



IN.A.M.

ESTUDIO ESPECTROFOTOMETRICO DE
PLOMO EN SANGRE Y ORINA POR
KARL BAMBACH Y ROLAND E. BURKEY

TESIS PROFESIONAL

MA. DEL SOCORRO ARANDA PEÑALOZA

MEXICO

1958



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.

ESTUDIO ESPECTROFOTOMETRICO DE
PLOMO EN SANGRE Y ORINA POR
KARL BAMBACH Y ROLAND E. BURKEY

TEMA DE

T E S I S

Que para obtener el título de:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
presenta.

M.A. DEL SOCORRO ARANDA PEÑALOZA



*Con gratitud y cariño a mi madre
que con su esfuerzo y desvelos me alentó
en mis estudios.*

Sra. Maria Peñaloza Vda. de Aranda.

*A la memoria de mi padre quien
supo guiarme en mi carrera.*

Sr. Silvino Aranda Segura. R. I. P.

*A mi esposo que me alentó con su cariño
Sr. Jorge Azenas Briseño.*

*Con respeto y agradecimiento al Dr.
Gustavo Viniegra, Director de Higiene
Industrial, por la orientación de este trabajo.*

*Al Q. J. D. Ignacio Díez de Urdanivia,
con agradecimiento por su valiosa ayuda.*

Al Honorable Jurado.

ESTUDIO ESPECTROFOTOMETRICO DE PLOMO EN SANGRE Y ORINA, - -
POR KARL RAMPACH Y ROLAND E. BURKEY.

Capítulo I.- INTRODUCCION.

Capítulo II.- DESCRIPCION DEL METODO.

Capítulo III.- RESULTADOS.

Capítulo IV.- ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA VALORIZAR LA -
ABSORCION ANORMAL Y LA DETOXICACION.

Capítulo V.- CONCLUSIONES.

Capítulo VI.- BIBLIOGRAFIA.

I.- INTRODUCCION.

El plomo era conocido como metal desde la antigua Babilonia y Egipto, se reduce fácilmente de sus minerales; se presenta en los bronceos antiguos teniéndose como muestra de ello, una pequeña estatua de plomo que se encuentra en el Museo Británico, que es atribuida a la Primera Dinastía de Egipto (3400 A.C.), es mencionado por Job, además los griegos obtuvieron plomo de las minas de Laurión, pero hicieron poco uso de él; también los romanos lo obtuvieron de España, Galia e Inglaterra y lo usaron mucho para las sisternas, tuberías para el agua, etc., como puede apreciarse por la considerable cantidad de dicho metal existente en los baños romanos.

El plomo y sus compuestos al encontrarse en el organismo, - a determinadas concentraciones, produce una intoxicación que puede ser aguda o crónica y que se conoce con el nombre de saturnismo. Esta es una de las enfermedades profesionales más conocidas desde la antigüedad por: Hipócrates, Nicandro, Vitruvio, Dioscórides, Avicena, etc. En épocas recientes ha sido estudiado por: Citrois, Stockhausen, Tanquerel, Telekey, Oliver, Legge, Aub, - Hamilton, Mc. Cord, Cholak, Fairhall y Kehoe, etc.

El saturnismo, plumbemia o intoxicación por plomo, constituye uno de los padecimientos que con más frecuencia se observan en nuestro medio industrial, junto con las dermatosis y las neumoconiosis y es un problema médico tecnológico siempre de actual interés.

El plomo, del cual México como productor ocupa el tercer lugar en el mundo, es la materia prima de más de 150 industrias, -

en las cuales la población obrera en la mayoría de los casos, se encuentra totalmente expuesta a la adquisición del saturnismo -- por la carencia de dispositivos adecuados para la eliminación -- del plomo en el ambiente, lo cual es favorecido por dos aspectos: primero, la ignorancia tanto de los trabajadores como de los industriales y, segundo, que siendo mínima la molestia inmediata -- que reciben las personas que respiran dichos ambientes, no tratan de evitarla.

El presente trabajo se funda en el estudio hecho en algunas de las múltiples industrias del Distrito Federal, en las cuales se utiliza el plomo en forma de diferentes compuestos de variable toxicidad, tomando en cuenta que es en ellas donde los obreros están en contacto directo con dichos compuestos, alcanzándose el grado de toxicidad para el organismo.

A).- ALGUNOS DATOS SOBRE FISIOPATOLOGIA EN LA INTOXICACION-
POR PLOMO.

La alteración más frecuente causada por la absorción anormal de plomo se lleva a cabo en las células sanguíneas; la anemia aunque generalmente no es severa, siempre se presenta.

El plomo actúa en la superficie de las células rojas de la sangre de la circulación periférica, tornándolas frágiles y quebradizas y alterando su tamaño y su forma. Debido a esta fragilidad son fácilmente destruidas con solo el movimiento de la circulación.

Con el aumento de la Hemólisis aparece una hematoporfiruria aumentada. La evidencia de la alteración de los derivados hemoglobínicos también ha sido observada, tales como el aumento de

depósitos de hemosiderín en los tejidos, hiperbilirrubinemia, -- bilirrubina aumentada en la bilis y en la orina, y la excreción de porfirina aumentada; usualmente no hay cambios en la cuenta leucocitaria y no sería conveniente atribuir variaciones ligeras, en la anormal absorción de plomo.

Cuando ocurre la destrucción de células rojas en la circulación, aparece una estimulación compensadora en la médula ósea roja, resultando con ello un aumento de eritrocitos y reticulocitos inmaduros. Dicha estimulación se produce únicamente por dos clases de agentes: tóxicos y fisiológicos.

En la vida normal del adulto humano (según Mc.Cord) el contenido de eritrocitos en la corriente sanguínea es sostenido en un nivel regularmente uniforme por la entrada metódica de nuevas células procedentes de la médula ósea roja que van a reemplazar a aquellas que han sido destruidas y éstas son esencialmente maduras, sólo el uno por ciento presenta algún signo severo de inmadurez.

Como se dijo anteriormente, la estimulación sobre la médula ósea roja puede ser causada por dos clases de agentes: tóxicos y fisiológicos, teniéndose como ejemplos de los primeros el plomo, benzol, toluol, xilol y posiblemente arsénico e hidrocarburos -- clorados, tales como tetracloruro de carbono; como ejemplos de los segundos pueden citarse los efectos de altitudes elevadas.

La principal característica de estas células es la presencia de substancia basófila, lo cual es de particular interés en los estudios sanguíneos llevados a cabo en individuos afectados por el envenenamiento plúmbico, pero no es patognomónico del ---

plumbismo; puesto que dicha substancia puede presentarse en anemia perniciosa, en anemia secundaria, en leucemia, ictericia amolítica, neoplasias o en condiciones tóxicas propias de las substancias químicas anteriormente mencionadas.

Se produce, igualmente, una complicación en el sistema nervioso central, la cual se manifiesta por una aguda encefalitis.- Esta complicación patológica, primeramente, ataca las meninges y provoca edema cerebral con el consiguiente aumento de presión intracraneana. En examen post-mortum se encontró deterioro vascular, exudación y cambios arteriales similares a los vistos en los procesos inflamatorios agudos. En casos de absorción rápida de plomo el deterioro en la red capilar ha sido observado por medio de hemorragia retineal.

B).- ABSORCIÓN Y EXCRECIÓN DEL PLOMO.

La Absorción y Excreción del Plomo puede efectuarse por diferentes vías, entre ellas la inhalación de polvo o gases de plomo es la principal, la otra vía muy común es la oral, en tanto que la absorción cutánea no es probable, solamente se ha comprobado en el caso del tetraestilo de plomo. El problema de la absorción del plomo por escoriaciones o por cuerpos extraños alojados en los tegumentos no es de importancia industrial; de todos modos es de creerse que tal absorción puede ocurrir, pero de acuerdo con estudios hechos al respecto es un incidente raro.

Varias teorías han sido dadas a conocer en lo que respecta a la absorción del plomo una vez que éste penetra al tracto respiratorio. Hay la creencia de que es consumada en parte por feggo

citosis y en parte por agotamiento de las partículas que en profusión muy fina es absorbida por la humedad epitelial. Algunos - de los compuestos del plomo son retenidos y convertidos en carbonato de plomo por la acción del CO_2 . Como promedio, el mecanismo de absorción relativamente no tiene importancia, pero sería preferible que el polvo de plomo no penetrara al pulmón por la fibrosis apreciable que causa, lo cual puede ser motivado por otros polvos. Una vez que el plomo es absorbido por el tracto respiratorio, penetra a la corriente sanguínea desde donde es disipado hacia los tegumentos y en los cuales va siendo acumulado.

El plomo que penetra al tracto intestinal es eliminado junto con las heces fecales en que sólo pequeñas cantidades son absorbidas. Los experimentos que Kehoe llevó a cabo en seres humanos, indican que la absorción, siempre que sea soluble el plomo y que se efectúa por el tracto, es lento e ineficaz.

Calculado en las más amplias bases, solo alrededor de un -- décimo de lo administrado era absorbido. La pequeña cantidad de plomo que es absorbida por medio del tracto intestinal, probablemente por la vía linfática, pasa a la circulación portal, llega al hígado y luego puede regresar al intestino sin llegar a alcanzar el sistema circulatorio. Una parte puede ser depositada, por algún tiempo, en el hígado y lograr pasar a la circulación sanguínea. Gant sostiene que una cantidad equivalente de plomo es - de 10 a 100 más tóxica cuando es inhalada que cuando es ingerida.

El destino del plomo en el cuerpo.- Una vez que el plomo ha

sido absorbido se destruye por el hígado, al bazo, los riñones, el corazón, los pulmones, el cerebro, los músculos y el sistema óseo. Los análisis de los tejidos de todos los seres humanos adultos revelan algo de plomo en éstos órganos aún cuando no hayan tenido exposición ocupacional. Una clasificación aproximada de los valores normales se ha obtenido por largos estudios.

El plomo que ha sido absorbido en exceso a la cantidad normal es fijado en los tejidos por tiempo breve, después es removido de éstos órganos para penetrar a la circulación general y ser luego excretado.

El grado hasta el cual es fijado en el esqueleto óseo es, de todos modos un punto controvertible. Aub inició la creencia de que el plomo es transportado como un coloide de fosfato de plomo y finalmente dividido, para ser depositado como un fosfato de plomo terciario en los huesos. De acuerdo con éstos el fosfato de plomo una vez depositado, su metabolismo está estrechamente relacionado con la acción de calcio. Siguiendo su trabajo original, Aub, sostuvo que la mayoría del plomo en los huesos es localizada en la parte trabecular y no en la corteza. Puesto que la parte trabecular almacena el calcio aprovechable era creíble que el plomo, similarmente almacenado, sería aprovechable y movilizado con más facilidad.

Las principales autoridades en la materia no están unánimes en la creencia de que el plomo es fijado en forma estable en el sistema óseo. E comunicación personal con Kehoe dice:

"Yo diría, en relación con todo este asunto de la fijación del plomo en el cuerpo, que muestra experiencia y observaciones-

no nos permitirán aceptarla hipótesis de que el plomo puede ser combinado en forma estable en ninguna parte del cuerpo, con la posible excepción del tejido nervioso. La idea de que el plomo es fijado en forma estable en el esqueleto óseo ya sea normalmente o por medio de cualquier medicamento es, en nuestra opinión insostenible. En realidad, toda nuestra evidencia tiende a mostrar que si el contenido de plomo por la orina será más o menos, correspondientemente elevado. El papel del calcio y del fósforo en relación con el metabolismo del plomo no ha sido desechado. Nunca hemos encontrado evidencia de que produzca más que leves cambios en la distribución del plomo en el cuerpo, así como en la tasa de excreciones. Nosotros nos sensuramos el uso de calcio o fósforo, o ambos, en el tratamiento de la intoxicación plúmbica pero de cualquier modo creemos que cualquier beneficio obtenido no es el resultado de la movilización o desmovilización del plomo en relación con los almacenes de depósito".

El asunto de si el plomo puede ser almacenado en los huesos y subsecuentemente puesto en circulación, solo es de interés académico. Los que creen que el plomo pueda ser almacenado y posteriormente puesto en circulación dividen sus opiniones en lo que toca a terapéutica, mientras que los que no creen en esta teoría se abstienen de hacer cualquier intento que influencie el destino del plomo en el cuerpo

C).- PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO PARA LA INVESTIGACION DEL PLOMO EN MATERIAL BIOLOGICO.

Los métodos fundamentalmente empleados para determinar el plomo son:

- a).- Químico.
- b).- Espectrográfico.
- c).- Espectrofotométrico.
- d).- Polarográfico.

a).- El método químico se funda en la determinación cuantitativa del plomo por procedimientos gravimétricos y volumétricos pero son relativamente largos.

b).- El espectrográfico muy exacto de alta precisión.

c).- El procedimiento del espectrofotómetro se basa en el mismo principio del fotocolorímetro pero contándose en éste caso con una doble célula que garantiza al que no habrá variaciones -- por la diferencia del voltaje dándole al aparato mayor precisión, dicho método es muy exacto y se adapta a las necesidades para el estudio de la intoxicación por el plomo ya que registra cantidades pequesísimas tales como micro-gramos, como desventajas se tiene que el aparato es muy costoso y que necesita de toda atención del analista, así como de su experiencia.

d).- El polarográfico está basado en las curvas corriente -- voltaje obtenidas cuando se electrolizan soluciones de sustancias electroxidables o electro reducibles en una celda en la cual un electrodo consiste en mercurio que cae a gotas del fino extremo de un tubo capilar. A partir de tales curvas corriente-voltaje, es posible no sólo identificar, sino también, simultáneamente determinar las concentraciones de todas las sustancias reducidas u oxidables que se encuentren presentes. Es decir al mismo tiempo se obtiene el análisis cualitativo y cuantitativo de la solución. Por lo anterior se considera a la Polarografía, como una de las técnicas analíticas más sensibles, pero no registra canti-

dades tan pequeñas como para su uso en el estudio de la intoxicación por el plomo por lo cual se ha preferido la determinación -- Espectrofotométrica ya que por éste método se logran cuantear micro-gramos adaptándose a las exigencias para el estudio de la intoxicación plúmbica, usando como materiales de estudio sangre y orina.

Siendo la intoxicación plúmbica una de las más antiguas de todas las enfermedades ocupacionales su diagnóstico es frecuentemente infundado y raramente probado. Los años transcurridos en -- pruebas y experimentos, nos hacen pensar que su síndrome clínico, no proporciona las bases necesarias para su exacto diagnóstico, -- la única prueba de laboratorio realizada por la mayoría de los médicos, es la cuenta de células punteadas. Sin que tal prueba sea suficiente para un diagnóstico correcto. El defecto corresponde a los textos antiguos de medicina usados en nuestras escuelas, los cuales invariablemente afirman que el diagnóstico de envenenamiento por plomo está basado en los síntomas de cólico intestinal y -- constipación, el descubrimiento de la línea plúmbica (azul) en -- las encías y la presencia de células basófilas en el frotis de -- sangre.

II.- DESCRIPCION DEL METODO.

Por las consideraciones anteriores, se ha sacado como conclusión que el método que ofrece las mayores ventajas en exactitud y que además se adapta mejor para el estudio del saturnismo en la - Higiene Industrial, es el método Espectrofotométrico, siendo éste el que a continuación se describe. Dicho método empleado en el -- cuanteo del plomo existente en la sangre y orina es complejo, ya- que el análisis al cual se someten las muestras de los productos- biológicos antes dichos, es propiamente un microanálisis, pues -- son pequesísimas las cantidades que en la mayoría de los casos -- contienen, siendo éstas microgramos (ug).

Para su mejor entendimiento, la descripción del método em- -- pleado en el análisis se ha dividido en las siguientes etapas:

- (A).- Selección del Material de Cristal.
- (B).- Toma y preparación de las muestras.
- (C).- Preparación de la muestra.
- (D).- Extracción del Plomo con Ditizona.
- (E).- Determinación Espectrofotométrica.
- (F).- Obtención de la Curva Standard.
- (G).- Causas de error.
- (A).- Selección del Material de Cristal.

Todo el instrumental usado debe ser de vidrio borosilicatado (Pyrex), libre de plomo, con uniones esmeriladas, principalmente- los aparatos de destilación y recipientes para reactivos. Este -- instrumental se debe lavar con mezcla sulfocrómica y abundante a- gua corriente; ácido nítrico destilado (1:1) agua corriente, agua destilada; y finalmente enjuagarse, con agua bidestilada.

En el lavado del instrumental se utilizan los siguientes reactivos:

a).- Mezcla sulfocrómica.- Esta contiene 63 g. de dicromato de sodio, disueltos en 35.0 ml. de agua bidestilada que se llevan a 1000 ml. con ácido sulfúrico Q. P.

b).- Agua bidestilada.- Es necesario oxidar los vestigios de materia orgánica contenida en el agua destilada con KMnO_4 .

c).- Ácido nítrico.- Se destila recibiendo los vapores en un recipiente con agua bidestilada.

(B).- Toma y Preparación de las Muestras.

ORINA:

Se colectan las emisiones de 24 horas en frascos de vidrio borosilicatado de 1000 ml. de capacidad, provistos de tapón esmerilado, lavados y esterilizados convenientemente.

Las muestras así tomadas se refrigeran a 100°C . hasta el momento de efectuar el análisis. Para preservar la orina es conveniente agregar un cristalito de timol.

SANGRE:

La sangre se obtiene por punción venosa, la cual se efectúa de preferencia con aguja Petroff (esterilizada y protegida convenientemente de toda posible contaminación con plomo). La aguja se inserta en un tubo Pyrex de 13mm. de diámetro interior, y 16 cm. de longitud, protegido con cubiertas de papel especial para este objeto. El tubo debe lavarse y esterilizarse (esterilización seca) a una temperatura de 100 a 110°C . No es necesaria la presencia de material anticoagulante dentro del tubo.

(C).- Preparación de la Muestra.

ORINA:

Se miden exactamente 100 ml. que se transfieren a un matraz "PHILLIPS" de 250 ml. Se le añaden aproximadamente 0.5 g. de sulfato de potasio ó sulfato de sodio anhidrido, 5.0 ml. de ácido nítrico destilado y 0.5 ml. de ácido sulfúrico Q. P. se cubre este matraz con un vidrio de reloj se lleva a plancha caliente a una temperatura moderada, se someta a evaporación hasta que la orina haya aclarado y terminado de eliminar los vapores de ácido nítrico, en este momento se retira el matraz y se deja enfriar lo suficiente para evitar proyecciones al agregar 0.5 ml. de ácido perclórico Q. P. con bureta automática; se lleva de nuevo a la plancha caliente cubierta con el vidrio de reloj; se deja evaporar hasta eliminar por completo los vapores nitrosos formados, en seguida se agrega 1.0 ml. de ácido nítrico con bureta automática y se lleva nuevamente a plancha caliente a una temperatura menor que en el caso anterior, debiendo permanecer ésta únicamente hasta que el matraz se llene de vapores nitrosos; se retira ésta permitiendo que se enfríe, se le añade otra porción de 1.0 ml. de ácido nítrico destilado y se repite el proceso anterior hasta obtener un residuo de cenizas amarillo claro; se agrega por último 1.0 ml. de ácido perclórico Q. P. y se pasa a la plancha caliente a la temperatura máxima de ésta, hasta obtención de cenizas blancas. la muestra queda entonces lista para el análisis.

En igual forma se prepara el "blanco de reactivos" al cual se le agregan las mismas cantidades de todos los reactivos usados pero desde luego sin ponerle muestra.

SANGRE.

Se emplea la misma técnica que para las muestras de orina, --

con la excepción de que se pasa (por diferencia) alrededor de 10 g de sangre en un matraz Phillips de 250 ml.

Para evitar la formación de espuma durante el calentamiento, la muestra se deja digerir durante algunas horas.

(D).- Extracción de Plomo con Ditizona.

A las muestras ya preparadas se les añaden 25.0 ml. de ácido nítrico 0.2 N a cada una, se calientan sobre plancha, a ebullición ligera, se dejan enfriar y se transfieren íntegramente a embudos "Squibb" de 125 ml. que contengan aproximadamente 15.0 ml. de citrato de amonio; se alcaliniza la solución con amoniaco destilado usando fenol rojo como indicador, se agregan 5.0 ml. de cianuro de potasio al 10% y 1.0 ml. de clorhidrato de hidroxilamina, en las muestras de orina, éstas permanecerán transparentes, cuando no haya excesiva cantidad de fosfatos de calcio. Si se enturbian es necesario añadir más citrato de amonio para disolver el precipitado, (en muestras de sangre, el ligero enturbiamiento no afecta la extracción); se agregan 5.0 ml. de ditizona extractora al embudo "Squibb" y se agita por un minuto, dejando escapar la presión, producida por la evaporación del cloroformo, mediante la espiga del embudo.

EXTRACCIONES

Conc. en ug de Pb.	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	Buffer - - pH 3.4 - - Alícuota.-
25	Violata	Verde Azulado	Verde	Verde	Verde	Total.
50	Violeta Rojizo	Violeta	Verde Azulado	Verde	Verde	25.0 ml.
75	Rojo Cereza	Rojo Cereza	Violeta	Verde Azulado	Verde	10.0 ml.

En ausencia de elementos interferentes, el color del complejo

formado proporciona información sobre la cantidad de plomo contenida en la muestra especialmente en las de orina, por lo que es de interés tomar nota de dicho color.

Teóricamente la cantidad de ditizona extractora agregada es capaz de reaccionar con 32 microgramos de plomo; pero debido al efecto de la alcalinidad presente, en la primera extracción solo se extraen de 20 a 25 microgramos, esta cantidad imparte un color rojo cereza a la ditizona; se descarga el extracto de plomo al "Squibb" inferior dejando lleno el agujero de la llave con la solución de ditizonato, con el fin de evitar el paso de la solución acuosa; se agregan aproximadamente 6.0 ml. de ditizona extractora usando una pequeña cantidad para lavar el agujero de la llave y la espiga del embudo, recuperando este lavado con el "Squibb" inferior, se sigue el procedimiento de extracción y se descarga hasta que la ditizona retenga su color original, luego se efectúa la extracción final. Se descarta la capa acuosa del embudo superior y se enjuaga bien con agua bidestilada. Se lavan los extractos de ditizona contenidos en el embudo inferior por agitación con 50 ml. de agua bidestilada. La fase clorofórmica se descarga, en los embudos superiores. Finalmente deben reunirse todos los extractos clorofórmicos.

A continuación se extrae el plomo del ditizonado y del exceso de ditizona mediante la agitación durante un minuto con 50 ml. de solución Buffer de pH 3.4 (dando escape a la presión por la tapa del embudo). Si hay bismuto presente, la ditizona no recupera su color verde; en cuyo caso se agita la solución Buffer con 5.0 ml. de ditizona extractora y con cloroformo purificado para asegu-

arse que todo el bismuto se ha eliminado. Todas las soluciones clorofórmicas usadas se recogen para ulterior recuperación del cloroformo.

(E).- Determinación Espectrofotométrica.

De acuerdo con la cantidad de ditizona necesaria para la extracción, se determina si la muestra contiene más de 25 microgramos de plomo, en cuyo caso se debe transferir una alícuota conveniente del Buffer que contiene el plomo (por ejemplo como 25 ml.) a un embudo limpio. Se agrega el volumen necesario de solución Buffer de pH 3.4 para completar un volumen total de 50 ml., 15 ml de ditizona standard y 7.0 ml. de la mezcla amonio cianurada, mediante buretas automáticas. Inmediatamente se agita el embudo por un minuto dejando escapar la presión por el tapón, mediante una varilla de vidrio se inserta un trozo de algodón absorbente a la espiga del embudo. Filtrar unos milímetros del complejo mixto, para enjuagar las celdas Correx que se utilizan en el siguiente paso. Se llena convenientemente la celda, se limpian las ventanillas de esta con papel para lentes y se lee la transmitancia de la muestra a una longitud de onda de 250 mμ en un espectrofotómetro (Beckman D.U.) de luz monocromática comparando con el "blanco de reactivo", el cual actúa como referencia y se considera que tiene 100% de transmitancia; se convierte la transmitancia en absorbancia; se lee la cantidad de plomo en la curva standard previamente preparada.

En los procesos anteriormente descritos se usan los siguientes reactivos:

a).- Hidróxido de amonio.- Se destila recibiendo en agua bidestilada hasta una densidad de 0.9 determinada con picnómetro.

b).- Ácido clorhídrico de punto de ebullición constante.- Se destilan 1000 ml. de ácido clorhídrico de densidad 1.1 y cuando han destilado las tres cuartas partes se cambia el recipiente receptor desechando esta primera porción y colectando la última hasta que se tenga un residuo de 75 ml. en el balón de destilación.- Este ácido no es volátil ni higroscópico.

c).- Alcohol absoluto.- Se prepara adicionando trozos de óxido de calcio al alcohol de 96% y agitando de vez en cuando, dejando en reposo 12 horas. Destilando al cabo de este tiempo con trozos de óxido de calcio. Este alcohol se guarda bien tapado en el refrigerador filtrándolo a través de papel Whatman # 42 al usarlo

d).- Dietil-ditiocarbamato de sodio.- Se usa una solución al 4% la cual deberá ser filtrada.

e).- Indicadores:

1).- Bromofenol azul.....14.9 ml. de NaCHO.01 N

2).- Fenol rojo.....28.2 ml. de NaOH 0.01 N

3).- Meta cresol púrpura.....26.2 ml. de NaOH 0.01 N

Se pesan 100 mg. del indicador respectivo disolviendo en el volumen de solución de hidróxido de sodio 0.01 N correspondiente a cada uno y llevando luego a 250 ml. con agua bidestilada.

f).- Clorhidrato de hidroxilamina.- Se prepara una solución al 20% neutralizando con amoníaco y metra cresol púrpura como indicador precipitando el plomo existente, con solución de dietil-ditiocarbamato de sodio. La presencia de complejos organometálicos y el exceso de reactivos se extraen agitando con cloroformo destilado y luego se acidula con ácido clorhídrico de punto de ebullición constante hasta coloración rosada. No es necesario filtrar este reactivo.

g).- Cloroformo purificado.

1).- Recuperación.- Las soluciones usadas de ditizona en cloroformo se colectan en frascos de color ámbar. Cada litro de cloroformo por recuperar se lava con 200 ml. de agua destilada y luego se agita con porciones de 100 ml. de ácido sulfúrico Q. P. Este tratamiento se continúa hasta que la capa cloroformica queda incolora. Se transfiere a una botella de color ámbar que contenga 5.0 ml. de alcohol absoluto por cada litro de solvente y algunos trozos de óxido de calcio. Se deja reposar al abrigo de la luz 12 horas y se destila adicionando más trozos de óxido de calcio. El destilado se recibe en frascos de color ámbar que contenga alcohol absoluto al 1% de su capacidad.

2).- Purificación.- Cada litro de cloroformo usado en el método (nuevo o recuperado) se agita con una solución que contenga 2.5 ml. de solución de clorhidrato de hidroxilamina en un volumen de 100 ml. alcalinizado con amoníaco destilado e indicador rojo de fenol. El cloroformo se separa y se filtra a través de papel - Whatman # 42 recogiendo en un frasco color ámbar que contenga 5.0 ml. de alcohol absoluto. Se guarda en la oscuridad.

b).- Cianuro de potasio.- Se prepara una solución al 50% de esta sal y se agita varias veces con porciones de ditizona extractora para remover todo el plomo existente. La mayor parte de la ditizona retenida en la fase acuosa se extrae por agitación con cloroformo purificado. La solución de cianuro se diluye hasta 500 ml. quedando así una solución al 10% que se guarda en la nevera.

1).- Mezcla amonio cianurada.- Se utilizan 200 ml. de la solución de cianuro de potasio y 100 ml. de amoníaco destilado de densidad 0.9 y se llevan a un litro. Este reactivo se guarda en -

refrigerador.

j).- Acido clorhídrico 0.2 N.- Se utiliza el ácido clorhídrico de punto de ebullición constante (36.03 g.).

k).- Solución Buffer de doble fuerza Clark y Lubs.- 125 ml. de solución de fitalato ácido de potasio 0.2 N (o 5.105 g. de la sal Q. P. seca) y 25 ml. de ácido clorhídrico 0.2 N se llevan a 250 ml.

l).- Solución Buffer de ph 3.4.- Se transfieren 9.1 ml. de ácido nítrico destilado a una fiola de 1000 ml. se neutraliza -- con amoniaco destilado (coloración azul bronce) y 5 gotas de indicador bronce fenol azul. Se agregan 50 ml. de solución de doble fuerza de Clark Lubs llevándose a 1000 ml. con agua bidestilada.

m).- Citrato de amonio a 400g. de ácido cítrico Q. P. se le añaden 300 ml. de agua bidestilada y 5 gotas de indicador rojo - de fenol neutralizando con amoniaco destilado hasta el vire rosado, llevando a 1000 ml. con agua bidestilada. Se agita posteriormente con porciones de ditizona extractora para separar el plomo y otros metales, el exceso de ditizona se extrae con cloroformo.

n).- Acido nítrico 0.2 N.- 12.9 ml. de ácido nítrico destilado se llevan a 1000 ml. con agua bidestilada.

o).- Solución Stock de ditizona.- 100 mg. de difenil tiocarbazona (Ditizona) previamente purificada, se disuelven en 100 ml de cloroformo purificado a su vez se purifica ésta con 5 porciones de 100 ml. cada una y amoniaco destilado 1:100 precipitando la ditizona con ácido clorhídrico de punto de ebullición constante y recuperando con extracciones de 100 ml. de cloroformo purificado y aforando hasta 500 ml. Manténgase esta solución en el refrigerador a 1°C.

p).- Ditiizona standard 4 mg/lt.- Transfiriendo un volumen de solución Stock conocido experimentalmente a 1000 ml. de cloroformo purificado y guardando en refrigerador esta solución.

q).- Ditiizona extractora 8 mg/lt.- El procedimiento es el mismo que para el caso anterior; se guarda en la nevera.

(F).- Obtención de la Curva Standard.

Se añaden las alícuotas de solución standard A²-2, indicadas en la tabla que se da a continuación, a las correspondientes muestras biológicas de 100 ml. de orina a 10 g. de sangre, y se llevan a través de todo el procedimiento delineado anteriormente. La absorbancia del blanco biológico (con 100 ml. de orina, F-2u, o 10 g. de sangre F-2b, tratados como las muestras adicionadas de plomo), se resta la absorbancia de las muestras standard A-2u a E-2u, (o A-2b a E-2b, respectivamente), para efectuar la corrección por el plomo originalmente presente en el material biológico. Los datos corregidos se emplean para construir la curva standard.

Prueba de precisión.- Se agregan a varias muestras biológicas, cantidades iguales de plomo, correspondientes al punto medio de la curva standard (en este caso 12 ug.). Siguiendo el procedimiento indicado se determina el contenido de plomo en 6 muestras, incluyendo la corrección para el blanco biológico y se calcula la desviación standard a partir de los datos obtenidos. El valor debe ser de más o menos 0.5 ug., para determinaciones de orina o sangre.

En la preparación de la curva de plomo en sangre es conveniente tarar un matraz Phillips de 250 ml. libre de plomo en el que se pesan los 10 g. de sangre. Se transfieren muestras sucesivas a otros tantos matraces a los cuales se añaden las alícuotas-

adecuadas de solución de plomo. Luego se continúa el procedimiento.

CURVA STANDARD

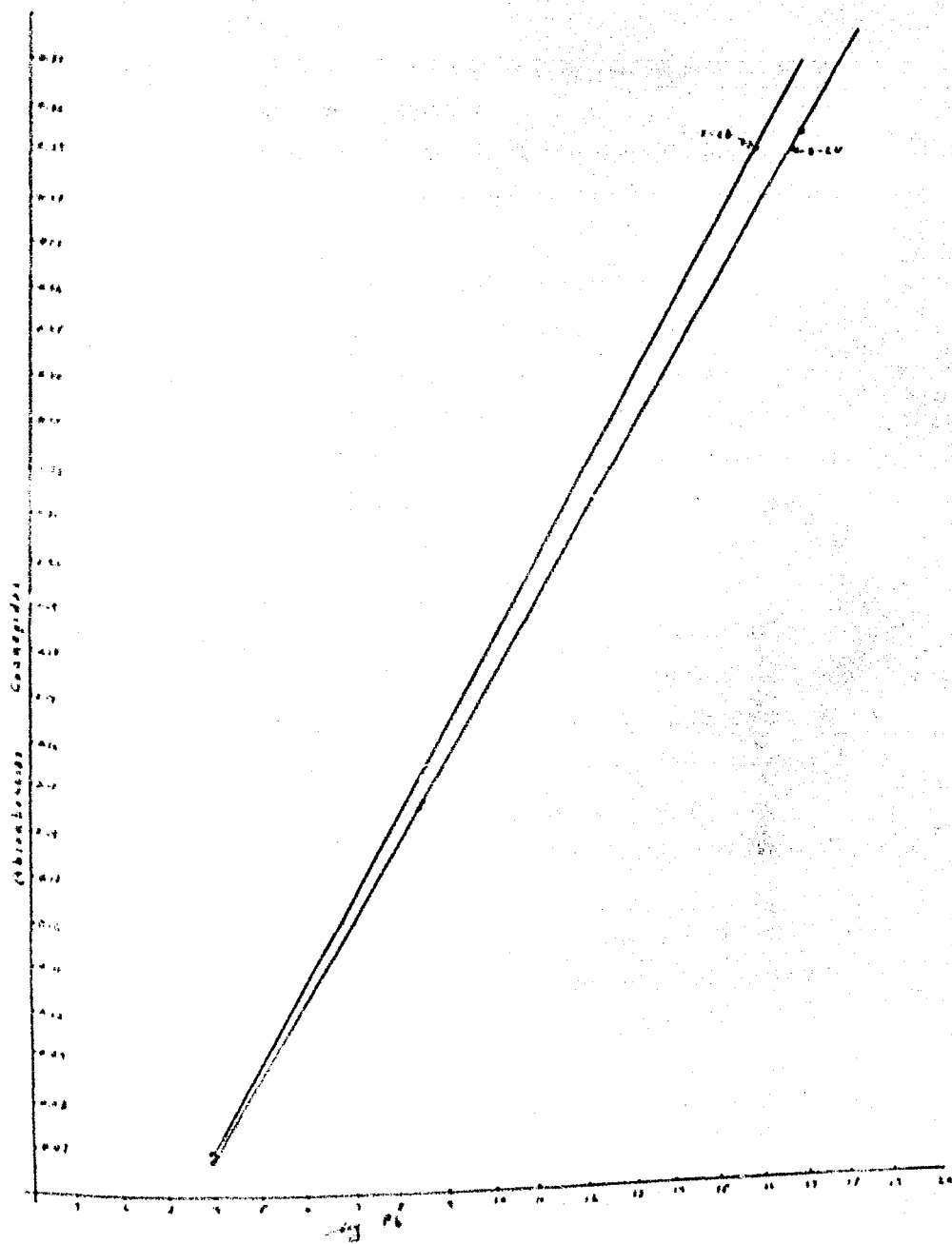
Standars	ml.	ug Pb	ST	B-2b		ST	B-2a	
	A ^s -2	Alícuota		A-leído	A-corr		A-leído	A-corr
A-2b o A-2a	5.0	4.0	81.7	0.088	0.071	78.6	0.106	0.069
B-2b o B-2a	10.0	8.4	68.9	0.162	0.145	68.5	0.182	0.146
C-2b o C-2a	15.0	12.0	58.7	0.231	0.214	55.0	0.260	0.224
D-2b o D-2a	20.0	16.0	49.3	0.307	0.290	46.7	0.331	0.295
E-2b o E-2a	25.0	20.0	42.3	0.374	0.357	39.6	0.402	0.366
F-2b o F-2a	0.0	(x)	96.2	0.017	0.000	92.1	0.036	0.000
G-2b o G-2a	0.0	(y)	100.0	0.000	0.000	100.0	0.000	0.000

Las soluciones standard empleadas en la curva anterior son - las siguientes:

a).- Solución Stock de plomo "A".- Esta solución equivale a - 1.0 mg. de Pb/ml.

b).- Solución Standard de plomo A^s-1.- Se diluyen 10.0 ml. - de la solución Stock "A" y 10.0 ml. de ácido nítrico destilado, a 1000 ml. con agua bidestilada. La solución equivale a 10 ug. de - Pb/ml.

c).- Solución Standard de plomo A^s-2.- Se prepara con 20 ml. - de la solución A^s-1. Cada ml. de esta solución contiene 0.5 ug. - de plomo y se debe preparar momentos antes de utilizarla, aforan- do a 250 ml.



(G).- Causas de Error.

Las precauciones que deben tomarse para lograr exactitud en el método son de origen muy variado.

Primamente deben observarse la pureza de los reactivos:

a).- El agua.- Esta debe ser bidestilada y libre de materia orgánica.

b).- El ácido nítrico.- Necesita una destilación previa.

c).- Los ácidos sulfúricos y perclóricos.- Deberán preferirse de la casa distribuidora que garantice más su pureza.

d).- La ditizona.- Debe purificarse disolviéndola en cloroformo, evaporando a sequedad en un baño María y después al vacío.

e).- El citrato de amonio.- Requiere purificarse con extracciones sucesivas de ditizona extractora y posteriormente, con elg reformo para asegurarse que toda la ditizona se ha eliminado.

f).- El cloroformo.- Es el que se emplea en las soluciones de ditizona, se recupera con lavados de agua primero, y ácido sulfúrico después, se colectan los extractos en un frasco de color ámbar al cual es necesario añadir unos trozos de óxido de calcio para deshidratarlo, y unos centímetros(2 ml. por litro) de alcohol destilado, debiéndose destilar posteriormente con trozos de óxido de calcio.

g).- Al clorhidrato de hidroxilamina.- Requiere la adición de unas (1 ml.) de dietil-ditiocarbamato de sodio para precipitar las impurezas, tales como el plomo y otros metales.

h).- Los indicadores.- Deberán hacerse de concentraciones exactas ya que cualquier variación en ésta, no darán el virre desga do al pH requerido.

i).- El hidróxido de amonio.- Debe ser destilado.

j).- La solución Buffer.- Será de un pH 3.4 exacto de no ser así la extracción del plomo no se verificará o será incompleta.

k).- El cianuro de potasio.- Requiere un reposo de dos semanas para asegurarse que todos los sulfuros han precipitado.

La toma de las muestras debe efectuarse con asepsia, evitando toda posible contaminación.

En la destrucción de la materia orgánica es sumamente importante observar todas las precauciones posibles con las adiciones de ácidos (HNO_3 y HClO_4) debiendo efectuarse éstas después de haber enfriado lo suficiente los matraces que contienen las muestras de sangre u orina ya que de otra manera se proyectan o bien se incendian, el calentamiento será gradual porque en ocasiones se forma una espuma que llega a derramarse y como consecuencia -- pueda perderse la muestra. El momento apropiado para agregar una nueva cantidad de ácidos será cuando la muestra empiece a verse de un color más oscuro que el que tenía antes de llevarlo a la plancha, pues si el color es más intenso se forman puntos incandescentes que causarán el que la muestra se incendie provocando la volatilización del plomo existente en la muestra.

Las extracciones del plomo deben efectuarse siguiendo al pie de la letra las indicaciones anotadas anteriormente, teniendo precaución de medir exactamente todos los reactivos y los tiempos de agitación de los embudos dejando llena la espiga de éstos, con el extracto clorofórmico. También debe tenerse cuidado de eliminar el aire contenido en los embudos, ya que la agitación del clorofórmico produce presión sobre los tapones, expulsándolos y en consecuencia el extracto clorofórmico se pierde.

La lectura en el espectrofotómetro debe efectuarse conectando éste 10 minutos antes de usarlo. En esta forma se asegurará -- una mejor calibración del mismo. También se deben revisar las baterías, ya que de éstas depende en gran parte la correcta calibración del aparato.

- - - 0 - - -

III.- RESULTADOS.

Los siguientes resultados se obtuvieron del estudio que se --
practicó en la Industria de Acumuladores del D. F., tomando en --
consideración, que es en ella donde los trabajadores de dicha in-
dustria, alcanzan alto grado de intoxicación puesto que los com-
puesto de plomo son de gran toxicidad para sus organismos y, don-
de las medidas de control, que aseguran una concentración ambien-
tal de substancias tóxicas compatibles con la salud, o están redu-
cidas al mínimo, al igual que los medios de protección personal y
facilidades de asco.

DESCRIPCION DE LA INDUSTRIA DE ACUMULADORES

EN EL D. F.

La propia naturaleza de la Industria de Acumuladores y la am-
plitud de su empleo, hacen que en todo el D. F., se encuentren --
ampliamente difundida. Existen varios tipos de establecimientos --
dedicados a la fabricación y reparación de acumuladores, que pue-
den agruparse de la siguiente manera:

FABRICAS.- En todas las fábricas existentes en el Distrito --
Federal, se advierte que el proceso de manufactura es manual o --
semiautomático, no existiendo en la totalidad un aislamiento efec-
tivo de los diversos estadios del proceso, ni medidas efectivas --
tendientes a la eliminación de polvos, vapores y gases, encontra-
dos en la gran mayoría de las salas de trabajo. Tomando en consi-
deración la materia prima, con la que empiezan su procesado, exis-
ten dos tipos de fábricas siendo el primero, aquel que parte, pa-
ra la elaboración de los acumuladores, de los diversos óxidos, --
plomo, ácidos separadores, asfalto y cajas de hule comprimido, --

así como de los demás implementos de soldadura. Este tipo de fábrica, es el que tiene mayores recursos económicos, más personal y producción. El otro tipo de fábrica, es aquel, que por ser más pequeño y tener sus presupuestos más reducidos, emplean para la elaboración de su producto, acumuladores viejos y materia de desperdicio.

TALLERES.- En la mayoría de estos se encontró, que laboran sin tener medidas efectivas tendientes a controlar los polvos, vapores y gases, que en muchos de ellos eran ostensibles. También - estos talleres presentan dos tipos, siendo el primero, aquel en que hacen reparaciones de los grupos, empleando placas prefabricadas y el segundo, el pequeño taller que hace trabajo de soldadura y que posee un rectificador de corriente para carga. La impresión dominante es la de que, todas las fábricas, en un principio pequeñas y construídas sin apogo a las condiciones de higiene y seguridad, han crecido viciadas desde su origen y a base de malas adaptaciones sucesivas.

En resumen, la Industria de Acumuladores del Distrito Federal, está constituida por plantas pequeñas y talleres que ocupan locales antiguos e inadecuados. La maquinaria, salvo raras ocasiones, es improvisada, representando peligro de accidentes y de enfermedades, derivadas de una mala instalación y de falta de protección de máquinas y en el empleo de las materias primas, pisos sucios, húmedos y resbaladizos y donde la iluminación y ventilación son deficientes.

En todos los sitios visitados, se encontraron sustancias tóxicas y la dosificación del plomo que se hizo en el ambiente de siete fábricas, arrojó niveles muy superiores al máximo permis-

ble (0.15 miligramos por metro cúbico), ya que se encontraron valores entre 0.20 y 12.85 miligramos por metro cúbico de aire. -- las muestras de aire fueron recogidas con el muestreador electrostático a la altura de las zonas respiratorias de los trabajadores en las diversas ocupaciones. La dosificación de plomo se llevó a cabo por método polarográfico, usando como soporte cloruro de calcio.

Aún cuando todos los establecimientos cuentan con abastecimiento de agua alimentado por la red pública y con sistema de drenaje se encontró un 47% de los sitios visitados con deficiencias en los servicios sanitarios y un 29% sin baños. Los lugares donde se encuentran estos servicios estaban sucios por lo general.

Sólo en un caso se encontró servicio de comedor que proporciona alimentación a los trabajadores y dos más en los que únicamente existe local. Los medios de protección, personal, tan necesario en este tipo de industria, son inadecuados, habiéndose encontrado en las negociaciones visitadas que un 67% de las fábricas y un 90% de los talleres, carecen de todo medio de protección, general, o individual, para sus trabajadores.

Excepto en una de las negociaciones visitadas, en las demás no se encontró personal encargado de atender los problemas de higiene y seguridad.

De acuerdo con un censo realizado en 77 establecimientos de la Industria de Acumuladores del D. F., se registró, una población de 377 trabajadores del sexo masculino.

En lo que se refiere a la edad, las tres quintas partes oscilan entre los 16 y 34 años. Perteneciendo en su mayoría al me-

dio rural.

De estos 377 individuos se extrajo una muestra de 236 trabajadores que representa el 62.6% del total, los cuales fueron estudiados clínicamente en forma completa y a quienes se les practico biometría hemática y dosificación de plomo en sangre de acuerdo con el método expuesto en el capítulo anterior.

Las muestras de sangre para la dosificación de plomo, se tomaron fuera de los locales de trabajo, previo aseo cuidadoso del pliegue del codo y utilizando equipo totalmente libre de contaminación plumbica.

La revisión de las historias clínicas y análisis de laboratorio mostraron, respecto a la influencia del tiempo de exposición sobre el nivel del plomo en sangre, como puede verse en el cuadro # 1, que mientras los trabajadores con menos de un año de trabajo, (16%), tienen más de 60 microgramos, por cien gr. de sangre, en cambio, en los que llevan un año o más de labores, -- (cerca del 40%), se rebasa la citada cifra de 60 microgramos por 100 gr. de sangre, que es la máxima concentración permisible.

En lo que se refiere a la relación entre plumbemia y el tipo particular de ocupación, en el cuadro # 2 se observa, que los empastadores son los más expuestos, y que, el 63.4% de ellos tienen más de 60 microgramos de plomo por 100 gr. de sangre.

Otras ocupaciones que también implican gran exposición, son las de formador de grupos (41.7% con más de 60 microgramos por 100 gr. de sangre) soldador (41.7%) y de fundidor (36.8%).

Es un conocimiento establecido, que la sintomatología y la signología del saturnismo, son pobres y poco específicas por lo que, en el grupo de trabajadores estudiados se investigó la fre-

cuencia de síntomas y signos. En el cuadro # 3 se anotan los datos obtenidos en los cuales se observa, que la alteración más frecuente encontrada (41% de los casos) fué el signo de Burton (línea azulosa en el reborde gingival). Otras alteraciones encontradas fueron en orden decreciente: anemia (27%), cólicos (25%), pterigión (25%), sabor metálico (24%), signo de Gubler (22%), palidez (16%), hiperreflexia patelar (15%), anorexia (10%), cefalea (9%), pérdida de peso (6%), constipación (5%).

Los datos que dieron correlación positiva con la plumbemia y que por lo tanto pueden ser demostrativos, fueron:

- 1.- Signo de Burton.
- 2.- Cólicos intestinales.
- 3.- Sabor metálico.
- 4.- Constipación.

En lo que respecta al signo de Gubler (tatuaje azuloso en la cara interna de la mejilla) hay también correlación, aunque incompleta.

En las biometrías hemáticas practicadas a los doscientos treinta y seis trabajadores muestreados, la fórmula blanca no mostró alteraciones correlacionables con la plumbemia. Por el contrario la fórmula roja, tal como está anotado en el cuadro # 4, tiene una tendencia definida en el sentido de que, a medida que aumenta la concentración de plomo en sangre, disminuye el número de glóbulos rojos por milímetro cúbico. Sin embargo las anemias producidas son moderadas y se observa que hay ligeras macrocitosis e hipocromia en todos los grupos por igual.

El presente estudio dió los resultados siguientes:

- 1.- La Industria de Acumuladores del D. F. ocupa, en su

mayoría, instalaciones inapropiadas, con malas condiciones de saneamiento, nula e inadecuada protección de los trabajadores y ausencia de medidas de control.

2o.- Un 33.8% de los trabajadores examinados presentan niveles de plomo en sangre anormales (más de 60 microgramos por 100 gr. de sangre) y, aún aquellos en que se presentan niveles inferiores, se encontraron síntomas y signos sugestivos de intoxicación plúmbica.

3o.- Los trabajadores con más de un año de exposición son los más afectados, ya que un 40% de ellos resultaron con más de 60 microgramos por 100 gr. de sangre.

4o.- Las ocupaciones más peligrosas parecen ser, en orden decreciente, las de espasador, formador de grupos, soldador y fundidor.

5o.- Se ratifica el hecho, ya observado por diferentes autores, de que no existe una patología patognomónica de la intoxicación plúmbica y que, los signos y síntomas dominantes en orden de frecuencia e importancia son: Signo de Burton, cólicos intestinales, sabor metálico y constipación.

6o.- Respecto a la citología hemática de los trabajadores estudiados, parece ser que sólo se ven afectados en su número glóbulos rojos, los cuales tienen tendencia a disminuir, a medida que la plumbemia es mayor.

CUADRO # 1.

PLASMA SEGUN TIEMPO DE EXPOSICION.

INDUSTRIA DE ACUMULADORES DEL DISTRITO FEDERAL

Microgramos de Pb por 100 gr. de sangre.	Tiempo de Exposición				T O T A L	
	Menos de un año		Mas de un año			
	Núm.	Porcentaje	Núm.	Porcentaje	Núm.	Porcentaje
Hasta 40	24	38.6%	50	28.7%	74	31.4%
41 a 60	28	45.3%	55	31.7%	83	35.1%
61 a 80	2	3.2%	34	19.5%	36	15.3%
81 y Más	8	12.9%	35	20.1%	43	18.2%
TOTAL	62	100%	174	100%	236	100%

CUADRO # 2.

PLUMBERIA DE ACUERDO CON EL TIPO DE OCUPACION.

INDUSTRIA DE ACUMULADORES DEL DISTRITO FEDERAL

Microgr mas de -- Pb en -- 100 gr.-- de san-- gre.	TOTAL		Españador		Formador		Soldador		Fundidor		Ayudante		Otros	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Hasta 40	74	31.4	4	13.3	6	20.8	2	16.7	6	31.6	16	34.8	41	39.0
41 a 60	83	35.1	7	23.3	9	37.5	5	41.6	6	31.6	16	34.8	40	38.1
61 a 80	36	15.3	8	26.6	3	12.5	3	25.0	6	31.6	5	10.9	11	10.5
81 y más	43	18.2	11	36.8	7	29.2	8	16.7	1	5.2	9	19.6	13	12.4
TOTAL	236	100	30	100	24	100	12	100	19	100	46	100	105	100

CUADRO # 3.

RELACION CLINICA SEGUN PLUMBEMIA.

INDUSTRIA DE ACUMULADORES DEL DISTRITO FEDERAL.

Signos y Síntomas	TOTAL		Plumbemia en microgramos por 100 gr. de sangre							
			1 a 40		41 a 60		61 a 80		81 y Más	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Signo de Burton	97	41.1	22	29.7	32	38.4	18	50.0	25	38.3
Astenia	63	26.7	21	28.4	20	24.0	8	22.2	14	32.6
Cólicos	59	25.0	11	14.9	14	16.8	12	33.4	22	51.3
Pterigión	58	24.6	15	20.2	19	22.8	14	38.9	10	23.3
Sabor metálico	56	23.7	9	12.1	16	19.2	10	27.8	21	48.9
Sig. de Gubler	51	21.6	12	16.2	17	20.4	11	30.6	11	25.6
Palidez	38	16.1	15	20.2	10	12.0	6	16.7	7	16.3
Hiperreflexia pa- telar	36	15.3	12	16.2	9	10.8	8	22.2	7	16.3
Anorexia	24	10.2	4	5.4	7	8.4	9	25.0	4	19.3
Pérdida de peso	13	5.5	2	2.7	5	6.0	3	8.3	3	7.0
Cefalea	20	8.5	7	9.5	7	8.4	0	—	6	14.0
Constipación	12	5.1	2	2.7	4	4.8	2	5.6	4	9.3
Número de traba- jadores.	236	100	74	100	83	100	36	100	43	100

CUADRO # 4.

FORMULA ROJA SEGUN PLUMBEMIA

INDUSTRIA DE ACUMULADORES DEL DISTRITO FEDERAL

Micropagos de Pb. por-100 gr. de-sangre.	Número de treba--doras.	Glóbulos rojos -- por cm.-cúbico.	Volúmen - globular-medio.	Concentración globular de - hemoglobina.
1 a 40	74	5329800	94.1 u ³	31.4%
41 a 60	83	5225800	93.8 u ³	31.2%
61 a 80	36	5178600	94.6 u ³	31.3%
81 y más	43	5170000	92.5 u ³	31.4%
TOTAL	236	5241000	93.8 u ³	31.3%

INDUSTRIA DE ACUMULADORES DEL DISTRITO FEDERAL.

Núm.	TIPO	Núm. Trabajo do--res.	RIESGOS PRINCIPALES	MEDIDAS DE CONTROL	OTRAS OBSERVACIONES
10-- TAL.	15 Fábr. 50 Tall.	377	Oxidos Pb. Quemaduras.	En general ningunas.-- Sólo en un caso, siste-- mas de ex-- tracción.	Malas condiciones genera-- les. Indiferencia hacia -- los problemas de higiene y seguridad.
1	Fábrica	12	Ox.Pb.Quem.	Ningunas.	1.-Pésimas condiciones ge-- nerales próximo traslado
2	"	1	" " "	"	2.-Condiciones generales.
3	"	11	" " "	"	3.-Planta mal conservada, su-- cia, procesos anuales. Pé-- simas condiciones.
4	"	18	" " "	Ineficaces	4.-Condiciones generales ma-- las.
5	"	7	" " "	Ninguna	5.-Pésimas condiciones insa-- lubres, peligrosas.
6	"	6	" " "	"	6.-Condiciones generales ma-- las.
7	"	20	" " "	"	7.-Marcada tendencia a los-- problemas asistenciales, deficiencia en los pre-- ventivos.
8	"	15	" " "	"	8.-Condiciones generales ma-- las, en instalación.
9	"	3	" " "	"	9.-Pésimas condiciones maqui-- naria improvisada, proce-- sos manuales.
10	"	26	" " "	Ineficaces	10.-Local y condiciones regu-- lares en ampliación.
11	"	21	" " "	"	11.-Condiciones generales ma-- las.
12	"	33	" " "	"	12.-Insalubre, pésimas condi-- ciones, indiferencia ha-- cia los problemas de hi-- giene y seguridad.
13	"	15	" " "	"	13.-Malas condiciones.
14	"	27	Pocas.	Medidas	14.-Planta bien conservada,-- buenos programas de hi-- giene y salubridad asi-- stenciales.
15	"	6	Ox.Pb.Quem.	Ningunas.	15.-Condiciones generales ma-- las.
16	Taller	12	" " "	"	16.-Pésimas condiciones gene-- rales.
17	"	1	" " "	"	17.-Buenas condiciones.
18	"	1	" " "	"	18.-Local frío. Buenas condi-- ciones.

Ed.	TIPO	Núm. Tra- baja- do- res.	RIEGOS PRINCIPALES	MEDIDAS DE CONTROL	OTRAS OBSERVACIONES.
19	Taller.	1	Ox. Pb. Quem.	Ningunas.	19.-Regulares condiciones de S
20	"	1	" " ácido	"	20.-Sin servicios sanitarios 6 máquinas sin protección.
21	"	3	" " "	"	21.-Condiciones generales ma-- las.
22	"	1	" " "	"	22.-Condiciones generales ma-- las.
23	"	4	" " "	"	23.-Buenas condiciones genera- les.
24	"	7	" " Quem.	"	24.-Buenas Condiciones genera- les.
25	"	9	" " ácido	"	25.-Condiciones grales. malas.
26	"	6	" " "	"	26.-Condiciones grales. malas.
27	"	1	" " "	"	27.-Condiciones grales. malas.
28	"	2	" " "	"	28.-Condiciones grales. malas.
29	"	6	" " "	"	29.-Condiciones grales. malas.
30	"	1	" " "	"	30.-Condiciones grales. malas.
31	"	4	" " "	"	31.-Félicas cond. de higiene.
32	"	1	" " "	"	32.-Condiciones grales. malas.
33	"	3	Ninguno	"	33.-Buenas cond. de seguridad.
34	"	1	Ox. Pb. Acido	"	34.-Condiciones grales. malas.
35	"	2	" " Quem.	"	35.-Condiciones grales. malas.
36	"	2	" " "	"	36.-Pésimas cond. salubridad.
37	"	2	" " "	"	37.-Condiciones grales. malas.
38	"	1	Acido Quem.	"	38.-Condiciones grales. malas.
39	"	2	Quemaduras	"	39.-Condiciones grales. malas.
40	"	3	Quem. Oxido	"	40.-Condiciones grales. malas.
41	"	2	" " ácido	"	41.-Buenas cond. salubridad.
42	"	2	" " "	"	42.-Regulares cond. salubridad.
43	"	2	" " óxido	"	43.-Buenas condiciones.
44	"	2	" " "	"	44.-Condiciones grales. malas.
45	"	2	" " "	"	45.-Condiciones grales. malas.
46	"	3	" " "	"	46.-Condiciones grales. malas.
47	"	3	" " "	"	47.-Condiciones grales. malas.
48	"	1	" " "	"	48.-Condiciones grales. malas.
49	"	1	" " "	"	49.-Condiciones grales. malas.
50	"	2	" " "	"	50.-Condiciones grales. malas.
51	"	1	" " "	"	51.-Condiciones grales. malas.
52	"	2	" " "	"	52.-Condiciones grales. malas.
53	"	2	" " "	"	53.-Condiciones grales. malas.
54	"	2	" " "	"	54.-Condiciones grales. malas.
55	"	3	" " "	"	55.-Condiciones grales. malas.
56	"	3	" " "	"	56.-Condiciones grales. malas.
57	"	3	" " "	"	57.-Condiciones grales. malas.
58	"	3	" " "	"	58.-Condiciones grales. malas.
59	"	1	" " "	"	59.-Condiciones grales. malas.
60	"	2	" " "	"	60.-Condiciones grales. malas.
61	"	10	" " "	"	61.-Condiciones grales. malas.

Núm.	TIPO	Núm. Tra- baja Co-- res.	PROGRESOS PRINCIPALES	MEDIOS DE CONTROL	OTRAS OBSERVACIONES
62	Taller	5	Quem.Oxido	Ningunas	62.-Condiciones generales malas.
63	"	5	" "	"	63.-Condiciones generales malas.
64	"	10	" "	"	64.-Condiciones generales malas.
65	"	5	" "	"	65.-Condiciones generales malas.

IV.- ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA VALORIZAR LA ABSORCIÓN ANORMAL Y LA INTOXICACIÓN

(A).- BIOCETRIA HEMÁTICA.

El daño más fuerte que resulta de la absorción normal de -- plomo se lleva a cabo en las células sanguíneas. La anemia, aunque generalmente no es severa, siempre se presenta. El plomo actúa en la superficie de las células rojas de la sangre de la circulación periférica, tornándolas frágiles y quebradizas y alterando su tamaño y sus formas. Debido a esta fragilidad son fácilmente destruidos con solo el movimiento de la circulación. Con el aumento de la hemólisis aparece una hematuria aumentada. La evidencia de la alteración de los derivados hemoglobínicos también ha sido observada, tales como el aumento de depósitos de hemosiderín en los tejidos, hiperbilirrubinemia, bilirrubina aumentada en la bilis y en la orina, y la excreción de la porfirina aumentada, usualmente no hay cambios en la cuenta leucocitaria y no sería conveniente atribuir variaciones ligeras en la normal absorción del plomo.

Cuando ocurre la destrucción de células rojas en la circulación, aparece una estimulación compensatoria en la médula ósea, resultando con ello un aumento de eritrocitos y reticulocitos -- inmaduros.

En la vida normal del adulto humano el contenido de eritrocitos en la corriente sanguínea es sostenida en un nivel regularmente uniformado por la entrada metódica de nuevas células procedentes de la médula ósea que van a reemplazar a aquellas que han sido destruidas.

Estas nuevas células son esencialmente maduras, solo alrededor de un por ciento de ellas presentan algún signo severo de las características de inmadurez. En la médula ósea, durante el período de formación de los eritrocitos, una etiología completamente diferente toma lugar en la variación, conque se presenta el desarrollo de las células rojas. Ahí fácilmente pueden ser demostrados, núcleo, protoplasma y sustancia basófila. Al mismo tiempo ocurre un cambio no conocido en ninguna de las otras células del organismo, un producto químico (hemoglobina) substituye al protoplasma y el núcleo es destruido. El eritrocito está entonces listo para su principal función en la circulación sanguínea. El mecanismo por el cual las células se liberan cuando maduran, e inversamente, cuando se detienen en su desarrollo no es conocido. De todos modos, el funcionamiento de tal mecanismo está bien establecido.

Bajo las condiciones en las cuales los agentes tóxicos ejercen acción en la médula ósea, y bajo otras condiciones en que -- las demandas fisiológicas lo exigen, el número de eritrocitos -- aumenta y entran al torrente circulatorio. Como ejemplo de las primeras se pueden citar: plomo, bencol, toluol, xilol, y posiblemente arsénico e hidrocarburos clorados, tales como tetracloruro de carbono; como ejemplo de los segundos se nos presentan -- en primer término, los efectos de altitudes. La principal característica de estas células liberadas es la presencia de sustancia basófila.

Es de particular interés en los estudios sanguíneos llevados a cabo en individuos afectados de envenenamiento plúmbico la

presencia de células basófilas punteadas. El punteado basófilo está siempre presente en los casos agudos de intoxicación por plomo pero esto no es patognomónico de plumbismo. Las células punteadas suelen también presentarse en las anemias perniciosas, en anemias secundarias, en leucemia, icterohemolítica, neoplasma, o en condiciones tóxicas propias de las sustancias químicas antes mencionadas.

(B).- ERITROPELILIA.

El cálculo de las células punteadas en un frotis sanguíneo, ha llegado a ser un procedimiento de rutina en el diagnóstico de envenenamiento por plomo. En el frotis teñido normalmente, alrededor de uno por ciento de los eritrocitos presentan un color rosa azulado debido a una afinidad por el colorante básico. Este es el resultado de la presencia de pequeñas cantidades del principio elemental, sustancia citoplásmica basófila que persiste después de que el núcleo ha desaparecido. Un aumento de estas células más allá de lo normal significa un estado llamado policromatofilia o policromasia. Esta, como ha sido señalado, es una reacción compensatoria la débil demanda de una producción más rápida de células rojas, con el resultado de que los eritrocitos son vertidos en el torrente sanguíneo antes de llegar a su completa maduración.

Policromasia (Policromatofilia), graneado punteado y disposición en forma de red (reticulación), son, sin embargo, diferentes manifestaciones de un fenómeno, la presencia de sustancia basófila. La forma exacta de esta sustancia basófila existente en la sangre no alterada es poco conocida. Probablemente el cuadro observado como policromasia después de la tinción, está más

próximo al estado natural de este material. La impresión proporcionada por toda evidencia aprovechable es la de miles de partículas ultramicroscópicas en suspensión ácida, ó posiblemente en sus formas ingénitas en solución ácida. Las células reticuladas probablemente son producidas solo como un resultado de manipulación de laboratorio y en este caso solo son creaciones de laboratorio. Con adecuadas facilidades de laboratorio uno es capaz de observar al microscopio las formaciones de los procesos reticulares en células que antes no presentaban tal reticulación. Por medio de las variaciones de técnicas el experimentador puede.

Sin embargo se cree que las células punteadas existen como tales en la sangre no alterada. Los procesos desconocidos, las partículas ultramicroscópicas observadas como policromasia o las materias basófilas en soluciones ácidas, son originadas para colocarse así mismas en masas características de graneos.

El estado natural de la materia basófila en células rojas sanguíneas inalteradas no es conocido, pero en los procesos de tintación de las células rojas las substancias empleadas pueden ser artificialmente incorporadas en las masas visibles. En los humanos adultos normales, estas incorporaciones raramente exceden del uno por ciento en el número total de eritrocitos, pero en individuos expuesto al plomo los porcentajes ordinariamente están arriba del máximo normal, cuando es absorbida considerable cantidad de plomo o cuando son inminentes los signos clínicos del envenenamiento.

(C).- PORFIRIAS.

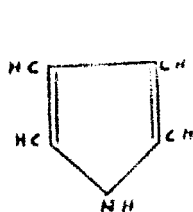
De los estudios efectuados por Watson, Remington y Waldenstorn se llegó a la conclusión de que la existencia anormal de -

porfirinas en la orina sirve como base para la determinación -- del peligro incipiente de la absorción del plomo y otros meta-- les mediante una prueba química relativamente sencilla.

Dado que la existencia anormal de porfirinas constituye la base de este estudio es conveniente exponer la definición de es-- te término.

DEFINICION Y DESCRIPCION DE PORFIRINAS

Las porfirinas son pigmentos que existen en la naturaleza en abundancia y están constituidos químicamente por cuatro anillos pirrólicos encadenados entre sí por puentes meténicos. Los anillos pirrólicos tienen la configuración que se muestra en la figura 1, y las porfirinas tienen la fórmula desarrollada como se muestra en la figura 2.



Figs. 1.

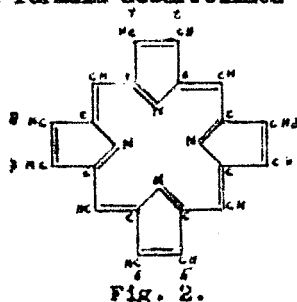
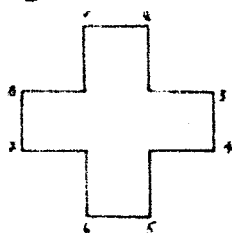


Fig. 2.

Las coproporfinas pueden existir en cuatro formas isó-- mas, dependiendo del orden de sucesión de los grupos metil (M)- y ácido propiónico (P). Hasta ahora solamente los isómeros tipo I y III han podido ser aislados en condiciones clínicas; por lo que bastará representarlas como en las figuras 3.

Los isómeros de las uroporfinas que contienen los grupo-- ácido acético (A) y ácido propiónico (P) y los isómeros tipo I- III se representan en las figuras 4.

se tapa el tubo se agita invirtiendo 20 veces con suavidad, se expone el éter bajo una lámpara de luz ultravioleta y se observa el tono de su fluorescencia.

Los colores que se pueden observar son azul, rosa o rojo, y se presentan no menos de 7 tonos de cada uno de ellos. En las pruebas de Langen y Ten Berg, Meek, Mooney y Harvald sugieren la adición de 35 de peróxido de hidrógeno (2 gotas) para eliminar la influencia de cualquier sustancia interferente -- que sería causa de interpretaciones erróneas. Como raras veces se encuentran dichas sustancias en la orina el uso del peróxido de hidrógeno no es siempre necesario.

En las experiencias de laboratorio, el éter puro da una fluorescencia azul violeta. Además de éter pueden utilizarse otros solventes tales como el éter isopropílico, el acetato de amilo, el acetato de etilo. El empleo de este último resulta más conveniente debido a que bajo la luz ultravioleta no muestra fluorescencia por sí solo.

Además de la prueba anteriormente mencionada como una comparación se usa la siguiente: Se toma en un tubo de ensaye -- 2.5 ml. de orina, se agregan de 3 a 5 gotas de ácido acético -- 6N. con lo cual se obtiene un pH de 6 que se prueba con papel indicador apropiado. Se añaden 2 ml. de Acetato de etilo, se tapa el tubo y se inclina a lo largo de su eje unas 10 veces -- (la agitación violenta no es conveniente) y se deja reposar 2- o 3 minutos. La fluorescencia de las porfirinas en suspensión en el acetato de etilo se observa bajo la luz ultravioleta. La adición de ácido acético, en lugar de ácido clorhídrico, es -- necesaria para mantener dicha suspensión. Si se utiliza ácido-

VI.- BIBLIOGRAFIA.

- a).- Karl Busch, and Roland E. Burkey
"Microde-Termination of Lead by Dithione".
Ind. Hyg. Chem., Anal. Ed. 14, 904 (1942).
- b).- A. S. Lantry, Héculo Ochoa, Zenón Sedano,
Héctor Ugarte and Efraín Calcerín.
"Optimum Range and Recovery Data for the -
Determination of Various Toxic Constituents
in Biological Material of Interest in Industrial
Hygiene".
En Preparación.
- c).- F. A. Patty.
"Industrial Hygiene and Toxicology", Vol. -
II, p. 568 New York, Interscience 1949.
- d).- Leo Levine and J. P. Fahy.
"Evaluation of Urinary Lead Determinations
The significance of the specific gravity".
J. Ind. Hyg. and Tox., 27, 217 (1945).
- e).- E. E. Sandell.
"Colorimetric Determinations of Traces of Metals".
2nd ed., p.412 New York, Interscience 1950.
- f).- Kase Spectroscopy in Physics Research U. S.
Department of Commerce.
National Bureau of standards.
Circular 522.
Issued January 23, 1953.

clorhídrico la fluorescencia de la suspensión resulta azul verdosa a un pH de 6 y esta coloración persiste a un pH de 3 mientras que a un pH mayor de 6 la coloración es azul.

Al utilizar la técnica descrita se ha encontrado repetidas veces que una fluorescencia heliotrope o violeta en la suspensión, corresponde aproximadamente a 58 ag. de uroporfirina por 100 ml. de orina. Esto demuestra que la intensidad de la fluorescencia varía con el pH correspondiendo el violeta carmesí a un pH 6 que adquiere una coloración roja intensa a un pH de 3 a 4; a un pH 8 el violeta cambia a un azul oscuro y a un pH de 9 a 10 la coloración azul no se distingue de la que se obtiene con la orina normal. Además la orina tiene uroporfirina en forma de coproporfirina y da una coloración azul cuando las coproporfirinas han sido eliminadas en un medio alcalino.

El método semi-cuantitativo es propiamente el mismo que el cualitativo descrito, únicamente que se utiliza el hecho de que a determinados colores y tonos de fluorescencia corresponden diferentes concentraciones, y se asignan a éstas determinado número de cruces (1 a 4) que indican concentraciones ligera, mediana, grande y muy grande según el caso.

VI.- BIBLIOGRAFIA.

- a).- Karl Reasbach, and Roland E. Burkey
"Microde-Termination of Lead by Dithionite".
Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 14, 904 (1942).
- b).- A. E. Landry, Rómulo Ochoa, Zenón Sedeno,
Héctor Ugarte and Efraín Calcedón.
"Optimum Range and Recovery Data for the -
Determination of Various Toxic Constituents
in Biological Material of Interest in Industrial
Hygiene".
En Preparación.
- c).- F. A. Patty.
"Industrial Hygiene and Toxicology", Vol. -
II, p. 568 New York, Interscience 1949.
- d).- Leo Levine and J. P. Fahy.
"Evaluation of Urinary Lead Determinations
The significance of the specific gravity".
J. Ind. Hyg. and Tox., 27, 217 (1945).
- e).- E. B. Sandell.
"Colorimetric Determinations of Traces of Metals".
2nd ed., p.412 New York, Interscience 1960.
- f).- Mass Spectroscopy in Physics Research U. S.
Department of Commerce.
National Bureau of standards.
Circular 522.
Issued January 23, 1963.

- d).- Al terminar sus labores deberá asearse cara y manos antes de tomar ningún alimento.
- e).- No fumará ni comerá en el lugar en que desarrolle su trabajo.
- f).- El aseo de los lugares de trabajo siempre deberá hacerse - cuando no haya personas en el lugar, y la persona que lo haga deberá estar convenientemente protegida.
- g).- Debe de tomarse en cuenta la temperatura ambiente la cual se controla con ventiladores.
- h).- Deberán hacerse exámenes médicos y determinaciones de plomo en sangre y orina periódicamente.

V.- CONCLUSIONES.

- a).- Ser el más preciso, debido a su minuciosidad y exactitud -- dándonos cifras apegadas a la verdad ya que contando con -- el material en las condiciones antes dichas así como con -- los reactivos de la más alta calidad y pureza y además con un aparato de extraordinaria precisión como lo es el Espectrofotómetro nos dará datos verdaderos y por consiguiente el estado real de las personas intoxicadas.
- b).- Dicho método puede aplicarse en serie siendo por lo tanto -- rápida la determinación para un gran número de muestras.
- c).- Debemos tomar en consideración que la precisión del método se debe en gran parte a la sensibilidad del reactivo el -- cual pueda detectar cantidades pequeñas tales como micro--gramos.
- d).- El método es sencillo y no requiere gran cantidad de material para su realización.
- e).- Con las precauciones antes expuestas puede contarse con -- que dicho método tiene el mínimo de error.
- f).- El procedimiento de la recolección de muestras nos da el -- mínimo de posibilidades de contaminación.
El peligro en las intoxicaciones por plomo, PUEDEN EVITARSE TOMANDO en consideración las siguientes reglas:
- a).- Contar con locales amplios y apegados a las condiciones -- del trabajo que se elabore
- b).- Proveer el local de campanas extractoras.
- c).- El obrero deberá protegerse con mascarillas y ropa que solo usará en el momento en que se encuentre trabajando.

g).- The Chemistry of Industrial Toxicology.

Harvey B. Elkins, Ph. D.

John Wiley and Sons, Inc., New York.

Chapman and Hall, Limited, London.

January 3, 1950.