



Universidad Nacional Autónoma de México  
FACULTAD DE QUIMICA

---

Determinación de Metales en Jugos  
Naturales y Enlatados por Absorción  
Atómica

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
Sergio Alarcón Celis

MEXICO, D. F.

1 9 7 5

---



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 1975

M.V. 11

FECHA \_\_\_\_\_

PROC \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



QUÍMICA

Jurado asignado originalmente según el tema.

PRESIDENTE Enrique García Galeano  
V O C A L Francisco Fernández Moriega  
SECRETARIO Alberto de la Fuente Zuno  
1er.SUPLENTE Ruben Berra García y Coss  
2do.SUPLENTE Graciela Chávez Beltran

Sitio donde se desarrolló el tema: Lab. de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente SSA.

Nombre completo de los sustentantes: Ruben Ramírez de la Torre  
Sergio Alarcón Celis

Nombre completo del asesor del tema: Alberto de la Fuente Zuno



Quiero agradecer a la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, S.S.A. al laboratorio de la Direc. Gral. de Investigación, en especial al Ing. Luis E. Ehrlich F, Ing. Alberto de la Fuente Zuno, Ing. José R. Mora F., y a todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron en el desarrollo de este trabajo.

## I N D I C E

	Pag.
1. INTRODUCCION	1
2. GENERALIDADES	3
2.1 Frutas más importantes en México.	5
2.2 Localización de las regiones frutícolas.	8
2.3 Estadísticas.	11
3. TOXICOLOGIA	18
3.1 Toxicidad Química.	19
4. PROCESO DE ENLATADO DE LOS JUGOS DE FRUTAS	23
4.1 Recipientes de estaño.	24
4.2 Fabricación de una lata sanitaria.	26
4.3 Descripción del proceso de enlatado.	28
5. EQUIPO EMPLEADO	38
5.1 Sistemas instrumentales.	46
5.2 Fuentes luminosas.	48
5.3 Vida de la lámpara	50
5.4 Sensibilidad del método.	54
5.5 Condiciones de operación Espectrofóto tro.	57
6. PARTE EXPERIMENTAL	59
7. CONCLUSIONES	63
8. BIBLIOGRAFIA	68

## 1. INTRODUCCION.

Siendo la contaminación del medio ambiente, uno de -- los problemas que más preocupa en la actualidad debi\_ do al rápido desarrollo tecnológico e industrial, jun\_ to con el aumento de la población en las zonas urba\_ nas.

Igualmente significativo pero menos aparente es la -- contaminación de los alimentos ya que es un tema con\_ cerniente a la Salud Pública.

Debido a la importancia que implica este problema sur\_ gió la idea de llevar a cabo una breve investigación sobre trazas de metales pesados en jugos enlatados -- por absorción atómica considerando los posibles efec\_ tos toxicológicos.

Los alimentos al consumirlos como productos termina\_ dos de una larga cadena de preparación y operaciones de procesamiento, durante el cual pudo ser contaminado por trazas de metales. Los metales pueden estar presen\_ tes como resultado inevitable de las operaciones tec\_ nológicas o bien de la contaminación del medio ambien\_ te.

Hablando en general acerca de los factores que se con\_ sideran causa de la contaminación de alimentos por -- trazas de metales estarían:

i) La tecnología de la Agricultura, donde los metales pueden ser componentes de insecticidas, pesticidas, -

fertilizantes y todos aquellos productos que contaminen los suelos.

ii) El procesamiento de los alimentos, es decir como contaminantes de los aditivos alimentarios o por contacto físico con los recipientes y el equipo así como también por reacción química entre el jugo y la lata.

iii) Factores geológicos y la localización geográfica así como también la contaminación industrial y urbana pueden producir variaciones de trazas de metales en el contenido de los alimentos.

Sabemos que para lograr la solución a este problema - en México se requerirá de tiempo y gran esfuerzo económico, pero creemos que esto no se debe escatimar si con ello se logran abatir enfermedades y se creen mejores medios de vida para el bienestar del país.

## 2. GENERALIDADES.

El fin de la producción de los alimentos es proporcionar materias nutritivas apetecibles y económicas, en los productos alimenticios que han sido objeto de un proceso de elaboración, la calidad indicará el grado de éxito en conservar las propiedades deseables de la materia prima y los caracteres típicos comunicados al producto elaborado.

La mayor parte de los alimentos producidos en todo el mundo se consumen en estado fresco, sin embargo por los adelantos tecnológicos y el perfeccionamiento en la elaboración, la conservación y composición de los alimentos se han creado grandes industrias que se dedican a la fabricación de productos alimenticios. En los países tecnológicamente adelantados, las industrias de la alimentación y la facilidad para encontrar productos alimenticios elaborados son factores importantes de la productividad nacional y de la Salud Pública.

Definiendo a las frutas como ovarios maduros de una flor, generalmente la porción comestible es la parte carnosa que cubre las semillas.

Al hablar de frutales es indispensable referirse en forma muy especial a todos los factores que inciden -

en la producción, tales como factores ecológicos, cuidados de la planta, enfermedades ya que es de suma importancia por tratarse de un cultivo intensivo, en el cual una sola planta tiene un gran valor.

Factores ecológicos.- Son todos aquellos que constituyen el medio ambiente en el cual se desarrolla la planta, es decir, el clima y suelo.

También los factores climáticos como son la luz, calor, humedad, viento, terreno son de vital importancia puesto que de ellos dependerá la calidad de la fruta.

En lo que se refiere a jugos de frutas enlatados (conservados por medio de calor), se han preparado en muchos países con gran variedad de frutas durante más de un siglo, su producción en gran escala no empezó sino hasta después del año 1930.

Si bien la industria de los jugos de frutas utilizó al principio en su mayor parte los frutos sobrantes y los que no eran apropiados para llevarlos frescos al mercado o para su elaboración en conservas, hoy la mayoría de los jugos de frutas se producen partiendo de frutas recolectadas concretamente para este fin.

## 2.1 Frutas más importantes en México.

En México se producen cuando menos sesenta especies - de frutales diferentes. Pero sólo treinta y una especies constituyen en la actualidad el conjunto verdaderamente importante de la producción frutícola nacional, tanto por su valor económico como por las repercusiones nacionales en cuanto a fuentes de trabajo agroindustrial.

Las frutas más importantes en México son:

✓ Naranja, plátano, uva, aguacate, mango, limón mexicano, durazno, piña, fresa, manzana, sandía, papaya, melón, ciruela, guayaba, nuez encarcelada, pera, mamey, tamarindo, aceituna, toronja, nuez de Castilla, lima, higo, membrillo, capulín, tejocote, chabacano, granada roja, dátil, y ciruela - de almendra.

✓ El frutal que mas superficie ocupa en el país es el - naranjo, con 168 000 hectáreas. Otras cuatro frutas importantes son el plátano, mango, la uva y el aguacate.

Las principales entidades productoras de frutas en México son: Veracruz, Monterrey, Chihuahua, Guanajuato, Puebla, Michoacán, Caxaca, Chiapas, Tabasco, Guerrero, Morelos Aguascalientes, Coahuila y Durango.



PRINCIPALES ENTIDADES PRODUCTORAS DE FRUTAS EN MEXICO



PRINCIPALES ENTIDADES PRODUCTORAS DE FRUTAS EN MEXICO

- 1.- Veracruz
- 2.- Monterrey
- 3.- Chihuahua
- 4.- Guanajuato
- 5.- Puebla
- 6.- Michoacán
- 7.- Jalisco
- 8.- Oaxaca
- 9.- Chiapas
- 10.- Tabasco
- 11.- Guerrero
- 12.- Morelos
- 13.- Aguascalientes
- 14.- Coahuila
- 15.- Durango

✓ En el trabajo que a continuación desarrollamos seleccionamos los siguientes jugos enlatados: manzana, toronja, papaya-piña, piña, pera, guayaba, y durazno; ya que son los más comerciales.

## 2.2 Localización de las Regiones Frutícolas.

Esta localización es en base a las siete frutas mencionadas anteriormente.

Dado que para una fruta existen diferentes variedades, hacemos referencia a la especie de mayor demanda y producción, señalando además la localización de los Municipios abastecedores así como la época en la cual se produce. ( Ver tabla No. 2.1 )

Tabla 2.1

FRUTA	EPCCA	VARIEDAD	MUNICIPIOS ABASTECEDORES
Durazno	Abr-Oct.	Amarillo	V. Guerrero, V. de Pravo y Tenancingo, Mé.; Celaya Co monfort, Dolores, Silao, - San Miguel Allende, San - Luis de la Paz y San Felipe, Gto.; Zacatlán, Pue. - Aguascalientes, Jesús María y Pabellón. Ags.; Zitácuaro, Mich. Amealco, Gro.; Almolaya, Hgo.
Guayaba	Ene-Dic.	-----	Calvillo. Ags.; Zongolica y Misantla, Ver.; Jalapa, - Juchipila, Acosol, Zac.; - Cuautla, Mor.; Tuxtla Gu-- tiérrez. Chis.; Zitácuaro- Mich.
Mango	Feb.-Ago.	-----	Tonalá, Huehuetán, Huixtla, Chis. Chilpancingo, Iguala y Arcelia, Gro.; San Pedro Tapanatepec, Chahuities, Oax. Cuautla y Puente de Ixtla, Mor.; Nvo. Urecho y Uruapan Mich.; Tejupilco, Méx.
Manzana	Ago-Jul.	Golden Delicious	Col. Juárez, Nvo. Casas - Grandes, El Sauz, Cd. Gro.

FRUTA	EPOCA	VARIEDAD	MUNICIPIOS ABASTECEDORES
			Cd. Cuauhtemoc, Chih.; Eacchiniva, Namiquipa y San Isidro, Chih.; Santiago Papasquiaro y Canatlán, Dgo. Acaxochitlán, Hgo.; Lacatlán, Pue.; El Oro y Acambay. Méx.
Papaya	Ene-Dic.	Criolla	Paso de Ovejas, Poza Rica, Tierra Blanca, Soledad de Doblado, Puente Nacional, Platón Sánchez, Ver.; Cuautla, Mor.; Acapulco, Gro.; Apatzingán, Mich.
Pera	Mzo-Dic.	Criolla	El Oro, Ozumba, Villa Gro. y Valle de Bravo, Méx.; Zacatlán Huejotzingo, Tezuitlán y San Martín Texmelucan, Pue.; Guanajuato y Celaya, Gto.; Tlaxcala, Tlax. Corregidora y Amealco, Gro.
Piña	Ene-Dic.	-----	Loma Bonita, Oax.; Rodríguez Clara, Isla los Robles, Villa Azueta, y los Tigres, Ver.
Toronja	Ene-Dic-	-----	Martínez de la Torre, Gutiérrez Zamora, Tlagacoayan, Toluca, Tuxpan, Alamo, Ver.; y San Rafael. Morelos, Linares y Terán, N.L.; Río Verde, S.L.P.

### 2.3 Estadística.

La rama de la industria alimenticia referente a la preparación, envasado y enlatado de frutas presenta un gran desarrollo, el cual es resultado de la influencia combinada que han ejercido el incremento de la demanda por un lado y la creciente disponibilidad de las materias primas básicas, por el otro.

Los indicadores económicos de esta industria, tales como producción, inversiones, consumo de materias, ventas, muestran una tendencia al alza, la cual ha permitido que México sea autosuficiente.

En el cuadro No 1 se representa la evolución de la producción de frutas y verduras industrializadas en el período 1963-1970; dichas cifras corresponden exclusivamente al número de fábricas señaladas en la última columna y si bien se cuentan entre ellas las más importantes, no son todas las factorías existentes en el país, por lo que reflejan solo una parte de la realidad.

En el cuadro No 2 se observa que durante el período 1967-1970 la preparación, conservación, envasado y enlatado de frutas y legumbres, fue la rama de la industria alimenticia que registró el promedio más bajo de días trabajados en el año.

CUADRO 1. Producción de frutas y verduras  
industrializadas.

Año	Volúmen (Ton)	Valor (miles)\$	Núm. de fábricas.
1963	68,927	282,628	36
1964	92,159	333,740	41
1965	152,811	680,902	131
1966	128,044	700,737	47
1967	122,532	678,743	41
1968	139,328	783,374	41
1969	172,150	917,055	41
1970	203,340	1.130,577	41

CUADRO 4. Promedio de días trabajados durante el  
año por las industrias alimenticias.

Rama Industrial	1967	1968	1969	1970
Carnes	283	292	298	294
Pescados y mariscos	333	334	282	312
Molienda de trigo	278	288	290	289
Galletas y pastas	296	298	303	302
Frutas y Legumbres	274	272	275	274
Harinas, levaduras, polvos de hornear	322	311	262	323
Aceites, mantecas vegetales y margarinas.	295	302	304	313

CUADRO 3. Inversión bruta fija en la industria de -  
frutes y legumbres enlatadas y envasadas.  
(miles de pesos).

Año	Macuinaria y equipo.	Construcciones y terrenos	Otros activos fijos	Total
1963	18,656	7,116	1,756	27,528
1964	23,496	2,658	3,041	29,195
1965	12,543	6,183	1,914	20,640
1966	23,063	6,675	1,533	31,271
1967	10,827	463	7,356	18,646
1968	23,593	10,045	2,093	35,731
1969	30,396	10,563	2,919	43,878
1970	31,221	17,445	3,792	52,458
Total	173,795	61,148	24,404	259,347



### Consumo Nacional Aparente.

El consumo nacional aparente de frutas y verduras industrializadas ha venido incrementándose en forma notable en los últimos años, como resultado combinado del aumento de la población y de la mejoría que han registrado los niveles de ingreso especialmente en el medio urbano.

Como puede apreciarse en el cuadro número 4, entre 1963 y 1970 dicho consumo creció más de dos veces, pasando de 113 mil toneladas en 1963 a 252 mil toneladas en 1970, lo que representa una tasa de crecimiento del 12% anual.

### Consumo Personal.

Pese al rápido crecimiento que ha registrado el consumo aparente, el consumo personal a nivel nacional puede considerarse todavía bajo, ya que ascendió solo 5.9 Kg. en el año de 1970. En cambio, de acuerdo al consumo personal en el Distrito Federal asciende a 1.075 Kg al mes, o sea, 12.9 Kg anuales, de los cuales 9.5 Kg corresponden a frutas y 3.4 Kg corresponden a verduras.

CUADRO 4. Consumo nacional aparente de frutas y verduras industrializadas.

(Ton.)

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1963	137,854	4,729	29,085	113,498
1964	153,596	4,119	40,540	117,175
1965	152,811	2,973	35,239	120,545
1966	213,407	3,164	42,972	173,599
1967	204,220	3,584	34,965	200,832
1968	232,213	3,533	35,320	172,433
1969	247,357	2,951	42,140	208,168
1970	290,486	3,689	41,730	252,445

Cuadro 5. Consumo personal mensual de frutas y verduras envasadas y enlatadas (kg.)

Estratos de Ingreso familiar mensual (\$)	Ingreso Personal mensual (\$)	FRUTAS					
		Total	Jugos y néctares	merme- lada	Frutas en almbar	Otros	Verduras
Hasta 999	128,59	0,200	0,150	0,032	0,010	0,008	0,050
De 1,000 a 1,499	201,13	0,370	0,278	0,063	0,010	0,019	0,113
De 1,500 a 2,499	348,59	0,768	0,531	0,103	0,101	0,033	0,248
De 2,500 a 4,999	487,56	0,842	0,546	0,127	0,101	0,068	0,352
De 5,000 a 9,999	1,040,61	1,767	1,326	0,172	0,205	0,064	0,581
Más de 10,000	2,277,14	2,438	1,598	0,317	0,322	0,201	0,900
Promedio	471,70	0,790	0,553	0,105	0,087	0,045	0,285

### 3. TOXICOLOGIA

#### Introducción.

Se admite generalmente que todos los productos químicos son tóxicos tanto para el hombre como los animales cuando se suministran en cantidades elevadas. Incluso las sustancias llamadas inocuas si se emplean en dosis excesivas pueden producir efectos nocivos, como resultado de diversas acciones no específicas, por ejemplo obstrucción física del conducto gastrointestinal, alteración de la presión osmótica y desequilibrio nutricional.

Es por lo tanto fundamental para proteger la salud del consumidor establecer un límite en las cantidades que pueden ingerirse diariamente de una sustancia.

Los metales pesados están ampliamente distribuidos en la corteza terrestre y en los océanos y es inevitable que indicios de estos metales pueden ser detectados virtualmente en todas las plantas y organismos, y de este modo en nuestros alimentos.

Algunos de estos metales, por ejemplo, cobalto, cobre, zinc, manganeso, son esenciales para nuestra salud, sin embargo es necesario fijar límites de ingestión permisibles para evitar casos de intoxicación.

Así por ejemplo, se ha sabido de casos de enfermedades del miocardio por la acción de sulfato de cobalto que se utiliza como estabilizador en la industria cervecera.

### 3.1 TOXICIDAD QUÍMICA.

La contaminación química de los alimentos ha llegado a ser recientemente tema de consideración en los países más desarrollados e industrializados.

Los efectos tóxicos de las sustancias químicas que atacan los alimentos función de la ingesta diaria de una persona en su dieta normal.

Así por ejemplo para un hombre cuyo peso es de 70 Kg. la ingesta diaria máxima aceptable sería como se indica en la siguiente tabla.

Peso	Cu	Pb	Cd	Hg
Kg.	mg.	mg.	mg.	mg.
70	35,000	350	70	50

Cadmio y plomo ingesta de la dieta total para el año de 1971.

Cd.	Pb	(mg/ persona/día)
-----	----	-------------------

Plomo (p.p.m.) en alimentos para niños:

Jugo de fruta	Lata	Vidrio
	0.12	0.04

Un resultado interesante es el alto valor de plomo en alimentos enlatados que en alimentos en recipiente de vidrio.

PLOMO.- El uso de arsenato de plomo, como insecticida es uno de los medios más comunes de contaminación, pero ha-

decrecido por el descubrimiento de nuevos insecticidas. en Norteamérica se estima que aproximadamente un 90% - del total de plomo ingerido proviene no tanto de productos contaminados en la agricultura sino más bien de la contaminación urbana por el plomo que emanan los vehículos.

ESTAÑO.- Puede ser encontrado como contaminante en los productos alimenticios en recipientes enlatados, la presencia de nitratos en tales productos puede contribuir a incrementar cantidades de estaño disueltas en el recipiente.

Un número de incidentes por envenamiento han resultado de la ingestión de jugos de frutas conteniendo estaño.- Los síntomas observados fueron vómito, diarrea, fatiga y dolor de cabeza.

Los niveles de estaño de ingestión admisibles parecen estar alrededor de 300 a 500 mg/kg. En pruebas hechas en un número determinado de personas se observó síntomas de diarrea y náusea aparecían a 1,370 mg/kg de estaño - pero no a niveles más bajos y no cuando la prueba fue repetida un mes después.

MANGANESO.- Aunque es un ingrediente esencial en la dieta en pequeñas cantidades, el manganeso es tóxico en altas concentraciones. Los síntomas observados cuando hay

exceso de manganeso son lesiones neurológicas en la corteza frontal y en el sistema piramidal, resultando en algo parecido al síndrome de Parkinson.

Los comités de la FAO/WHO expertos en aditivos alimentarios han propuesto las máximas ingestas permisibles en metales pesados, tales como manganeso, cobre, zinc, estaño, hierro, plomo, cobalto, níquel y cromo.

Los niveles de metales pesados encontrados en jugos de frutas están generalmente dentro de los límites con excepción del estaño en todos los tipos analizados y en el caso del manganeso el jugo de piña y en el jugo de guayaba, hierro y plomo.

El contenido de los jugos de frutas de metales pesados ha sido materia de gran número de investigaciones.

Niveles de plomo, cadmio, cobre, zinc, menores de 0.5 ppm., respectivamente han sido reportados por Westoo, Piñero y Casso de Micheli encontró el contenido de zinc de jugos azucarados enlatados de 10.6 ppm.

Valores arriba de 2.1 ppm. para manganeso y 150 ppm. para estaño han sido encontrados en jugos cítricos por Castro y Oda, respectivamente.

El contenido de metales pesados de ocho jugos de frutas está de acuerdo con los datos previamente reportados con excepción del manganeso en jugo de piña, en el cual altos niveles fueron detectados.

La presencia de cadmio y cobalto no fue detectada en alguno de los jugos de frutas examinados.

Toxicológicamente es muy importante conocer la ingesta diaria de trazas de metales por el hombre. Esta ingesta fue analizada por espectrofotometría de absorción atómica; base a 12 de las principales clases de alimentos, para cobre, zinc, plomo, manganeso, cadmio, cromo, cobalto, fierro y mercurio. Los alimentos fueron preparados por eres de casa, fueron lavados y cocidos antes de empezar hacerlos analizados. El promedio de la dieta de los Canadienses se encontro que las cantidades eran cercanas a 1,800gr/persona/día, de aqui que fuera calculado el promedio de ingesta diaria de trazas de metales, los cuales están mostrados en la siguiente tabla:

ESTIMACION DE INGESTA DIARIA DE METALES  
DE LA DIETA TOTAL (mg/persona), 1969

Zinc . . . . .	19,900
Manganeso . . . . .	4,100
Cobre . . . . .	2,200
Cromo . . . . .	283
Cobalto . . . . .	147
Plomo . . . . .	139
Cadmio . . . . .	85



#### 4.- PROCESO DE ENLATADO DE LOS JUGOS DE FRUTAS

Obtención de los jugos de frutas.

La industria enlatada ha tenido en años recientes - un progreso constante en el área de la eficiencia mecánica de las plantas de procesamiento. Se obtiene más - producción con menos gente. Algunas fábricas producen un millón o más de latas de alimento al día.

Los desarrollos recientes en el enlatado se refieren a la agitación en las retortas; el contenido de las - latas puede ser calentado a velocidades mayores. En - el enlatado aseptico el alimento y el recipiente son esterilizados por separado, después se encuentran en unidades llenadoras estériles para ser selladas. Ense guide en cámaras estériles. Hay dificultades inherentes al mantenimiento de la esterilidad en todos los - puntos del sistema y en mantener los productos estéri les durante los paros del equipo.

Las prácticas en la conservación de alimentos anterio res al descubrimiento del enlatado fueron copiadas de la naturaleza. El enlatado es un medio de controlar - los procesos naturales además representa un cambio en los hábitos de alimentación del mundo occidental.

El recipiente es importante para obtener éxito en la - conservación de alimentos por enlatado. La lata de -

acero con una cubierta de estaño ha sido ampliamente usada en los últimos cien años, por enlatadoras comerciales. El estaño tiene cualidades protectoras para los alimentos en los recipientes, aunque blanquea los colores de las frutas.

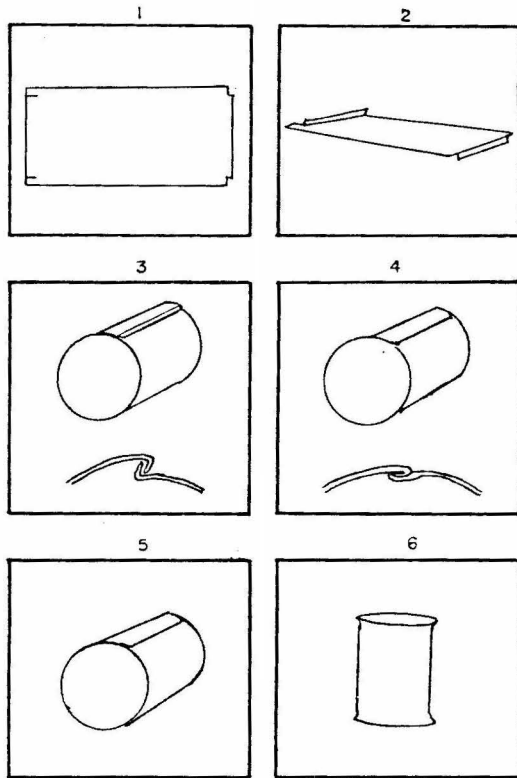
#### 4.1 Recipientes de Estaño.

Aunque los recipientes de estaño han sido usados desde los primeros tiempos, el proceso de cubrimiento con estaño fué inventado por el año 1200 y fué un secreto celosamente guardado hasta 1600.

Al principio las barras de hierro fueron forjadas a mano en láminas delgadas. Sobre tales láminas se forma una película de óxido de hierro que debe ser eliminada limpiando y empapando en ácido.

Las placas de hierro limpiadas eran entonces pasadas a través de un baño de estaño fundido. Después de ser estañadas las placas eran limpiadas y pulidas con aserrín y muzgo. Las piezas estañadas eran cubiertas con una capa de aceite para prevenir la oxidación de la superficie estañada.

El forjado de barras de hierro en placas fué reemplazado por el rolado de las barras a través de molinos de alta presión que convertían las barras en placas.



FABRICACION DE UNA LATA SANITARIA

#### 4.2 Fabricación de una lata sanitaria.

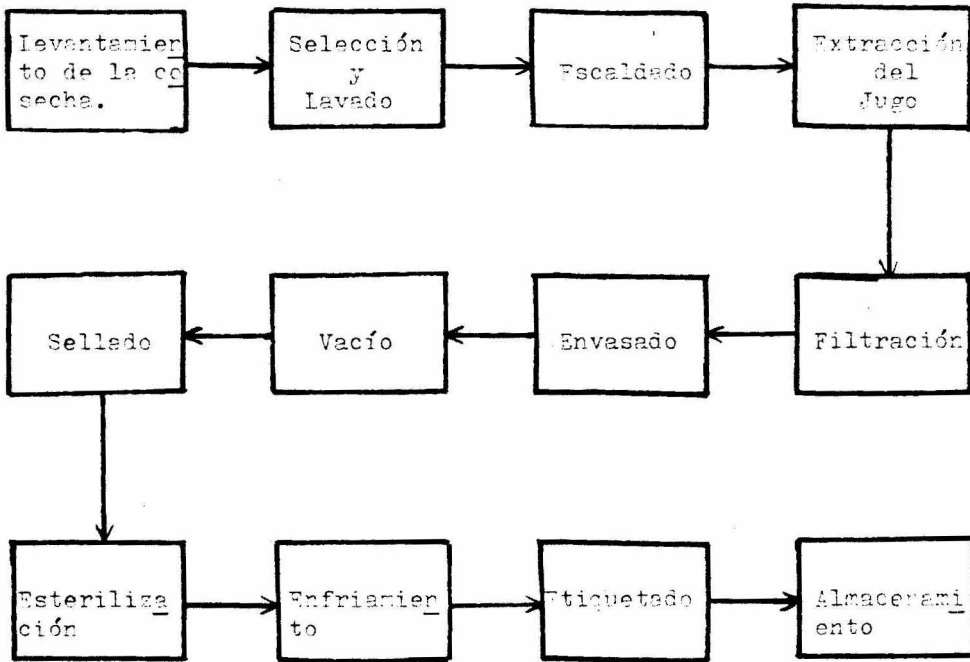
Un extremo de la lata es sellado por el fabricante de latas y el otro por el procesador de alimentos.

Pasos: (1) Los extremos muertos son ranurados; (2) en corvados; (3) los extremos muertos son enganchados y formados alrededor del formador del cuerpo; (4) el gancho muerto enganchado es aplanado para formar una costura lateral; (5) es aplicada soldadura en la superficie exterior de la costura lateral, y (6) los extremos del cuerpo son torcidos exteriormente en forma especial para hacer el reborde.

Los alimentos altamente coloreados se blanquean en los recipientes de estaño, pero retienen su color en las latas laqueadas. La laca es aplicada y horneada por un lado de la placa de estaño, la cubierta es formada después de los recipientes.

Las dimensiones de los botes se designan de distintas maneras. El tamaño más comunmente usado para jugos de frutas es de 3.7/16 pulg. de diámetro y 4,9/16 pulg. de altura (87.3 mm. y 115.9mm.).

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ENLATADO DE LOS JUGOS DE FRUTAS.



#### 4.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENLATADO.

1.- Levantamiento de la cosecha. En donde se incluye el traslado, acarreo y transporte de la materia prima.

2.- Selección y lavado de frutas.

Primeramente se pasa la fruta a través de un lavador automático. La fruta en malas condiciones puede separarse en este paso.

3.- Escaldado.

En este paso las frutas son escaldadas por un breve período, ya sea sumergiendolas en agua hirviendo o por medio de vapor de agua.

En el escaldado continuo los alimentos son pasados a través de un tunel del cual se inyecta vapor. El período de exposición puede durar de 2 a 10 min. Uno de los principales propósitos del escaldado, en las frutas, es liberar las burbujas de aire que son de alguna forma retenidas dentro de la estructura. Si éstas burbujas de aire no fueran expulsadas, no se alcanzaría la temperatura deseada en la esterilización subsecuente y no se obtendrían latas estériles.

El escaldado puede también ser útil para destruir enzimas que pueden afectar la estabilidad de un jugo.

4.- Extracción del jugo.

Para preparar los jugos de frutas, se rallan y se mue-

len éstas, y la pulpa envuelta en mantas es exprimida en una máquina similar a la prensa, usando presión hidráulica o también pueden usarse filtros prensa.

Algunos tipos más sofisticados de máquinas han sido diseñadas para producir jugos cítricos de alta calidad. Uno de estos corta la fruta en mitades por medio de un cuchillo estacionario, se recogen las mitades - en rodillos automáticos y de ahí son procesados.

#### 5. Filtración.

Cuando se desea un producto claro, es necesario filtrar el jugo. Esto es generalmente hecho a través de filtros prensa usando mantas como medio filtrante. También se usa un material absorbente tal como una película de tierra de diatomáceas o bentonita. Los jugos filtrados son algunas veces homogeneizados por medio de máquinas, generalmente de las usadas en la homogeneización de leche.

#### 6. Envasado.

En la práctica moderna de enlatado, las latas lavadas y abiertas son transportadas mecánicamente a máquinas de envasado automático, que son diseñadas para envasar a alta velocidad ( 500 botes de lata por min.)

#### 7. Vacío.

Los jugos de frutas so muy susceptibles a la presencia de oxígeno. El oxígeno disuelto en el jugo reacciona

en el jugo reacciona con la vitamina C y destruye su actividad enzimática al mismo tiempo se efectúan otras reacciones que alteran el sabor del jugo.

De todo ésto es importante llevar a cabo el proceso de manufactura de jugos lo más rápido posible y en su ausencia de aire lo mejor posible. Más aún cuando el jugo ha sido extraído o filtrado, el  $O_2$  disuelto debe removerse. Esto puede hacerse haciendo pasar el jugo en una cámara de vacío o haciendo fluir sobre una serie de baffles al alto vacío.

Alternativamente las latas llenas se pasan de las máquinas de ervesado a una caja de vaciado en la cual son expuestas a agua caliente o vapor así que, cuando la tapa es sellada, se forma un vacío en la parte superior de la lata.

En el caso de productos ácidos como los jugos, la reducción de la presión parcial de  $O_2$  favorece la resistencia a la corrosión de la hojalata.

El vacío en los artículos enlatados suele variar entre 7 y 15 pulg. de Hg.

#### 8.- Sellado.

Las latas envasadas y vaciadas se pesan directamente a una máquina selladora automática capaz de sellar 250 o más latas por min. pegando o redoblando el eje de la cubierta y la pestaña del cuerpo de la lata así que cuando los rebobles son aplanados, forma un sello hermético. Un método alternativo del sellado de la



lata es preparar una cubierta que tiene un pequeño agujero ventilador antes de que el aire sea eliminado. El cierre de los botes se realiza con maquinaria automática, con gran capacidad de producción que se aproxima a la velocidad de llenado de los envases.

#### 9. Esterilización.

Los productos ácidos como las frutas, jugos de frutas necesitan mucho menos calentamiento para su esterilización en relación con otros alimentos.

La mayoría de los jugos de frutas enlatados son calentados por convección rápida. El estado pulposo hace que el calentamiento sea lento.

Aunque pueden usarse termómetros para seguir ciertas características en el calentamiento de los jugos enlatados, el método más satisfactorio involucra el uso de termopares. Conectando un dispositivo de medición adecuado (potenciómetro) al termopar, es posible calibrarlo y seguir los cambios de temperatura dentro de una lata, la cual está siendo calentada en una retorta bajo presión de vapor.

Para las latas metálicas la caja de empaquetaduras puede ser soldada a la altura deseada al lado del cuerpo de la lata a través del cual es taladrado el agujero. El termopar es entonces ajustado dentro de la lata en la posición deseada a través de la caja de empaquetadura.

## 10. Enfriamiento. Etiquetado y Almacenamiento.

El enfriamiento del jugo enlatado, después del tratamiento térmico es la última operación importante en la fabricación. Puesto que en los botes persistirán temperaturas letales en el momento en que salen de la caldera, o del baño, el tipo de enfriamiento y el grado con que éste se realiza son detalles importantes. El enfriamiento es necesario para evitar el reblandecimiento excesivo de muchos productos y posibles cambios perjudiciales en el color y el sabor.

El enfriamiento por agua es mucho más común, ya que en la mayoría de los casos se considera perjudicial para la calidad y el valor nutritivo del producto el calentar éste más tiempo que el necesario para la esterilización o bien pueden enfriarse afuera sumergiendo los botes sobre un transportador por tanques llenos de agua o bajo regaderas.

Los botes se enfrían con agua hasta unos  $38^{\circ}\text{C}$  pero en algunos casos se continúa el enfriamiento hasta que la temperatura del producto llega a  $15-21^{\circ}\text{C}$ . La mayoría de los fabricantes prefieren enfriar hasta  $38^{\circ}\text{C}$  porque a esta temperatura el exterior del bote se seca todavía rápidamente.

## 11. Etiquetado.

Para etiquetar las latas se utiliza maquinaria automática con el objeto de reducir la manipulación.

## 12. Almacenamiento.

El almacenamiento puede hacerse inmediatamente después de enfriados con agua o tras de un período de enfriamiento adecuado en el caso de envases enfriados por aire.

Conociendo el efecto beneficioso de las temperaturas relativamente bajas en el almacenamiento de jugos enlatados, muchos fabricantes aislados o incluso refrigerados en especial cuando los productos enlatados tienen que almacenarse durante los meses de verano.

Además los alimentos enlatados en general deben ser almacenados bajo condiciones en que no haya humedad en las botegas para que no se emochescan y evitar la corrosión y el soteo de las latas.

### DEFECTOS DE LOS JUGOS ENLATADOS

Los extremos de las latas normales de alimento, o jugo con vacío, son ligeramente cóncavos. Los extremos con vatos pueden ser causados por acción microbiana, química o física.

En el caso de los jugos enlatados, la acción microbiana es nula, debido a la acidez de los jugos. Solamente es necesario matar lavaduras y mohos en este tipo de alimentos enlatados.

También que en ser que halla habido fugas en las latas mal hechas o mal selladas.

También por la corrosión de un alimento muy ácido en la lata no diseñada para resistir tal corrosión, o por el enmohecimiento y daños debidos a condiciones de almacenado insatisfactorios.

Las latas pueden progresar por etapas, primero hinchazón de resorte, suave y dura y finalmente la explosión de la lata.

El sobrellenado de las latas a baja temperatura puede causar combaduras permanentes de las latas por calentamiento. La expansión de sólidos y líquidos dentro del recipiente puede distorcionarlo permanentemente.

El agua de enfriamiento infectada es un medio peligroso de contaminación, pues puede tener acceso a las latas ya estériles a través de un pequeño microporo o una terminal mal cerrada en la lata. El agua de enfriamiento debe por lo tanto ser clorinada.

Los alimentos empacados a bajos vacíos pueden hincharse al ser puestos a grandes altitudes donde hay presiones atmosféricas más bajas.

La congelación de los jugos después del enlatado puede causar daños físicos al contenido de las latas si no se hace con las precauciones requeridas.

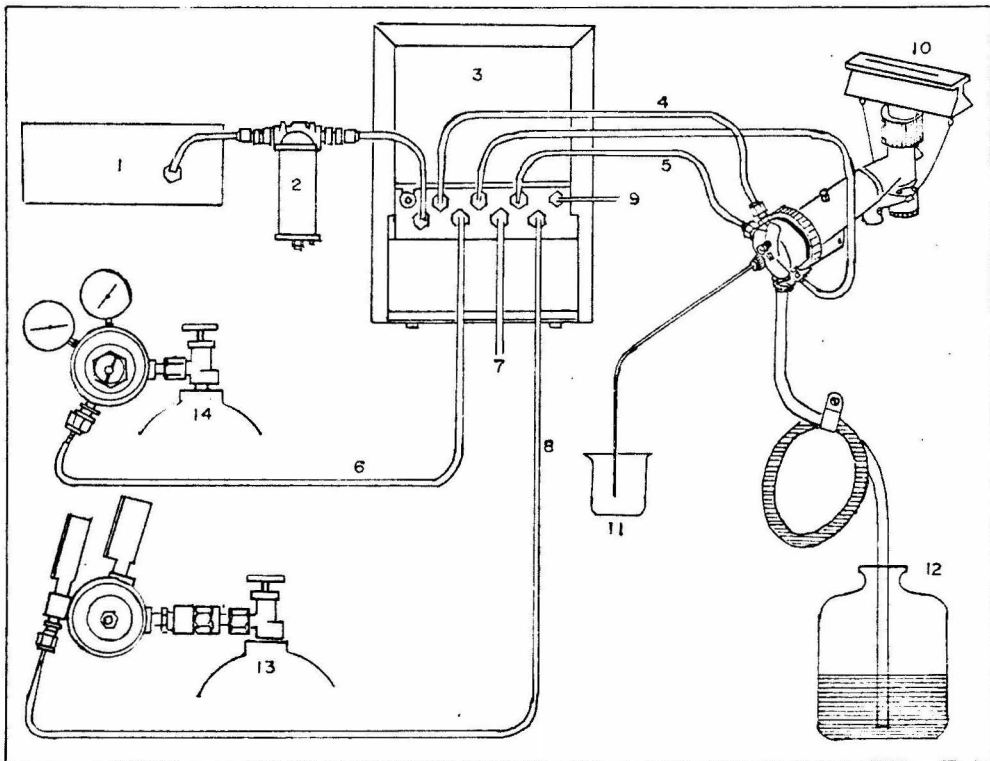
### Problemas en la producción de jugos cítricos.

Uno de los problemas es extraer el jugo sin que vaya acompañado por una proporción excesiva del acéite de la cascara y de los componentes del mesocarpio, que le darían sabor amargo.

Otro problema es conservar la nebulosidad del jugo, - que es el resultado de la capacidad de algunos componentes naturales para mantener en suspensión las mínúsculas partículas de los tejidos. Esto suele conseguirse calentando rápidamente el jugo para destruir - las enzimas que actúan sobre los componentes que intervienen en la emulsión.

La contaminación de los alimentos por el equipo significa, bien prácticas sanitarias deficientes, diseño deficiente del equipo, utilización ineficiente del mismo.

No es posible estar limpiando constantemente el equipo durante los períodos de operación, y a pesar de tener un programa sanitario, es posible tener equipo limpio contaminado por el flujo de productos alimenticios primarios.



I. DIAGRAMA DEL ESPECTROFOTOMETRO  
DE ABSORCION ATOMICA

PARTES DE QUE CONSTA EL DIAGRAMA I

- 1) Fuente de aire
- 2) Filtro de aire
- 3) Quemador
- 4) Oxidante auxiliar
- 5) Combustible
- 6) Conector macho
- 7) A otro combustible
- 8) Conector hembra
- 9) A encendido
- 10) Nebulizador
- 11) Agua destilada
- 12) Agua de desecho
- 13) Cilindro de acetileno (u otro combustible,
- 14) Cilindro de  $N_2O$

## 5. Equipo Empleado.

### Introducción.

Los conceptos relacionados con la emisión y absorción atómica pueden ser explicados simplemente. Considerando la fig. 1.1 en la cual se puede ver una nube de átomos libres, donde no hay fuerzas intermoleculares de atracción. Si aplicamos energía a esta nube atómica, digamos en forma de calor algunos de los átomos serán excitados a niveles de energía más altos. Cuando estos átomos regresan eventualmente a su nivel más bajo de energía, la energía adquirida del medio térmico debe ser liberada. Aquella porción de ésta energía liberada que aparece como luz, es el espectro de emisión del átomo.

No solamente con la energía térmica se puede lograr la excitación para que haya emisión atómica, pero la energía luminosa cuya longitud de onda sea equivalente a la energía requerida para elevar el átomo de su menor nivel de energía al mayor nivel de energía logrará la misma función. Estas longitudes de onda apropiadas son absorbidas por el átomo, causando excitación. En la fig. 1.1 el rayo luminoso entra por la izquierda, la absorción de luz puede registrarse con un detector de luz del otro lado de la nube atómica. En éste principio está basada la espectroscopía de absorción atómica.



Los átomos excitados por la absorción de luz eventualmente regresarán a sus niveles más bajos de energía - habiendo emisión de radiación en ciertos casos. Este proceso se conoce como Fluorescencia atómica o espectroscopia de resonancia atómica.

Para utilizar la espectroscopia de absorción atómica una muestra determinada debe ser convertida a vapor atómico. Cada uno de los elementos constituyentes en la fase vapor absorberá radiación en un rango limitado de longitud de onda sobre una región del espectro bien definida.

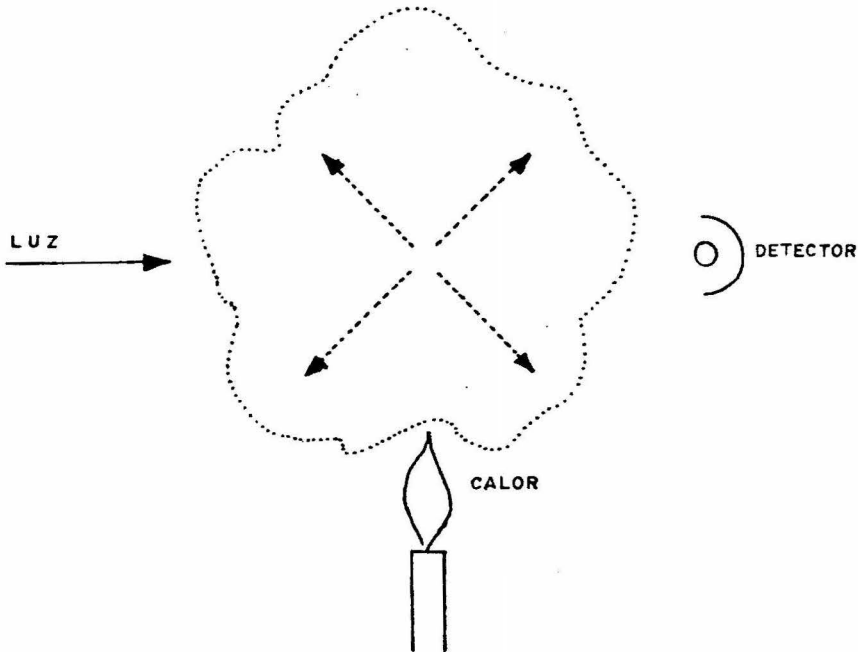


Fig. 1.1

El número de átomos,  $N_j$ , que son excitados a cualquier estado de energía,  $j$ , esta dado por:

$$N_j = N_0 (P_j/P_0) e^{(-E_j/KT)}$$

En donde  $N_0$  es el número de átomos en el estado basal  $P_j$  y  $P_0$  son los pesos estadísticos del estado excitado y basal respectivamente, y  $T$  es la temperatura absoluta del vapor. El peso estadístico es la probabilidad de que una transición particular pueda ocurrir. Walsh ha calculado la relación  $N_j/N_0$  para los estados de energía más poblados de varios elementos como una función de la temperatura.

Amplitud de las Líneas Espectrales.

Walsh ha desarrollado la teoría de la absorción atómica. El término línea de resonancia es generalmente usado para las líneas que terminan en el estado más bajo de energía del átomo.

Walsh demostró que la amplitud natural para las líneas de resonancia asociadas con la distribución de probabilidad de cada nivel de energía esta en el rango de  $10^{-4}$  Å. Como los átomos tienen diferentes componentes de velocidad a lo largo de la línea de observación

se presenta el efecto Doppler de ensanchamiento, D, esto esta dado por la siguiente ecuación:

$$D = (1.7 / C) (2RT/M)^{1/2}$$

donde R es la constante universal de los gases, M es el peso atómico y T es la temperatura absoluta.

La presión de ensanchamiento de la línea de resonancia ocurre como resultado de la concentración de átomos extraños en el medio ambiente de los átomos que se están absorbiendo o emitiendo. La magnitud varía con la presión de los gases extraños y de sus propiedades físicas. Es difícil de calcularla en la práctica pero esta dentro del rango en el que se encuentra el ensanchamiento Doppler.

El ensanchamiento de resonancia es del mismo tipo que el ensanchamiento de presión, pero resulta del efecto de perturbación de los átomos de la misma clase como radiación emitida o absorbida. Esto resulta del hecho de que átomos de la misma clase que están emitiendo radiación, la cual será absorbida más fuertemente en el centro de la línea que en los extremos. El efecto puede ser particularmente serio si el vapor que está absorbiendo la radiación es considerablemente más frío que aquel que está emitiendo la radiación. En este caso es posible mover la selectividad a la mitad de la línea.

### Observación de la Absorción.

Un aspecto importante de la contribución de Walsh es que la observación de la absorción es mejor hecha iluminando el vapor atómico con una lámpara, la cual emite el espectro del metal de interés. Con el arreglo generalmente usado para la absorción atómica, el único requerimiento en el monocromador es que la línea usada sea aislada de otras líneas en el espectro de la lámpara. Esto es ilustrado en la figura 4.2 donde se muestra un espectro de emisión generalizado (cuadro a), y el efecto del vapor atómico y el paso de la banda del monocromador espectral produce la reducción de la línea de resonancia. (cuadro d).

Los componentes de la instrumentación en la absorción atómica se muestran en la fig. 4.3. La fuente emisora del espectro del metal a determinar, ilumina el vapor del metal, y la línea particular usada para la observación es separada de las líneas vecinas por un monocromador, después de la cual pasa a un fotodetector. Para distinguir la luz originada en la lámpara de la luz a la misma longitud de onda que alcanza en la flama la lámpara de luz es modulada por medio de un regulador mecánico o manejando la lámpara con una fuente de poder de corriente alterna.

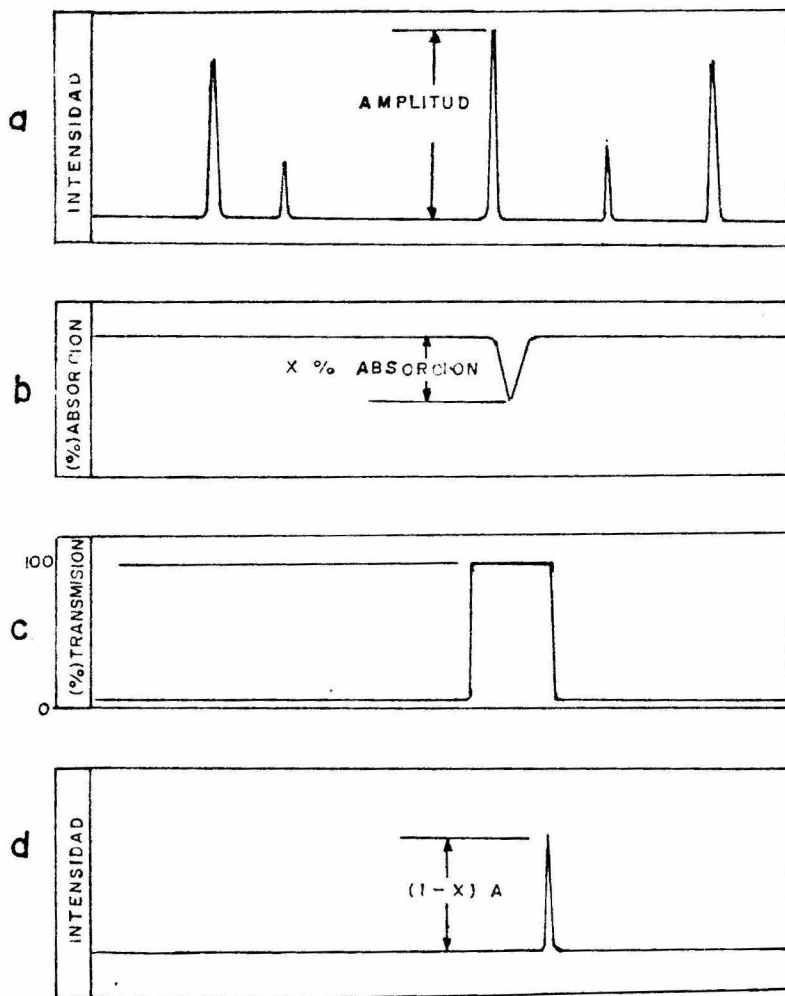


Fig. 4.2

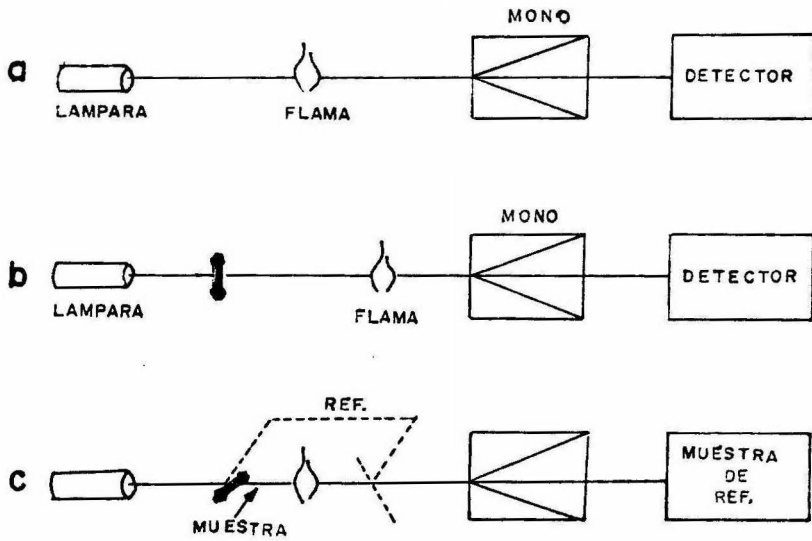


Fig. 4.3

El detector electrónico se sintoniza a la frecuencia del medio modulador, de este modo no se toman en cuenta las señales de corriente directa constantes, producidas por la flama.

Elementos que pueden ser determinados.

Cualquier elemento puede determinarse por espectrofotometría de absorción atómica si su línea de resonancia esta en la porción del espectro que el instrumento puede utilizar y si puede ser reducido al estado atómico por la técnica de muestreo usada. Muchos de los instrumentos en uso operan a través de las porciones del espectro visible y ultravioleta, abajo de 1900 Angstroms. De este modo los gases raros, halógenos, y C, H, N, y S son excluidas sus líneas de resonancia más fuertes, las cuales se encuentran abajo de 2000 Å.

Muchos de los trabajos publicados sobre absorción atómica han utilizado una flama abierta para producir vapor atómico de la muestra que se encuentra disuelta en un solvente adecuado. Aquellos elementos cuyos compuestos no son destruidos a la temperatura de la flama, o aquellos que forman óxidos e hidróxidos refractarios en medio de la flama, son difíciles de determinar. Investigaciones recientes han sido dirigidas a la disociación de los compuestos de tales metales y es --

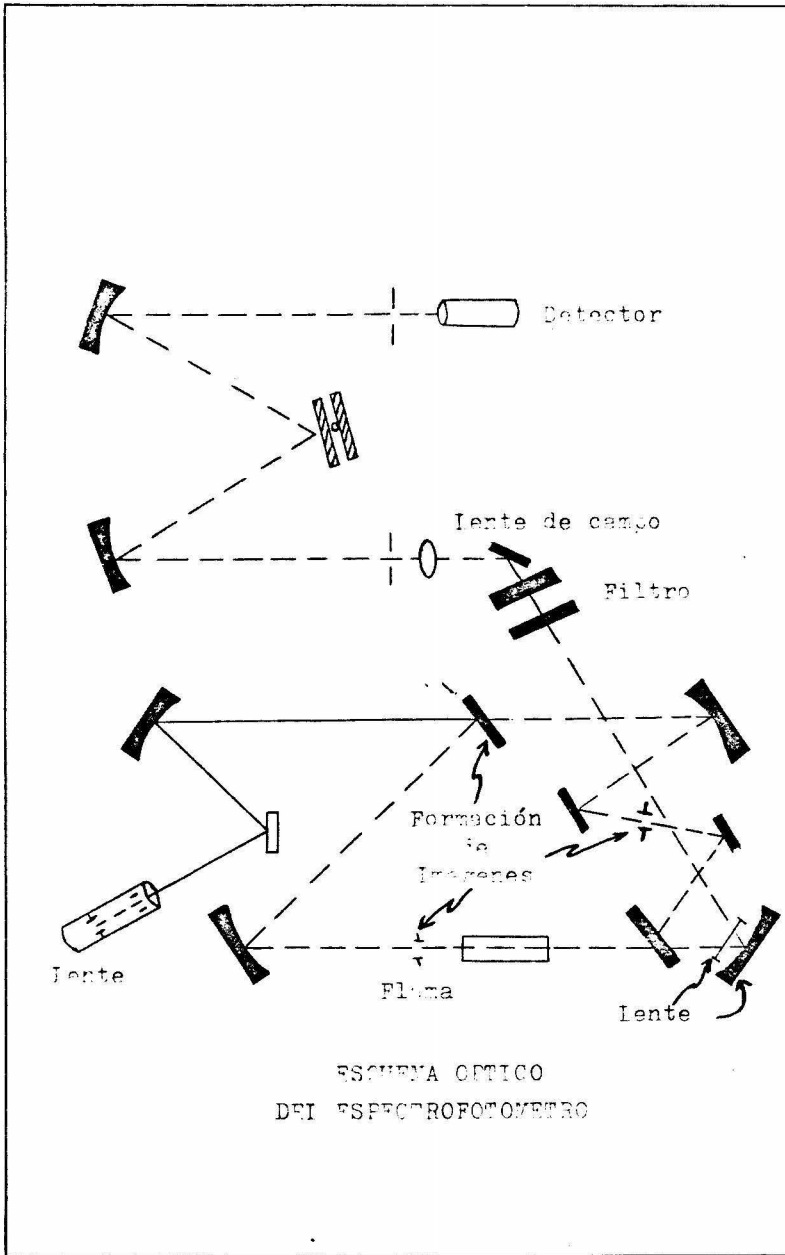
posible determinar ahora todos los metales y semimetales excepto el Ce y el Th. También para varios metales raros, para los cuales no se han hecho lámparas de cátodo hueco.

### 5.1 Sistemas Instrumentales.

La transmitancia de la flama es proporcional al radio de la señal de luz, la cual va a detectarse cuando la muestra es aspirada, a la señal de luz recibida cuando es aspirado un blanco. Esto puede ser expresado como por ciento. El por ciento de absorción es el complemento del por ciento de transmitancia; o sea, cuando una flama es transparente la vemos como 0 % de absorción y cuando se esta absorbiendo totalmente vemos 100 % de absorción. La ley de Beer establece una relación lineal entre la concentración y el logaritmo de absorción. Este logaritmo es también llamado absorbancia o densidad óptica.

Para hacer las lecturas se utiliza una escala graduada de 0 a 100 unidades que indican la intensidad de la luz que pasa a través de la flama. La escala es -- ajustada a 100 cuando una solución blanca es nebulizada dentro de la flama y ajustamos a cero cuando el rayo luminoso es interrumpido. Al hacer la lectura cuando la muestra es quemada, entonces la transmitancia de la flama es expresada en por ciento.





En la mayor parte de los espectrofotómetros de absorción atómica como se dijo anteriormente, es reversible así que se lee en la escala 0 cuando un blanco es quemado y la lectura de la muestra esta en por ciento de absorción.

## 5.2 Fuentes luminosas.

La mayoría de los analisis por absorción atómica utilizan lámparas cátodo-hueco. Tales lámparas proporcionan mucha brillantes en la emisión del espectro para cada elemento, con escasisima línea de amplitud. Las lámparas son simples en su estructura y fáciles de operar.

Para evitar la contaminación de la emisión de espectro, las lámparas cátodo hueco deben ser construidas con una gran pureza del metal. En su mayoría esta alta pureza es producida por electrodeposición, y es muy probable que contenga hidrógeno absorbido. Algunos metales como Ni, Cu, Co y Fe son muy difíciles de liberarlos del hidrógeno. Si este se presenta cuando la lámpara esta operando, esto es, bajo potencial reduce las energías de excitación y por lo tanto reduce la luminosidad de la lámpara. En suma los procesos de hidrógeno a gran intensidad permanecen en el rango ultravioleta. Así que las lámparas deben de estar libres de hidrógeno. Un ejemplo típico del efecto de hidrógeno es mos--

trado en la figura siguiente.

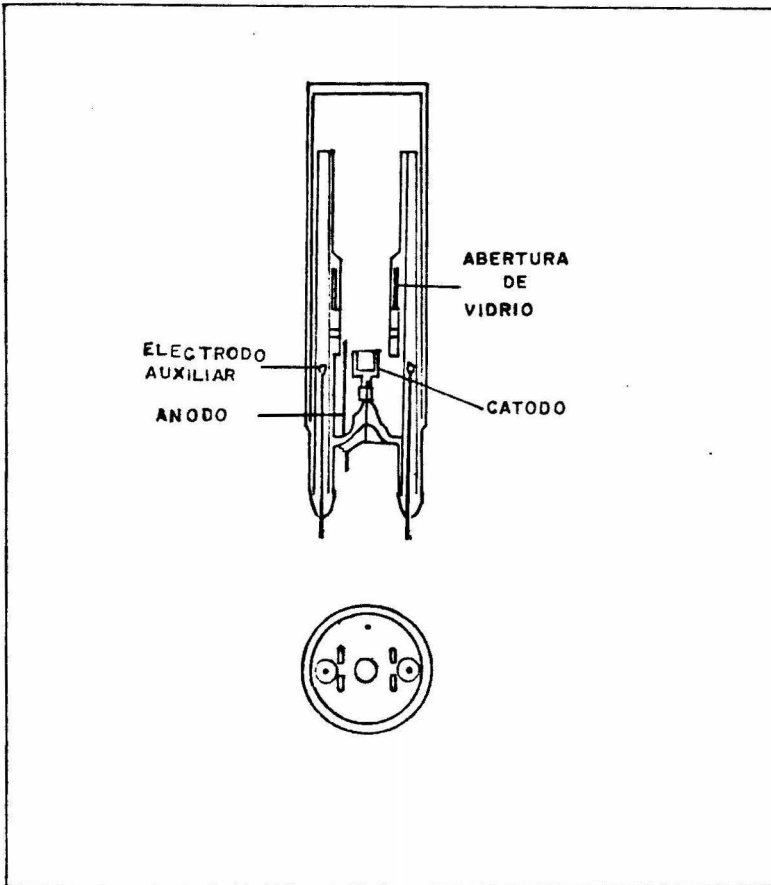


DIAGRAMA DE LA LAMPARA

Si las propiedades físicas del cátodo no son alteradas durante la operación con la lámpara o sea por la formación de una película delgada de óxido. Debe tenerse especial cuidado en mantener el resplandor dentro del cátodo y reduciendo toda pérdida de fuerza eléctrica en la lámpara. Las lámparas modernas son aisladas electricamente para evitar descargas indeseables.

### 5.3 Vida de la Lámpara.

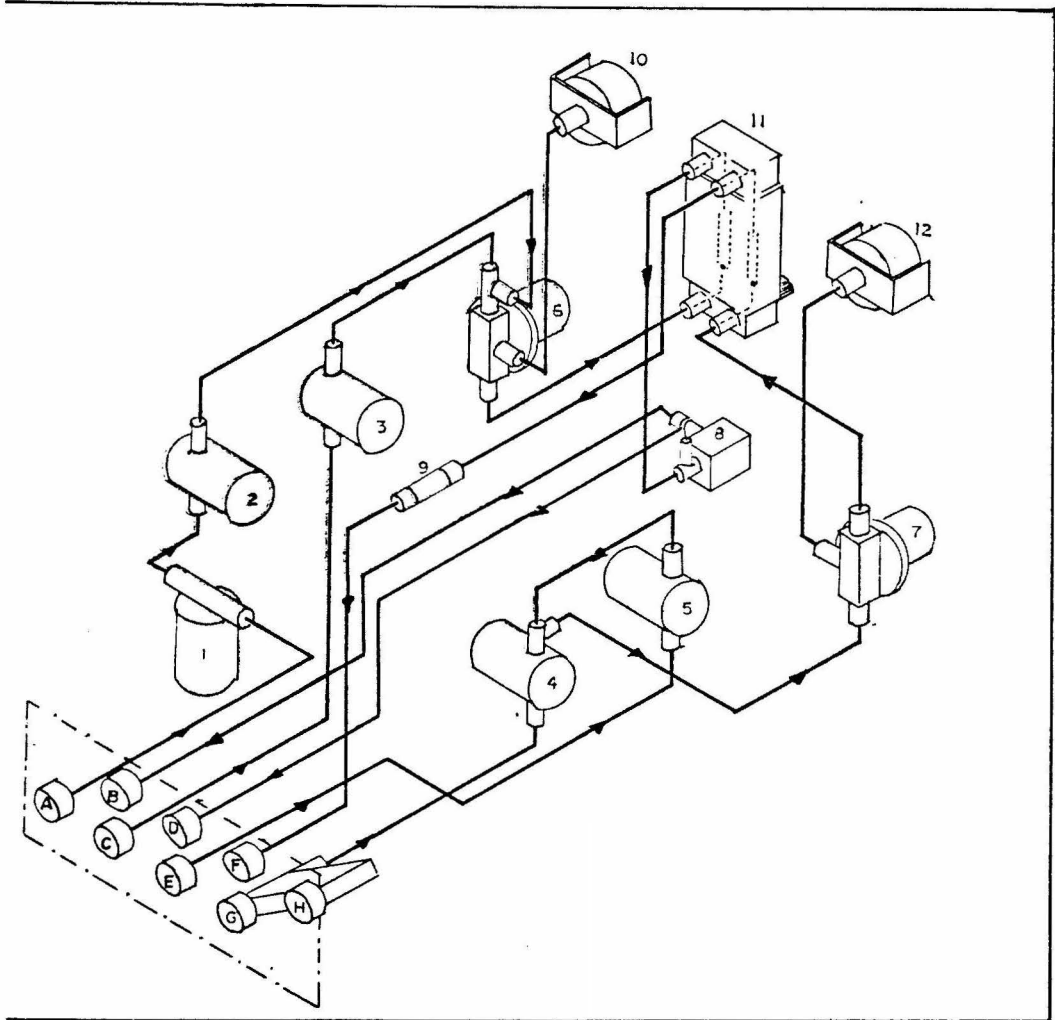
En la construcción de las lámparas de cátodo hueco resulta que hay fugas del gas. Esta pérdida de gas saturado por absorción sobre la superficie de la lámpara. Para la mayoría de los metales, son válidas muchas horas de operación antes de la presión en el punto de operación. La mayoría de las compañías garantiza las lámparas de cátodo hueco para alcanzar 5 Amp-hr.

Datos reportados para la Westinghouse incluyen las lámparas de Zn con una duración de 1400 hrs. para lámparas de Fe tuvo una duración corta con menos de 790-hrs. (16 Amp.hr.), la lámpara de Mg con una duración de 2160 hrs. (65 Amp. Hr.).

Lámparas de Multielementos.

Otro desarrollo de gran interés a la química analítica

es la disponibilidad de las lámparas de multielementos, que reducen el costo inicial de ejecución en los análisis por absorción atómica. Generalmente las lámparas de cátodo hueco están diseñadas para más de un elemento. Usualmente las lámparas hechas de aleación de metales, emiten inicialmente el espectro de cada constituyente, eventualmente el espectro de los elementos volátiles desaparecerá de la lámpara. Estas aleaciones no son favorables para las lámparas de multielementos.



CONEXIONES DEL QUEMADOR

CONEXIONES DEL QUEMADOR

- 1) Filtro de aire
  - 2) Válvula selenoide de aire
  - 3) Válvula selenoide con otro oxidante
  - 4) Válvula selenoide acetileno
  - 5) Válvula para otro combustible
  - 6) Regulador de presión del oxidante
  - 7) Regulador de presión del combustible
  - 8) Válvula de aguja
  - 9) Válvula check para combustible
  - 10) Manometro para el oxidante
  - 11) Manometro de flujo
  - 12) Manometro para combustible
- 
- A) Entrada de aire
  - B) Salida auxiliar del oxidante
  - C) Entrada del flujo oxidante
  - D) Salida del flujo oxidante
  - E) Entrada de cualquier otro combustible
  - F) Salida del combustible quemado
  - G) Entrada de acetileno
  - H) Salida del combustible de ignición

#### 5.4 Sensibilidad del método.

El procedimiento de operación para el equipo de absorción atómica es muy parecido al usado en la fotometría de emisión de flama. El monocromador se pone en la longitud de onda correcta, la abertura del slit del monocromador es seleccionada, la corriente de luz se establece con referencia a los requerimientos del aparato.

La flama se enciende y se establece el flujo de combustible y oxidante, el fotómetro es balanceado con la solución standard.

Se trazan curvas analíticas lineales relacionando la concentración de standards y la absorbancia. Se analizan las muestras y la concentración de cada muestra es leída de la curva analítica.

Veamos como ejemplo ilustrativo el trazo de la curva standard para Plomo.

µg/ml.	Absorbancia.
2	0.016
4	0.031
6	0.047
8	0.062
10	0.076
16	0.120



ug/ml.	Absorbancia
20	0.148
30	0.218
40	0.282

donde

$$y = mx + b \quad . . . . 1$$

y = Absorbancia

$$yx = mx^2 + bx \quad . . . . 2$$

x = ug/ml.

De la ecuación (1)

$$\begin{aligned} 0.016 &= 2m + b \\ 0.031 &= 4m + b \\ 0.047 &= 6m + b \\ 0.062 &= 8m + b \\ 0.076 &= 10m + b \\ 0.120 &= 16m + b \\ 0.218 &= 30m + b \\ \frac{0.282}{1,000} &= \frac{40m + b}{136m + 9b} \quad . . . . . (1) \end{aligned}$$

De la ecuación (2)

$$\begin{aligned} 0.032 &= 4m + 2b \\ 0.124 &= 16m + 4b \\ 0.282 &= 36m + 6b \\ 0.496 &= 64m + 8b \end{aligned}$$

-56-

$$\begin{aligned}0.760 &= 100m + 10b \\1.90 &= 256m + 16b \\2.96 &= 400m + 20b \\6.54 &= 900m + 30b \\1.28 &= 1600m + 40b \\24.394 &= 3376m + 136b \text{ -----}(2')\end{aligned}$$

despejando b de la ecuación (1')

$$b = \frac{1.00 - 136m}{9}$$

Sustituyendo en (2')

$$24.394 = 3376m + 136 \frac{1.00 - 136m}{9}$$

$$219.546 = 30384m + 136 - 18496m$$

$$11.888m = 83.546$$

$$m = \frac{83.546}{11.888} = 0.00703$$

$$b = \frac{1.00 - 136(0.0070)}{9} = \frac{1 - 0.955}{9}$$

$$b = 0.005$$

$$y = 0.00703x + 0.005$$

$$x = \frac{y - 0.005}{0.00703}$$

$$\mu\text{g/ml.} = 142.30 \text{ (Absorbancia - 0.005)}$$

### Sensibilidad y límite de detección.

La sensibilidad es definida como la concentración de metal en solución que produce una señal de absorción de 1%. Generalmente es expresado como  $\mu\text{g/ml.}/1\%$  y como solvente se tomó agua.

Datos para seleccionar las concentraciones de los estándares se encuentran en la tabla 4.1 para el modelo - Perkin Elmer 403.

En general el rango de concentración óptima para resultados exactos es de 15 - 100 veces el valor de sensibilidad; es decir de 15 - 65% de absorción si la curva analítica es lineal.

### 5.5 Condiciones de operación del Espectrofotómetro.

Flamas. Las combinaciones gaseosas normalmente usadas en absorción atómica pueden ser de acetileno-aire, - óxido nitroso-acetileno, hidrógeno-aire, argón-hidrógeno, aire-propano, (gas natural).

La flama utilizada para nuestras condiciones de operación fué una mezcla acetileno-aire, dado que es la flama más adecuada porque por medio de ésta es posible la

determinación de cerca de 35 elementos.

La temperatura de la flama acetileno-aire es aprox. -  
2300 °C.

Optimización del flujo del gas.

Para muchos elementos la relación combustible/flujo oxidante debe ser ajustada para mejor sensibilidad. Al aspirar una solución standard y al ajustarse el flujo de combustible hasta obtener un máximo de sensibilidad, chequeando el cero después de cada cambio de flujo y haciendo los ajustes necesarios. Como la flama de absorción puede cambiar con la relación combustible a flujo oxidante, el cambio resultante en cero puede dar lecturas erróneas altas, o bajas a menos de que se corrijan.

## 6. Parte Experimental.

Los jugos de frutas naturales y enlatados contienen -  
trazas de metales tal como Mn, Cu, Zn, Sn, Fe, Pb, Cr  
y Ni. Por lo tanto la contribución de metales pesados  
a la dieta total en jugos de frutas no debe ser pasa-  
do por alto.

La espectrofotometría de Absorción Atómica es un méto-  
do rápido y exacto para la determinación de trazas de  
elementos.

### Solución Estandar.

Se preparó una solución standard para cada elemento -  
haciendo las diluciones apropiadas con la solución -  
stock en condiciones standard y diluyendo a 100.

Cu 1.0  $\mu\text{g/ml.}$ , Zn 0.2  $\mu\text{g/ml.}$ , Ni 0.2  $\mu\text{g/ml.}$ , Cr 0.2 -  
 $\mu\text{g/ml.}$ , Mn 0.05  $\mu\text{g/ml.}$ , Pb 0.5  $\mu\text{g/ml.}$ , Cd 0.5  $\mu\text{g/ml.}$ ,  
Co 0.2  $\mu\text{g/ml.}$ , Sn 10.0  $\mu\text{g/ml.}$

### Preparación de la muestra.

Se tomaron 20 ml. de la muestra por analizar y se tra-  
nsfirieron a un matríz volumétrico de 100 ml. Se adi-  
cionaron 5 ml. de HCl y aforando a 100 ml. con agua -  
destilada. Se centrifugaron porciones de la solución  
de muestra (4500 rpm. durante 30 min.) para eliminar

de este modo la pulpa y evitar que se tape el aparato.

Absorción Atómica. Se usó un modelo Perkin Elmer 403  
Los parámetros de operación están dados en la siguiente  
Tabla.

Parametros de Operación  
Del Espectrofotometro  
De Absorción Atomica.

Elemento	Longitud de onda (A)	Slit (A)	Rango	Flama	Flujo de Aire Kg./cm <sup>2</sup>	Flujo Acetileno Kg./cm <sup>2</sup>
Cd	229	4	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Co	241	3	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Cr	358	3	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Cu	325	4	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Fe	248	3	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Pb	283	4	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Ni	232	3	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Zn	214	5	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Mn	279	4	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1
Sn	225	3	U.V.	Acetileno-aire	2.8	9.1

Determinación del pH de los dos tipos  
de jugos analizados.

Frutas.	Tipo "A"	Tipo "B"
Pera	3.38	3.55
Papaya-Piña	3.75	3.85
Mango	3.90	3.50
Durazno	3.4	3.5
Piña	3.6	3.7
Guayaba	3.62	3.57
Toronja	3.11	3.35
Manzana	3.6	3.4



## 7. CONCLUSIONES

La contaminación por metales pesados en jugos de frutas enlatados puede proceder del equipo lo cual significa que las prácticas sanitarias han sido deficientes, o por diseño diferente del equipo o utilización del mismo.

Tampoco es posible estar limpio de constantemente durante los períodos de operación y a pesar de tener un programa sanitario es posible tener equipo limpio contaminado por el flujo de productos alimenticios primarios.

Es de vital importancia la higiene en las fábricas enlatadoras de jugos, estas fábricas no sólo deben estar sometidas a reglamentos de sanidad en inspecciones periódicas sino que el éxito en mantener la limpieza, la higiene, influye directamente en la calidad y el valor comercial del producto.

El diseño de la maquinaria para el procesamiento de los jugos de frutas debe tener fácil acceso para la limpieza y desinfección de todas las superficies que están en contacto directo con el jugo.

Es conveniente, en el caso de jugos enlatados vaciar el contenido de la lata porque el producto por su acidez y en la presencia de oxígeno origina la corrosión de la lata y por lo tanto influye en la calidad

y cualidades nutritivas del producto.

Es apreciable por lo tanto, que la espectrofotometría por absorción atómica es un método confiable para la determinación directa de metales pesados en jugos de frutas enlatados.

A continuación son mostradas las tablas (1 y 2) de resultados obtenidos de las dos marcas de jugos analizados.

Tabla No. 1  
 Tipo " A "

Tipo de Jugo	Mn	Cu	Zn	Sn	Fe	Pb	Cr	Ni
	(p.p.m.)							
Manzana	.24	.01	.22	3.5	2	.05	.01	.01
Toronja	.15	.08	.21	2.8	1.6	.02	.01	.10
Plña	8	.06	.80	2	.52	.08	.01	.12
Guayaba	.01	.01	.28	10	4.5	2.1	.01	.01
Pera	.01	.01	.25	2	1.5	.01	.01	.01
Papaya y Plña	.28	.01	.60	2	.92	.01	.01	.08
Durazno	.01	.24	.01	2	.19	.01	.01	.07
Mango	.01	.01	.19	3.6	2.7	.01	.01	.01

Tabla No. 2

Tipo " B "

Tipo de Jugo	Mn	Cu	Zn	Sn	Fe	Pb	Cr	Ni
	(p.p.m.)							
Manzana	.18	.03	.05	2	.92	.04	.01	.01
Toronja	.12	.06	.14	3	1.5	.02	.01	.09
Plña	6	.05	.40	2	.20	.08	.01	.10
Guayaba	.01	.01	.22	2	.18	.08	.01	.01
Pera	.01	.01	.25	2	.40	.01	.01	.01
Papaya y Plña	.26	.01	.39	1.7	.41	.01	.01	.08
Mango	.01	.01	.33	2	.25	.01	.01	.01
Durazno	.01	.01	.70	2	.01	.01	.01	.06

VALORES LIMITE PARA ALGUNOS ELEMENTOS EN AREAS DE TRABAJO  
(ACGIH - 1972 )

	mg/M <sup>3</sup>	para 8 hrs. de exposición.
Sn (Compuesto inorgánico)	2	"
Zn (Vapores de óxido de Zn)	5	"
Pb (Orgánico como vapores - o polvo)	0.15	"
Cr ( Como solución crómica- o sales de cromo)	0.5	"
Ni (Metal o compuestos solu- bles)	1	"
Mn (Compuestos de Mn)	5	"
Cd (Como metal u oxido)	0.1	"
Co (Como metal, humos y pol- vos)	0.1	"
Fe (Sales solubles o como - metal)	1	"
y como oxidos de Fe	10	"

ACGIH = ( AMERICAN CONFERENCE GOBERNMENTAL INDUSTRIAL  
HYGIENISTS.)

8.- BIBLIOGRAFIA

- 1) Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Sept. 1968 (Supersedes Nov. 1966 - Supplement.)  
Perkin Elmer Norwalk, Connecticut. U.S.A.
- 2) P. Slavin: Atomic Absorption Spectroscopy.  
Wiley & Sons. London 1965.
- 3) Cruess, W.V. Commercial Fruit & Vegetable Products.  
Mc. Graw Hill N.Y. (1938)
- 4) Kirk Othner, Enciclopedia de Tecnología Química.  
Tomo I. Uteha. México (1972)
- 5) Norman W. Desrosier Food Preservation.  
Avi. Publishing. Co. Westport. Conn. U.S.A
- 6) Pyke Magnus, Food Science & Technology.  
London (1964).
- 7) A. J. Macleod.  
Instrumental Methods of Analysis  
John Wiley & Sons. N. Y.(1973).
- 8) Tressler, Witeley & Joslyn.  
Fruit and Vegetable Fruit Processing Technology  
Avi. Publishing Co. Westport. Conn. U.S.A.
- 9) Patty; Industrial Higiene & Toxicology  
Vol. I. General Principles Interscience.
- 10) E. Somers. The Toxic Potencial of Trace Metals-  
in Foods. Institute Food Technologists. Miami. -  
June, 1973.

- 11) Health Hazards of the Human Environment WHO. -  
1972.  
X Informe No. 313 (serie de Informes Técnicos)  
F.A.O.
- 12) Informador Comercial Frutícola No. 39 - 49 1973.  
Conafrut. (S.A.G.)
- 13) Threshold Limit Values for Substance in Work -  
Room Air Adopted. By ACGIH for 1972. (AMERICAN  
CONFERENCE GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS).
- 14) E. Somers. Heavy Metals in Food's Pag. 199, 200,  
201. Canada (1970).