

14/57

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

VARIOS ASPECTOS DEL PROBLEMA DE LA  
TOXICIDAD EN LA LOZA ARTESANAL MEXICANA

146

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE QUIMICO

PRESENTA: Margarita Eugenia Gutiérrez Ruíz

México, D. F., 1974.



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 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.

CLAS Tesis  
AÑO 1974  
FECHA  
PRG M.t. 140/110  
C



PRESIDENTE: Francisco Javier Garfias  
VOCAL: Francisco Esparza Herrada  
SECRETARIO: Margarita Guzmán de Macías  
1er. SUPLENTE: Alicia Benítez de Altamirano  
2do. SUPLENTE: Martha Rodríguez Pérez

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Departamento de Química Inorgánica  
Facultad de Química, U.N.A.M.

SUSTENTANTE: Margarita Eugenia Gutiérrez Ruíz

ASESOR DEL TEMA: Margarita Guzmán de Macías

# I N D I C E

I)	INTRODUCCION. . . . .	1
II)	ASPECTO MEDICO . . . . .	6
	II. 1) Generalidades . . . . .	6
	II. 2) Metabolismo, Distribución y Eliminación . . . . .	8
	II. 3) Síntomas . . . . .	16
	II. 4) Diagnóstico . . . . .	17
	II. 5) Tratamiento . . . . .	18
III)	ASPECTO TECNICO. . . . .	19
	III. 1) Generalidades . . . . .	19
	III. 2) El Esmaltado en México . . . . .	25
IV)	ASPECTO ANALITICO. . . . .	30
	IV. 1) Generalidades . . . . .	30
	IV. 2) Métodos Analíticos . . . . .	33
	IV. 3) Resultados . . . . .	63

...

V)	ASPECTO SOCIO-ECONOMICO. . . . .	84
	V. 1) Generalidades . . . . .	84
	V. 2) Problemas y Soluciones . . . . .	86
VI)	BIBLIOGRAFIA . . . . .	102

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

---

→ Los efectos nocivos del plomo son conocidos desde la antigüedad, como lo demuestra el hecho de que los Romanos no consideraban potable el agua que era conducida en tuberías de plomo. Contradictoriamente utilizaban el óxido de plomo en el esmaltado de sus vasijas ya que, al tener escasos conocimientos de la química, les era imposible determinar la presencia de plomo soluble. Es interesante hacer notar que algunos historiadores hacen coincidir la introducción de las técnicas de esmaltado usando óxido de plomo, con la iniciación de la decadencia del Imperio Romano.

→ Ya en el siglo XVIII se tenía conocimiento de que las bebidas almacenadas en recipientes vidriados con plomo producían saturnismo (intoxicación por plomo). En 1892 se declaró oficialmente, en Inglaterra, que la manufactura de cerámica esmaltada que contenía compuestos de plomo era peligrosa.

→ Fue hasta 1933 cuando en México se tuvo conocimiento de casos de saturnismo en alfareros de Oaxaca y

→ Puebla. Posteriormente en 1960, la Dirección de Higiene, Industrial de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, efectuó un estudio en Tecomatepec, Edo. de México, encontrando que 48 personas mostraban síntomas de saturnismo. (1)

Sin embargo, no se continuó ninguna investigación y no fue sino hasta el año de 1970, cuando los Estados Unidos cerraron sus fronteras a nuestra loza popular engretada, que se le prestó atención al problema, más por la pérdida económica -ya que la cantidad de loza que se dejaba de exportar representaba una gran suma- que por el hecho de que fuese un grave problema de salud pública.

Estados Unidos tomó la decisión de cerrar sus fronteras a cualquier artículo esmaltado, que al analizarse diese más de 7 ppm de plomo soluble. Esta medida se tomó debido a que había aparecido un artículo en la revista "Goodhousekeeping" en que se relataba un

(1) Díaz González A. y Cendejas Huerta S., "El Problema de la Toxicidad en la Loza Artesanal Mexicana", Centro de Investigación de Materiales (1973).

caso de envenenamiento de una familia, que acostumbraba preparar su jugo de naranja y guardarlo en una jarra de barro mexicana. Este mismo artículo se publicó en Selecciones de Readers Digest y causó un gran impacto entre el público norteamericano.

Además, en 1965, el Departamento de Salud Pública de Nuevo México había recibido un comunicado de la "Food and Drug Administration", relativa a una queja sobre una pieza de cerámica adquirida en la frontera con México por un residente de Nueva York, quien encontró un sabor extraño al tomar café en dicho recipiente y, al efectuarle un análisis, se le había encontrado que contenía 100 miligramos de plomo.

Actualmente en México ya se han efectuado análisis precisos a las vasijas engretadas, encontrando resultados alarmantes; sin embargo en entrevistas efectuadas a médicos, éstos negaban la real existencia del problema atribuyéndoselo a la "fiebre anticontaminación".

La realidad es que en los grandes hospitales de la ciudad de México, no han tenido casos graves de anemias

debidas al saturnismo, pero hay que tomar en cuenta diversos factores como el hecho de que el campesino, y sobre todo el alfarero, no tiene acceso a la medicina, o que las anemias producidas por intoxicaciones por plomo (2) son lo suficientemente leves para no ameritar el envío del paciente a un hospital de concentración de la ciudad de México.

Podría ser también importante el hecho de que en México, a diferencia de otros países, la gente no acostumbra conservar sus alimentos, sino los consume diariamente, por lo que no hay tiempo para que el esmalte sea atacado por la comida. Además, se ingiere gran cantidad de tortilla que contiene mucho calcio y -como se ha comprobado- (3) el exceso de este elemento favorece la eliminación del plomo.

Pero aun cuando se pudiese comprobar que el plomo soluble no representa un peligro para la población

(2) Principles of Internal Medicine Mc. Graw Hill Book Co. Inc. 4o. Ed. 1962.

(3) R. A. Kehoe M.D., Horben Lectures (Lecture 2, part 1) Pag. 110 y 119 Roy. Inst. Pub. Health. Hyg. J., 1961.

-lo cual necesitaría de serias investigaciones- existe un grave problema económico que se ha derivado del uso de técnicas caducas, las cuales no han permitido un desarrollo normal de la industria alfarera, impidiendo además la exportación de sus productos.

En este trabajo se plantean los principales aspectos que presenta este problema y que es sólo uno de los muchos que aquejan a los artesanos, pero al que se debe dar -a nivel nacional- pronta solución.

## II) ASPECTO MEDICO

---

## Generalidades .

Muy poco se ha agregado a nuestro conocimiento del cuadro clínico de la intoxicación por plomo, saturnismo, sin embargo -como resultado de recientes investigaciones- se dispone de un número considerable de nuevos datos sobre la acción del plomo a nivel celular y -sobre todo- de nuevos métodos terapéuticos en su tratamiento.

La exposición al plomo, por encima de cantidades máximas tolerables, conduce a diferentes cuadros de intoxicación a los que en forma tradicional se ha clasificado como agudas y crónicas, siendo los más comunes los casos de intoxicaciones crónicas. El manejo de una intoxicación de este tipo nos obliga a estar enterados de algunos aspectos generales como son:

- a) La necesidad de establecer un diagnóstico correcto.
- b) Su metabolismo, distribución y eliminación.

Obviamente de un diagnóstico correcto dependen un buen manejo del enfermo, para ello se debe recordar que exposición no es sinónimo de intoxicación, pues un sujeto puede estar expuesto al plomo sin que haya absorción ya que ésta depende de las características del metal, en cuanto a su estado físico en el medio ambiente, así como de la magnitud de esa exposición en función del tiempo y frecuencia de la misma y de otros factores coadyuvantes. Tampoco absorción implica necesariamente intoxicación, ya que ésta es en última instancia el resultado de la acción del tóxico en el organismo y sus mecanismos de defensa en ocasiones lo hacen capaz de tolerar, en grado sorprendente, la presencia de numerosos materiales tóxicos.

A veces es difícil establecer una línea divisoria entre absorción e intoxicación. De una manera general debe aceptarse que cuando la absorción alcanza un punto, donde causa trastornos a la salud, se puede pensar en intoxicación. Esta puede manifestarse por alteraciones orgánicas, funcionales, químicas o

por la combinación de todas ellas que se hacen patentes por signos y síntomas, o bien por hallazgos anormales de laboratorio. (4)

## METABOLISMO, DISTRIBUCION Y ELIMINACION

Un equilibrio es establecido a pequeña edad entre el organismo humano y su ambiente usual, donde la cantidad de plomo absorbida es balanceada por una secreción de plomo de los tejidos por las vías normales.

La cantidad normal de plomo contenida en la comida y bebida consumida diariamente por una persona adulta, varía entre 0.10 mg/día y algo más de 0.2 mg/día. El plomo inhalado varía de 0.01 a 0.09 mg/día, de acuerdo donde se viva.

La mayor parte del plomo inhalado en la atmósfera es expulsado en el aire expelido. El plomo retenido en

(4) Fernández Osorio J., "Manejo del Intoxicado por Metales Pesados", Boletín Terapéutico, Vol. II, No. 16, México.

el pulmón varía entre 5 y 45 microgramos/día.

Casi todo el plomo ingerido atraviesa el tracto alimentario y es evacuado en las heces fecales, variando la cantidad entre 0.12 y 0.34 mg/día; el resto es absorbido y regresa al tracto alimentario en las secreciones biliares y pancreáticas. En la orina son expulsadas cantidades que varían entre 0.01 y 0.08 mg/día. En el sudor no se ha calculado, pero tiende a ser aproximadamente la de la orina. Las cantidades absorbidas se distribuyen en todos los tejidos por medio del flujo sanguíneo.

No hay duda de que este equilibrio se ve disturbado de vez en cuando por las variaciones del ambiente, como un cambio a un clima caluroso, o el aumento del volumen de la orina, o la ingestión de grandes cantidades de calcio que favorece la eliminación.

Los datos anteriores son más significativos si se piensa en que un hombre de 80 kilos de peso, en 30 años de una absorción normal, sólo acumula 0.04 mg/día. (5)

(5) R.A. Kehoe M.C., Harben Lectures (Lecture 1). Journal Roy. Inst. Pub. Health, 24:95 (1961).

RANGOS Y NIVELES MEDIOS DE LA CONCENTRACION DE PLOMO, EN LOS TEJIDOS DE 11 PERSONAS QUE NO HAN ESTADO ANTE UNA EXPOSICION ANORMAL DE PLOMO. (6)

	Mg. de Pb/100 Gr. de tejido fresco		media
	rango		
cerebro	0.01	- 0.09	0.04
pulmón		-	0.02
corazón		-	0.04
hígado	0.04	- 0.28	0.12
bazo	0.01	- 0.07	0.03
riñón	0.015	- 0.16	0.05
músculo	0.01	- 1.17	0.03
hueso	0.67	- 3.59	1.78

Por su accesibilidad y facilidad para analizar, la sangre adquiere la máxima importancia como indicador de la cantidad total de plomo en el cuerpo, ya que lo transporta y lo extrae de los tejidos en un continuo

(6) The Normal Metabolism of Lead, Lecture 1, pag. 92, Horben Lectures

estado de equilibrio dinámico, debido a la habilidad de los eritrocitos de unirse y soltarse al metal. El plomo en la sangre de cualquier individuo normal varía únicamente en pequeñas cantidades, a través del tiempo, y sólo cambia significativamente cuando hay un cambio ambiental, un cambio de régimen alimentario o cuando aumenta anormalmente la absorción de plomo. El estado estacionario varía de individuo a individuo, dentro de los límites de 0.015 a 0.040/100 gramos de sangre. Pero para considerar que el individuo sufre de saturnismo, la concentración de plomo deberá pasar de 0.08 mg/100 gr. de sangre.

La concentración de plomo en la orina sólo es un dato más ya que el análisis puede dar resultados falsos, debidos sobre todo al factor psicológico. Los valores peligrosos pueden variar entre 0.15 y 24 mg/l o más, dependiendo del número y volúmenes de las muestras urinarias y también de las condiciones climáticas, bajo las cuales fueron obtenidas. Sin embargo, no implica una intoxicación el que los resultados de san-

gre y orina se encuentren en los rangos dados; solamente cuando están acompañados de otros síntomas, se puede suponer la presencia de la enfermedad.

Arriba del punto crítico de concentración, lo más probable es que se produzca una intoxicación en un individuo, pero no siempre. Debe estar condicionado por un factor bioquímico, el cual indica el efecto tóxico. Un buen indicio de la intoxicación es el aumento de ciertas porfirinas, especialmente la coproporfirina III en la orina; además de la presencia de granulaciones basófilas en la hemoglobina.

La variabilidad en el tiempo requerido para llegar a la intoxicación, bajo condiciones ambientales similares, tiende a ser mayor cuando la exposición ha sido uniforme. La intoxicación coincide con un incremento en la absorción, efecto que se le ha llamado mecanismo de gatillo.

## PLOMO ADICIONAL TOLERADO SIN RIESGOS (7)

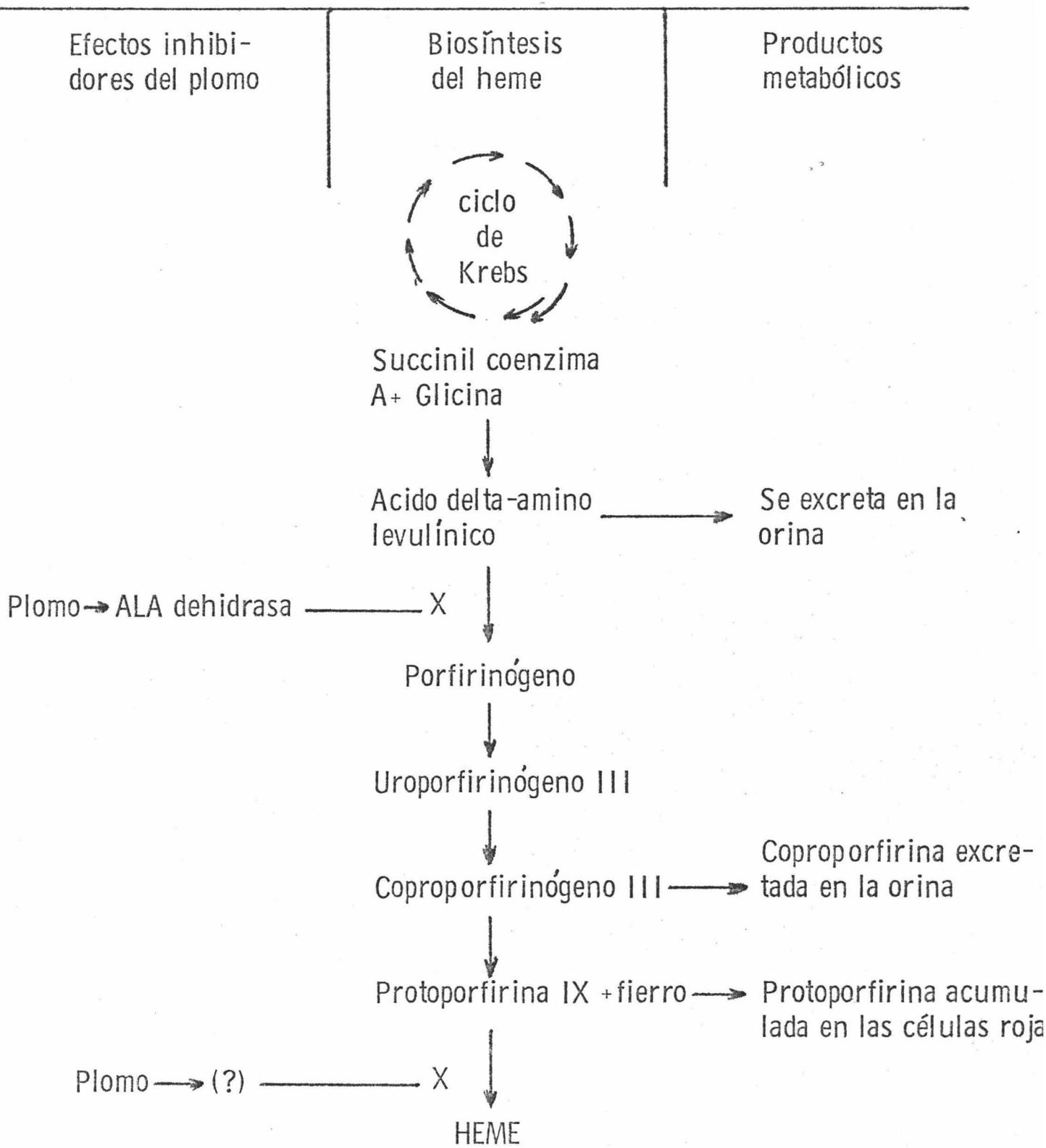
Cantidad mg/día	tiempo
.3	de por vida
.9	7 a 9 años
2.0	4 años
3.0	8 meses
5 - 10	1 mes

El efecto tóxico del plomo sobre la actividad de las enzimas dependientes del sulfihidrido en el metabolismo del heme, constituyente de la hemoglobina que contiene el fierro, es suficientemente conocido.

En esos pasos metabólicos, el plomo está específicamente implicado en la producción del ácido delta-amino-levulínico (ALA) y en la formación final del heme a partir del fierro y la protoporfirina. Ambos de esos pasos están catalizados por enzimas que son dependientes de los grupos sulfihidrilo libres para su total actividad. Pero el plomo también afecta otros

(7) Cole F. J. "Health Aspects of ILZRO'S Lead in Glazes Research" Ceramic Bulletin, vol. 50 No. 11 (1971) pag. 918.

sistemas enzimáticos del cuerpo. La mayoría de los cuales son muy poco conocidos y sólo se distinguen por las funciones vitales que alteran. Las investigaciones han demostrado que la actividad de la ALA-d (delta-amino levulínico dehidrasa) es inhibida en los tejidos de los cerebros de ratas intoxicados con plomo. Este experimento no se puede repetir en humanos, pero el hecho de que el plomo en el hombre produzca tantas consecuencias neurológicas hace pensar que sucede lo mismo.



Adaptado de: Chelsom, J.J., Lead Poisoning, Scientific American 224, 2 febrero 1971.

## SINTOMAS Y SIGNOS

Generales: Palidez, debilidad, pérdida de peso, lassitud, malnutrición.

Gastrointestinales: Sabor metálico, aumento de la salivación, ribete de Burton (plomo en las encías), piorrea anorexia, náuseas, vómitos, estreñimiento, cólico abdominal.

Genitourinarios: Nicturia, albuminuria y hematuria, aumento de bilirrubinuria.

Neuromusculares: Adormecimiento y hormigueo de las extremidades con perturbaciones sensoriales asociadas, debilidad de los extensores de las muñecas y tobillos; también se ha descrito parálisis braquial, pérdida del tono muscular, temblor; reflejos tendinosos aumentados, contrac-

ciones y dolores musculares, artalgia, atrofia muscular.

## Sistema Nervioso

Central: Perturbaciones visuales, dolor de cabeza, vértigo, nerviosismo o depresión, insomnio, confusión mental y delirio, hemorragias retinianas y neuritis del nervio óptico; se han consignado también puntitos grises de pigmento de plomo alrededor del iris.

Hematopoyéticos: Punteado basófilo de eritrocitos, anemia normocítica hipocrómica, aumento de reticulocitos en sangre periférica.

## DIAGNOSTICO

Una excreción urinaria de plomo en los niveles ya aceptados como peligrosos, o sea arriba de 0.02 mg/l y una cantidad de plomo en sangre por arriba de 0.08 mg/l.

La presencia de granulaciones en los glóbulos rojos y el aumento de las coproporfirinas arriba de 1 mg/l en la orina, además de la presencia de cualquiera de los síntomas antes anotados, siendo el más frecuente el cólico, indica con toda seguridad un estado de intoxicación.

## TRATAMIENTO

Se retira al paciente de la exposición al plomo. Para el cólico, se inyecta gluconato de calcio, 10 cc de solución intravenosa al 10 % cada 4 horas, hasta que sea necesario. Para el estreñimiento, sulfato magnésico: 15 g. diarios hasta que sea necesario. Edetamil cálcico disódico, intravenoso, en una dosis de 0.5 a 1.0 g. durante un período de 24 horas en 5 días sucesivos, dejando un período de descanso de 5 días y volviendo a repetir con la vigilancia del estado renal, antes y durante la terapia. Repetir revisiones de la concentración de plomo en sangre tres o cuatro semanas después del último curso del tratamiento. Para la anemia se ha sugerido gluconato ferroso y vitamina B 12.

### III ASPECTO TECNICO

## Generalidades

Un esmalte cerámico es una capa vítrea delgada que normalmente contiene sílice y que se aplica sobre un objeto de barro o porcelana. Después de la fusión en el horno, el esmalte se parece a una placa de vidrio. Cuando está formulado, aplicado y quemado adecuadamente, sus características son: continuidad, impermeabilidad y, para efectos prácticos, insolubilidad.

Un esmalte cerámico puede visualizarse como un grupo de componentes minerales que se funden en un horno de alta temperatura y que, generalmente, lleva un componente llamado fundente. Este es un material con tales propiedades que a elevadas temperaturas reacciona y ayuda a disolver todos los componentes del esmalte, para formar un vidrio.

El óxido de plomo (llamado litargirio, greta, masicot, etc.), es un buen ejemplo. Es un solvente activo y

baja la temperatura de esmaltado.

Además del plomo y la sílice, los esmaltes a menudo se formulan con diversas cantidades de otros elementos. Por ejemplo, cualquiera de los siguientes elementos pueden formar parte de una formulación: antimonio, bario, boro, cadmio, calcio, cobalto, cobre, fluor, litio, manganeso, sodio, potasio, estroncio, uranio, zinc y zirconio.

Es evidente que la química de los esmaltes es compleja. Se está tratando con reacciones muy complicadas que suceden (al mismo tiempo dentro del esmalte, entre el esmalte y la masa o cuerpo) a temperaturas extremadamente altas.

Los esmaltes son solubles pero la velocidad a la cual se solubilizan es extremadamente lenta. Un esmalte bien formulado y aplicado, al someterlo a un análisis para determinar el contenido de elementos solubles, debe dar resultados muy pequeños. Para el plomo es menor de 7 ppm, cantidad que era difícil-

mente medible hace diez años. Sin embargo, en esmaltes pobremente diseñados y que no se queman adecuadamente, se disuelven grandes cantidades de plomo y otros metales. Varios otros factores como la presencia de óxido de cobre, el espesor de aplicación, etc., pueden afectar notablemente el desprendimiento. Es interesante hacer notar que el porcentaje total de plomo en un esmalte no tiene efecto particular sobre su desprendimiento; es la proporción de los ingredientes, el tiempo y temperatura de quemado, los que determinan la solubilidad del plomo.

El plomo se continúa usando porque es un componente sumamente valioso de los esmaltes. Algunas de las características más importantes de los esmaltes, derivadas de su contenido en óxido de plomo, incluyen:

- 1) Bajo rango de fusión. El óxido de plomo es uno de los modificadores de rejillas vítreas clásicas. Su fuerte acción fundente permite la formulación de esmaltes durables que maduran a temperaturas relativamente

más bajas que sus contrapartes sin plomo.

- 2) Amplio rango de suavización. El óxido de plomo aumenta la fluidez de los esmaltes (reduce su viscosidad) durante el quemado y además extiende esta propiedad sobre un rango de quemado más amplio.
- 3) Baja tensión superficial. La baja tensión superficial es la propiedad que contribuye a la habilidad de los esmaltes plomados para cicatrizar las ampollas, rajaduras de secado y otros defectos.
- 4) Alto índice de refracción. Se obtienen superficies esmaltadas brillantes debido al alto índice de refracción impartida por el plomo.
- 5) Resistencia a la devitrificación. La presencia de  $PbO$  en el esmalte reduce las tendencias indeseables hacia la cristalización de super-

ficies o devitrificación del esmalte.

- 6) Compatibilidad con los colores. El plomo es benéfico a la mayor parte de los colores utilizados en los esmaltes artísticos. (8)

A pesar de todas sus características, el óxido de plomo es tóxico y se acumula en el cuerpo produciendo el saturnismo, por lo que en los últimos cincuenta años ha habido muchas investigaciones dirigidas hacia el desarrollo de sustitutos satisfactorios para el plomo, en los esmaltes para la industria de la loza de mesa.

Han sido desarrolladas muchas formulaciones haciendo aumentos sustanciales en la cantidad de óxidos alcalinos y boro en la carga del esmalte. Estas sustancias reproducen mejor las propiedades de baja fusión, que se encuentran en los esmaltes plomados con los ingredientes estándares, pero al mismo tiempo se quedan cortos con respecto a la solubilidad.

(8) Jerome F. Smith, "Lead in Dinnerware Glazes", Lead Industries Association, Inc. 292 Madison One, New York, N.Y. 10017.

así como afectan a los colores bajo el esmalte. También han sido estudiados otros fundentes y se han encontrado similarmente eficientes, además de que suben el costo del esmaltado. Sin embargo, en México, la fábrica Ferro-México a puesto a disposición de los alfareros una frita carente de plomo y que, afirman, reúne todas las características de la greta excepto su toxicidad. (Número 11-84-2) (9)

Las fritas son componentes de los esmaltes que han sido fundidas antes de ser añadidas al esmalte; pueden ser todos los componentes o sólo algunos.

Las partículas fritadas son reducidas a polvo combi-nándolas perfectamente. El objetivo de este paso (fritado) es hacer menos solubles a los constituyentes del esmalte, antes de la aplicación y después del horneado, además de que disminuye la volatilidad del plomo durante el quemado. Sin embargo, el solo hecho de fundir los componentes de un esmalte para formar una frita no asegura que se haya vuelto insoluble.

(9) Comunicación personal con Ferro-México.

## EL ESMALTADO EN MEXICO

Las técnicas para esmaltar fueron introducidas en México por los españoles, después de la conquista. Ninguna pieza de barro precortesiana poseía este recubrimiento vítreo. El procedimiento usado actualmente es esencialmente el mismo de hace 300 años. Consiste en preparar una mezcla de diferentes proporciones de greta o litargirio ( $PbO$ ) y sílice pulverizada con agua. (10) Posteriormente se bañan con esta suspensión los artículos previamente horneados y luego de secarlos a la intemperie se introducen al horno, donde se cuecen hasta que brille la pieza.

El tipo de hornos usados por la mayoría de los alfareeros, están contruídos por ellos mismos y utilizan como combustible leña o estiércol. Generalmente son de dos tipos: de cielo abierto o de botella. Los primeros son circulares o cuadrados y abiertos en la parte superior, y los segundos tienen la forma que indica su nombre.

(10)El sílice también es conocido como pedernal.

La proporción de greta y sílice oscila desde 10% de sílice y 90% de  $PbO$ , hasta 35% de sílice y 65% de  $PbO$ . Las proporciones más usadas son 1,000 partes de greta con 360 partes de sílice (26.47% : 73.53%), o también 1,000 partes de greta con 400 partes de sílice (28.57%: 71.43%). Hay algunos que utilizan 1,000 partes de greta y 450 partes de sílice (31.03% : 68.97%). Estas son "viejas recetas" por lo que actualmente no siempre se usan. Por otra parte, las temperaturas de cocimiento también son sumamente variables, pues van desde el equivalente al cono 010 ( $887^{\circ}C$ ) y aún más bajas, hasta el cono 06 ( $991^{\circ}C$ ) en los mejores casos. Esto hace que la sílice y el  $PbO$  no lleguen a combinarse completamente y que el  $PbO$  quede en su forma más soluble.

Observando el diagrama de equilibrio  $PbO-SiO_2$  (fig.1) se pueden observar que todas aquellas mezclas, que han estado cocidas en condiciones de equilibrio, para esmaltes que contengan menos de 6.3% de sílice en peso, presentaron un grave problema de solubilidad del  $PbO$ , ya que es ésta la fase principal pues es ligeramente soluble aún en agua.

# SISTEMA PbO-SiO<sub>2</sub>

## PUNTOS INVARIANTES

	PbO	SiO <sub>2</sub>	TEMP	
A	100	-	886° C	
B	93.7	6.3	725	P.F. INCONG. P4 S
C	93.3	6.7	725	
D	91.8	8.2	714	
E	88.1	11.9	743	P.F. PbO. SiO <sub>2</sub>
F	84.6	15.4	716	
G	78.8	21.2	764	P.F. PbO. SiO <sub>2</sub>
H	70.4	29.6	732	

TEMP. EN °C.

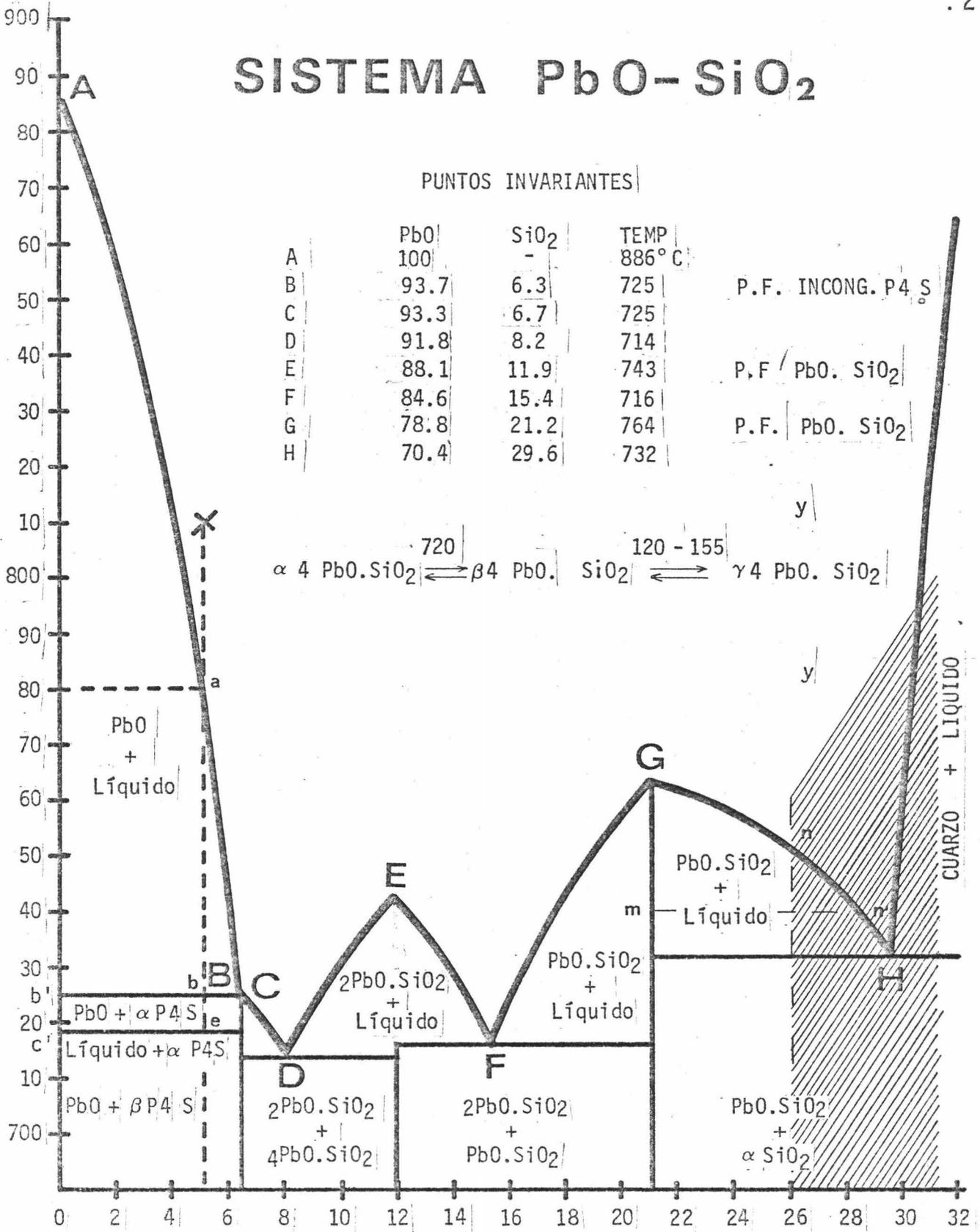


FIGURA 1

% SILICE (SiO<sub>2</sub>) Por Peso

"Para ilustrar lo antes expuesto, consideremos que una mezcla con 5% de sílice y 95% de PbO (representada por el punto X en la figura) hubiera sido calentada en condiciones de equilibrio hasta la temperatura de  $810^{\circ}\text{C}$ , lo cual según el diagrama de fases daría un líquido. Supóngase entonces que es enfriada hasta la solidificación completa. Siguiendo el diagrama de equilibrio se observa que al llegar a la temperatura de  $780^{\circ}\text{C}$  empieza a solidificarse PbO, el cual sigue como fase primaria aumentada en proporción mientras la composición del líquido en equilibrio cambia a lo largo de a-c, hasta llegar a  $725^{\circ}\text{C}$ . En este punto la temperatura se mantiene constante mientras que el líquido de composición C reacciona con el PbO, para formar  $4 \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$ .

Al seguir enfriando el líquido se transforma totalmente en sólido y nos queda PbO con  $\alpha 4 \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$ .

A  $718^{\circ}\text{C}$  el  $\alpha 4 \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$  se transforma en  $\beta \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$

y, por último, el  $\beta 4 \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$  se transforma en

$\gamma 4 \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$  quedando en una proporción de 20.63 partes de PbO y 79.37 partes de  $\gamma 4 \text{ PbO} \cdot \text{SiO}_2$  (13/63).

Por lo que respecta a las composiciones o mezclas tradicionales a que se hizo referencia antes, quedan comprendidas dentro del área de equilibrio del  $PbO.SiO_2$  que es mucho menos soluble, o del cuarzo que no representa ningún peligro.

Una forma de ver esto es siguiendo similarmente al punto X, el comportamiento que sigue al enfriarse, desde la misma temperatura ( $810^{\circ}C$ ) una mezcla que originalmente tuviera 26% de sílice y 74% de  $PbO$ . Esta mezcla representa en la fig. 1 por el punto y está líquida y no sufriría variaciones hasta llegar al punto n ( $752^{\circ}C$ ) en el cual se empezaría a solidificar el  $PbO.SiO_2$ , lo cual continuaría mientras se enfría y la composición del líquido varía a lo largo del tramo n m' H. Sigue la misma situación hasta una total solidificación de una mezcla que contiene 22.62 partes de cuarzo y 77.38 partes de  $PbO.SiO_2$ ." (11)

(11) García Leal Ramón. "Soluciones al Problema del Plomo en la Alfarería Mexicana", trabajo leído en Denver en 1970, en la Convención de Ingenieros Químicos.

La zona sombreada de la figura 1 representa las composiciones de las mezclas más utilizadas por los alfare-  
ros. No representaría ningún peligro si estas mez-  
clas se cocieran en condiciones de equilibrio o a tèm-  
peraturas lo suficientemente altas, para permitir que  
reaccionaran completamente.

Aparte de la temperatura, es de suma importancia la  
falta de control en las proporciones y el grueso del  
esmalte, pues es muy frecuente observar piezas es-  
maltadas con zonas opacas. Estas zonas se deben  
a un bañado muy disparejo, o a que las densidades  
del litargirio (9.53) y la de la sílice (2.65) son tan di-  
ferentes que se separan entre sí y la capa de esmalte  
queda con una composición sumamente heterogénea.  
Debido a esta diferencia de densidades, las mezclas  
de mayor contenido en  $PbO$  -y por lo tanto las más  
solubles y peligrosas- tienden a juntarse en el fondo  
de las cazuelas o de los platos.

IV) A S P E C T O A N A L I T I C O

## Generalidades

Para determinar la solubilidad de los esmaltes de las vajillas artesanales y comerciales, se han desarrollado varias técnicas.

Algunas requieren de instrumentos analíticos y otras pueden llevarse a cabo con muy pocos recursos, sacrificando precisión y exactitud.

La norma oficial mexicana para el control del plomo soluble se basa en el método colorimétrico ASTM C 55 - 64T.

Actualmente ya se encuentra publicado el método ASTM C 55 - 70, en el cual aparte del método colorimétrico, viene descrito un método que requiere de un espectrómetro de absorción atómica. Es sencillo y exacto pero de difícil aplicación ya que en nuestro país no hay muchos de estos aparatos. Por este motivo, también se describen dos métodos muy sen-

cillos, los cuales no requieren de ningún instrumento y son posibles de aplicarse en cualquier sitio.

Se añadió un método para determinar el plomo en la sangre, el cual es interesante ya que su técnica es muy reciente.

En este capítulo también están los resultados de los análisis efectuados en México, en las vasijas, y los cuales dan resultados alarmantes, ya que la mayoría sobrepasan los límites de seguridad.

Designación: C 555 - 64

METODO ESTANDAR DE PRUEBA PARA EL PLOMO  
EXTRAIDO DE LAS SUPERFICIES VIDRIADAS DE  
LA CERAMICA

- 1) Alcance. - Este método determina con precisión la cantidad de plomo extraído por el ácido acético de las superficies vidriadas. El procedimiento de extracción acelera el desprendimiento de plomo de las superficies vidriadas y, por lo tanto, es una rigurosa prueba ya que sufre la condición más severa a que puede ser sometida una vasija en uso. Es un método específico para el plomo.
  
- 2) Resumen del método. - El plomo se extrae de la vasija con ácido acético a  $60^{\circ}$  C y se hace reaccionar a un pH de 8.5 con ditizona en cloroformo. Una solución reguladora es añadida para extraer el plomo libre de bismuto, si este metal se encuentra presente. La solución que contiene al plomo se ajusta a un pH de 10 y el metal se

extrae de esa solución acuosa con ditizona en cloroformo. La fase orgánica que contiene el complejo de plomo-ditizona es medido en un fotómetro.

- 3) Interferencias. - Interfieren los iones estanosos y talosos. En el esmalte los iones estanosos no se encuentran ya que a la temperatura de los hornos se convierten en estánicos. El talio no se usa en la industria cerámica por lo que es muy improbable encontrarlo, pero si ese fuera el caso se debe añadir agua de bromo hasta que el color persista y después se decolorará, añadiendo gota a gota una solución de fenol al 5%. Posteriormente se añade HCl concentrado (densidad específica 1.19), e inmediatamente se extrae el ión tálico con solución de ditizona.

Después, se procede de acuerdo con lo escrito en los incisos 6.2 y 6.8

- 4) Aparatos y equipo .- Fotómetro o espectrofotómetro. Cualquier espectrofotómetro o fotómetro fotoeléctrico apropiado para medir a 510 *m $\mu$*

Embudos separadores resistentes de 125 ml. de capacidad, graduados en 1, 2 y 5 ml. y en la región de 10 a 100 ml. en unidades de 10 ml.

- 5) Reactivos .- Se deben usar durante toda la prueba reactivos de grado químico, a menos que se indique otra cosa.

Cuando se haga referencia al agua, esta debe ser destilada a menos que se indique otra cosa.

5.1) Acido acético (1.20). Se mezcla un volumen de ácido acético glacial con 20 volúmenes de agua.

5.2) Hidróxido de amonio concentrado  $d = 0.90$ .

5.3) Mezcla de cianuro e hidróxido de amonio.

Se disuelven 15 gr. de cianuro de potasio (KCN) en  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( $d= 0.9$ ) y se diluye a un litro.

5.4) Solución reguladora, pH 3.4. A 61.26 de ftalato ácido de potasio se agregan 4.9 ml. de ácido clorhídrico concentrado ( $d= 1.19$ ) y se diluye con agua a 3,600 ml.

5.5) Solución alcalina reguladora. A 400 gr. de ácido cítrico se agregan 200 ml. de agua bidestilada y 6 gotas de indicador rojo de fenol. Se agrega hidróxido de amonio hasta que el indicador vire a color rosa, después se agregan 50 gr. de cianuro de potasio. A otro matraz se agregan 13.4 gr. de clorhidrato de hidroxilamina ( $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ ) y suficiente agua hasta disolver la hidroxilamina. Se hace la solución alcalina con  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Se mezclan las dos soluciones y se elimina el plomo de la mezcla agitando varias veces con porciones de 10 ml. de solución de ditizona hasta que la solución de ditizona retenga su color verde original.

Cuando se haya eliminado el plomo de la solución se elimina el exceso de ditizona, por extracciones repetidas con pequeñas porciones de cloroformo. Se diluye con agua a un volumen de 1,570 ml.

5.6) Cloroformo preparado. Se introduce un litro de cloroformo o cloroformo bidestilado, de un recipiente de vidrio a un embudo separador de 2 litros. Se disuelven aproximadamente 10 gr. de clorhidrato de hidroxilamina en 50 ml. de agua y se vuelve alcalina a la solución, agregando  $\text{NH}_4\text{OH}$  y usando como indicador rojo de fenol.

Se agrega esta solución al cloroformo en el embudo separador y se agita bien. Se deja que la capa acuosa se separe y se filtra el cloroformo a través de un papel, recibéndolo en un frasco color ámbar con tapón de vidrio el cual contiene 20 ml. de alcohol etílico absoluto. Se agita bien y se guarda en un refrigerador.

5.7) Solución de ditizona. Se disuelven 40 mg. de ditizona en un litro del cloroformo preparado y se guarda en un frasco café en un refrigerador.

5.8) Detergente para lavar. Se agregan 5 gr. de detergente alcalino a un litro de agua tibia.

5.9) Solución indicadora de anaranjado de metilo. Se prepara una solución de anaranjado de metilo al 0.1%.

5.10) Solución indicadora de rojo de fenol. Se prepara una solución de rojo de fenol al 0.04%.

## 6) Procedimiento .-

6.1) Preparación de la muestra. Se toman al azar tres recipientes vidriados de aproximadamente 250 ml. de capacidad y se lavan con el detergente. Se continúa el lavado enjuagando los recipientes con agua corriente y finalmente con agua destilada. A cada recipiente se le agregan 150 ml. de ácido acético (1;20), el cual ha sido

calentado a  $60^{\circ}$ . Se cubre cada recipiente con un vidrio de reloj y se dejan reposar durante 30 minutos. Al final de este período se combinan los extractos fríos de los tres recipientes, se transfieren a un matraz volumétrico de 500 ml. y se afora con agua.

6.2) Se agregan 25 ml. de la solución reguladora a un embudo separador de 125 ml. y después se agregan 50 ml. de la muestra preparada o un volumen pequeño, dependiendo de la cantidad de plomo supuesto. Si la solución vira al color amarillo o naranja, se adiciona  $\text{NH}_4\text{OH}$  hasta un viré al rojo.

6.4) Se agregan 5 ml. de la solución de ditizona, se agita durante un minuto y se pasa la capa de cloroformo (solución de ditizona) a un segundo embudo separador. Se repite la agitación con porciones de 5 ml. de solución de ditizona hasta que la última adición retenga el color verde original. Se desecha la capa acuosa.

. . .

6.5) Al extracto colectado de ditizona en el segundo matraz separador, se le agregan 50 ml. de la solución reguladora de pH 3.4 y 2 gotas de la solución acuosa de anaranjado de metilo al 0.1%. Se ajusta el PH de la solución a 3.4, a la cual se le han agregado 2 / gotas de anaranjado de metilo. Puede ser necesario agregar ácido o álcali, para lograr una comparación exacta empleando HCl (1:11) o  $\text{NH}_4\text{OH}$  (d= 0.9).

6.6) Se agita durante un minuto y se desecha la capa inferior de cloroformo.

6.7) Se agregan 5 ml. del cloroformo preparado a la solución en el embudo, se agita y se deja reposar durante 30 minutos para dejar que las capas se separen. Se desecha la capa inferior del cloroformo. Se agita el embudo para separar la última gota de cloroformo y eliminarlo.

6.9) Se filtra la solución de ditizona a través de un techo de algodón insertado dentro del tubo del

embudo. Se desechan los primeros 2 ml. de solución de ditizona y, después, se llena la celda del fotómetro. Se determina la absorbancia con el espectrofotómetro a  $510\text{ m}\mu$ , leyendo contra el cloroformo preparado. Un testigo que consista de 30 ml. de ácido acético (1:20) y 20 ml. de agua, debe llevarse a cabo a través de todo el procedimiento con objeto de fijar el cero en la gráfica de calibración, preparada de acuerdo con el inciso No. 7. En caso de que la lectura obtenida con este testigo difiera de la que se obtuvo con el testigo que se utilizó para preparar la gráfica de calibración, se deberá trazar una curva paralela a la original, partiendo de esta nueva lectura. Esto debe realizarse tantas veces como sea necesario.

## 7) Gráfica de Calibración.

7.1) La gráfica de calibración original debe prepararse por adiciones de cantidades conocidas de plomo (0 a  $90\ \mu\text{g}$ ) a porciones de 30 ml. de ácido acético (1:209), ajustando a 50 ml. con agua y proce-

diendo como se describe en los incisos 6.2 hasta 6.8. Se debe emplear una celda que proporcione una trayectoria de 10 mm. de longitud. Para rangos bajos se debe preparar una gráfica adicionando desde 0 a 14  $\mu\text{g}$  porciones de 30 ml. de ácido acético (1:20) y empleando una celda en la cual la trayectoria sea de 50 mm. de longitud.

## 8) Cálculos y Resultados.

8.1) Las partes por millón de plomo se calculan por medio de la fórmula siguiente:

$$\text{ppm Pb} = \text{RX } 500/\text{V} \times 1.0/450$$

Donde:

R = Cantidad de plomo en la alícuota empleada (como se tomó para la gráfica) en  $\mu\text{g}$ .

500 = Volumen de solución que contiene 450 ml. de ácido acético, ml.

V = Alícuota tomada de la muestra de 500 ml. (ver 6.1)

Observaciones. - Este método es la norma de calidad en vigor en México, aprobado el 21 de agosto de 1971 y publicado en el Diario Oficial de la Federación. Se designa DGN - H - 9 - 1971 y cancela al DGN - H - 9 - 1970.

El método ASTM C 555 - 71 consta de dos métodos, el ya descrito de la ditizona y el método por medio de un espectrómetro de absorción atómica. El cual se describe a continuación.

Designación: ASTM C 555 - 71

DETERMINACION DE PLOMO CON UN ESPECTROMETRO  
DE ABSORCION ATOMICA.

1) Interferencias.

1.1) Los análisis por absorción atómica son muy rápidos y relativamente están libres de interferencias. En el caso de la determinación de plomo por este método, no se conocen interferencias. Se experimentan, por falta de sensibilidad o interferencias, especialmente a concentraciones menores de 1 ppm.

2) Aparatos.

2.1) Espectrómetro de absorción atómica, con sensibilidad para permitir detectar 0.2 ppm de plomo en solución y con una reproducibilidad de más o menos 0.1 ppm en un rango de 0 a 10 ppm.

2.2) Matraces volumétricos.

2.3) Pipetas.

2.4) Buretas micrométricas de 2.0 y 0.2 ml. de capacidad.

3) Reactivos.

3.1) Pureza de los reactivos - Reactivos de grado químico.

3.2) Pureza del agua - Agua destilada.

3.3) Solución estándar de plomo - Se preparan soluciones con 1, 2, 4, 6, 8 y 10 ppm de plomo, utilizando cualquier solución comercial estandarizada y usando técnicas volumétricas. Para prepararlas se usará una bureta micrométrica de 0.2 ml. de capacidad total.

4) Se prepara como está indicado en el inciso 6.1

del método ASTM c 555 - 64.

5) Procedimiento.

5.1) Se determina el contenido de plomo de la solución, usando los métodos estándares recomendados por los fabricantes del espectrómetro de absorción atómica que se está usando. Establecer cuidadosamente las técnicas a usar para utilizar la máxima sensibilidad y determinar el plomo abajo de 0.2 ppm, que requiere de la total potencia de la mayoría de los instrumentos. Para realizarlo se pueden usar las siguientes técnicas y equipo accesorio:

5.1.1) Utilizar al máximo los instrumentos con bajo nivel de ruido.

5.1.2) Determinar la cantidad aproximada de plomo en la solución, usando una técnica de aproximación con las soluciones estándares preparadas. Este procedimiento puede ser usado con cualquier tipo de registradores.

Si se puede conseguir, se debe colocar un registrador que haga promedios, el cual reducirá los efectos del ruido y mejorará precisión y exactitud.

5.1.3) Hacer una determinación en blanco sobre todos los reactivos usados, para cada conjunto de determinaciones.

5.1.4) Si se encuentra que la cantidad de plomo es superior a 10 ppm, tomar una alícuota de la solución para reducir la cantidad de plomo abajo de esta cifra.

Cálculos

6.1) Si los valores del registrador son % de absorción y se usa una técnica de aproximación, la siguiente ecuación indica el plomo extraído en partes por millón:

$$\text{ppm de PB} = \left[ \frac{\% A - \% A_{Is}}{\% A_{Us} - \% A_{Is}} \times (\text{Pb}_{Us} - \text{Pb}_{Is}) + \text{Pb}_{Is} \right] \text{Xl. III}$$

Donde:

$\%A$  = porcentaje de absorción de la muestra desconocida.

$\%A_{us}$  = porcentaje de absorción del estándar más alto.

$\%A_{ls}$  = porcentaje de absorción de estándar más bajo.

$Pb_{us}$  = ppm de Pb en estándar más alto.

$Pb_{ls}$  = ppm de Pb en estándar más bajo.

I.III - factor de corrección por la dilución de 450 ml. de solución extraída a 500 ml. (corregir todos los valores de absorción por sustracción de los valores de los blancos).

Nota 2. - Si fueron usadas alícuotas en el procedimiento, es necesario tomarlo en cuenta en los cálculos.

6.2) Algunos registradores permiten leer directamente las concentraciones de plomo en partes por millón, por lo que no se necesitan hacer cálculos.

## 7) Precisión y Exactitud

7.1) La exactitud de este método se compara favorablemente con el método colorimétrico de la ditizona. El límite menor de detección del método de absorción atómica es cerca de 0.2 ppm. La precisión es aproximadamente 0.1 ppm sobre determinaciones repetidas de la misma muestra en un rango de 0.2 a 10 ppm. El nivel de ruido de los instrumentos puede tener un efecto adverso sobre la precisión y exactitud.

METODO PARA LA DETERMINACION DE PLOMO  
SOLUBLE EN VASIJAS ESMALTADAS. FDA-LIB 834  
(Food and Drug Administration, Laboratory Information  
Bulletin No. 834)

1) Aparatos y Reactivos

1.1) Espectrómetro de absorción atómica. - Modelo Perkin-Elmer No. 303 o equivalente, con las siguientes condiciones de operación: longitud de onda 218 mm; quemador de aire acetileno - - - (0.5 x 110 mm. de abertura) con suministro de aire a 60 psi (medidor de flujo 9.0) y acetileno a 10 psi (medidor de flujo 9.0), para una velocidad de aspiración de 0.8 ml/minuto.

1.2) Solución Estándar. - Disuélvase cualquier sal de plomo soluble en ácido acético al 4% hasta una concentración de plomo de 1 mg/ml. Diluya esta solución estándar con ácido acético al 4% para que se obtengan estándares de trabajo con valores finales de concentración de 10, 20, 30 y 40 mg de plomo/ml.

- 2) Preparación de la Solución Muestra (Extracción).  
(Analice individualmente 6 unidades de cada muestra).

2.1) Previamente al análisis lavar todos los recipientes con un detergente doméstico y enjuagar completamente con agua destilada. Tírese el agua y séquese la humedad; luego llénese cada unidad con ácido acético al 4% de tal manera que el ácido llegue hasta 1/4" del borde del recipiente. Mídase el volumen de ácido, por diferencia, mientras las unidades están siendo llenadas (utilice buretas graduadas o calibradas para vaciar). Cubra cada unidad con un vidrio de reloj u otra cubierta adecuada, asegurándose de no permitir que la cubierta tome contacto con el ácido. Déjese reposar a la temperatura ambiente por 24 horas.

- 3) Determinación

3.1) Agítese la muestra de la solución (extraída) y determínese la absorción por medio de espec-

trometría de absorción atómica diluyendo, si es requerido, con ácido acético al 4%. Determínese la absorción de la solución estándar de forma similar. Prepárese una curva de absorción contra concentración. Determínese la cantidad de plomo de la curva estándar. Calcúlese los resultados como mg de plomo/ml. de solución de extracción.

Se considera que una muestra viola el estándar si el promedio de las 6 unidades examinadas contienen 7 mg de plomo/  $\frac{1}{4}$  de solución extractiva o más.

## METODO SIMPLE PARA DETERMINAR EL PLOMO EN LOS ARTICULOS ESMALTADOS.

### 1) Material

100 ml. de vinagre blanco.

1/8 de cucharada de café de hígado de azufre

( 44%  $K_2S$  + 56%  $K_2S_2O_3$  )

2 vasos claros del mismo grueso y altura.

### 2) Procedimiento

Se llena la pieza con 50 ml. de vinagre y se deja reposar 12 horas a temperatura ambiente. Se disuelve el hígado de azufre en 50 ml. de agua caliente y se coloca el vinagre a analizar en un vaso y una cantidad igual de vinagre puro, en el otro vaso. En el vaso que contiene el vinagre puro se formará un precipitado blanco, en el vaso que contiene el vinagre que se está analizando puede formarse un precipitado de diferentes colores. Si da un precipitado café claro u obscuro, hay

metales pesados presentes y es necesario efectuar un análisis más preciso antes de usar la vasija.

El método anterior es demasiado primitivo, por lo que a continuación se describe un método muy sencillo pero que da una mayor información sobre la cantidad de plomo presente.

#### 1) Reactivos

Un litro de ácido acético glacial (99.7%)

10 gramos de hígado de azufre (44%  $K_2S$  + 56%  $K_2S_2O_3$ )

100 gramos de acetato de plomo trihidratado.

Agua destilada.

#### 2) Material

10 tubos de Nessler de 50 ml.

4 matraces de 10, 25, 100 y 1,000 ml.

5 botellas de 500 ml.

### 3) Preparación de las Soluciones

3.1) Solución de ácido acético al 4%. Se diluyen 40 ml. de ácido acético glacial y se aforan a 1,000 ml.

3.2) Solución de hígado de azufre. Se disuelve un gramo de hígado de azufre en 100 ml. de agua.

3.3) Solución de plomo de 0.1 mg/ml. Se disuelven 0.183 g. de acetato de plomo en 300 ml. de agua y se afora a 1,000 ml.

3.4) Preparación de las soluciones estándares de plomo:

- a) Se toman 25 ml. de solución base y se afora a 500 ml.
- b) Se toman 75 ml. de solución base y se afora a 500 ml.
- c) Se toman 125 ml. de solución base y se afora a 500 ml.
- d) Se toman 175 ml. de solución base y se afora a 500 ml.

#### 4) Procedimiento

Se llena la vasija que se va a analizar con solución de ácido acético al 4% y se deja reposar por 24 horas, a temperatura ambiente.

Se toman 50 ml. de la solución que reposó y se colocan en un tubo colorimétrico. En los otros tubos se colocan 10 ml. de solución estándar (una solución diferente en cada tubo) y se aforan a 50 ml. con solución de ácido acético al 4%, agitando.

A cada tubo se le añade 5 gotas de la solución de hígado de azufre, agitando otra vez.

El plomo y otros metales pesados que han sido disueltos, precipitan al añadir el  $S^{=}$  y colorean los tubos en un rango del amarillo al negro, dependiendo de la concentración de plomo. El tubo que contiene la solución que se analiza se compara con los otros tubos que contienen una, tres

y cinco veces 7 mg. de plomo por litro.

5) Notas

5.1) La solución de hígado de azufre debe ser fresca y prepararse antes de hacer el experimento.

5.2) El hígado de azufre es una mezcla de sulfuro de potasio y tiosulfato de potasio.

## METODO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE PLOMO PRESENTE EN LA SANGRE.

Hace tres años era muy difícil determinar la cantidad de plomo presente en la sangre, sobre todo por la gran cantidad de muestra que se necesitaba (10 ml.).

Actualmente se ha desarrollado la técnica por absorción atómica. El accesorio necesario es el atomizador de carbón que convierte al plomo en vapor atómico. La muestra de sangre puede ser obtenida del dedo o del lóbulo de la oreja, ya que sólo se necesita una gota.

Una micropipeta es usada para colocar 5  $\mu$ l de 1:4 (sangre:agua) de la muestra diluida en un tubo de grafito, el cual es calentado a través de tres ciclos de temperatura: secado, carbonizado y atomizado. El paso de secado evapora el agua de la sangre; el carbonizado quema el contenido orgánico; el paso atomizado convierte al plomo en vapor atómico para

poderlo medir por absorción.

La cantidad de plomo puede determinarse usando gráficas como la figura No. 3. El análisis se obtiene con un alto grado de sensibilidad. (12)

- (12) Peer: Cermk, "Lead in blood - The Analyst's Problem" Chem. in Brit. Vol. 10, 2 (1974).

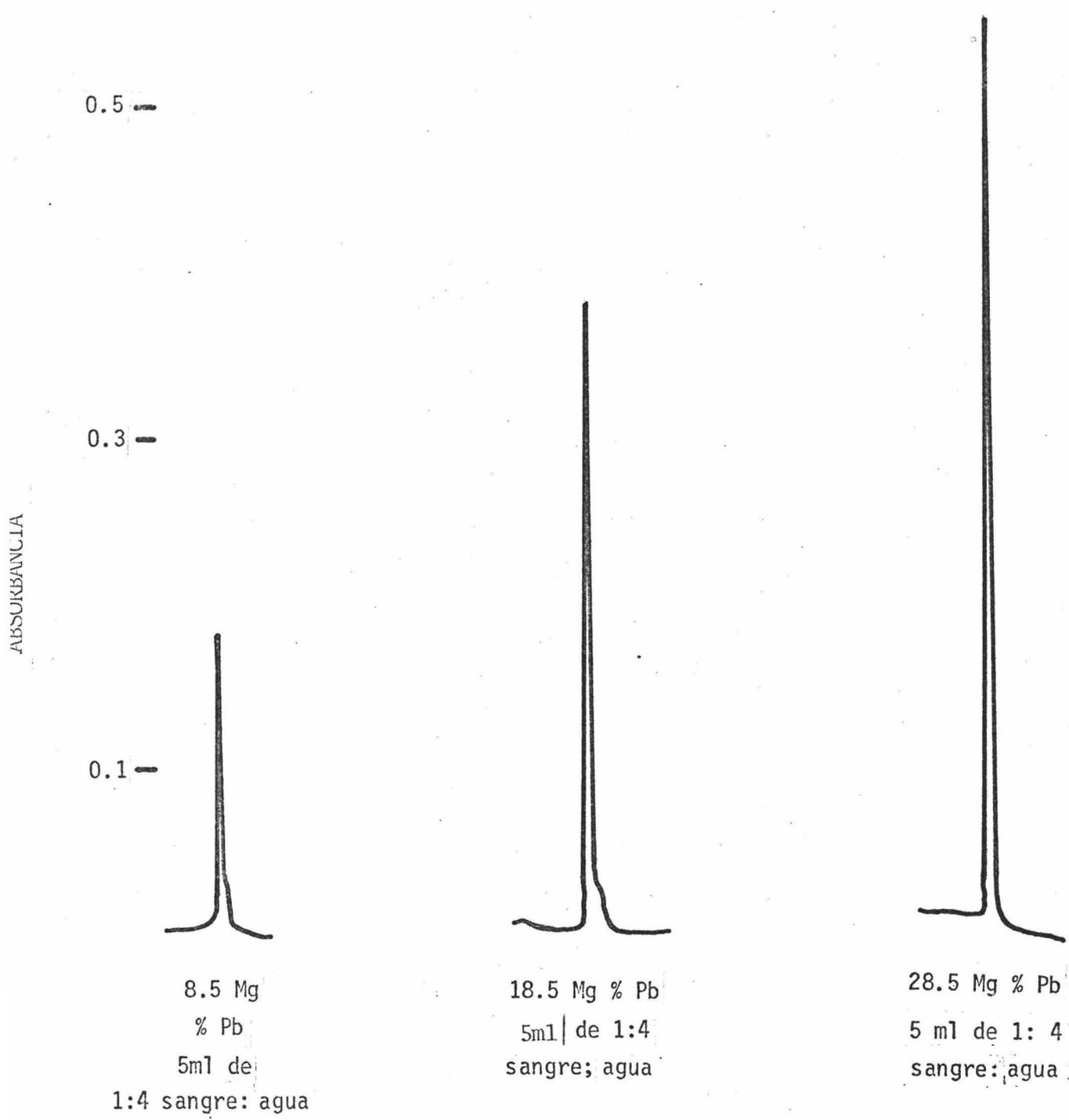


FIGURA # 2

### Método de adiciones estándares graficando los datos de la figura 2

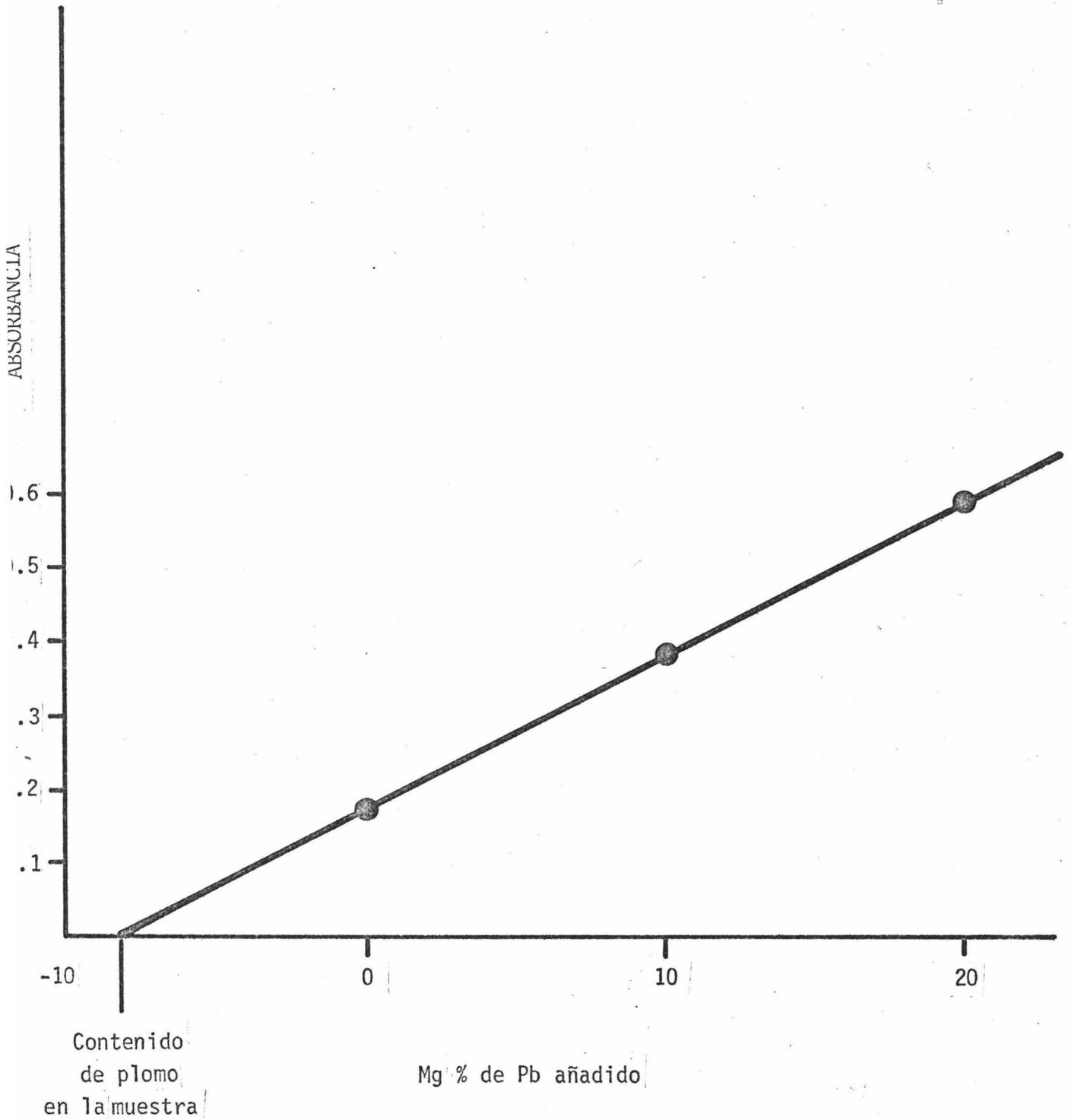
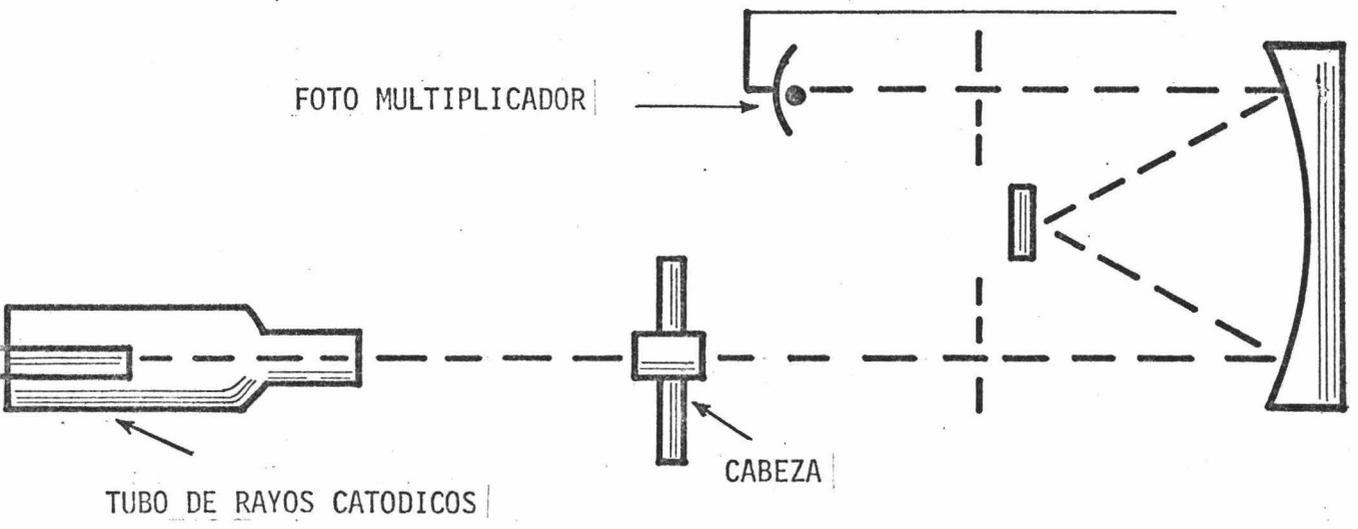


FIGURA # 3

Figura No. 4



Resultados de los análisis efectuados en vajillas mexicanas, con varios métodos.

1) Estudio del contenido de plomo en cerámica de San Pedro Tlaquepaque.

En este estudio se presentan los resultados comparativos, entre análisis efectuados por métodos estándares y análisis de solubilización de Pb en condiciones de uso doméstico. La cuantificación se efectuó con un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer 303).

Para este objeto se sacó una curva de calibración del aparato, empleando estándares de plomo de: 10, 20, 40, 60, 80, 100 y 150 ppm, contra lecturas del aparato (Gráfica No. 1).

Las muestras se tomaron por triplicado y se clasificaron en 4 tipos principales, a saber:

Barro vitrificado tipo A (acabado corriente).

Barro vitrificado tipo B (acabado fino).

Barro no vitrificado.

Barro acabado porcelana.

A su vez los reactivos seleccionados, empleando un tiempo de contacto de 24 horas, fueron los siguientes:

- 1) Agua potable
- 2) Cocimiento de frijol
- 3) Salsa mexicana ( a base de chile, tomate, sal y agua).
- 4) Agua fresca (jamaica y azúcar)
- 5) Jugo natural (piña)
- 6) Café negro
- 7) Leche
- 8) Pozole
- 9) Chiles en vinagre
- 10) Prueba estándar (ácido acético al 4%)

Dando por resultado en el barro vitrificado tipo A, alta contaminación en las pruebas con agua fresca, chiles en vinagre y la estándar. Poca contaminación; por debajo del límite permitido, la prueba con leche. (Gráficas Nos. 2 y 3 )

En el barro vitrificado tipo B, aunque la contaminación fue menor, coincidió con las del tipo anterior, exceptuando la prueba con leche que fue totalmente negativa. (Gráficas Nos. 4 y 5 )

Con respecto al barro no vitrificado, en todos los casos estudiados la prueba fue negativa. (Gráfica No. 6)

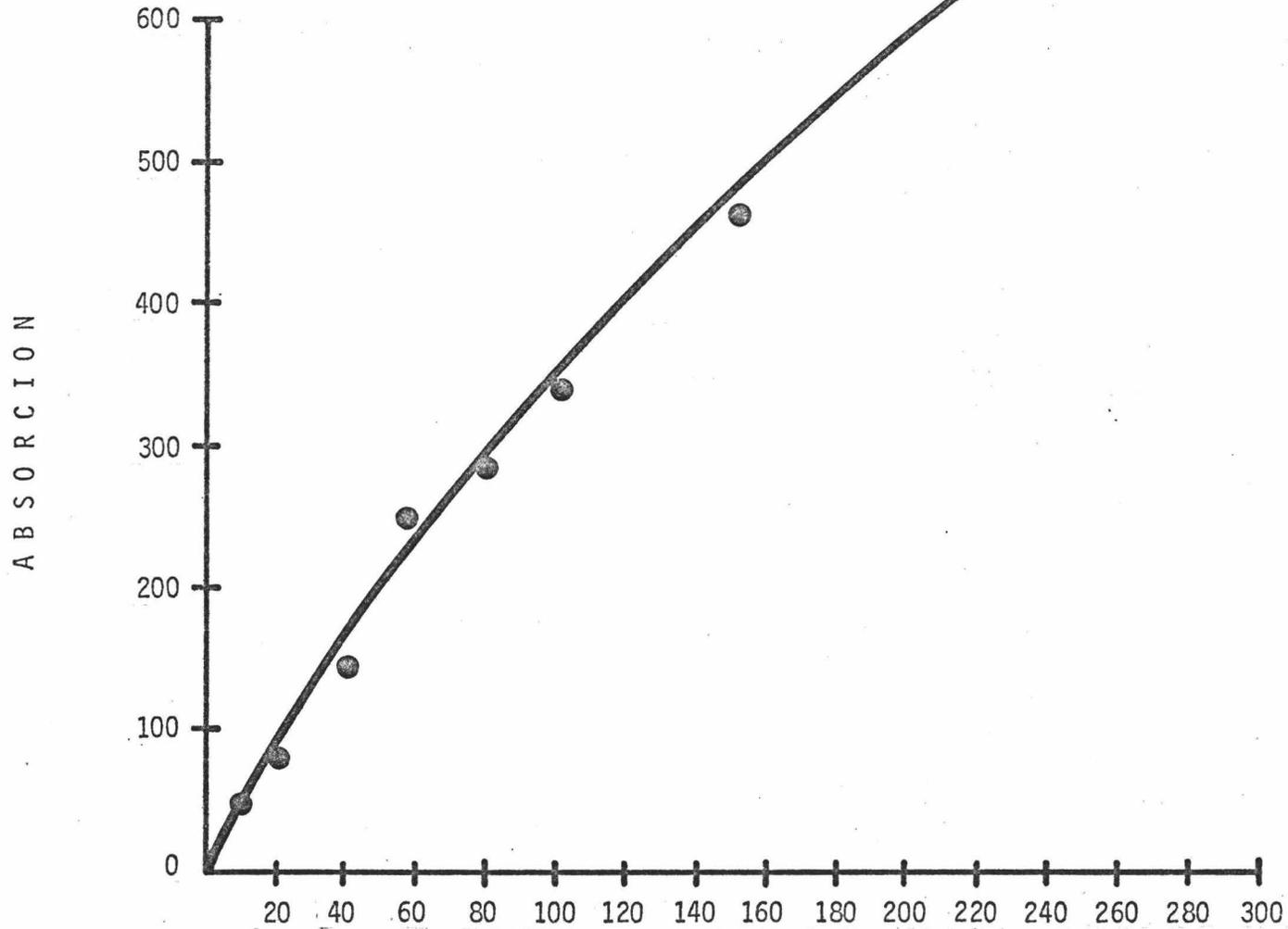
Por lo que se refiere al barro con acabado porcelanizado, las pruebas fueron todas negativas, exceptuando la de los chiles en vinagre y la estándar, que dieron resultados mínimos, los cuales propiamente podríamos despreciar. (Gráficas Nos. 7 y 8)

Un detalle interesante en los resultados de los análisis de las muestras, que presentaron dilución peligro-

sa de plomo, fue el relativo a la prueba con agua fresca de jamaica, pues la dilución en estos casos fue mucho mayor que la obtenida con la prueba estándar. Sería de interés hacer un estudio para encontrar la causa, la cual posiblemente se deba a una acción enzimática provocada por alguna fermentación. (13)

- (13) Sampedro García, J., Estudio del Contenido de Plomo Contaminante en Cerámica de San Pedro Tlaquepaque. Presentada en el Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada, Querétaro 1973.

# CURVA DE CALIBRACION



P.P.M. DE Pb.

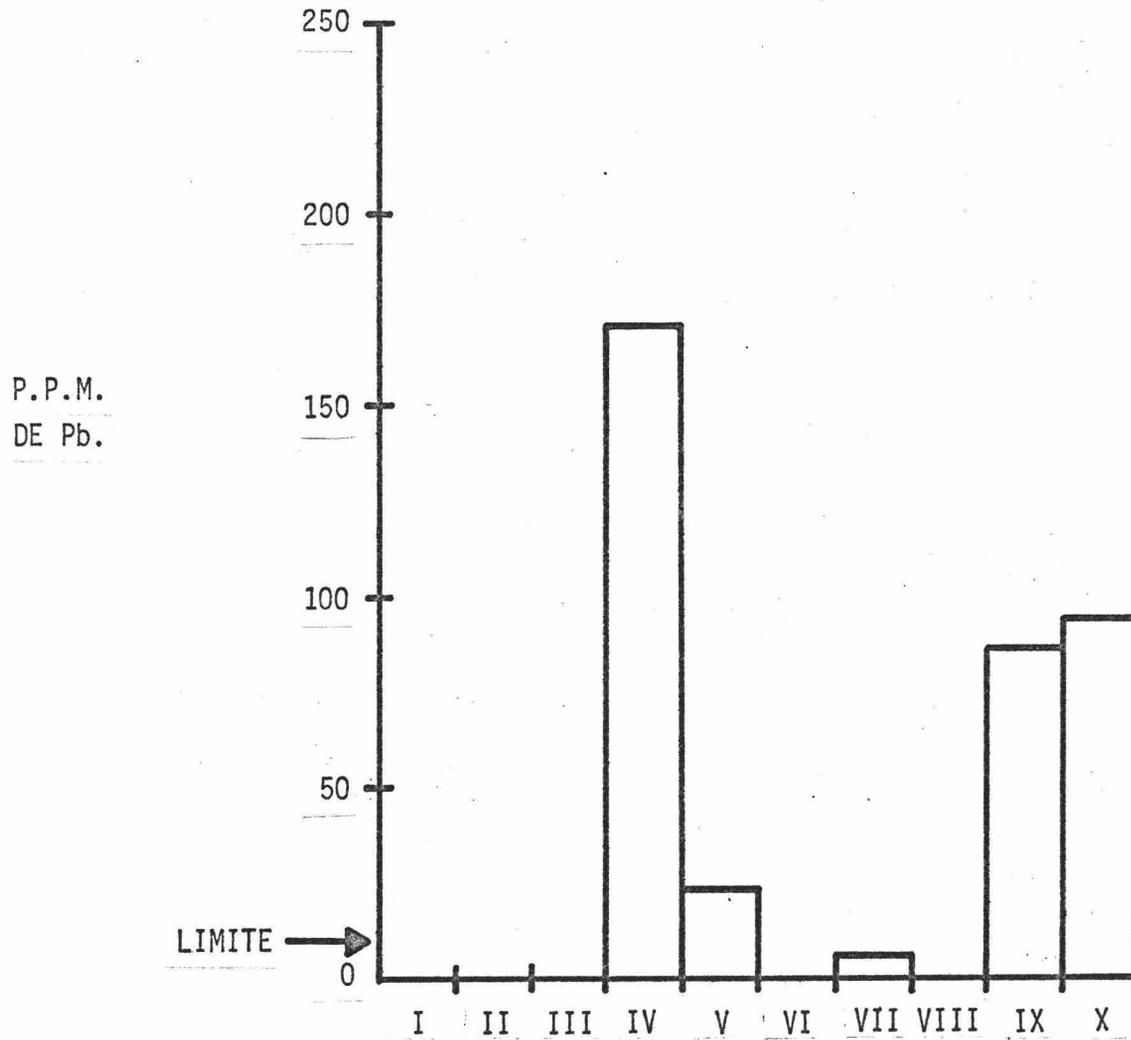
GRAFICA # 1

GRAFICA No. 2

BARRO VITRIFICADO TIPO "A"

Muestra No.	ppm de Pb.									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	0	0	0	220	33	0	9	0	130	135
2	0	0	0	216	31	0	10	0	112	130
3	0	0	0	221	30	0	11	0	134	131
4	0	0	0	62	3	0	0	0	11	8
5	0	0	0	68	2	0	0	0	7	9
6	0	0	0	203	29	0	0	0	115	130
Totales:	0	0	0	990	128	0	30	0	509	543
Promedio:	0	0	0	165	213	0	5	0	84.8	90.5

# BARRO VITRIFICADO TIPO A



GRAFICA # 3

PRUEBA

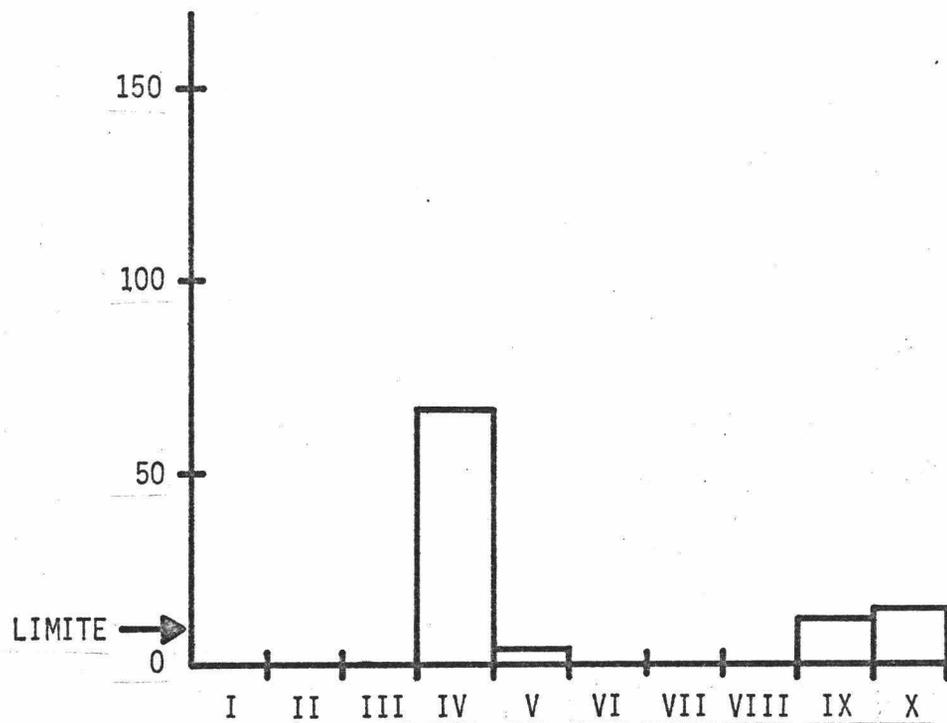
GRAFICA No. 4

BARRO VITRIFICADO TIPO "B"

Muestra No.	ppm de Pb.									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	0	0	0	64	2	0	0	0	12	14
2	0	0	0	62	3	0	0	0	13	12
3	0	0	0	67	4	0	0	0	14	16
4	0	0	0	64	1	0	0	0	12	13
5	0	0	0	61	0	0	0	0	5	4
6	0	0	0	70	6	0	0	0	8	8
7	0	0	0	62	3	0	0	0	7	9
Totales:	0	0	0	450	19	0	0	0	71	76
Promedio:	0	0	0	64.3	3	0	0	0	10	11

# BARRO VITRIFICADO TIPO B

P.P.M.  
DE Pb.



GRAFICA # 5

PRUEBA

GRAFICA No. 6

BARRO SIN VITRIFICAR

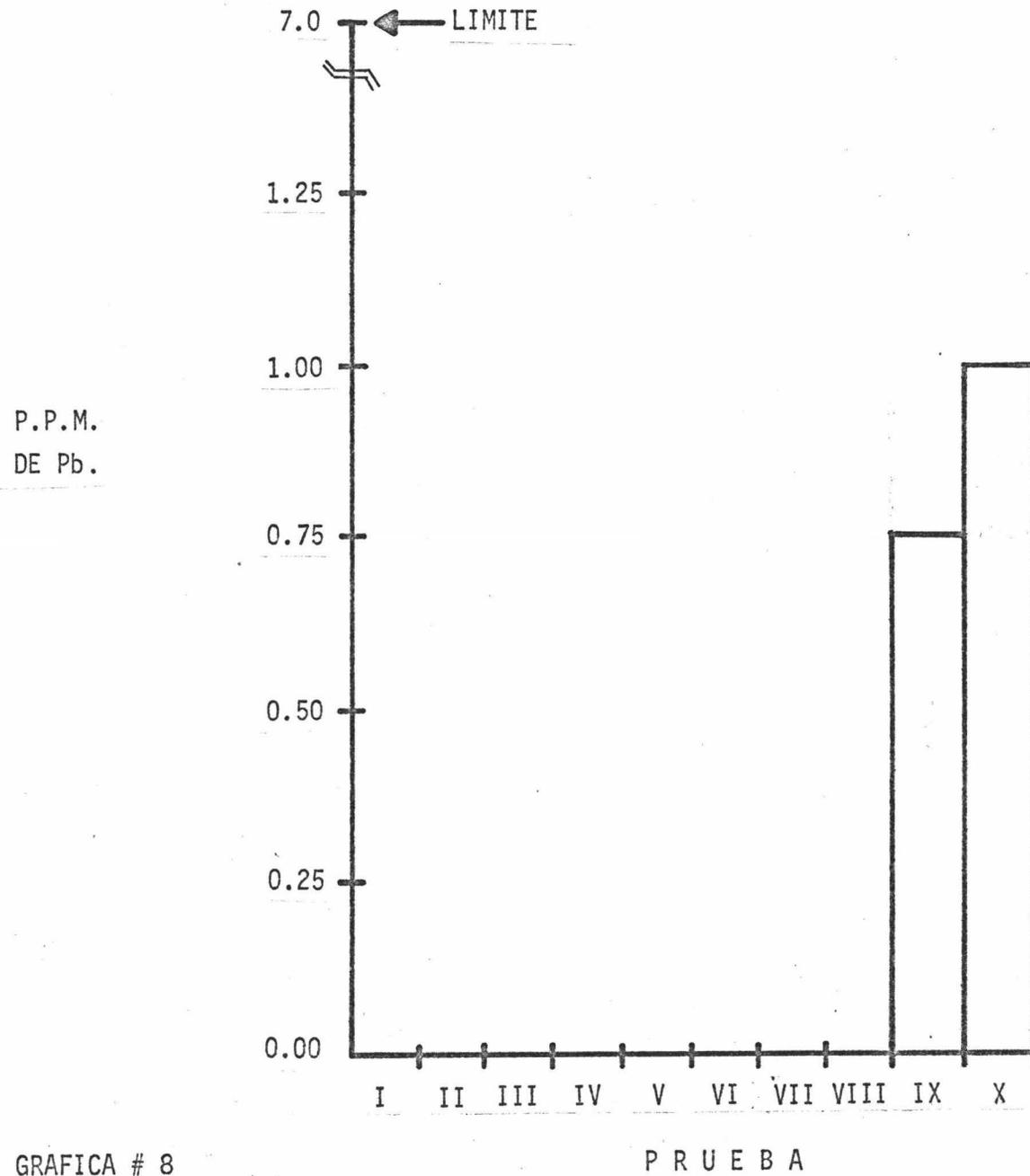
Muestra No.	ppm de Pb.									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GRAFICA No. 7

BARRO TIPO PORCELANIZADO

Muestra No.	ppm de Pb.									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totales:	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Promedio:	0	0	0	0	0	0	0	0	.75	1

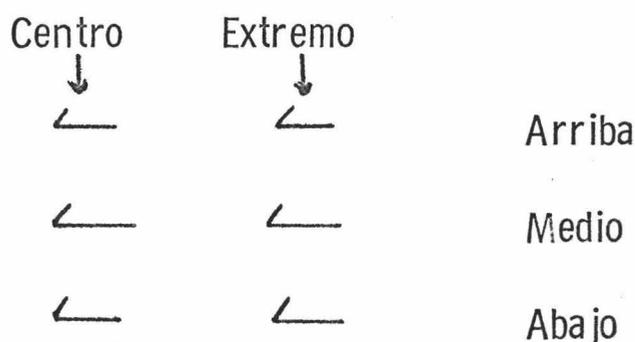
# BARRO TIPO PORCELANIZADO



GRAFICA # 8

Análisis del contenido de plomo soluble, efectuado en 850 vasijas correspondientes a 25 centros alfareros, por el método de la ditizona. (14)

Las camisas de los hornos fueron divididas en tres secciones horizontales y dos verticales, según muestra la figura siguiente:



De cada una de las secciones fueron tomadas tres muestras que quedaron debidamente clasificadas y en el recorrido por los seis estados, se recopilaron las vasijas.

(14) Pavía y Vera, R., Estudio Sobre el Plomo Soluble de la Alfarería Mexicana. Tesis UNAM 1971.

ppm.

Parte del Horno	Estado de México	Guana-juato	Jalisco	Michoa-cán	Oaxaca	Puebla
Abajo centro	38	3.8	5	1 833	50	5
Abajo centro	359	.1	94	1.5	135	25
Abajo centro	90	4				409
Abajo centro						1 350
Abajo extremo	4	.6	19	6	89	2 000
Abajo extremo	437	3	102	20	27	1 911
Abajo extremo	289	30	6.6	85	3 349	54
Abajo extremo		10	100	50		
Abajo extremo						
Abajo centro	400	3.7	175	1 850	39	5
Abajo centro	31	39	95	3	450	150
Abajo centro	10		37	535		373
Abajo centro						848
Medio extremo	713	80	226	40	3 150	2 132
Medio extremo	412	30		159	1 075	1 875
Medio extremo		150			3 005	169
Arriba centro	11	130	230	2 275	3 350	282
Arriba centro	1 375			1 300	2 450	21
Arriba centro	443			50	100	3 000
Arriba extremo	8	45	375	2 550	13	4 950
Arriba extremo	585	285	362	100	4 375	198
Arriba extremo		210		2 675	3 950	
Arriba extremo				235	4 842	

Loza de Talavera cocida en horno eléctrico: 0.0

Horno eléctrico de Dolores Hidalgo:0.9

## CURADO

Se denomina curado al tratamiento que reciben las vasijas de barro antes de utilizarse en el servicio doméstico, con el fin de evitar el sabor a barro, que no se quiebren al exponerlas al calor y limpiar de sustancias químicas desagradables las superficies vidriadas.

En la siguiente tabla se pueden ver las variaciones en el plomo soluble en las vasijas curadas.

Parte del Horno	Aceite Comestible	Ajo	Cal viva	Jabón Corriente	Masa de tortilla	Sal
Abajo centro	1	5	3	3	150	2
Abajo centro	100	3	2	1	3	1
Abajo centro	2		100	2	51	3
Abajo centro	2 748			1 800		
Abajo extremo		1	5	39	4	340
Abajo extremo			3	3	7	
Abajo extremo			7	60		
Medio centro	3	150	150	167	175	43
Medio centro	29	1	10	1	53	49
Medio centro	170	225	161	22	2	19
Medio centro				2		
Medio centro				12		
Medio extremo	3	158	275	1 052	9	48
Medio extremo	95	50	1 181	30	50	31
Medio extremo		3	0.0	2	490	5
Arriba centro	70	693		2	10	3 600
Arriba centro	1	375		20	90	2 750
Arriba centro	283	129	2 350	3		9
Arriba extremo	35	4 175	3 890	4 175		55
Arriba extremo	99	75		5		20
Arriba extremo		347				50
Arriba extremo		502				

Haciendo estimaciones con las vasijas analizadas, se encuentra que el 47% contiene menos de 100 partes por millón, el 30% menos de 1,000 partes por millón, el 9% menos de 2,000 partes por millón, el 6% menos de 3,000 partes por millón, el 5% menos de 4,000 partes por millón y el 13% menos de 5,000 partes por millón.

Es de mencionar que sólo el 15% contiene menor o igual cantidad de 7 ppm.



ANALISIS DEL PLOMO SOLUBLE EN LA CERAMICA  
DE LAS PRINCIPALES REGIONES PRODUCTORAS DE  
LA REPUBLICA, UTILIZANDO UN POLAROGRAFO  
SARGENT MODELO XII.

El método para la extracción consistió en colocar en cada uno de los recipientes nuevos y lavados con agua y jabón, 25 ml. de vinagre de chiles durante 24 horas. Una vez transcurrido el período de ataque se observó que las piezas absorbían vinagre, en mayor o menor grado, y que algunas de ellas lo hacía totalmente.

El vinagre remanente se pasó de las piezas a matraces, lavando repetidamente con agua destilada la porción expuesta al vinagre y recogiendo los lavados en el mismo matraz. Cada uno de estos extractos fueron sometidos a un procedimiento de cuantificación de plomo, utilizando una técnica polarográfica.

. . .

## LOZA DE GUANAJUATO

No. de Muestra	1era. Extracción ppm de Pb	2a. Extracción ppm de Pb	3a. Extracción ppm de Pb
1	6.40	8.40	3.60
2	346.00	24.80	36.80
3	153.60	20.80	11.20
4	962.00	305.20	121.60
5	5.60	2.00	0.00
6	1 264.00	1 264.00	66.40
7	1 019.20	130.80	80.00
8	33.20	26.00	11.20
9	1.20	0.00	0.00
10	36.80	40.80	41.20
11	14.40	10.00	4.80

## LOZA DE JALISCO

No. de Muestra	1era. Extracción ppm de Pb	2a. Extracción ppm de Pb	3a. Extracción ppm de Pb
1	0.8	0.4	0.4
2	1.6	0.0	0.0
3	2.0	0.8	0.0
4	72.8	41.2	6.4
5	28.4	22.4	6.4
6	5.2	4.4	4.4
7	1.2	0.0	0.0
8	113.6	43.2	5.2
9	0.0	0.0	0.0

## LOZA DE OAXACA

No. de Muestra	1era. Extracción ppm de Pb	2a. Extracción ppm de Pb	3a. Extracción ppm de Pb
1	99.2	16.4	12.4
2	59.2	4.4	2.0
3	6.4	1.6	1.2
4	14.0	3.2	1.2
5	8.8	3.6	2.4
6	26.0	8.0	6.4

## LOZA DE CHIAPAS

No. de Muestra	1era. Extracción ppm de P b	2a. Extracción ppm de Pb	3a. Extracción ppm de Pb
1	0.4	0.4	0.4
2	45.2	30.0	21.6
3	1.2	0.4	0.0
4	14.40	7.6	5.6
5	81.6	26.00	8.8

## LOZA DE PUEBLA

No. de Muestra	1era. Extracción ppm de Pb	2a. Extracción ppm de Pb	3a. Extracción ppm de Pb
1	2.0	0.0	0.0
2	2.4	2.4	0.0
3	0.0	0.0	0.0
4	5.2	6.4	1.2

V) ASPECTO SOCIO-ECONOMICO

## Generalidades .

En distintos lugares de la República Mexicana, principalmente en los estados de Guanajuato, Edo. de México, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Puebla, se producen artículos de barro que llenan las necesidades que los oriundos de esas regiones tienen, para la realización de sus quehaceres diarios. Jarros, ollas, cazuelas, etc., de todos tipos y colores, presentan una variedad enorme a un precio irrisorio para los estándares industriales.

Aparentemente la profesión de alfarero es una tradición familiar, a base de secretos celosamente guardados y completamente enmarcados dentro de un régimen centralizado alrededor del jefe de la familia; situación que evoca a una estructura económica primitiva y que ha mantenido a los alfareros entre las capas más pobres de nuestra población. Su ingreso promedio anual alcanza solamente cuatro mil pesos. ( 15 )

El alfarero tradicional tiene como cliente al mayorista, el que lleva sus productos al mercado local donde se

(15) Estimación del Ing. Alberto Díaz, Centro de Materiales, UNAM.

expenden a los clientes, quienes no presentan grandes exigencias en cuanto a la calidad, durabilidad y mucho menos al diseño de las piezas, siempre y cuando el precio sea muy bajo. La mayor ganancia de este valor final de venta es para el intermediario.

Por la belleza de estos objetos han adquirido fama entre los turistas nacionales y extranjeros, los cuales gustan de comprarlos pagando un mayor precio, pero debido a su carácter transitorio no pueden constituir una fuente de ingresos regulares ya que la ausencia de técnicas de distribución y comercialización no ofrece -a excepción de algunos intentos, aparentemente exitosos, de parte del gobierno del Estado de México- una selección importante y constante de los productos en los grandes centros urbanos.

Los artesanos de estas regiones, la mayoría de gran afluencia turística, se han dado cuenta de la mejora que representa para su economía este nuevo tipo de clientes, por lo que han empezado a interesarse en fabricar objetos que sean de su gusto produciendo, a

veces, artículos aún más peligrosos para la salud, ya que experimentan con pigmentos para crear nuevos colores sin saber que pueden causar que su esmalto sea aún más soluble. (16) Sin embargo, esta actitud demuestra el interés y su capacidad, además de su ya conocida creatividad.

## P R O B L E M A S

Son varios los problemas originados por su forma tradicional de producción, con técnicas primitivas.

Se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a) Problemas de salud: La solubilidad de sus esmaltes representa un peligro para los usuarios de las vasijas. (Ver Aspecto Médico)
- b) Problemas de carácter Socio-Económico.
  - 1) Poca calidad.
  - 2) Baja productividad.
  - 3) Costos no reales.

(16) Geller and Creamer Solubility of Colored Glazes in Organic Acids: J. Amer. Ceramic. Soc. 22 (4): 133-140 (1939).

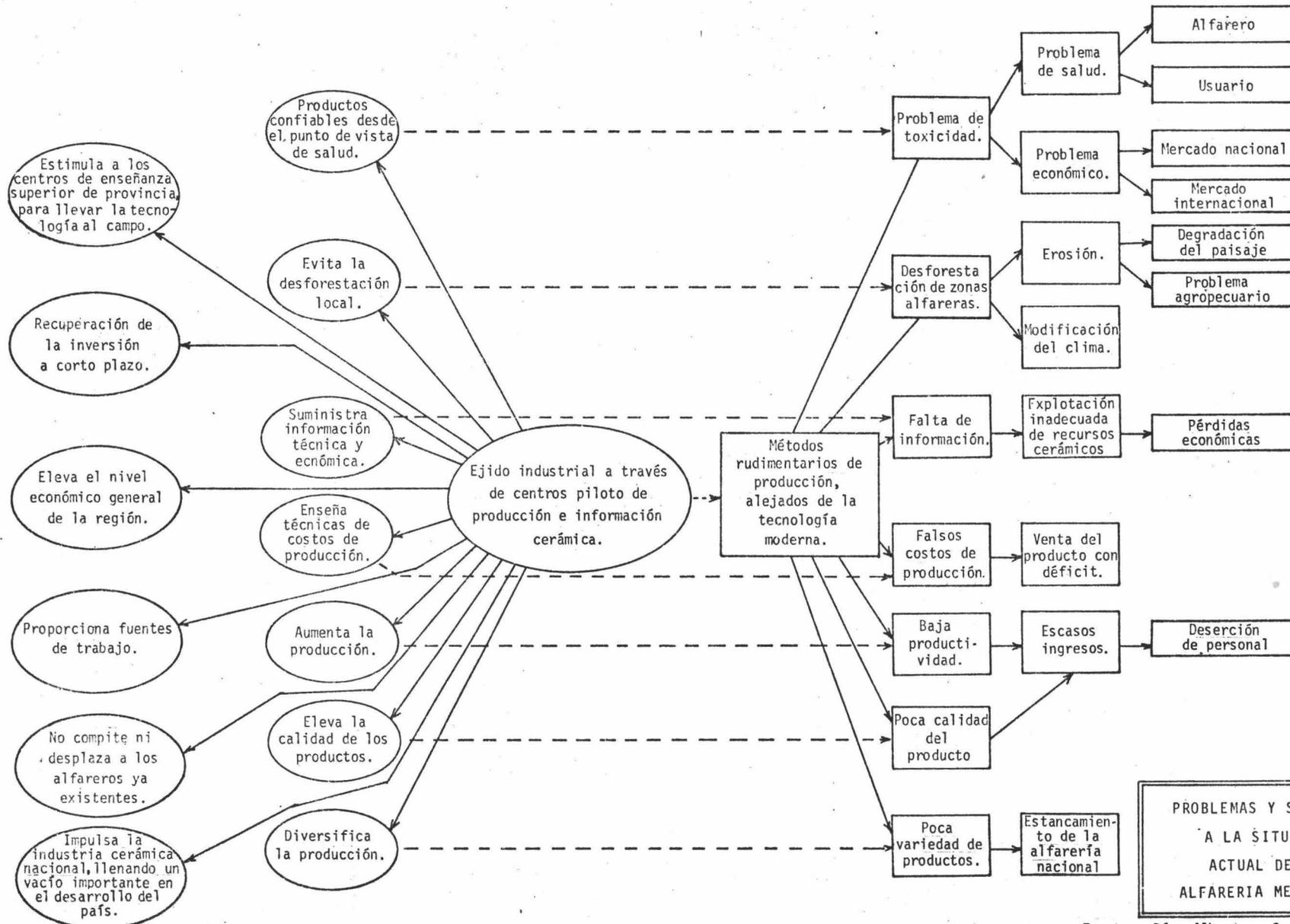
**Ventajas Adicionales**

**Ventajas**

**Solución**

**Causa Problemas**

**Consecuencias**



- 4) Desforestación.
- 5) Pérdida de mercados potenciales de exportación.

1) POCA CALIDAD

La poca calidad de la alfarería se debe al deficiente esmaltado, cuyas causas están ya descritas (17) y a la fragilidad que se deriva de la deficiente preparación de sus barro, hechos por ellos mismos. Los barro se extraen de las minas tratando de que no contengan ni piedras ni arena, se homogenizan extendiéndolos en el suelo y golpeándolos. Posteriormente se ciernen a través de una malla de alambre y se les añade agua para formar la pasta. (18)

Sin embargo, los clientes habituales perdonan esta fragilidad debido al poco precio que pagan, pero para el alfarero es una seria limitante para obtener mayores ingresos de sus productos.

(17) Ver Aspecto Técnico

(18) Pavia y Vera R.; "Estudio Sobre el Plomo Soluble de la Alfarería Mexicana" Tesis UNAM 1971.

## 2) BAJA PRODUCTIVIDAD

Los sistemas tradicionales en los cuales utilizan en mayor proporción productos de la región: leña, barro, agua, etc., dependen de la abundancia relativa que estos presenten. No conociéndose conceptos de aprovechamiento de materiales ni de las fuentes energéticas. ( 19 )

## 3) COSTOS NO REALES

El alfarero trabaja en un grupo familiar, en el que la mujer se encarga de las faenas tradicionales del hogar y los hombres proveen la mano de obra necesaria en la manufactura de la artesanía y a los cuales, mientras permanecen solteros, no se les remunera sino simplemente se les ofrece vivienda, comida y vestido. En muchas ocasiones, cuando contraen matrimonio no se independizan sino que pasan a formar parte del clan con las mismas prerrogativas que antes, sólo que se vuelven ex-

(19) Comunicación personal con el Profesor Francisco J. . . .  
Alvarez del Depto. de Promoción Artesanal de la Dirección  
de Prom. Industrial, Comercial y Artesanal del Gobierno del  
Edo. de México.

tensivas a sus hijos.

La materia prima principal, el barro, casi siempre no lo pagan, ya que lo recogen de minas que están en terrenos de su propiedad y -por lo tanto- no les cuesta. En otros casos alquilan el terreno donde se encuentra la mina de barro o compran, a muy bajo precio, este producto, por lo que pasan por alto este costo.

El precio del agua y el tizate (20) tampoco lo toman en cuenta, ya que la primera la obtienen de los ríos, arroyos, etc., y el segundo lo recogen en terrenos cercanos. Sólo consideran el costo de la greta, los colorantes y la leña. Los precios de estos productos pueden variar dependiendo de la región de que se trate. Los precios promedio en el Estado de México son:

- a) Colorantes \$10.00/kilo. En una horneada se gastan tres kilos.
- b) Greta \$6.00/kilo. En una horneada se gastan cinco kilos.

(20) Comunicación personal con artesanos de Valle de Bravo, Edo. de México.

c) Leña para un horno medio. Primera horneada cuesta \$40.00, la segunda horneada \$80.00.

El costo de un horno puede variar entre \$500.00 y \$800.00, sin contar la mano de obra ya que es construido por ellos.

De esta manera, el precio de los productos es totalmente falso pues no intervienen ninguno de los factores que normalmente constituyen los renglones de costo: mano de obra, materia prima, combustibles, gastos de venta, impuestos, depreciación, etc.

Sin embargo, es un hecho el que el problema es un círculo vicioso pues no podemos pretender dar una estructura real de costos a los productos artesanales, mientras no respondan a exigencias mayores de calidad, variedad, disponibilidad, etc. Y esto, a su vez, no puede existir sin el auxilio de técnicas modernas de producción, di-

seño y distribución, etc.

Ahora bien, el cliente tradicional que utiliza actualmente estos productos, tiene acceso a ellos debido a su precio, deberá acostumbrarse a sustitutos de carácter comercial (cerámicas o plásticos) que deberán surtirse en líneas completamente populares, específicamente diseñadas para un consumo masivo y de precios bajos.

#### 4) DESFORESTACION

Los bosques deben explotarse racionalmente, teniendo en cuenta que deben conservarse para el futuro. Los vendedores de leña cortan los arboles sin volverlos a sembrar y venden esta leña para combustible, o la convierten en carbón, produciendo la desforestación de la zona con los consecuentes problemas como son: erosión, cambio de clima, etc.

## 5) EXPORTACION

Debido al alto contenido de plomo soluble en la loza engretada, sólo se puede exportar objetos que sirven para decorar, por lo que hay que perforar cualquier vasija. La exportación actual (21) no favorece a la economía del artesano, ya que la ganancia es para los intermediarios, por lo que los primeros no se preocupan de cumplir los requisitos mínimos de calidad y muchas veces las remesas son devueltas por faltar uniformidad en los colores, o por llevar una gran cantidad de piezas rotas, etc.

Si se orientase convenientemente la producción nacional hacia mercados donde existe una gran demanda de productos artesanales, produciendo vajillas de alta temperatura y objetos de adorno con un control de calidad más rígido, podría representar una importante fuente de divisas para el país, además de aumentar el mercado permitiendo una gran producción y por lo tanto mejo-

(21) Ver Cuadro No. 3

Se utiliza nomenclatura abreviada para algunos artículos

	PAIS	UNIDAD CANTIDAD	VALOR EN PESOS
ARTEFACTOS DE BARRO, AUN CUANDO ESTE VIDRIADO O DECORADO			
Año de 1965	E. Unidos	578 819 Kg.	3 328 011
	Otros países	44 167 Kg.	419 444
	TOTAL	<u>622 986 Kg.</u>	<u>3 747 455</u>
Año de 1966	E. Unidos	398 811 Kg.	2 669 550
	Otros países	69 619 Kg.	620 271
	TOTAL	<u>468 430 Kg.</u>	<u>3 289 821</u>
Año de 1967	E. Unidos	399 511 Kg.	2 660 562
	Otros países	87 435 Kg.	929 037
	TOTAL	<u>486 946 Kg.</u>	<u>3 589 599</u>
Año de 1968	E. Unidos	574 273 Kg.	3 121 324
	Otros países	269 904 Kg.	4 600 786
	TOTAL	<u>844 177 Kg.</u>	<u>7 722 110</u>
(el precio a otros países de venta es mayor que a Estados Unidos. Francia compra 185 299)			
Año de 1969	E. Unidos	700 876 Kg.	3 749 994
	Otros países	61 016 Kg.	1 758 579
	TOTAL	<u>761 892 Kg.</u>	<u>4 408 564</u>
Año de 1970	E. Unidos	656 847 Kg.	3 687 849
	Otros países	110 884 Kg.	993 676
	TOTAL	<u>767 731</u>	<u>4 681 525</u>
Año de 1971	E. Unidos	1 440 244 Kg.	8 022 935
	Otros países	86 191 Kg.	1 070 972
	TOTAL	<u>1 526 435 Kg.</u>	<u>9 093 907</u>
Año de 1972	TOTAL	1 764 606 Kg.	9 956 177

rando la economía de los artesanos.

Las soluciones pueden ser parciales, en que solamente se resuelva el problema de la toxicidad, o pueden ser totales, con las que se tienda a buscar una solución integral de los problemas de los alfareros.

Una de las soluciones parciales, podría consistir en que los artesanos mejoraran sus hornos y trataran la madera para alcanzar mayor temperatura, utilizando sólo esmaltes "fritados".

Otra solución parcial, actualmente en aplicación, es el vender a los artesanos con muchas facilidades hornos de petróleo. Esta solución también evita el uso de leña como combustible.

En la zona de Temazcaltingo el Gobierno del Estado de México inició un plan de venta de quemadores de petróleo, dándolos a un precio de \$2,600.00 y permitiendo que el alfarero escogiera la forma

de pago conveniente, sin intereses y con abonos no menores de 130.00\$/mes.

La mano de obra para adaptar el horno la da el artesano, proporcionándole la asesoría técnica que requiera.

El uso de petróleo reduce el gasto de combustible, ya que con \$40.00 de petróleo se puede llevar a cabo los dos pasos de una horneara.

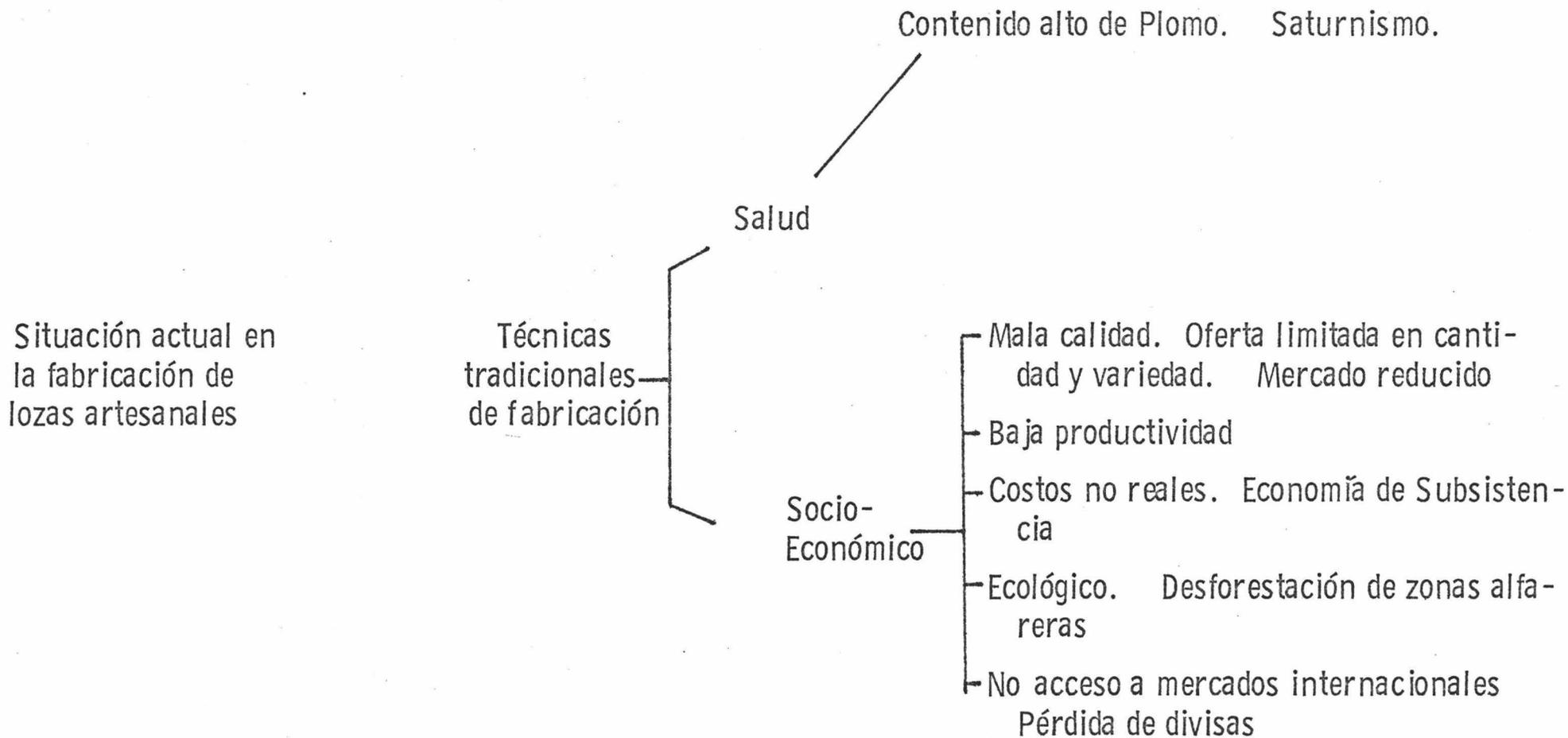
La aplicación de una solución integral puede parecer una empresa imposible de llevarse a cabo, sin embargo este programa podría desarrollarse si todas las instituciones interesadas en ayudar directa o indirectamente al artesano, y que son más de cuarenta, unieran sus esfuerzos para traducirlos en las pequeñas acciones concretas que se necesitan.

Para subsanar la carencia de técnicos ceramistas, sería deseable que muchas de estas institu-

ciones establecieran contacto con las universidades e institutos tecnológicos de las regiones alfareras, para interesarlas en el estudio de las tecnologías de las cerámicas artesanales, ofreciendo recursos económicos a estos centros.

Las universidades que ofrecen las carreras de Ingeniería y Ciencias, deberían considerar planes para llevar la tecnología a estas regiones, fundando centros de información donde se suministrarán datos para la preparación de las materias primas; asesoría para la construcción y operación de hornos; instrucción sobre procesos cerámicos, así como estudios de los recursos mineros y cerámicos de estas regiones.

Posteriormente -aun cuando puede ser paralela-sería necesaria la fundación de centros pilotos de producción cerámica, que puedan sacar ventajas de estos recursos, donde se cuente con plantas de concentración para proporcionar materiales de alta calidad, hornos, técnicos, administra-



#### POSIBLES SOLUCIONES:

- Parcial: Atacar el problema del contenido de Ph en los esmaltes.
- Integral: Atacando el problema en las técnicas de fabricación.
  - Experiencias del Estado de México.

dores, vehículos y -además- se becara a jóvenes artesanos para su preparación.

Estos centros pueden diversificar la producción cerámica para no competir con la alfarería ya existente, elaborando materiales de construcción, recipientes para conservas, muebles sanitarios de bajo costo para las viviendas populares, tanto urbanas como rurales; partes aislantes para la industria eléctrica y electrónica, señales para carretera y muchos otros objetos.

## E X P E R I E N C I A S

En el Estado de México ya funcionan varios centros que han logrado la producción de artículos (vajillas especialmente), que pueden competir con las producidas en otros países, aunque el diseño es todavía limitado.

El costo de un Centro requiere de una inversión inicial y de un capital de trabajo. Los datos que se mues-

tran a continuación, dan una idea aproximada de la inversión y costo de operación del Centro que opera en Valle de Bravo, Estado de México.

Horno de 5 m <sup>3</sup>	=	\$ 60,000.00
Estantería y equipo	=	\$ 40,000.00
Construcciones	=	\$ 50,000.00 (modesta)

Período de adiestramiento de los artesanos (en el cual no producen de tres a seis meses), entre \$500.00 a \$800.00. Para un horno se requiere de 20 artesanos.

Técnicos. Se requiere uno si es mexicano si es extranjero, por motivos de idioma, se requieren dos:	\$ 6,000.00
Auxiliar contable	\$ 3,000.00
Vehículo	\$ 50,000.00
Capital de Operación	\$ 50,000.00

El establecimiento de estos centros pilotos trae consigo innumerables beneficios, abriendo nuevas fuentes de trabajo en el campo que arraiguen a las personas en su lugar de origen, evitando la afluencia campesina hacia las grandes ciudades. Pero, sobre todo, comienzan con la tecnificación de los alfareros, donde los problemas de toxicidad pasan a segundo término ante el grave problema de conseguir la diaria subsistencia, abriendo la puerta a una nueva posibilidad de vida.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Díaz González A. y Cendejas Huerta, S. "El Problema de la Toxicidad en la Loza Artesanal Mexicana". Centro de Investigación de Materiales, UNAM. 1973.
- (2) Block, J.L. "My Family is Dying", Reader's Digest, 171-176 (April 1970).
- (3) Harrison, D.R., "Principles of Internal Medicine". 5th. Ed. (1966), Mc Graw Hill Book Company.
- (4) Kehoe, R. A., "The Metabolism of Lead in Man in Health and Disease". The Harben Lectures, 1960, J. Roy. Inst. Public Health 24 : 81 - 203 (1961).
- (5) Fernández Osorio, J.R., "Manejo del Intoxicado por Metales Pesados". Boletín Terapéutico, Subdirección General Médica, IMSS. 2 (16): 1970.
- (6) Cole, F.J. "Health Aspects of ILZRO'S Lead in Glazes Research". Ceramic Bulletin 50 (11):917 - 919 (1971).
- (7) Chilsom, J.J. "Lead Poisoning". Scientific American, 224 : 2 February 1971.
- (8) Tucker Anthony. "The Toxic Metals". New York, Ballantine Books.
- (9) Goldwater, L.J. and Hoover, W. "An International Study of Normal Levels of Lead in Blood and Urine". Arch. Environ. Health. 15 : 60 - 63 (1967)

- (10) Harris, W.R. and Elsea, R.W. "Ceramic Glaze as a Source of Lead Poisoning". J. Amer. Med. Assoc. 202 (6) : 208 - 210 1967.
- (11) Ludwig, Diggs, Hesselberg and Maga, "Survey of Lead in the Atmosphere of Three Urban Communities: a Summary". Industrial Hygiene Journal. 26 (3) : 270 - 284 (1965).
- (12) Childhood Lead Poisoning, "A Summary report of a Survey for Undue Lead Absorption and Lead-Based Paint Hazard in 27 Cities". U. S. Department of Health Education and Welfare. Septiembre 1972.
- (13) García Leal, R. "Soluciones al Problema del Plomo en la Alfarrería Popular Mexicana". Trabajo presentado en la Convención Conjunta del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos y el American Institute of Chemical Engineers, el 3 de septiembre de 1970. Denver, Colorado.
- (14) Rix, N.R. "Lead Frits and Leadless Glazes and Their Relative Utility in Ceramics". J. Soc. Chem. Ind. 19 (2) (1900).
- (15) Marquis, J. E. "Lead in Glazes - Benefits and Safety Precautions" Ceramics Bulletin, 50 (11) : 921 - 923 (1971).
- (16) Merwin, W. B. "The Ceramic Dinnerware Surveillance Program". Ceramic Bulletin, 50 (11) : 915-919 (1971).
- (17) Nordyke, J. S. "Lead in Glazes", Ceramic Bulletin, 50 (11): 913 - 915 (1971).
- (18) Smith Jerome, "Lead in Dinnerware Glazes", Lead Industries Association, Inc. 292 Madison Ore, New York, N.Y. 10017.
- (19) Geller, R. F. and Creamer, A. S. "Solubility of Colored Glazes in Organic Acids". J. Amer. Ceramic Soc. 22 (4) : 133 - 140 (1939).

- (20) ILZRO Manual, Ceramics 1, "Lead Glazes for Dinnerware". International Lead Zinc Research Organization, Inc.
- (21) Paviña y Vera, R. "Estudio Sobre el Plomo Soluble de la Alfarería Mexicana". Tesis, Facultad de Química, UNAM. 1971.
- (22) Cambel, E. F., Miller, H.M. y Biere, M.R. "El Plomo Oculto en la Cerámica de Tonalá". Salud Pública de México, Vol. VIII, No. 6, Epoca V.
- (23) Sampedro, J.A. "Estudio del Contenido de Plomo Contaminante en Cerámica de San Pedro Tlaquepaque". Trabajo presentado en el Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada. Querétaro 1973.