomo usualmente se manifiesta con grandes efectos en el sistema gastrointestinal; falta de apetito (anorexia), trastornos en la digestión (dispepsia) y constipación seguida de un intenso dolor abdominal. (6,11)

Los síntomas generales de un envenenamiento por plomo son: - decaimiento de la salud física, fatiga, disturbios en el sueño, dolor de cabeza, dolor de huesos y músculos, problemas digestivos. En cambio cuando el envenenamiento es tardíamente se produce: - anemia, encías negras, decremento en la fuerza muscular, concentraciones abdominales asociadas con severo estreñimiento, el sistema nervioso periférico se daña provocando convulsiones, delirio, coma y hasta la muerte. La encefalopatía, rara vez ocurre en los adultos - sin embargo, se presenta en los niños. Los riñones se ven dañados; - llevando a cabo sus funciones muy lentamente además de una pérdida progresiva de las mismas. (9)

En los niños la intoxicación puede provocar anemia, encefalopatía, además de vómito, apatía, somnolencia, estupor, irregularidades en los movimientos musculares (ataxia) y otros síntomas neurológicos

El plomo también produce fatiga y parálisis muscular. La acción muscular y nerviosa depende de un balance en el flujo de calcio a través de las membranas celulares.

## 2.7 ENLATADO

El enlatado fue descubierto por Nicolás Appert en 1790 llamado el arte de la "appertización", que consistía en que el alimento calentado en recipientes sellados era conservado si éstos no eran reabiertos o el sello no era roto. Nicolás Appert utilizó recipientes de vidrio, sin embargo, en años posteriores (1800-1850) Peter Duran recibió en Inglaterra patentes para recipientes de vidrio y metal, para el empaquetado de alimentos enlatados. Los recipientes metálicos de placa de estaño fueron llamados "canastillas", de donde se cree derivó la palabra "lata". (12,14)

Los primeros recipientes metálicos fueron pesados e imperfectos y difíciles de sellar, con el transcurso del tiempo el proceso se incrementó y así aparecen las primeras enlatadoras. (14)

El método del enlatado para la conservación de los alimentos abrió amplias posibilidades para el desarrollo de una industria que hoy literalmente, alcanza todo los rincones del mundo, permitiendo guardar alimentos perecederos por períodos largos o enviarlos a grandes distancias a lugares donde no es posible disponer de ellos. (14)

En la actualidad, una gran variedad de alimentos son enlatados: carnes, pescados, mariscos, lácteos, jugos, néctares, vegetales, frutas, entre otros. El método del enlatado permite que el producto retenga la mayor parte de sus cualidades nutritivas sin menoscabo de sus propiedades organolépticas como son el color, olor, sabor y textura. (6)

Si se compara con otros métodos de conservación de alimentos perecederos utilizables comercialmente (deshidratación, congelación, conservadores químicos y fermentación), el enlatado combinado con el tratamiento térmico es el más importante en cuanto a la cantidad de alimentos conservados. La conservación de los alimentos mediante el enlatado se debe a que el calor destruye los microorganismos capaces de inducir la alteración y descomposición de los mismos. Generalmente, aunque no siempre, este se lleva a cabo calentando el producto enlatado a una temperatura durante el tiempo necesario para inactivar aquellos microorganismos y sus esporas, que causarían de lo contrario la alteración de los alimentos durante su almacenamiento.

(6)

### 2.7.1 RECIPIENTES PARA ENLATADO

Los empaques se clasifican en primarios y secundarios:

- a) Los primarios son los que están en contacto directo con el alimento.
- b) Los secundarios son cajas o envolturas exteriores que contienen latas o frascos.

Las funciones generales de los empaques primarios son las siguientes:

- 1) Protección sanitaria
- 2) Protección contra pérdidas o asimilación de humedad y grasa.
- 3) Protección contra pérdidas o asimilación de gas y vapor.
- 4) Protección contra la luz (en caso de que el alimento lo necesite)

Deben tener las siguientes características:

- 1) Ausencia de toxinas y compatibilidad con el alimento
- 2) Resistencia al impacto
- 3) Facilidad de desecho
- 4) Y alguna otra especial (según lo requiera el alimento)

### 2.7.2 ELABORACION DE UNA LATA SANITARIA

Se realizan los siguientes pasos:

- 1) Los extremos muertos son ranurados
- 2) Encorvados
- 3) Los extremos muertos son enganchados
- 4) El gancho muerto enganchado es aplanado para formar una costura lateral
- 5) Se aplica soldadura en la superficie exterior
- 6) Los extremos del cuerpo son torcidos hacia el exterior - para darle la forma de un borde (lámina no. 1) (6,24)

### 2.7.3 NATURALEZA Y PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACION DE BOTES DE HOJALATA

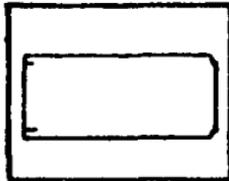
Los materiales básicos necesarios para la fabricación de los envases de hojalata convencionales para alimentos son:

- a) Hojalata como componente estructural de los envases
- b) Material empleado para la soldadura: para unir íntimamente las costuras laterales del cuerpo del bote (y en ocasiones incluso la unión de estas con las tapas)
- c) Materiales para juntas: para asegurar una unión hermética entre el cuerpo del bote y las tapas.
- d) Recubrimiento protector orgánico para mejorar el comportamiento de la hojalata frente a la corrosión y evitar el desarrollo de manchas, frecuente en el enlatado de algunos alimentos. (6)

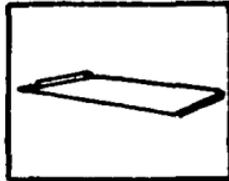
La hojalata y el aluminio son los únicos metales que merecen ser mencionados desde el punto de vista del enlatado y de ellos el primero es el que mayor importancia tiene. (6,12)

La hojalata se fabrica recubriendo láminas o tiras de acero de bajo contenido en carbono con una fina capa protectora de estaño. El grosor de la lámina de acero suele ser de 0.15 - 0.500 mm y el peso nominal del recubrimiento de estaño oscila entre 5.6 y 34 g/m<sup>2</sup>. (6)

LAMINA No. 1



CUADRO 1



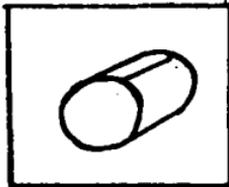
CUADRO 2



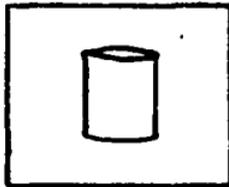
CUADRO 3



CUADRO 4



CUADRO 5



CUADRO 6

Antes de la segunda guerra mundial, prácticamente toda la hojalata se fabricaba por inmersión en caliente sometiendo láminas de acero a un baño de estaño fundido. Otro procedimiento para fabricar hojalata consiste en provocar el depósito de estaño sobre una cinta continua de acero a su paso por una solución acuosa de estaño soluble. A la hojalata producida por este procedimiento se le denomina hojalata electrolítica. Su fabricación es una operación que requiere una técnica depurada y que exige una inversión inicial de capital muy grande. Puede asegurarse, sin embargo, que la hojalata electrolítica debidamente protegida con recubrimientos orgánicos adecuados continuará desplazando a la producida por inmersión en caliente, ya que es más económica. (6,24)

La hojalata ofrece, frente a otros metales empleados para la fabricación de envases utilizables para el tratamiento térmico de los alimentos, una combinación única muy favorable de características que son: consistencia, moldeabilidad, resistencia al shock térmico, aspecto, costeo y por ser químicamente inerte. Esta es la razón del gran éxito alcanzado por los envases de este material. (6)

Los materiales empleados en la soldadura de los botes suelen estar constituidos a base de plomo y estaño. La soldadura de la hojalata obtenida por inmersión en caliente suele efectuarse con una mezcla que contiene el 35% - 50% de estaño. Para la soldadura de la hojalata electrolítica en máquinas automáticas el contenido de estaño se mantiene, por razones tanto técnicas como económicas rigurosamente por debajo del 3%. El nivel de impurezas del estaño empleado en este tipo de soldaduras se controla estrictamente, ya que la presencia de impurezas tales como el zinc, dificulta en gran manera esta operación. La presencia en el material de soldadura de aleaciones ricas en estaño constituye una ventaja para las soldaduras manuales de la hojalata y para otros usos en los que sólo se precisan temperaturas bajas. (22,26)

#### 2.7.4 BOTES DE ALUMINIO

Los botes de aluminio han sido usados en pequeña escala durante varias décadas, pero su empleo se ha incrementado considerablemente en los últimos años. (25)

Entre los hechos importantes que limitan la fabricación de los botes de aluminio se encuentran:

- a) La soldadura rápida de este material resulta difícil. Por ello estos botes se fabrican, no formando cilindros, a partir de una lámina de este material, sino por extracción o extrusión por impacto.
- b) El aluminio tiene que protegerse contra los ácidos de los alimentos para evitar la producción de hidrógeno. Esto se consigue mediante un recubrimiento de resina sintética, o bien sea en la propia lámina antes de la fabricación del bote o después de ella. (6)

#### 2.7.4.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS BOTES DE ALUMINIO

##### VENTAJAS

- 1) Buena resistencia a la corrosión externa, incluso en ambientes húmedos.
- 2) Ausencia de corrosiones internas.
- 3) Fácil montaje de cadenas para pequeñas producciones. No se precisan, como ocurre con los botes de hojalata, cadenas de gran producción que exigen inversiones elevadas, lo que las hace muy apropiadas para el establecimiento de mercados todavía en fase de desarrollo.
- 4) No ejercen ninguna influencia, o muy poca sobre el aroma y el color de los alimentos que contienen.
- 5) Pueden incluso someterse al fuego directo para calentar su contenido. (6)

- 6) Pueden dotarse de dispositivos de fácil apertura, para los que no se precisan abrelatas, o bien de cierres para apertura con llave.
- 7) Los botes no se oxidan, por lo que conservan parte de su valor al poder realizarse como pequeños recipientes. Tienen, además cierto valor como chatarra.
- 8) Pueden ser reciclables. (6)

#### INCONVENIENTES

- 1) Son menos resistentes que los de hojalata (los bordes se dañan con mayor facilidad)
- 2) Son generalmente más caros que los de hojalata.
- 3) Suelen precisar tipos de autoclaves para su esterilización.
- 4) Se dispone de una gama menor de tamaños que los de hojalata.
- 5) Los tipos más complejos de botes de fácil apertura precisa una maquinaria muy costosa. (6)

#### 2.7.5 TEORIA DEL USO DE BARNICES EN LATAS

Los revestimientos orgánicos - barnices - aplicados sobre la hojalata proporcionan en general, una adecuada protección contra la corrosión de la misma, con lo que el tiempo que limita la contaminación metálica del producto envasado mejoran sensiblemente el aspecto interior del envase y permiten el empleo de hojalatas de bajo recubrimiento de estaño. (12,14)

La eficiencia protectora de la película de barniz viene determinada tanto por las características fisicoquímicas del propio barniz y su compatibilidad con el producto a envasar como por las condiciones de aplicación sobre el soporte metálico y su capacidad para resistir las deformaciones propias de la fabricación del envase metálico.

(14)

El espesor de la película de barniz es uno de los factores que determinan el comportamiento de la hojalata barnizada, en especial a lo que se refiere a sus características mecánicas. Los diferentes tipos de barnices utilizados presentan para este parámetro un valor óptimo de forma que la aplicación de películas más finas reduce su resistencia química y mecánica, al tiempo que no cubre adecuadamente la superficie y por el contrario, un peso excesivo ocasiona problemas mecánicos en la fabricación de los envases. (2,3)

#### 2.7.5.1 TIPOS DE BARNICES Y SU EMPLEO

##### a) RESINAS NATURALES

1) Oleoresinas: son gomas y aceites naturales, por ejemplo, cuando un aceite natural es horneado sobre el metal, se forma una capa oleoresinosa la cual es muy durable.

b) RESINAS SINTETICAS: Los barnices basados en estas resinas son los de origen más reciente.

1) Fenólicos: Muy fuertes y resistentes al ataque químico, son muy recomendables para el enlatado de carnes y pescados. Algunas veces le imparten un sabor peculiar a algunos productos y son bastante quebradizos.

2) Vinílicos: Muy fuertes y libres de sabores. Buenos para la carveza y productos susceptibles a los sabores metálicos. Debido a que no resisten temperaturas de esterilización son recomendadas para productos calentados abajo de los 200°F.

3) Epoxiresinas: Lo más nuevo en el revestimiento de latas. Alta resistencia al color - flexible - libre de sabores pero muy alto su costo y por lo tanto son empleados solamente cuando una capa de barniz es la satisfactoria. (3)

## 2.8 ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO

La generación de átomos por medio de un atomizador (cámara de grafito) eléctricamente calentado, es una técnica complementaria a la absorción atómica convencional con flama con una alta sensibilidad que permite detectar los elementos traza de las muestras.

Los componentes básicos esenciales de un espectrofotómetro de absorción atómica son:

- 1) Fuente de luz
- 2) Monocromador
- 3) Sistema de detección y amplificador
- 4) Atomizador

La radiación de la fuente se dirige a través de la muestra atomizada hacia el monocromador, donde se aíslan las líneas de resonancia analíticas de otras longitudes de onda y se envía al detector, el amplificador convierte la señal en absorbancia o concentración y se muestra en el dispositivo de lectura. (1,5)

La función del atomizador en la absorción atómica es convertir la muestra en un vapor atómico. En la técnica más utilizada, se vaporiza una solución de la muestra que se dirige hacia una flama que necesita únicamente estar lo suficientemente caliente como para descomponer los elementos moleculares. (5)

En el nebulizador y cámara de premezcla ocurren tres pasos básicos:

- 1) El nebulizador convierte la muestra en un aerosol muy fino.
- 2) La muestra se mezcla con los gases combustible y oxidante, en la cámara de premezcla.
- 3) Los gases con las finas gotas de muestra emergen para la cabeza del quemador con un flujo laminar, hacia la

flama, en éstas las gotas de muestra se evaporan y -  
descomponen en átomos. (1)

En el análisis del horno de grafito el atomizador utilizado son hornos calentados eléctricamente. El tubo es normalmente de grafito-pirolizado, está rodeado por dentro y por fuera por una corriente - protectora de un gas inerte como argón o nitrógeno. Esto elimina el oxígeno que podría causar que el grafito se quemara rápidamente, a - las altas temperaturas que se utilizan. (5)

En el análisis por horno de grafito incluye 3 etapas de calenta - miento de la muestra: secado, mineralización y atomización. (1)

En el horno de grafito la muestra es colocada dentro del peque - ño tubo de grafito el cual es calentado eléctricamente por incremen - to de temperatura en cada etapa, en el proceso de secado, la descom - posición térmica de la matriz y la disociación en átomos libres - (atomización). Durante las etapas de secado y descomposición térmica una corriente de gas inerte es pasado a través del tubo para remover el solvente y vapores de la matriz. Esta es la gran diferencia con respecto a la absorción atómica con flama, en este caso la mayor - parte de los componentes de la matriz son eliminados antes de la - atomización, por lo que la atomización tiene lugar dentro de una - atmósfera inerte. (1)

Durante la atomización, la corriente de gas que pasa a través - del tubo de grafito es reducida, o para ciertas aplicaciones este - flujo de gas se interrumpe, esto hace que los átomos libres permanez - can por mayor tiempo en el haz de luz, incrementando mil veces la permanencia en el horno que en flama donde los átomos pasan en pocos milisegundos. Consecuentemente, una considerada cantidad de átomos - son estimulados para ser absorbidos. Esto permite el uso de pequeñas cantidades de muestra o la detección de cantidades a nivel de traza. (1)

En el horno de grafito, las muestras son colocadas en un tubo de grafito con una micropipeta. El análisis no se limita a muestras líquidas, muestras sólidas también pueden ser analizadas por horno de grafito. (1)

## 2.8.1 DESARROLLO DE PROGRAMA ANALITICO

En el análisis de flama, la desolvatación de la muestra, disociación de la matriz y la generación de átomos del elemento en estado basal ocurre instantáneamente. En el horno de grafito la determinación del mismo proceso ocurre secuencialmente durante las etapas de secado, pretratamiento termal (mineralización) y atomización. (1)

Un análisis realizado con el horno requiere un mayor período de tiempo y una cuidadosa selección de las temperaturas en cada etapa que aseguren que cada proceso se está realizando efectivamente. (1)

### TIEMPO Y TEMPERATURA DE SECADO

El principal propósito de esta etapa es evaporar los líquidos presentes en la muestra. La temperatura se selecciona tomando en cuenta el punto de ebullición del solvente o del componente líquido de la muestra sólida. (1)

Una temperatura demasiado alta puede producir pérdida de muestra, dejando una precisión analítica pobre. Para evitar esto, la temperatura puede elevarse gradualmente y a esto se le llama "rampa de secado". (1)

### RAMPA DE SECADO

En muchas muestras que contienen solventes, una temperatura de secado no es suficiente para que se evapore. También altas temperaturas de secado causarían que componentes de baja ebullición se supercalentarán y por crepitación causar que la muestra se redistribuya -

dentro del tubo del horno en una forma no reproducible.

#### TIEMPO Y TEMPERATURA DE MINERALIZACION

La temperatura de mineralización se requiere para remover los componentes de la matriz de la muestra que son más volátiles que los compuestos del elemento de interés antes de la atomización. (1)

Deben tomarse en cuenta en la temperatura y el tiempo de mineralizado lo siguiente:

- 1) Un tiempo suficientemente largo de mineralización y una temperatura alta deberán ser usados para volatilizar interferencias o matrices de muestras que producen humo.
- 2) El tiempo de mineralización debe ser corto y la temperatura baja para asegurar que no se perdió el elemento de interés durante la etapa de mineralización. (1)

#### RAMPA DE MINERALIZADO

Debido a que la muestra contiene en su matriz diferentes componentes requiere un rango amplio de temperatura de mineralización para lograr la destrucción completa de éstos. Si usamos una temperatura de mineralización muy alta, sin utilizar la rampa, los componentes más volátiles de la matriz pueden ser disociados, hervir y causar crepitación de la muestra dentro del tubo. (1)

#### TIEMPO Y TEMPERATURA DE ATOMIZACION

La temperatura de atomización debe seleccionarse en función de la volatilidad del elemento. La optimización de la temperatura de atomización puede realizarse utilizando un volumen adecuado de estándar acuoso del elemento en una concentración que proporcione una absorbancia entre 0.2 - 0.5. El pico de absorbancia no muestra un incremento continuo con la temperatura de atomización, debido a que la pérdida del vapor atómico del atomizador también se incrementa con la temperatura. (1)

### RAMPA DE ATOMIZACION

La rampa de atomización facilita la volatilización del elemento antes de la matriz, si ésta es más volátil que ella. Si la matriz tiene menor o igual volatilidad que el analito, pueden ser atomizados simultáneamente y es necesario que el uso del corrector de fondo en algunas ocasiones el corrector de fondo no corrige completamente, por lo que deberá usarse la rampa de atomización para compensar esta diferencia y lograr un análisis satisfactorio. (1)

### SELECCION DE PARAMETROS DEL FLUJO DE GAS

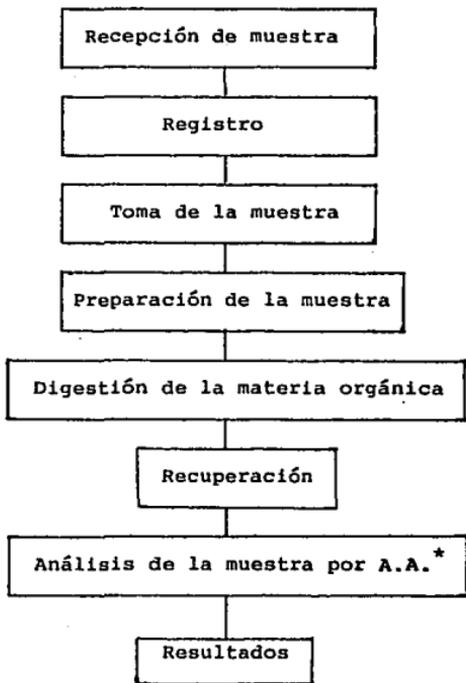
El flujo de gas inerte a través y alrededor del tubo de grafito sirve para remover los componentes de la muestra del atomizador en cada etapa del análisis y proteger el tubo de grafito de la oxidación.

Durante la atomización el flujo de gas deberá ser reducido a cero, esto mejora la sensibilidad para el elemento analizado, este efecto es el resultado del incremento del tiempo de residencia del vapor atómico dentro del camino óptico. Generalmente, la mejor sensibilidad será obtenida cuando el flujo de gas sea programado a cero durante la atomización. (1)

**CAPITULO III**

## PARTE EXPERIMENTAL

## 3.1 DIAGRAMA GENERAL



\* A.A. Absorción atómica.

### 3.2 MATERIAL, REACTIVOS Y EQUIPO

#### 3.2.1 MATERIAL DE LABORATORIO

Matraz bola de fondo plano con entrada esmerilada 24/40 de 250 ml. (pyrex)

Matraz aforado de 100 ml. (pk)

Pipetas volumétricas de 5 y 10 ml. (pk)

Pipetas graduadas de 10 ml. (pk)

Papel filtro whatman #43 ó #1

Embudo de plástico de 7 cm. de diámetro

Refrigerantes con entrada esmerilada 24/40 (IVA)

Parrilla eléctrica con placa de cerámica (Cimarec 2)

#### 3.2.2 REACTIVOS

HNO<sub>3</sub> grado reactivo (Merck)

HNO<sub>3</sub> grado suprapure (alta pureza) (Merck)

H<sub>2</sub>O desionizada

Estandar de plomo certificado, con una concentración de 1000 ug/ml. (Perkin Elmer)

Gas argón ultra alta pureza (Linde)

#### 3.2.3 EQUIPO

Espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito (Perkin Elmer)

Programador (Perkin Elmer, HGA-400)

Graficador (Perkin Elmer, modelo 56)

Micropipetas de 1000 ul; 200 ul y 20 ul. (Ependor)

Lámpara de cátodo hueco de plomo (Perkin Elmer)

### 3.3 METODOLOGIA

La metodología utilizada fué implantada y desarrollada en el Laboratorio Nacional de Salud Pública, basada en las recomendaciones de la Norma ISO 6633 "Determinación de plomo en frutas y productos-derivados por Absorción Atómica con Horno de Grafito".

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio Nacional de Salud Pública por verificadores de la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios y de la Dirección General de Salud Pública del Distrito Federal, recolectadas en diferentes establecimientos - tanto fórâneos como locales.

En el Laboratorio Nacional de Salud Pública las muestras fueron llevadas a recepción en donde se les colocó un registro para poder identificarlas, posteriormente se llevaron al Laboratorio de Metales Pesados, en donde se les analizó.

Las muestras se prepararon para la determinación de plomo a través de una digestión de la materia orgánica con ácido nítrico concentrado, se recuperó con agua desionizada y se cuantificó por medio de absorción atómica con horno de grafito.

**CAPITULO IV**

## RESULTADOS Y DISCUSION

## 4.1 RESULTADOS

Fueron analizadas 195 muestras, con 7 diferentes marcas - comerciales, las cuales se les identificará como: A, B, C, D, E, F y G.

TABLA I

CONCENTRACION DE PLOMO EN JUGOS Y NECTARES DE FRUTA		
MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb $\mu\text{g/ml}$ .
A	E	ND
A	E	ND
A	E	ND
A	E	0.11
A	Pb	1.04
A	Pb	0.51
A	E	0.04
A	Pb	1.02
A	Pb	0.73
A	Pb	0.71
A	E	0.03
A	E	0.87

E = Electrosoldadura

Pb = Soldadura de plomo

ND = No detectado

## CONTINUACION

MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb $\mu\text{g/ml}$
A	E	0.05
A	E	0.09
A	E	0.05
A	E	ND
A	E	0.07
A	E	ND
A	E	ND
A	Pb	0.40
A	E	0.01
A	E	0.06
A	E	0.03
A	E	ND
A	Pb	0.45
A	E	0.08
A	E	0.08
A	E	ND
A	E	0.04
A	E	0.08
A	E	0.09
A	E	0.23
A	E	0.19
A	E	0.11
A	E	0.08
A	E	1.15
A	E	0.10
A	Pb	1.22
A	E	ND
A	E	0.03
A	E	0.02

## CONTINUACION

MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb $\mu\text{g/ml}$
A	E	ND
A	Pb	1.16
A	E	0.10
A	E	0.11
A	E	0.18
A	E	0.02
A	E	0.22
A	E	0.28
A	E	0.30
A	E	ND
A	E	0.08
A	E	0.12
A	E	0.23
A	E	ND
A	E	0.04
A	E	ND
A	E	0.04
A	E	ND
A	E	ND
A	Pb	1.07
A	E	0.23
A	E	0.40
A	E	ND
A	E	0.05
B	E	0.02
B	E	0.44
B	E	0.09
B	E	0.05

## CONTINUACION

MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC.DE Pb $\mu\text{g/ml}$ .
B	E	0.17
B	E	0.16
B	Pb	0.95
B	Pb	0.74
B	Pb	0.79
B	Pb	0.43
B	Pb	0.75
B	E	0.30
B	Pb	0.86
B	Pb	0.36
B	E	0.69
B	E	1.02
B	E	ND
B	Pb	0.8
B	Pb	0.75
B	Pb	0.79
B	E	0.38
B	E	0.82
B	E	0.74
B	E	0.24
B	E	0.21
B	E	0.62
B	E	0.44
B	E	0.88
B	E	0.74
C	E	0.05
C	E	0.38
C	E	0.56
C	E	0.07

## CONTINUACION

MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb $\mu\text{g/ml}$ .
C	E	0.09
C	E	0.14
C	E	0.05
C	E	0.14
C	E	0.14
C	E	0.23
C	E	0.12
C	E	0.17
C	E	0.36
C	E	ND
C	E	0.41
C	E	0.04
C	E	ND
C	E	0.01
C	E	0.84
C	E	ND
C	E	0.14
C	E	0.36
C	E	0.32
C	E	0.40
C	E	0.09
D	Pb	ND
D	Pb	0.66
D	Pb	0.90
D	Pb	ND
D	Pb	0.79
D	Pb	ND
D	Pb	0.27

## CONTINUACION

MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb $\mu\text{g/ml}$ .
D	Pb	ND
D	Pb	ND
D	Pb	ND
D	Pb	0.79
D	Pb	0.54
D	Pb	0.56
D	Pb	ND
D	Pb	ND
D	Pb	0.10
D	Pb	0.20
D	Pb	ND
D	Pb	0.47
D	Pb	ND
D	Pb	0.10
D	Pb	0.27
D	Pb	0.66
D	Pb	0.90
D	Pb	ND
D	Pb	0.14
E	Pb	1.15
E	Pb	1.50
E	Pb	0.81
E	Pb	0.72
E	Pb	ND
E	Pb	ND
E	Pb	0.56
E	Pb	0.29

## CONTINUACION

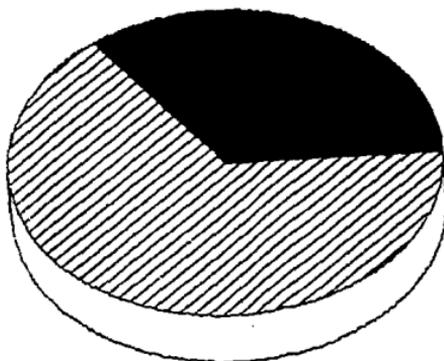
MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb $\mu\text{g/ml}$ .
E	Pb	0.70
E	Pb	0.26
E	Pb	0.22
E	Pb	0.15
E	Pb	0.30
E	Pb	0.35
E	Pb	0.65
E	Pb	0.75
E	Pb	0.35
F	Pb	ND
F	Pb	0.28
F	Pb	ND
F	Pb	0.13
F	Pb	0.24
F	Pb	0.10
F	Pb	0.54
F	Pb	ND
F	Pb	ND
F	Pb	0.40
F	Pb	1.09
F	Pb	0.29
F	Pb	0.10
F	Pb	0.09
F	Pb	0.38
F	Pb	0.04
F	Pb	0.10

## CONTINUACION

MARCA	TIPO DE SOLDADURA	CONC. DE Pb EN $\mu\text{g/ml}$ .
G	E	0.11
G	E	0.04
G	E	ND
G	E	ND
G	E	0.13
G	E	0.08
G	E	0.08
G	E	0.66
G	E	0.04
G	E	0.10
G	E	0.15
G	E	0.05
G	E	0.02
G	E	0.10
G	E	0.05
G	E	0.09

## GRAFICA I

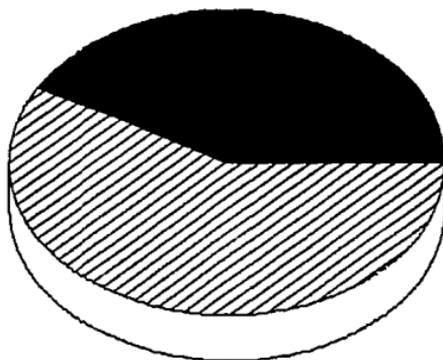
Porcentaje del contenido de plomo en el universo de muestras analizadas (en envases sellados con soldadura de plomo y electrosoldadura).



-  34.35% de muestras con una concentración mayor a 0.3 ppm de plomo
-  65.64% de muestras con una concentración menor a 0.3 ppm de plomo.

## GRAFICA II

Porcentaje del universo de muestras de acuerdo al tipo de soldadura.

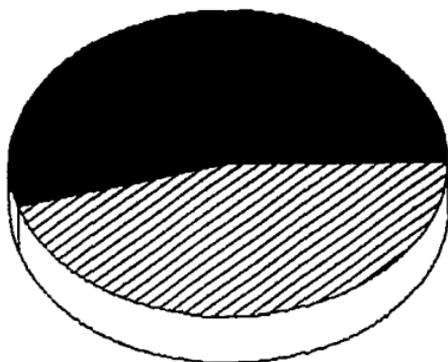


■ 41.53% de muestras con soldadura de plomo

▨ 53.46% de muestras con electrosoldadura

## GRAFICA III

Porcentaje de muestras con concentraciones mayor y menor a 0.3 ppm con soldadura de plomo.



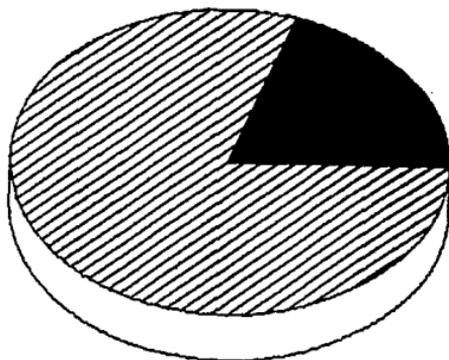
54.32% mayor a 0.3 ppm de plomo



45.67% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA IV

Porcentaje de muestras con concentraciones mayor y menor a 0.3 ppm de plomo con electrosoldadura.



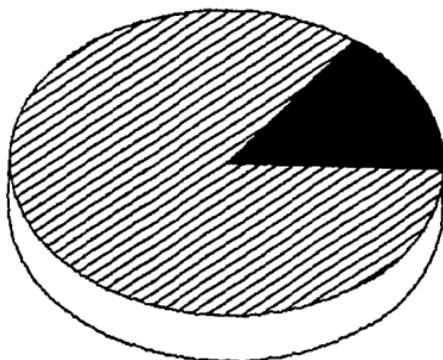
20.17% mayor a 0.3 ppm de plomo



79.82% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA V

Marca "A" porcentaje de muestras con concentración de plomo en envases sellados con soldadura de plomo y electrosoldadura.

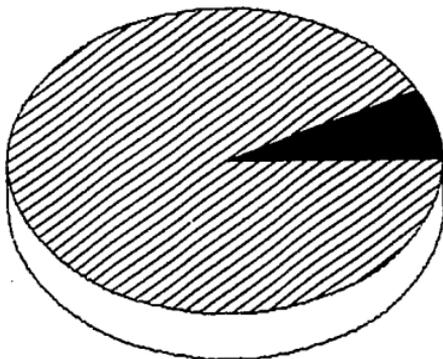


■ 5.28% de muestras con soldadura de plomo

▨ 84.61% de muestras con electrosoldadura

## GRAFICA VI

Marca "A" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con electrosoldadura.

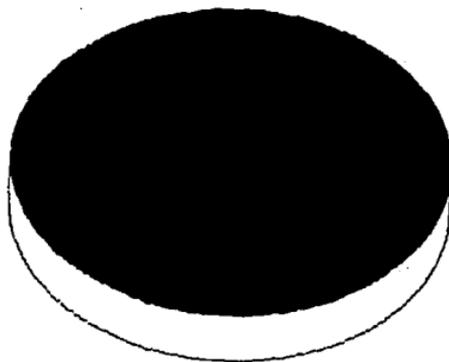


■ 7.27% mayor a 0.3 ppm de plomo

▨ 92.72% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA VII

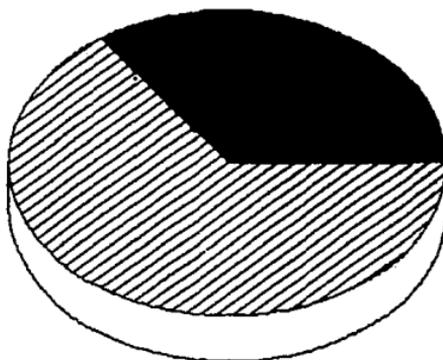
Marca "A" porcentaje de muestras con concentración mayor de plomo en envases sellados con soldadura - de plomo.



100% mayor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA VIII

Marca "B" porcentaje de muestras con concentración de plomo en envases sellados con soldadura de plomo y electrosoldadura.



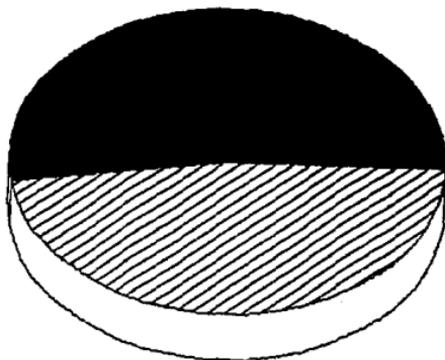
34.48% de muestras con soldadura de plomo



65.51% de muestras con electrosoldadura.

## GRAFICA IX

Marca "B" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con electrosoldadura.



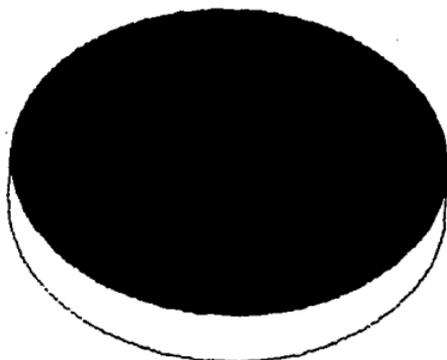
52.63% mayor a 0.3 ppm de plomo



47.36% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA X

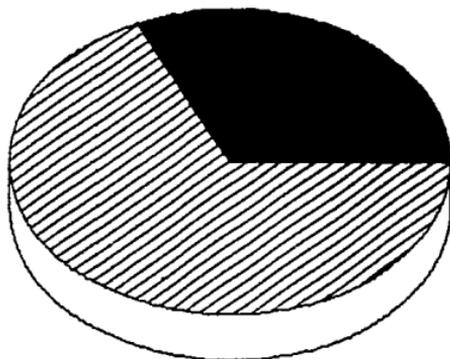
Marca "B" porcentaje de muestras con concentración mayor de plomo en envases sellados con soldadura - de plomo.



■ 100% mayor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA XI

Marca "C" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con electrosoldadura.



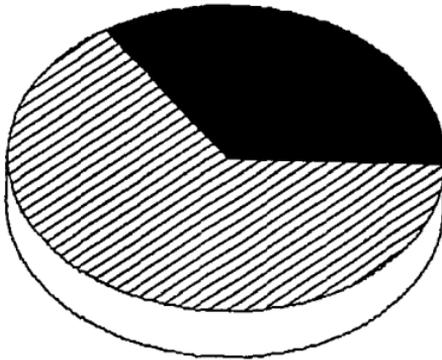
32.0% mayor a 0.3 ppm de plomo



68.0% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA XII

Marca "D" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con soldadura de plomo.

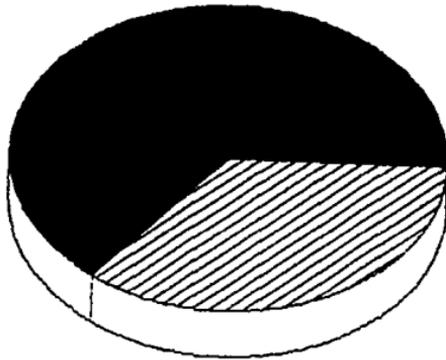


■ 34.61% mayor a 0.3 ppm de plomo

▨ 65.38% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA XIII

Marca "E" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con soldadura de plomo.

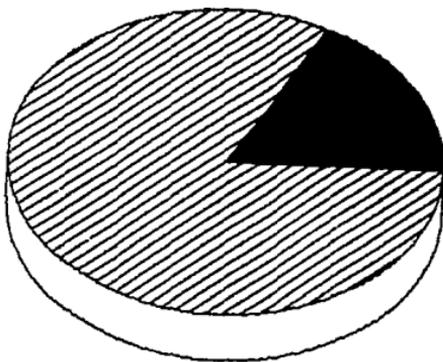


■ 64.70% mayor a 0.3 ppm de plomo

▨ 35.29% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA XIV

Marca "F" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con soldadura de plomo.

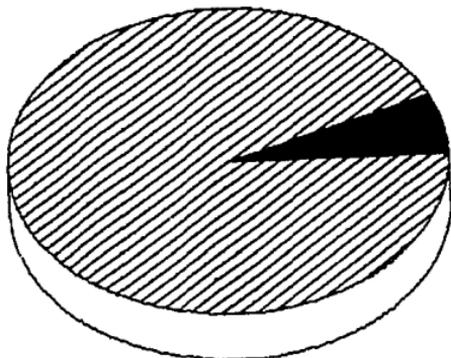


■ 17.64% mayor a 0.3 ppm de plomo

▨ 82.35% menor a 0.3 ppm de plomo

## GRAFICA XV

Marca "G" porcentaje de muestras con concentración mayor y menor de plomo en envases sellados con electrosoldadura.



6.25% mayor a 0.3 ppm de plomo



93.75% menor a 0.3 ppm de plomo

#### 4.2 DISCUSION DE RESULTADOS

De las marcas comerciales analizadas solamente 2 de ellas (A,B) presentaron ambos tipos de cierre en la hojalata (soldadura de plomo y electrosoldadura). Sin embargo, las muestras con soldadura de plomo en su totalidad sobrepasaron el límite máximo de 0.3 ppm. En los envases con electrosoldadura la marca "A" sobrepasó el límite óptimo en un 7.27%, mientras que en la marca "B" el 52.6% rebasó el límite de 0.3 ppm, por lo que se encuentra fuera de especificaciones en ambos tipos de hojalata por lo tanto es una marca con alto contenido de plomo que no debería encontrarse en el mercado.

Las marcas comerciales designadas con las letras C, D, E, F Y G únicamente presentaron un tipo de cierre: soldadura de plomo o electrosoldadura. También presentaron niveles altos de plomo. En una sólo marca "E" el contenido de plomo máximo fue de 6.25%, en comparación con las anteriores marcas el porcentaje fue bajo, pero considerando que es un producto de consumo humano y que daña a la salud debería de usarse otro tipo de envase.

**BIBLI  
OGRA  
FIA**

**CONCLUSIONES**

- Del total de muestras analizadas (195), el 34.3% sobrepaso el límite de 0.3 ppm de contenido de plomo, el 65.4% presentó una concentración menor de 0.3 ppm de plomo.
- El 41.53% de los jugos y néctares analizados, utilizó soldadura de plomo para el cierre de la hojalata, de los cuales el 54.3% excedió los límites establecidos para el plomo.
- El 58.46% de las muestras analizadas utilizó cierre de electrosoldadura de las cuales el 20.17% tuvo una concentración mayor a 0.3 ppm de plomo.
- El mayor contenido de plomo se encontró en las muestras de envases con cierre de soldadura de plomo.
- En los envases de hojalata con cierre de electrosoldadura y soldadura de plomo se debe tener un control más estricto, ya que en el análisis de jugos y néctares el contenido de plomo en términos generales excedió el límite máximo de 0.3ppm siendo un peligro para la salud.
- Se debería utilizar otro tipo de envase en el que no exista peligro para el consumo humano.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1) Aida Albuerne. MICROANALISIS DE CATIONES POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO. Laboratorio Nacional de fomento Industrial. México, D.F. 1992
- 2) Alfaro Garces Juan. DETERMINACION COMPARATIVA POR COLORIMETRIA Y ABSORCION ATOMICA DE ESTAÑO, PLOMO, COBRE Y ARSENICO COMO ELEMENTOS CONTAMINANTES EN ALGUNOS ALIMENTOS ENLATADOS. Facultad de Química. UNAM. 1978
- 3) Bolaños Esparza Herlinda. DETERMINACION DE PLOMO EN REFRESCOS ENLATADOS. Facultad de Química. UNAM. 1982
- 4) Criterios de Salud Ambiental no. 3 PLOMO OPS/OMS. Washington D.C. 1980
- 5) D. Beaty Richard. CONCEPTOS, INSTRUMENTACION Y TECNICAS DE ESPECTROFOTOMETRIA POR ABSORCION ATOMICA. Perkin Elmer. México. 1991
- 6) Fabregat Vazquez Mayra. EVALUACION DE PLOMO EN ALIMENTOS MARINOS ENLATADOS. Facultad de Química. UNAM. 1992
- 7) Food and Drug Administration's Total Diet Study. CONTAMINATION CONTROL. Kansas City District. Laboratory, Lenexa, Ks. 1993
- 8) Grandjean, P., Nielsen, T.: Residue Rev. 72, 98. 1979
- 9) Goodman y Gilman. LAS BASES FARMACOLOGICAS DE LA TERAPEUTICA. Ed. Medica Panamericana. 6ª ed. 1990

- 10) Jacobs, B., Morris. CHEMICAL ANALYSIS OF FOODS AND FOODS PRODUCTS, 3a. ed., Krieger Publishing, N.Y. USA. 1973 -
- 11) Kirk - Othmer. ENCYCLOPEDIA CHEMICAL TECHNOLOGY. 3a. ed. vol. 14 A. Wiley-Interscience Publication. USA. 1984
- 12) Heiss. PRINCIPIOS DE ENVASADO DE LOS ALIMENTOS. Ed. Acribia. - España. 1989
- 13) Laugheirich, A.P., Roberts, D.B.: OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY EN: Modern Methods of Geochemical Analysis (Wainerrdi, R.E., - eds) New York-London. Plenum Press. 1971
- 14) Lara Hernández Benjamin. EVALUACION DE LOS CONTAMINANTES METALICOS PLOMO Y CADMIO EN JUGOS ENLATADOS DE ACUERDO AL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y ACIDEZ DE LOS MISMOS. Facultad de Química. - UNAM. 1982
- 15) Naven, C.E. COMPILATION OF LEAD LIMITS FOR HAZARDOUS SUDSTANCES IN FISH AND FISHERIES PRODUCTS. Food and Agriculture Organita -- tion the United Nations. Rome, 1983
- 16) Norman W. Desrosier. CONSERVACION DE LOS ALIMENTOS. Ed. Ceca - 4ª. Ed. 1989
- 17) Programa Conjunto FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias del Codex - para jugos de frutas, jugos concentrados de frutas y néctares de fruta. codex Alimentarius Vol. X 1ª ed. 1973
- 18) R. Deroche TOXICOLOGIA Y SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS. Ed. Omega. Barcelona, España. 1990.

- 19) Reilly. METAL CONTAMINATION OF FOOD. Applied Science. Publisher - Ltd. Londres. 1990
- 20) Stanley E. Manahan. TOXICOLOGICAL CHEMISTRY. Lewis Publishers. - Second. ed. USA. 1992
- 21) T.D. Luckey. METAL TOXICITY IN MAMMALS. ED. Plenum Press. New - New York. 1991
- 22) Ullman, F. ENCICLOPEDIA QUIMICA INDUSTRIAL. Tomo 8, Parte 1. - Ed. Gustavo Gili. Barcelona. España. 1982
- 23) Us Environmental Protection Agency: AIR QUALITY CRITERIA OF LEAD USA. 1977
- 24) Vargas Conde Luis Eduardo. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE PLOMO EN CHILES JALAPEÑOS ENLATADOS. Escuela de Química. Universidad La Salle. 1989
- 25) Who Environmental Health CRITERIO 3-LEAD. (Ginebra). 1977
- 26) World Health Organization: ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIO LEAD - Geneva Switzerland.. 1977

**APENDICE****TECNICA**

Agitar la muestra para homogenizar, limpiar y abrir la lata, - tomar 100 ml. de la muestra y colocar en matraz Erlenmeyer de 125 ml tomar 5 ml. y transferir a un matraz de bola de fondo plano, adicionar con pipeta graduada 10 ml. de ácido nítrico grado suprapure -- (alta pureza), conectar el matraz al sistema de refrigerantes.

Digerir la muestra a 60°C por 3 horas aproximadamente, dejar - enfriar y enjuagar el refrigerante por la parte superior con agua desionizada, desconectar el refrigerante del matraz bola y enjuagar las juntas esmeriladas con agua desionizada, recolectando los lavados en el matraz bola de fondo plano, filtrar en un embudo con papel filtro y adicionar el lavado al matraz de filtración.

Leer en el espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito, inyectar 20 ul (de acuerdo a indicaciones del manual), se corre el programa. Tanto las muestras como el blanco de reactivos se inyectan por duplicado o hasta tener dos o más alturas de pico similares de una sola muestra, ésto con la finalidad de tener reproducibilidad en los resultados. Posteriormente se realiza la curva -- estandar.

**PREPARACION DE LA CURVA ESTANDAR**

a) Colocar en un tubo 1 ml. de muestra y extraer 0.025 ml. de la muestra, quedando en el tubo 0.975 ml. de muestra, adicionar - 0.025 ml. del estándar de plomo con una concentración de 1 ug/ml. el volumen del tubo es de 1 ml. con una concentración aproximada de - 0.025 ug/ml.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

b) Colocar en un tubo 1 ml. de muestra y extraer 0.050 ml. de la muestra, quedando en el tubo 0.050 ml. de la muestra, adicionar 0.050 ml. del estándar de plomo con una concentración de 1 ug/ml. el volúmen del tubo es de 1 ml. con una concentración aproximada de 0.050 ug/ml.

c) Colocar en un tubo 1 ml. de muestra y extraer 0.075 ml. de la muestra, quedando en el tubo 0.025 ml. de la muestra, adicionar 0.075 ml. del estándar de plomo con una concentración de 1 ug/ml. el volúmen del tubo es de 1 ml. con una concentración aproximada de 0.075 ug/ml.

#### PREPARACION DE LA SOLUCION DE TRABAJO

Se parte de un estándar madre de una concentración de 1000 ug/ml

a) Se toma del estándar madre 10 ml. y se afora a 100 ml. con agua desionizada, se obtiene una solución cuya concentración será de 100 ug/ml.

b) Se toman 10 ml. de "a" y se afora a 100 ml. con agua desionizada, se obtiene una solución cuya concentración será de 10 ug/ml.

c) Se toman 10 ml. de "b" y se afora a 100 ml. con agua desionizada, se obtiene una solución cuya concentración será de 1 ug/ml., siendo la solución que se utiliza en la curva estándar.

## ELABORACION DE CALCULOS

Para la elaboración de cálculos se realizan las siguientes tablas con los siguientes datos:

TABLA I

MUESTRA	ALTURAS DE PICO (CM)	$\bar{X}$	$\bar{X} - MB$
---------	----------------------	-----------	----------------

Donde:

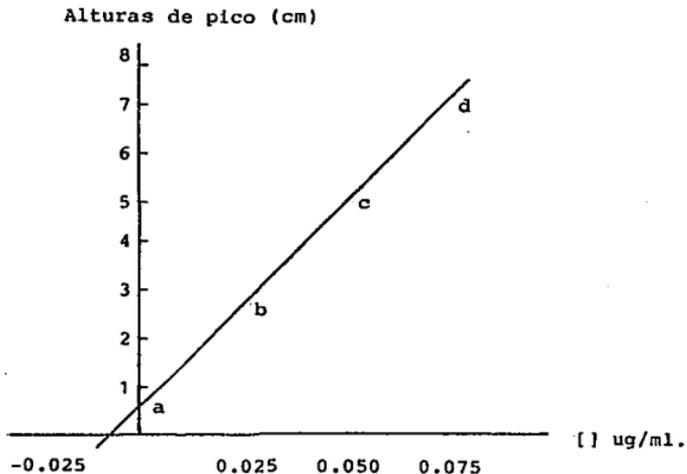
Alturas de pico = alturas de pico de las muestras cuando son inyectadas en el - espectrofotómetro.

$\bar{X}$  = media

MB = blanco

Se realiza la siguiente gráfica.

se grafica el dato de alturas promedio de picos menos MB (blanco) contra concentración.



Donde:

a = altura de pico de la muestra con que se hizo el añadido (muestra sólo)

b = muestra más estándar

c = muestra más estándar

d = muestra más estándar

TABLA II

LECTURA EN GRAFICA	VOL. DE MUESTRA	AFORO
--------------------	-----------------	-------

Donde:

Lectura en gráfica = es el valor obtenido en gráfica al interpolar las alturas de cada muestra

Vol. de muestra = alícuota tomada

Aforo = volúmen total de recuperación.

De acuerdo a los anteriores datos se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{ug/ml.} = \frac{A \times B}{C}$$

Donde:

A = lectura en gráfica

B = aforo de recuperación

C = alícuota

TABLA III

ppm	$\overline{\text{ppm}}$
-----	-------------------------

Donde:

ppm = partes por millón (muestras inyectadas por duplicado)