

---

---

*Universidad de Guadalajara*

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS



DETERMINACION DEL ACIDO DELTA-AMINOLEVULINICO-  
URINARIO EN AGENTES DE TRANSITO DE LA  
CIUDAD DE GUADALAJARA, JAL.

---

---

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A  
SERGIO ALVAREZ BARAJAS

---

DIRECTOR DE TESIS:

Q.F.B. ADOLFO CARDENAS ORTEGA  
GUADALAJARA, JAL., 1989

---

---

DETERMINACION DEL ACIDO DELTA-AMINOLEVULINICO-URINARIO  
EN AGENTES DE TRANSITO DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JAL.

SERGIO ALVAREZ BAJARAS

TESIS DIRIGIDA POR: Q.F.B. ADOLFO CARDENAS ORTEGA

A MI ESPOSA E HIJOS.

A MIS PADRES Y  
HERMANOS.

EN ESPECIAL A  
MI HERMANA XOCHITL

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo  
agradecimiento a mi Maestro y  
Director de esta Tesis,  
Q.F.B. ADOLFO CARDENAS ORTEGA.

Mi más sincero agradecimiento  
a las Autoridades de la Unidad  
de Investigación Biomédica de  
Occidente, por las facilidades  
y apoyo para la realización de  
este trabajo.

Agradezco a  
LUPITA ROMO y a  
LUCY DE LA MADRID, por su  
ayuda técnica en el Laboratorio  
de Cirugía Experimental.

A MIS MAESTROS DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS les agradezco por  
sus enseñanzas para mi formación  
académica

A MIS COMPAÑEROS DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS, que de alguna manera  
colaboraron en el trabajo de  
esta tesis.

Agradezco al DEPARTAMENTO DE  
TRANSITO las facilidades que nos  
proporcionaron para la realiza-  
ción de este trabajo de tesis.

## CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION. . . . .	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACION. . . . .	12
IV. OBJETIVOS	14
V. HIPOTESIS. . . . .	15
VI. PARTE EXPERIMENTAL	
METODOLOGIA. . . . .	16
MATERIAL Y REACTIVOS. . . . .	20
RESULTADOS. . . . .	29
VII. ANALISIS DE RESULTADOS	
DISCUSION. . . . .	32
CONCLUSIONES. . . . .	37
VIII. CUADROS Y GRAFICAS. . . . .	40
IX. BIBLIOGRAFIA CITADA. . . . .	46

GENERALIDADES

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

El ácido delta-aminolevulínico es un precursor en la biosíntesis de la hemoglobina (1,2) y se encuentra normalmente excretado en la orina en pequeñas concentraciones (3). El ácido delta-aminolevulínico-urinario (en adelante ALA-U), se encuentra elevado en algunas enfermedades y en casos debidos a la intoxicación por plomo y de manera menos importante la Protoporfirina IX (PPF) (4,5). El plomo parece afectar la síntesis de porfirinas (6,7) inhibiendo la formación de Porfobilinogeno (PBG), resultando así la acumulación de su precursor más inmediato, ALA-U (3), dos son las enzimas en la ruta metabólica partiendo de Glicina al Hemo, que son claramente labiles al plomo (8), la primera es la enzima delta-aminolevulínico deshidratasa (ALA-D) la cual es la responsable de la condensación de dos moléculas de ALA-U para formar el pirrol porfobilinógeno (PBG) y la segunda enzima es la Hemosintetasa, enzima mitocondrial que inserta al hierro dentro de la protoporfirina IX para formar el grupo Hemo. Más especialmente, se ha encontrado por diferentes estudios que la proporción de excreción de ALA-U y la concentración de protoporfirina en sangre es debida al incremento de plomo y su medición ha sido extensamente usada por la vigilancia médica en los trabajadores expuestos ocupacionalmente al plomo (4,9). Además se ha demostrado la utilidad de la evaluación de ALA-U pa-

ra seguir la evolución de los pacientes intoxicados por plomo durante el tratamiento con agentes quelantes (11).

Los síntomas que se observan con mayor frecuencia son: anorexia, apatía, anemia, hiperirritabilidad, torpeza manual, pérdida de habilidades adquiridas recientemente y vómitos esporádicos. La encefalopatía se asocia a vómitos persistentes, ataxia, períodos de letargia, estupor y finalmente convulsiones que no responden a los anticonvulsivantes habituales. Los niños presentan una sintomatología severa como: trastornos de conducta, retraso mental y síntomas que sugieren daño cerebral, así pues, deben ser sometidos a pruebas que investiguen el plomo (12,13).

La mayoría de los métodos publicados para la determinación de ALA-U utilizan la Espectrofotometría en luz visible (8). Entre las personas que sufren intoxicación por plomo en proporción elevada (directa) se encuentran: los artesanos en alfarería, empleados en fábricas de pinturas, trabajadores en acumuladores eléctricos y fabricantes de balas y municiones (4,5,11,14,15,16,17,18) o en forma indirecta, como en aquellas personas que se encuentran cerca de zonas donde se maneja plomo y en el caso de aquellos individuos que por motivos del trabajo que desempeñan están en un medio ambiente rico en éste (19,20,21,22,23).



## A N T E C E D E N T E S

El plomo es uno de los metales más importantes en Toxicología (10). El número total de los envenenamientos que produce es superior al de cualquier otro metal (24). De su intoxicación existen descripciones desde la civilización Euroasiática. Se conoce evidencia arqueológica de que el metal ya era usado en el Siglo XV A.C. Se dice que el Faraón Thumtosis III (1,500 años A.C.) ya lo recibía como tributo, y también se conoce que fue traído desde Mesopotania. Fue usado para diferentes propósitos por los Egipcios, tales como hacer figurillas humanas, de animales amuletos, monedas y también para elaborar utensilios de cocina, como núcleo para sus estatuillas de bronce y en forma de sales de pinturas para sus párpados. Se le menciona también en el Antiguo Testamento en el Libro de Jeremías (Cap. 6; 29-30) y debido a que el metal es suave, se utilizó para escribir sobre él y hacer grabaciones en placa. En las arenas de combate romanas fue utilizado por los gladiadores que con él forraban sus manos para hacer sus golpes más dañinos. Durante el desarrollo del Imperio Romano el plomo adquirió un papel muy importante en su tecnología. Se le traía de diferentes regiones, tales como Alemania y Gran Bretaña, pero fundamentalmente de España, para ser utilizado en el recubrimiento de los acueducos.

tos, en la fabricación de tuberías de las cuales recibían agua domiciliaria los patricios, en la elaboración de utensilios de cocina y de los recipientes de vino, algunas vajillas hechas de bronce contenían algo de plomo, el cual - característicamente le daba un sabor dulce a sus alimentos. El obvio que el uso de estos objetos dieron lugar a una - contaminación de alimentos y del agua (11). Se ha planteado la Hipótesis de que la caída del Imperio Romano se debió a una intoxicación por plomo de tipo endémico (10,25,-26). Después de la caída del Imperio Romano, en el Siglo V el uso del plomo disminuyó y por cerca de 600 años se - mantuvo a un nivel muy bajo. Después del Siglo IX empezó a ser extraído nuevamente de las minas de Alemania, la - práctica de preservar el vino con plomo y sus sales, se ex - tendió hasta el Siglo XV y fue hasta entonces que se prohi - bió (27).

En el Siglo XVIII, Baker, hace una lista de procesos - patológicos de intoxicación plúmbica de tipo endémico, y - McCord habla de una alta incidencia de cólicos saturnicos - en la América Colonial, debido a la destilación de ron en - equipo que contenía plomo y al uso de barro mal vidriado - que contenía gran cantidad de Litargirio (PBO) (9,27). En - estudios más recientes (dentro del campo de la Biología) - se ha encontrado que en la corteza terrestre se encuentra - ampliamente distribuido el plomo, en menor proporción en -

la superficie y mayor cantidad en estratos profundos. Los mantos freáticos lo tienen en pequeñas cantidades y las plantas a través de su raíz captan el metal, las especies animales a su vez, lo captan al ingerir las plantas. En resumen, ésto explica la presencia del plomo en los seres vivos; animales o vegetales. Sin embargo, ninguna función biológica ha sido ligada al plomo (11). Es importante mencionar que la toxicidad de una sustancia no es una propiedad de ella en sí, ésto dependerá de la concentración de la misma en el organismo (9). Con la aparición de los motores de combustión interna, a partir de fines del Siglo XIX se incluye otro agente en el problema de la contaminación ambiental por plomo (11). En 1930 se descubre la propiedad del tetraetilo de plomo como anti-detonante en la gasolina (28) y el uso de esta sal orgánica de plomo incrementó en forma considerable e importante la contaminación general del aire (24,29,30). Actualmente la mayor dispersión del metal en el aire se debe a las múltiples sales de plomo que expulsan los gases en combustión de esos motores (9). El plomo se extrae de las minas en forma de Sulfuro (PbS: Galena), la absorción de esta sal es nula, por lo cual el Saturnismo es muy raro en estos trabajadores. El mineral extraído así, posteriormente sufre el proceso llamado de Afinación, por el cual se obtiene el plomo metálico (Pb). En este proceso existe un riesgo mayor de intoxicación; el sulfuro de plomo al oxidarse produce monóxido

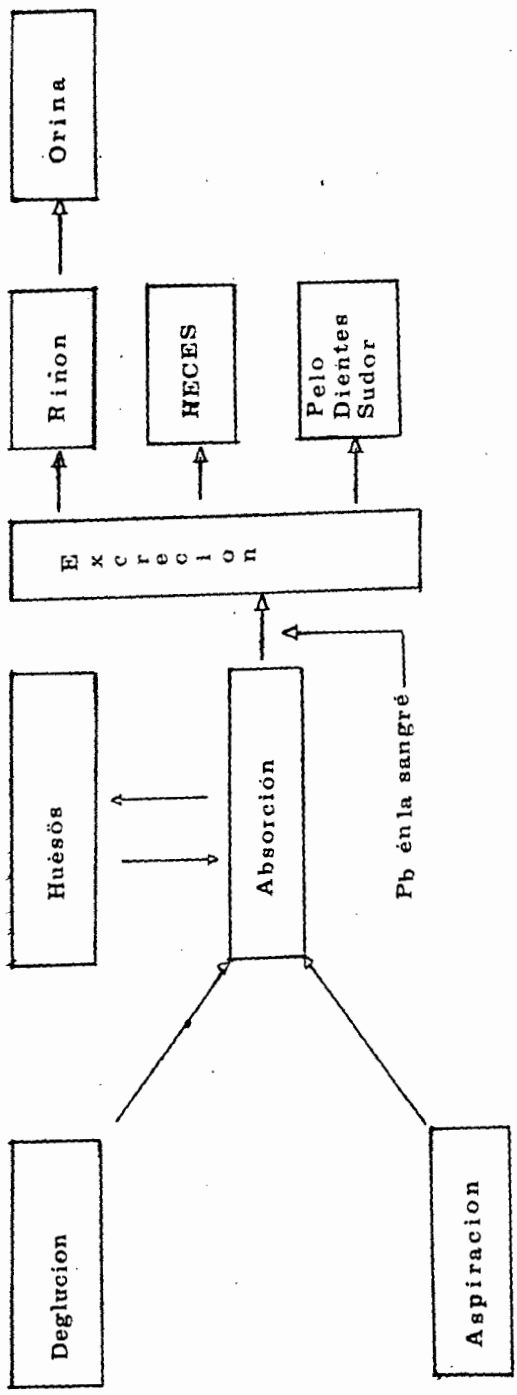
xido de plomo (Litargirio) el cual se absorbe con facilidad. El litargirio se reduce a plomo metálico y se envía a otros sitios para su uso directo o para su transformación a compuestos orgánicos o inorgánicos. Las sales más comunes son el acetato, el subacetato y el silicato de plomo. Los compuestos mencionados son utilizados en la manufactura de diversos productos (4,11,15).

Los casos de intoxicación por plomo en proporción elevada y directa se encuentran principalmente en algunos grupos de personas (mencionadas anteriormente), siendo éstas trabajadores en fábricas de balas y municiones (11), artesanos en alfarería (15), trabajadores en fábricas de pinturas (14), acumuladores eléctricos (17), o en forma indirecta como en aquellas personas que se encuentran por más de 8 horas cerca de zonas donde se maneja plomo, tal es el caso de aquellos individuos que por motivos del trabajo que desempeñan están en un medio ambiente rico en plomo (8,22).

Existen dos vías importantes de absorción, que son el aparato gastrointestinal y los pulmones; el paso del plomo inorgánico a través de la piel es mínimo. La absorción por el aparato gastrointestinal es baja; en condiciones naturales solo se fija del 6 al 7 por ciento del plomo ingerido. La naturaleza de las sales de plomo es determinante para su absorción (11), en el caso de los artesanos en alfarería que elaboran vasijas de barro vidriado, la absor-

ción es por vía respiratoria principalmente al utilizar greta ( $PbO$ ) en el proceso de vidriado y además el plomo se libera fácilmente cuando la loza es utilizada para la elaboración de alimentos (14). La vía respiratoria ha sido objeto de múltiples estudios por parte del grupo de Kehoe (17,26), han determinado que el tamaño de las partículas es fundamental en la magnitud de la absorción pulmonar. Cuando el diámetro de las partículas de plomo es de 0.01 a 0.1 micrometros, virtualmente todo el metal se absorbe; cuando las partículas tienen un tamaño mayor, una gran parte se detienen en las vías respiratorias superiores y posteriormente se degluten (11). El plomo al ser introducido al organismo llega a la sangre y circula por el cuerpo (31), ocasionando así daños al Sistema Nervioso Central (12,13,32), Hígado (33) y riñones (8), se deposita en el pelo (34) y en personas adultas en huesos largos (duros) principalmente (12,32,36,37). Como en los huesos largos se realiza la Hematopoyesis, el plomo afecta la síntesis porfirianas y subsecuentemente de la Hemoglobina (16).

Hasta hoy se han reportado dos pasos metabólicos (16,38,39,40) en los cuales se ve afectada esta síntesis por la acción del plomo, ocasionando en todos los casos un incremento en los niveles de ALA que tiende a excretarse por vía urinaria (41).



Los indicadores biológicos de la intoxicación por plomo son esencialmente la determinación de las enzimas que el plomo inhibe o de los substratos de las mismas que se eleven (ALA-U, PPF IX y que disminuye Profobilinógeno (PBG) y que son detectables en sangre o en orina, ésto ocurre básicamente en el ciclo de la biosíntesis del Hemo. Entre las enzimas bloqueadas por el plomo tenemos la deshidratasa del ácido delta-aminolevulínico (ALA-D) y la Hemosintetasa, dando origen al incremento y la acumulación de sus respectivos substratos (ALA-U y Protoporfirina IX), en el caso de ALA ésta es fácilmente detectable en orina por Espectrofotometría en luz visible y es la forma indirecta para descubrir intoxicación por plomo más aceptada, por su rapidez y factibilidad de elaboración y supera en nivel económico a la forma directa de Espectrofotometría de absorción atómica para plomo en sangre y en otros tejidos (8,26). Ver Figura No. 2.

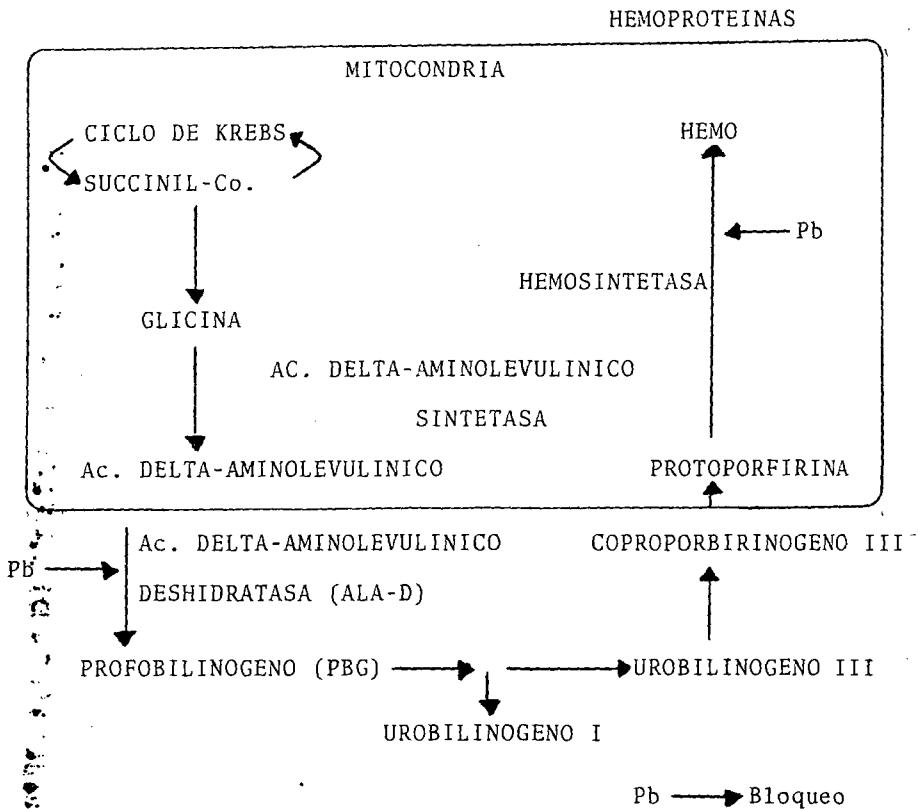
Existen en la actualidad tres agentes principales para la Terapéutica específica de la intoxicación por plomo y son ellos: El Dimercaptol, el Acido etilendiamino-tetraacético y la Penicilamina. Su administración depende en parte por el cuadro de Saturnismo de que se trate. El Dimercaptol (2,3-dimercapto-1-prepanol) es el agente quelante en la intoxicación por plomo recomendado principalmente en niños. El Acido etilendiamino-tetraacético (EDTA) es

quizá el agente quelante con más afinidad al plomo, pero tiene la posibilidad de originar lesiones renales, así como alteraciones en el equilibrio corporal del calcio. La Penicilamina (beta, beta-dimetilcisteína) (Cuprimine) es un buen agente quelante de varios metales como el cobre, mercurio y plomo, en el caso de Saturnismo General, los niveles urinarios de plomo son más bajos por la acción de este fármaco que los observados con el EDTA, pero la Penicilamina presenta una gran ventaja sobre los otros agentes quelantes debido a que puede ser administrada por vía oral (11, 25).

Así pues, no se trata de reconocer la enfermedad cuya sintomatología aparente, por si sola, hace el diagnóstico, sino aquellos otros problemas de salud que en ocasiones únicamente dan alteraciones funcionales de poca trascendencia que comunmente pasan inadvertidas y que solo con estudios muy finos pueden llegar a descubrir. Son estos problemas que predominan actualmente en la situación de la contaminación ambiental, difundido no solo a los trabajadores, sino a la población general, especialmente a niños, lo cual preocupa cada vez más a científicos y autoridades de salud pública.



FIGURA NO. 2 RUTA BIOSINTETICA DEL GRUPO HEMO Y EFECTO INHIBITORIO DEL PLOMO.



## J U S T I F I C A C I O N

Inevitablemente el hombre actual está en contacto con el plomo. Varios estudios han demostrado que el hombre que existió hace miles de años también lo estaba, aunque las concentraciones del metal con las que se puso en contacto natural eran mil veces menores que las encontradas en el ambiente citadino promedio actual. La diferencia en las concentraciones ambientales de una y otra época han sido provocadas por el hombre en su afán de utilizar los recursos naturales para su provecho en forma considerable y creciente. Esta utilización creciente del plomo no resultó impune, pues pronto se observó que el metal puede causar daños biológicos (20). Desgraciadamente, existen en la actualidad grupos de personas localizadas que por motivos del trabajo que desempeñan están expuestos al plomo en forma especial; trabajadores en acumuladores eléctricos, empleados en fábricas de pinturas, artesanos de alferería, fabricantes de balas y municiones y en forma indirecta - aquellos individuos que se encuentran en un medio ambiente rico en plomo, como es el caso de los agentes de tránsito que permanecen expuestos a partículas emitidas por vehículos de combustión interna (9).

Por lo anteriormente expuesto, creemos que se hace más necesario hacer estudios que evalúen este tipo de problema

para que ésto conlleve a crear condiciones de desarrollo - favorables que no vayan en contra de la salud de las personas y del equilibrio ambiental. El presente trabajo pretende ampliar la información acerca de este problema y sus implicaciones en la salud de los habitantes de la zona y - en el deterioro ecológico de la misma.

## O B J E T I V O S

1. Determinar los niveles del ácido delta-aminolevulínico-urinario en agentes de tránsito.
2. Cuantificar la cantidad de plomo en sangre en agentes - de tránsito.
3. Obtener el valor Hematocrito en los agentes de tránsito.
4. Comprobar si hay alguna relación entre los valores de - plomo con ácido delta-aminolevulínico y plomo con los - del Hematocrito.

## H I P O T E S I S

Hay un número significativo de personas ocupacionalmente expuestas a la contaminación por plomo, (a través de la determinación indirecta del ácido delta-aminolevulínico-urinario) como son los agentes de tránsito de esta ciudad de - Guadalajara, Jal.

## M E T O D O L O G I A

El siguiente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Cirugía Experimental, ubicado en la Unidad de Investigación Biomédica de Occidente (IMSS), en Guadalajara, Jalisco, a cargo del Q.F.B. Adolfo Cárdenas Ortega, y el plomo en sangre en el Laboratorio de Toxicología de la Unidad de Investigación Biomédica del Noreste en Monterrey, N.L., por el Q.B.P. M. Angel Zúñiga Ch., (abril a junio de 1987).

Posteriormente se montó la técnica para la determinación de ALA-U, utilizando el procedimiento de Cromatografía de intercambio iónico (8), este método colorimétrico - sensitivo para ALA-U ha sido descrito por Mauserall y Granik, el ALA-U se determina condensándolo con acetilacetona para formar un pirrol, el cual puede ser enfrentado - después al reactivo de Ehrlich modificado, esta reacción - produce una solución coloreada de rosa, de la cual se mide su intensidad en un Espectrofotómetro en la región visible a 555  $\mu$ . Davis y Andelman modificaron este método usando columnas de dos tipos de resinas de intercambio, una iónica y otra aniónica, para retirar a las sustancias interferentes, presentes en la orina normal (porfobilinógeno y urea) y determinar sin error solo el ALA-U de las muestras de orina (3). Ver Figura No. 3. Para las determinaciones de plomo en sangre se utilizó Espectrofotometría de absor-

ción atómica.

Se prepararon visitas al Departamento de Tránsito de esta ciudad de Guadalajara, para concientizar a los agentes de tránsito de la necesidad de efectuar esta investigación en todos los grupos y se invitó a participar a aquellas personas que solo trabajaban en las oficinas para considerarlas como grupo testigo. Posteriormente se concertaron citas para obtener muestras de sangre, orina y datos (se elaboró una hoja para la captación de información de las personas que participan en este trabajo de tesis (hoja de encuesta anexa), en donde se consideran todas las variables pertinentes a este proyecto). La hoja de encuesta que se utilizó para la captación de información contempla: nombre completo, dirección (calle, número, sector, colonia), nacimiento (lugar y fecha), sexo (masculino y femenino), estado civil (soltero, casado, divorciado, otros), peso (Kg), estatura (Mts.), hábitos: tabaquismo, alcoholismo, consumo de tortilla, utilización de vajilla de barro vidriado. Datos socio-económicos: escolaridad (primaria, secundaria, preparatoria, profesional, comercio, técnica, otros), antecedentes laborales: cuál fue su trabajo anterior-tiempo de duración-manejo de plomo (si-no), cuánto tiempo. Tiempo laborando en el Departamento de Tránsito, grado, lugar donde labora, horario. Datos de laboratorio: ALA-U (mg/l), Pb-S (ug/dl), Hto. (%), Hb (gr/dl).

FECHA \_\_\_\_\_

NUMERO \_\_\_\_\_

## CUESTIONARIO

## 1.- DATOS GENERALES

1.1 NOMBRE COMPLETO: \_\_\_\_\_  
Apellidos: paterno materno nombre (s)1.2 DIRECCION: \_\_\_\_\_  
Calle Número Sector Colonia

1.3 NACIMIENTO: LUGAR \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

SEXO: M F ESTADO CIVIL: S C D OTROS PESO \_\_\_\_\_ ESTAT. \_\_\_\_\_

## 2.- HABITOS .

2.1 TABAQUISMO SI NO PROMEDIO DIARIO \_\_\_\_\_

2.2 ALCOHOLISMO SI NO SOCIAL PROMEDIO \_\_\_\_\_

2.3 CONSUMO DE TORTILLA SI NO PROMEDIO \_\_\_\_\_

2.4 UTILIZA DIARIAMENTE VAJILLA O TRASTES DE BARRO VIDRIADO SI NO OTROS

## 3.- SOCIO - ECONOMICOS

## 3.1 ESCOLARIDAD

PRIMARIA	___	COMERCIAL	___
SECUNDARIA	___	TECNICA	___
PREPARATORIA	___	OTRA	___
PROFESIONAL	___		

## 4.- ANTECEDENTES LABORALES

4.1 CUAL FUE SU TRABAJO ANTERIOR: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ TIEMPO DE DURACION \_\_\_\_\_

4.2 MANEJO MATERIAL DE PLOMO SI NO CUANTO TIEMPO \_\_\_\_\_

4.3 TIEMPO LABORANDO EN EL DEPARTAMENTO DE TRANSITO \_\_\_\_\_ GRADO \_\_\_\_\_

4.4 LUGAR DONDE LABORA \_\_\_\_\_

4.5 HORARIO \_\_\_\_\_

## 5.- DATOS DE LABORATORIO

5.1 ALA - U \_\_\_\_\_ mg / l.

5.2 Pb - S \_\_\_\_\_ ug / dl.

5.3 Hto. \_\_\_\_\_ %

REPORTO: \_\_\_\_\_



## METODO PARA LA OBTENCION DE MUESTRAS:

La población a estudiar (agentes de tránsito) estaba conformada por 593 personas de las cuales el 59.49% de ellas se investigó (350 agentes).

Población total:

A) Agentes de crucero: Grupo formado por 7 escuadrones de 50 elementos cada uno. (350 agentes, de los cuales se muestrearon 224 = 64.0%).

Aquí se incluyen tanto agentes de crucero rotatorio como fijos.

B) Motociclistas: 4 escuadrones de 40 elementos cada uno. (160 agentes, de los cuales se muestrearon 45 = 28.12%).

C) Patrulleros: 2 escuadrones con 40 elementos cada uno. (80 agentes, de los cuales se muestrearon 68 = 85%).

La población control total fue de 43 personas, dando un 10.9%. Ver cuadro No. 1.

Una vez que a los agentes se les aplicó la encuesta (hoja anexa), se les hizo limpieza de la piel del antebrazo (en la zona del pliegue del codo) con torundas, a fin de evitar la coagulación de la sangre se heparinizaron las jeringas, inmediatamente después se extrajeron 10 ml. de sangre por punción venosa. Se vació 1 ml. en un tubo chi-

co para determinar su valor hematocrito (volumen en mililitros de eritrocitos) y los restantes se vaciaron en un tubo con tapón de rosca, para determinarles su contenido de plomo. Después se les entregó a cada agente un frasco estéril para que ahí depositaran de 15 a 20 mls. de orina. - Se identificaron las muestras con un número progresivo, el cual iba de acuerdo al número de la encuesta. Las muestras fueron guardadas en un recipiente térmico con hielo en escamas. Estas fueron transportadas en un lapso no mayor de una hora a la Unidad de Investigación Biomédica de Occidente, (IMSS) en Guadalajara, Jalisco, donde se les practicó las determinaciones de ALA-U y Hto. Las determinaciones de Pb-S se realizaron en el Laboratorio de Toxicología de la Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) en Monterrey, N.L. enviados por vía aérea a esa localidad en recipientes térmicos.

#### MATERIAL PARA LA TOMA DE MUESTRAS

- Jeringas de plástico con aguja desechable de 10 ml.- Plastipak.
- Tapones 000 de hule sólido.
- Torundas de algodón con alcohol.
- Heparina "Lip-Hepin" de 1,000 U/ml. Lab. Riker, S.A. de C.V. M. 3M.
- Frascos estériles de 50 ml.

- Tubos de ensayo 13 x 75.

MATERIAL PARA LA DETERMINACION DE ALA-U, Pb-S y Hto.

- Tubos de ensayo con tapón de rosca aforados a 10 ml. de 12 x 150.
- Tubos de ensayo de 12 x 100.
- Jeringas de plástico de 10 ml. sin embolo, como columna.
- Gradillas de madera.
- Pipetas volumétricas de 1 y 2 ml.
- Sistema de drenaje.
- Baño maría.
- Espectrofotómetro para medir la intensidad de color a 555 mu. Coleman Jr. II.
- Cubetas de 1 cm. de paso de luz.
- Papel de pH. (Merck art. 9535) rango: 0 - 14.
- Fibra de vidrio (Merck art. 4086).
- Capilares para hematocrito. (Cortex cat. 2500)
- Micricentrífuga para hematocrito. BHG. Mod. Roto-Unid II.
- Lector para hematocrito. Damon/IEC. Davision. Cat. - 2201.
- Espectrofotómetro de absorción atómica.

REACTIVOS:

(Todos los reactivos deben ser grado analítico)

1. Acetil-acetona ( $\text{DH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ , 2,4, Pentanodiona)  
Fisher Scientific Company, Art. 25.
2. Acido delta-aminolevulínico Hidrocloruro ( $\text{NO}_2\text{CH}_2 - \text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}' \cdot \text{HCl}$ ).  
Merck. Art. 24802.
3. p-Dimetil-amino-benzaldehido ( $(\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{CHO}$ )  
Merck. Art. 3058.
4. Acido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ )  
Técnica Química. Art. 1520
5. Acido acético glacial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).  
Merck. Art. 15850.
6. Hidróxido de Sodio ( $\text{NaOH}$ ).  
Merck. Art. 106498.
7. Acetato de Sodio Anhidro.  
Merck. Art. 6268.
8. Acido Perclórico.  
Merck. Art. 517
9. Cloruro de Mercurio  
Baker Laboratories
10. Resinas de intercambio iónico:  
Resina de intercambio aniónico  
Grado analítico AG - 1 X 2. BIO-RAD Laboratories.  
200 - 400 Meah, Forma acetato.  
Resina de intercambio catiónico  
Grado analítico AG. 50 W - X 2. BIO-RAD Laboratories

200 - 400 Meah, Forma hidrógeno.

11. Buffer acetato, pH 4.7:  
Añada 57 ml. de ácido acético glacial a 136 grs. de acetato de sodio trihidratado y diluído con agua - destilada a 1,000 ml.
12. Solución de acetato de sodio 1.0 M.  
Disuelva 136 grs. de acetato de sodio trihidratado - a 1,000 ml. de agua destilada.
13. Reactivo de Ehrlich modificado.  
Añada 20 ml. de ácido preclórico concentrado (70%) - a 84 ml. de ácido acético glacial, después añada - 2.0 grs. de p-Dimetil-amino-benzaldehido y 0.25 grs de cloruro de percurio. Dilúyalo con 6 ml. de agua - destilada (prepárelo diariamente).
14. Solución estandar de ácido delta-aminolevulínico, - ALA.  
Solución "stock" de ALA; Pese 12.8 mg. de ALA. HCl el cual equivale a 10 mg. Electrobalance usando la - escala de 0 a 2 mg., disuelva esta cantidad en - 100 ml. de Solución Buffer de acetato con pH 4.7. - 1 ml. = 100 mg. ALA.
15. Solución de trabajo ALA: 10 ml. de la solución - - "stock" se diluyen a 100 ml. con solución buffer de acetato pH 4.7.  
1 ml. = 10 mg. ALA-U.  
(ambas soluciones son estables por más de seis me--

ses si se refrigeran y se guardan en la oscuridad)

16. Preparación de columnas de Cromatografía desechable.

Se coloca una capa de fibra de vidrio de 1.6 cm. en el interior y al fondo de la jeringa de plástico desechable.

Se pipetea a cada jeringa una pasta formada por 1.5 gramos de resina y 3.5 ml. de agua destilada, la cual cubre una porción de 5 ml. la resina es cubierta por una segunda capa de fibra de vidrio para estabilizar la capa de resina. El resultado es una columna de resina que mide 1.0 cm. de altura y 1.6 cm. de diámetro equivalente a un volumen de resina de 2 ml.

17. Los tubos para la determinación de plomo en sangre, se dejaron en ácido nítrico al 30% (30 ml. de  $\text{HNO}_3$ , 70 ml. de agua destilada) totalmente sumergidos con todo y tapón por 72 horas, al cabo de las cuales se sacaron (usando guantes de hule) y se enjuagaron varias veces con agua desionizada, se colocaron en canastillas y se metieron en un horno a  $100^\circ\text{C}$  y una vez secos se etiquetaron y se pesaron vacíos (tara) en una balanza analítica, anotando su peso en una de las etiquetas, en la otra se anotó el número de registro al adicionarle la sangre para su posterior análisis de su contenido de plomo (para reportar valores en mgs. de plomo por mgs. de sangre).

## PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE ALA-U.

## A) Separación de ALA de orina:

1. Ajustar el pH de la orina entre 6 y 7, con ácido acético o NaOH al 10%, utilizando papel indicador para medir el pH.
2. Se colocan las columnas en la gradilla, poniendo la aniónica en la parte superior y la catiónica en la parte inferior.
3. Lavar las columnas con 10 ml. de agua destilada haciendo pasar ésta por ambas.
4. Una vez lavada, añadir 1 ml. de la muestra de orina con pipeta volumétrica y esperar a que se pase por las dos columnas.
5. Lavar las columnas con 8 ml. de agua destilada.
6. Con el embolo de jeringa, presionar la columna superior hasta que todo el líquido pase a la catiónica y descargue totalmente la aniónica desechándola.
7. Lave la columna catiónica con 30 ml. de agua destilada retirando los recipientes donde se colocó el agua de lavado. Checar con reactivo de Ehrlich, que el agua de los últimos lavados esté libre de urea (la urea da color rosa).
8. Colocar bajo la columna catiónica el tubo aforado a 10 ml., donde se recogerá el Eluato median-

- te la adición de 7 ml. de acetato de sodio 1M a la columna.
9. Con el embolo de la jeringa, haga presión sobre la columna catiónica y recoja en el mismo tubo el líquido extraído.
  10. Añadir 0.2 ml. de acetyl-acetona y aforar con buffer de acetato a la marca de 10 ml. en caso de ser necesario.
  11. El estandar se prepara añadiendo a un tubo aforado de 10 ml., 1 ml. de agua destilada, 0.2 ml. de acetyl-acetona y 2.8 ml. de buffer de acetato.
  12. El blanco se prepara agregando a un tubo aforado de 10 ml., 7 ml. de agua destilada, 0.2 ml. de acetyl-acetona y 2.8 de buffer de acetato.
  13. Tapar los tubos aforados con su tapón y colóquense en baño maría hirviendo por 10 minutos.
  14. Enfriar los tubos a temperatura ambiente o en baño de hielo.
  15. Utilizando otros tubos, tomar 2 ml. de la solución anterior con pipeta volumétrica, añadir 2 ml. del reactivo de Ehrlich y agitar.
  16. Reposar 15 minutos y leer a 555 m $\mu$ , llevando a cero de Densidad Óptica o 100% de Transmitancia con el blanco.

Nota: En caso de lecturas elevadas (menores de 20% de T), proceder a la elaboración de diluciones, re-



comendando se hagan:

1:2 (1 ml. H<sub>2</sub>O + 1 ml. de sol'n hervida)

1:5 (4 ml. H<sub>2</sub>O + 1 ml. de sol'n hervida)

1:10 (4.5 ml. H<sub>2</sub>O + 5 ml. de sol'n hervida)

Ver Figura No. 2.

Se aconseja efectuar control de calidad con una o varias muestras, para conocer la desviación estandar con la que se está trabajando en cada determinación.

#### CALCULOS

- Absorbancia del problema

X

valor del estandar (10)

\_\_\_\_\_ = mg/dl de ALA-U

Absorbancia del estandar

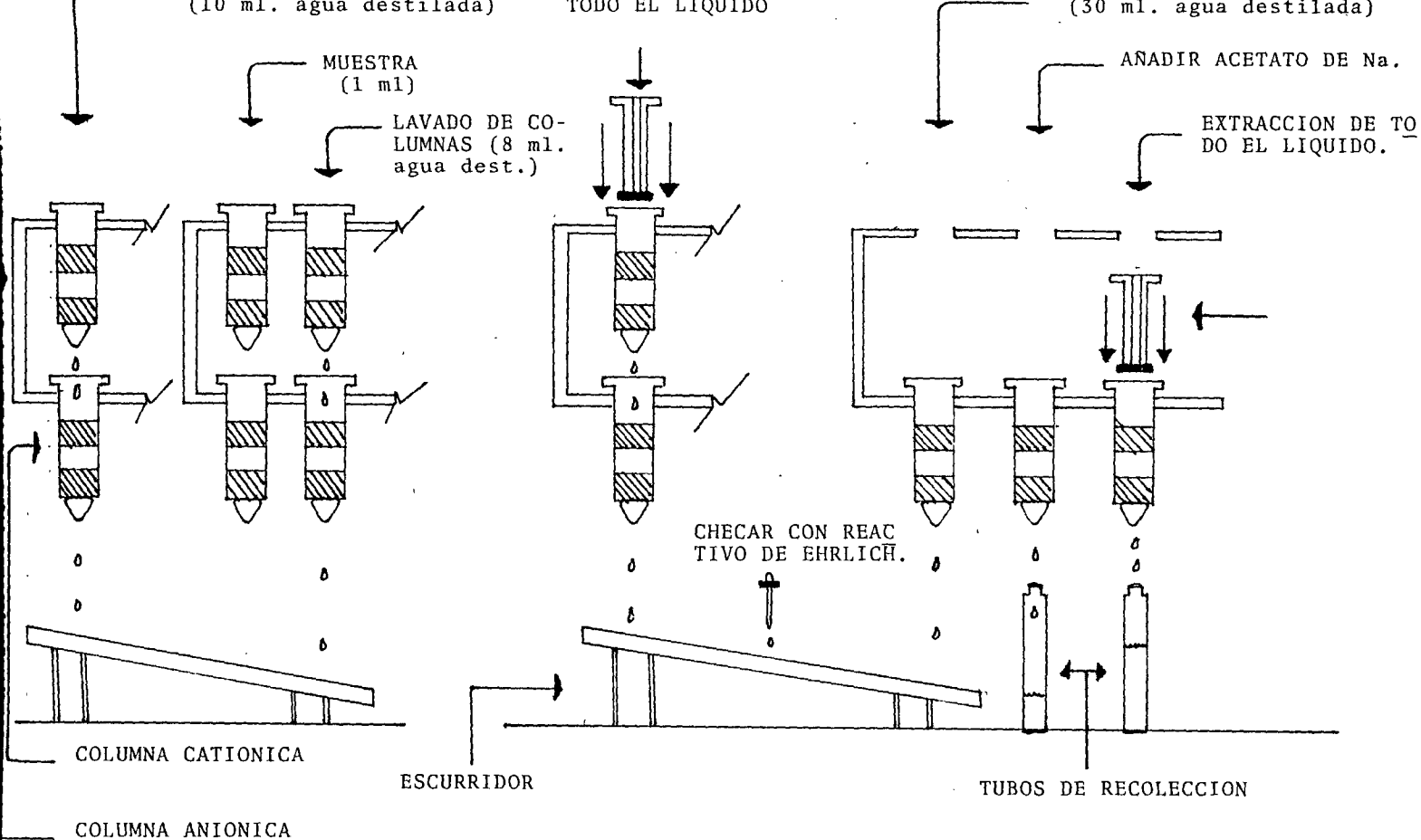


FIGURA No. 3 SISTEMA CROMATOGRAFICO PARA AISLAMIENTO DEL ACIDO DELTA-AMINOLEVULINICO-URINARIO.

## R E S U L T A D O S

A la población estudiada de los agentes de tránsito se les agrupó de acuerdo a la distribución por grupos de trabajo como lo muestra el cuadro No. 1. Control: 43 elementos, 11%, agente crucero rotatorio: 219, 56%, Patrullero - 68, 17%, Motociclista: 45, 12% Agente de crucero fijo: - - 13, 04%. Al agrupar a los agentes de acuerdo a su edad, - encontramos a: menores de 31 años: 201 elementos, 51%; de - 31 a 45 años: 136, 34.8%; de 46 a 60 años: 45, 11.5% (Cuadro No. 2). Los resultados de las determinaciones de ALA-U (mg/l) por grupo de agentes son los siguientes: la gráfica No. 1 muestra los valores de ALA-U (mg/l) en donde los motociclistas (D) presentan un valor promedio mayor y los -- Agentes de crucero fijo (E) un valor promedio menor que el resto de los grupos (A,B,C) que tienen un promedio semejante y en el cuadro No. 3 se indican los valores de ALA-U - por cada grupo de agentes; A: ALA-U  $2.72 \pm 1.68$  mg/l, B: - ALA-U  $2.97 \pm 2.29$  mg/l, C: ALA-U  $2.87 \pm 2.50$  mg/l, D: - - ALA-U  $3.94 \pm 1.16$  mg/l, E: ALA-U  $2.36 \pm 0.74$  mg/l, con una significancia estadística de  $P < 0.03$ . En la gráfica No. 2 - se muestran los valores de Pb - S (ug/dl) en relación con los grupos de agentes, las barras muestran marcadas diferencias entre los grupos, cabe señalar que el valor del - Control (A) es mayor que el de los Agentes de crucero rota

torio (B) pero menor que del resto de los grupos (C,D,E) y en el cuadro No. 4 se indican los valores de Pb - S ug/dl por grupos de agentes, los resultados son los siguientes - A: Pb-S  $17.30 \pm 5.94$  ug/dl, B: Pb-S  $15.98 \pm 5.47$  ug/dl, - C: Pb-S  $18.04 \pm 8.90$  ug/dl, D: Pb-S  $18.88 \pm 7.02$  ug/dl, - E: Pb-S  $20.58 \pm 7.40$  ug/dl, con una significancia estadística de  $P < 0.01$ . El cuadro No. 5 indica el valor Hematocrito (%) por grupo de agentes y los resultados son: Control: Hto.  $48.37 \pm 2.88\%$ , Agente de crucero rotatorio: - Hto.  $49.50 \pm 3.25\%$ , Patrullero: Hto.  $50.10 \pm 3.77\%$ , Motociclista: Hto.  $50.26 \pm 3.36\%$ , Agente de crucero fijo: Hto.  $50.23 \pm 2.20\%$ , con una significancia estadística de  $P < 0.04$  y en el cuadro No. 6 se indican los valores de Hemoglobina (gr/dl) con relación a los grupos de agentes son los siguientes:

Control: Hb  $15.35 \pm 0.91$  gr/dl, Agentes de crucero rotatorio: Hb  $15.98 \pm 0.94$  gr/dl, Patrullero: Hb  $15.87 \pm 1.25$  gr/dl, Motociclista: Hb  $15.88 \pm 0.98$  gr/dl Agentes de crucero fijo: Hb  $16.20 \pm 0.33$  gr/dl, con una significancia estadística de  $p < 0.003$ .

Al analizar las edades de los Agentes de tránsito con los resultados de ALA-U (mg/l), Pb-S (ug/dl), Hto (%), Hb (gr/dl) se observó que los menores de 31 años: ALA-U  $2.83 \pm 1.31$  mg/l, Pb-S  $16.53 \pm 5.98$  ug/dl, Hto.  $49.76 \pm 2.95\%$ , Hb  $15.98 \pm 0.88$  gr/dl; de 31 a 45 años: ALA-U  $3.34 \pm 2.86$

mg/l, Pb-S  $17.73 \pm 7.53$  ug/dl, Hto.  $49.76 \pm 3.07\%$ , Hb - -  
 $15.83 \pm 0.91$  gr/dl; de 46 a 60 años: ALA-U  $3.29 \pm 2.82$  -  
 mg/l, Pb-S  $18.83 \pm 8.97$  ug/dl, Hto.  $49.13 \pm 4.27\%$ , Hb - -  
 $15.80 \pm 1.29$  gr/dl; Mayores de 60 años: ALA-U  $1.70 \pm 0.58$ -  
 mg/l, Pb-S  $13.65 \pm 5.02$  ug/dl, Hto.  $45.22 \pm 5.80\%$ , Hb - -  
 $14.60 \pm 1.93$  gr/dl, con las significancias estadísticas co  
 rrespondientes: ALA-U  $P < 0.003$ , Pb - S  $P < (N.S.)$ , Hto. - -  
 $P < 0.001$ , Hb  $P < 0.001$  (Cuadro No. 7).

El cuadro No. 8 muestra los grupos de trabajo relacio-  
 nados con la antigüedad laboral en el Departamento de Trán  
 sito obteniendo los siguientes resultados: control: años -  
 $8.88 \pm 8.51$ , Agentes de crucero rotatorio: años  $5.27 \pm 5.24$   
 Patrullero: años  $11.65 \pm 7.73$ , Motociclista: años  $8.15 \pm$  -  
 $6.75$ , Agentes de crucero fijo: años  $13.92 \pm 7.38$ .

Los resultados correspondientes a los agentes de trán-  
 sito que manejaron plomo en su trabajo anterior (10 agen-  
 tes) así como los que no manejaron plomo (383 agentes) tu-  
 vieron una significancia estadística de  $P < 0.02$ .

## D I S C U S I O N

Al observar que los valores de ALA-U, que presumiblemente manifiestan intoxicación por plomo en el grupo de Motociclistas fueron más altos respecto al resto de sus compañeros, era de esperarse que los valores de Pb-S también estuvieran elevados en este mismo grupo, mas no ocurrió ésto, sino que el grupo que presentó los niveles más altos de Pb-S fue el de Agentes de crucero fijo y en segundo lugar el de los Motociclistas, debido a ésto opinamos igual que otros autores respecto a que se deben efectuar complementariamente ambas determinaciones y no únicamente la del ALA=U (38,42,43). Además, respecto a este fenómeno es importante analizar a fondo las características de cada grupo haciéndose necesario destacar que los Agentes de crucero fijo son los que tienen el mayor promedio de edad y el mayor valor de Hemoglobina, lo cual pudiera explicar en parte, porqué el ALA-U en ellos está mas bajo que en el resto de los otros grupos (menor ALA acumulado en la ruta biosintética de la Hb). Por otra parte, el que los agentes de crucero fijo tengan más Pb-S que los otros grupos de Agentes, pudiera suponerse como una consecuencia lógica de la antigüedad laboral y el tiempo de exposición ambiental, ya que es el grupo con mayor años de trabajo en el Departamento de Tránsito (D.D.T.) y de manera análoga el grupo de Agentes de crucero rotatorio es el que presenta el -

valor más bajo de Pb-S posiblemente por encontrarse en menor proporción de tiempo expuesto al plomo ambiental de zonas céntricas, y es además el que tiene el menor promedio de antigüedad laboral en el D.D.T., esta observación está de acuerdo con lo reportado por Bisgy (21) y Soto-Rojas (30).

En cuanto al valor Hematocrito vemos también claramente en el grupo de Agentes de crucero fijo en donde se presenta el valor promedio más alto y que el menor valor fue obtenido por el grupo Control, debiéndose teóricamente de presentar lo opuesto en este sentido es importante recordar que nos encontramos con un grupo laboral de exposición importante, mas no peligrosa, como para que se manifieste lo reportado internacionalmente (1).

Con respecto a como se presentan los valores de ALA-U, Pb-S, Hto., Hb en los Agentes estratificados por grupos de edad, se pone de manifiesto que sí hay significancia estadística en ALA-U, Hto. y Hb pero no la hay para el Pb-S, es decir, que la captación de plomo es independiente de la edad y que ésta sí fue un factor importante en como se expresaron los valores de ALA-U, Hto. y Hb.

Otros de los factores importantes a considerar fue el hecho de haber encontrado en nuestra muestra poblacional de Agentes de Tránsito, a individuos que anteriormente ha-

bían laborado con plomo (fábrica de balas y municiones, pinturas, acumuladores y alfarería) y aunque solo fueron 10 de 393 (2.5%) al aplicarles la prueba de "t" de student sí hubo significancia estadística entre los valores promedio de Pb-S entre los que sí y los que no trabajaron plomo anteriormente, pero es necesario hacer notar que hubo cuatro casos de Agentes sin antecedentes laborales a plomo que presentaron valores elevados e inclusive el valor más alto de Pb-S. Es necesario recordar que al tratarse de muestras representativas de una población, ésta no puede modificarse al seleccionar solamente a cierto tipo de individuo pero sí conocer cuáles son y cómo se encuentran, en este proyecto de tesis sí se tomó esta precaución. Las plantas pueden captar plomo del suelo y por ésto algunos autores sugieren que el hecho de fumar cigarrillos pudiera tener relación en la elevación del Pb-S en las personas que lo hagan, pero en este estudio no se manifestó esta situación.

De igual forma se conoce el efecto depresivo del alcohol en el metabolismo de la desintoxicación de los individuos con tendencia al alcoholismo, mismo que no se presentó en este proyecto de tesis.

De manera similar al tabaco, también se ha planteado la posibilidad de que el consumo nutritivo más importante en México, el producto de Maíz (tortilla) sea un factor



que incremente los niveles de Pb-S se procedió a determinar este efecto, resultando no significativo estadísticamente.

Conociendo que la loza de barro vidriada tiene plomo en su superficie y que pudiera ser una variable importante en los resultados se procedió a efectuar la prueba estadística para variables discontinuas no paramétricas (análisis de varianza) encontrando que no hay significancia estadística entre el hecho de utilizar o no loza de barro vidriada y los valores encontrados de Pb-S.

El hecho de encontrar valores de Hb normales apoya la sugerencia de que existe una ruta biosintética alterna en la síntesis del Hemo, aún no conocida exactamente, por lo cual los valores de Hb no se alternan (44).

Es oportuno señalar que los valores de ALA-U, principalmente el de los Motociclistas, difieren de los encontrados en una muestra de la población de Guadalajara (trabajo en desarrollo por el Director de esta Tesis),  $n = 600$ ,  $1$  a  $2 \pm 0.5$  mg/l, el Pb-S contra todos los grupos, principalmente con los Agentes de crucero fijo  $14$  a  $15 \pm 1.0$  ug/dl, pero pero no así con los valores de Hto. y Hb. Poniendo de manifiesto que efectivamente hay mayores valores de ALA-U y Pb-S en Agentes de Tránsito que en una muestra representativa de los habitantes de la Ciudad de Guadalajara, Jalisco, al revisar las referencias de valores normales encontré que

hay un rango igual en los parámetros aquí estudiados (8) y que es necesario se obtengan los valores regionales.

Por último, al final de esta investigación estamos de acuerdo con Elwood (45) respecto a la necesidad de que este tipo de estudios se amplíen contemplando aspectos tales como muestreo representativo, mediciones reales y control de algunas variables que originen confusión para validar conclusiones que contribuyan a que la ciencia tenga una aplicación social efectiva, y que se establezcan programas de secuenciación de niveles de plomo en poblaciones expuestas o no al plomo ambiental que se ve notablemente incrementado por la emisión de partículas al quemar gasolina con plomo por los vehículos automotrices de combustión interna (46,47,48).

## C O N C L U S I O N E S

Los valores de ALA-U más elevados se encontraron en los Motociclistas, en segundo término en los Agentes de crucero rotatorio, posteriormente en Patrulleros, después en el grupo Control y por último en Agentes de crucero fijo.

El Pb-S más alto se encontró en Agentes de crucero fijo después en Motociclistas, Patrulleros, grupo control y Agentes de crucero rotatorio.

No hubo una concordancia entre los valores elevados de ALA-U que presentaron los Motociclistas y los de Pb-S que fueron altos en otro grupo (Agentes de crucero fijo).

Hubo relación positiva entre la cantidad de Pb-S y el valor Hematocrito (Pb-S alto y Hto. alto) y no Pb-S alto y Hto. bajo como suponíamos se presentaría, encontrado en Agentes de crucero fijo.

Hubo relación importante respecto al ALA-U y los Grupos de edad, presentándose de forma similar a una curva sigmoldea conforme avanza la edad.

Los valores Hematocrito y de Hemoglobina disminuyen conforme avanza la edad.

El plomo en sangre no tiene ninguna relación con la

edad.

El grupo control presentó valores inferiores de ALA-U que Motociclistas, Agentes de crucero rotatorio, Patrulleros, pero superior al de Agentes de crucero fijo.

El grupo Control tuvo valores inferiores de Pb-S que el de Agentes de crucero fijo, Motociclistas y Patrulleros, pero superiores a los de Agentes de crucero rotatorio.

Los valores de Hematocrito de mayor a menor se presentaron en Agentes de crucero fijo, Motociclistas, Patrulleros, Agentes de crucero rotatorio y Control.

Los valores de Hemoglobina de mayor a menor fueron en Agentes de crucero fijo, Agentes de crucero rotatorio, Motociclistas, Patrulleros y Control.

Sí hubo significancia estadística entre el Pb-S y antecedentes de trabajo con plomo, no la hubo para con ALA-U Hto. y Hb.

No hubo significancia estadística entre ALA-U, Pb-S, Hto. y Hb por grupos de agentes, grupos de edad, antigüedad laboral en D.D.T., tabaquismo, cantidad de tortillas, utensilios de barro, escolaridad.

Los agentes de tránsito en todos los grupos de traba-

jo, presentaron valores más elevados de ALA-U y Pb-S que los de una muestra de población no expuesta, pero son - - iguales los de Hto. y Hb.

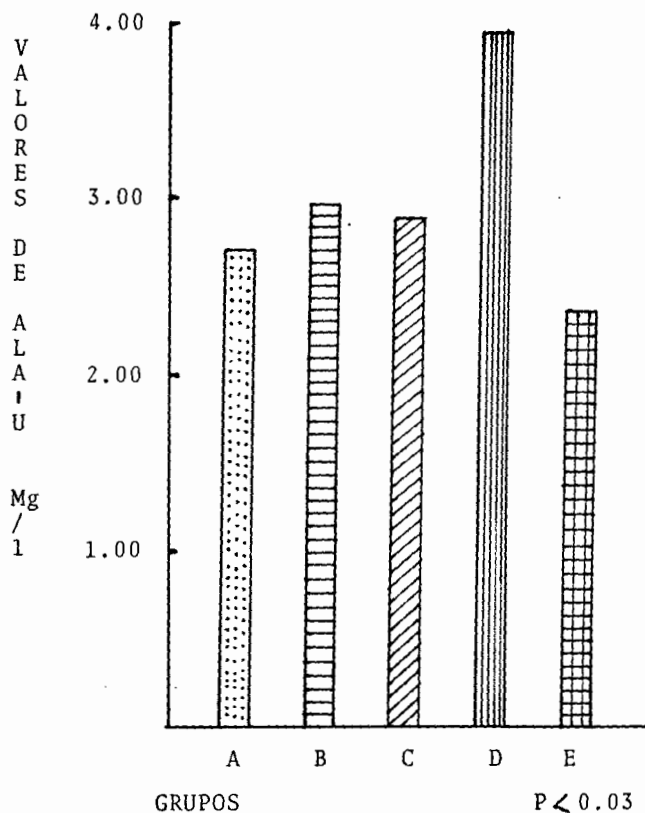
CUADRO No. 1. GRUPO DE AGENTES.  
DISTRIBUCION POR GRUPOS DE TRABAJO DE LA POBLACION ESTUDIADA

GRUPO	NUMERO	%
CONTROL	43	11
AGENTE DE CRUCERO ROTATORIO	224	56
PATRULLERO	68	17
MOTOCICLISTA	45	12
AGENTE DE CRUCERO FIJO	13	04

CUADRO No. 2. DISTRIBUCION POR GRUPOS DE EDAD DE LA -  
POBLACION ESTUDIADA.

EDAD (AÑOS)	NUMERO	%
MENORES DE 31	201	51.1
31 a 45	136	34.8
46 a 60	45	11.5
MAYORES DE 60	09	02.3

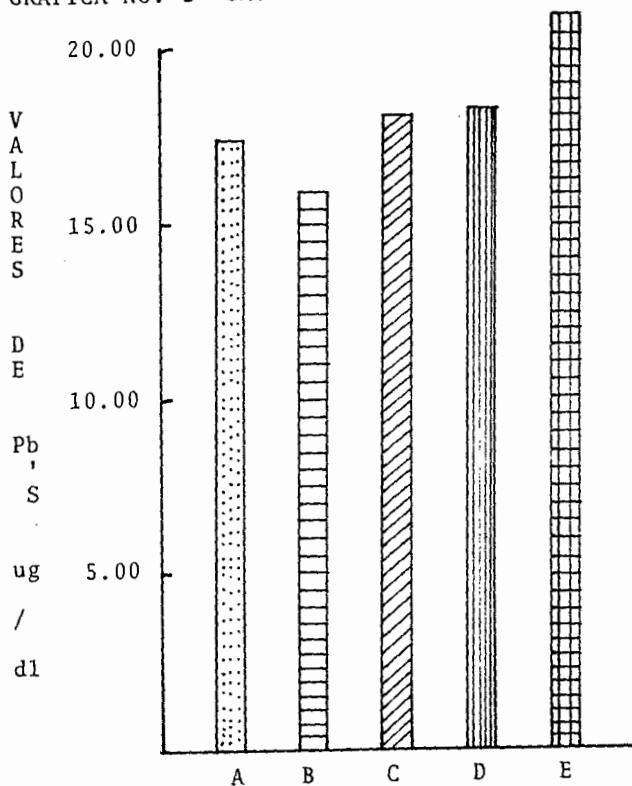
GRAFICA No. 1 GRUPOS DE AGENTES / ALA-U (mg/l).



CUADRO NO. 3 GRUPOS DE AGENTES / ALA-U (mg/l)

A	CONTROL	$2.72 \pm 1.68$
B	AGENTES CRUCERO ROTATORIO	$2.97 \pm 2.29$
C	PATRULLERO	$2.87 \pm 2.50$
D	MOTOCICLISTA	$3.94 \pm 1.16$
E	AGENTE CRUCERO FIJO	$2.36 \pm 0.74$

GRAFICA No. 2 GRUPO DE AGENTES / Pb - S (ug/dl)



GRUPOS

 $P < 0.01$ 

CUADRO No. 4 GRUPOS DE AGENTES / Pb - S (ug/dl)

A	CONTROL	$17.30 \pm 5.94$
B	AGENTES CRUCERO ROTATORIO	$15.98 \pm 5.47$
C	PATRULLERO	$18.04 \pm 8.90$
D	MOTOCICLISTA	$18.88 \pm 7.02$
E	AGENTE CRUCERO FIJO	$20.58 \pm 7.40$



CUADRO No. 5 GRUPOS DE AGENTES/HTO. (%).

CONTROL	48.37 ± 2.88
AGENTE CRUCERO ROTATORIO	49.50 ± 3.25
PATRULLERO	50.10 ± 3.77
MOTOCICLISTA	50.20 ± 3.36
AGENTE CRUCERO FIJO	50.23 ± 2.20

$P < \underline{0.04}$

CUADRO No. 6 GRUPOS DE AGENTES/Hb (gr/dl).

CONTROL	15.35 ± 0.91
AGENTE CRUCERO ROTATORIO	15.98 ± 0.94
PATRULLERO	15.87 ± 1.25
MOTOCICLISTA	15.88 ± 0.94
AGENTE CRUCERO FIJO	16.20 ± 0.33

$P < \underline{0.003}$

CUADRO No. 7. GRUPOS DE EDAD/ALA-U (mg/l), Pb-S (ug/dl), Hto. (%), Hb (gr/dl)

MENORES DE 31	2.83 ± 1.31	16.53 ± 5.98	49.76 ± 2.95	15.98 ± 0.88
31 - 45	3.34 ± 2.86	17.73 ± 7.53	49.76 ± 3.07	15.83 ± 0.91
46 - 60	3.29 ± 2.82	18.83 ± 8.97	49.13 ± 4.27	15.80 ± 1.29
MAYORES DE 60	1.70 ± 0.58	13.65 ± 5.02	45.22 ± 5.80	14.60 ± 1.93

P < 0.03

(N.S.)

P < 0.00

P < 0.00

CUADRO No. 8. GRUPO/AÑOS EN D.D.T.

CONTROL	8.88	±	8.51
AGENTE CRUCERO ROTATORIO	5.27	±	5.24
PATRULLERO	11.65	±	7.73
MOTOCICLISTA	8.15	±	6.75
AGENTE CRUCERO FIJO	13.92	±	7.38

## BIBLIOGRAFIA CITADA.

1. Roels, H.A. et al. Response of heme biosynthetic pathway parameters in men, woman and children moderately exposed to lead. International conference in heavy in the enviromental. pp 105-124 (1975).
2. Gerber, Georg B. and Maes, Josef. Heme synthesis in the lead-intoxicated mouse embryo. Elsevier/Worth Scientific publishers LTD. Toxicology Vol. 9 pp. 173-179 (1978).
3. Davis, J.R. and Adelman, S.L.: Urynary delta-aminolevulinic acid levels in lead poisoing. I a modified method for the rapid determination or urinary delta-aminolevulinic acid using disposable ion-exchange chromatography columns. Arch. environ health. 15:15 (1976).
4. Molina, B. Gilberto y Cols. Plomo: sus implicaciones sociales y efectos sobre la salud. Gaceta Médica (México). Vol. 155 No. 2 (1979).
5. Molina, B. Gilberto y Gonzáles Ramírez, J. Diego. Intoxicación por plomo. Capítulo VIII: Diagnóstico de la intoxicación por plomo. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS). (1979).
6. Deknidf, Ch. et al. Chromosomal aberration in workers professionally exposed to lead. Journal of Toxicology and enviromental healt. Vol. 3: 885-891 (1977).

7. Molina, B. Gilberto y Zúñiga Ch. Miguel A. Intoxicación por plomo. Capítulo VII: Técnicas de Laboratorio; Indicadores Biológicos. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste IMSS (1978).
8. Hummond, Paul B. Exposure of humans to lead. Ann. Rev. Toxicology. Vol. 17. pp. 197-214 (1977).
9. Molina, B. Gilberto y Cols. Intoxicación por plomo. - Capítulo I: Introducción. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) (1978).
10. Molina, B. Gilberto y Gonzáles Ramírez, Miguel A. Intoxicación por plomo. Capítulo VIII parte II: Diagnóstico de la intoxicación por plomo. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) (1978).
11. Molina, B. Gilberto. Contaminación ambiental en áreas industriales. Gaceta Médica de México. Vol. 133 No. 5 pp. 213-238 (1977).
12. Kolton, L. and Yaari Yoel. Sites of action of lead - an spontaneous transmitter release from motor nerve terminals. Isr. J. Med. Sci. Vol. 18 pp. 165-170 (1982).
13. Mullenix, Phyllis. Effect of lead on spontaneous behavior. Behavioral Toxicology An emerging discipline edited by. It. Zenek and reiter. pp. 211-220 (1980).
14. Marcus, Allan H. Multicompartement kinetic models for lead. II Linear kinetic and variable absorption in humans without exposures. Washington State University environmental research. Vol. 36. 441-458 (1985).

15. Montoya-Cabrera, M. Angel. Intoxicación mortal por plomo, debida a la ingestión de limonada en loza de barro vidriada. Arch. Invest. (México) Vol. 177 No. 4 (1981).
16. Molina, B. Gilberto. Introducción a la intoxicación por plomo. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) (1977).
17. Kehoe, Robert A. Pharmacology and Toxicology of heavy metals: Lead. Pharmac. Ther. A. Vol. 1: 161-188 (1976).
18. Morton, Lippman and Paul, J. Liroy. Critical issues in air pollution epidemiology Enviromental health perspectives. Vol. 62: 243-258 (1977).
19. Ophus, Egil and Mylius Erling A. Lead levels in humans lunds. Bulletin of enviromental contamination and toxicology. Vol. 6: 734-741 (1977).
20. Boletin: Magnitud en la toma de plomo en la respiración de hombres normales. Millipore-Corp. Bedford. Mass (1980).
21. Bisgy, J.A. et al. Absortion of lead and carbon monoxide in Sydney traffic police men. Med. J. Aust. Vol. 1: 437-439 (1977).
22. Molina, B. Gilberto. Alteraciones psicológicas en niños expuestos a ambientes domésticos ricos en plomo.- Unidad de Investigación Biomédica del Noreste. Vol. 94 No. 3 (México) (1983).

23. Balc, Robert W. Laboratory diagnosis of increased lead absorption. Arch. environ. health. Vol. 28: 198-208 - (1974).
24. Molina, B. Gilberto y Morales, A. Intoxicación por plomo. Capítulo II: Cinética y Metabolismo. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) (1978).
25. Teresita de Jesús y Cols. Costos de la contaminación atmosférica en la zona industrial de Guadalajara. Universidad de Guadalajara (1985).
26. M. Aguilar, Elida y Cols. Correlación estadística entre deshidratasa del ácido delta-aminolevulínico y el plomo sanguínea en poblaciones humanas expuestas y no expuestas al plomo (Modelo Tentativo). Arch. Invest. - Med. (México) Vol. 15 No. 2 pp. 93-107 (1984).
27. Guardila, S. Armando y Cols. Grado, Detección y Control de la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara, - Facultad de Geografía. Seminario de Investigación - - (1985).
28. Revista "PROCESO". por Cabildo M. y Vera, R. Gasolinas de mala calidad y carcachismo hacen mero paliativo de la verificación de motores. Seminario de información y análisis. No. 636; 30-31 enero 1989 (México).
29. Rabinowitz, Micael O. Ph.D. et al. Lead in umbilical blood, endoor air tap water an gasolina in Boston. - Arch. of environmental health. Vol. 39 No. 4; 299-301 (1984).

30. Soto-Rojas, Guillermo M.C. y Cols. Niveles de carboxi-hemoglobina en la población de Puebla y sus implicaciones. Salud Pública Vol. 13 No. 4 (1981).
31. Clasen, Raymond A. et al. Electron microscopic and chemical studies of the vascular changes and edema of lead encephalopathy. The American Journal of Pathology. Vol. 74 No. 2; 215-248 (1974).
32. Perstein, Meye A. and Attala, Ramzy. Neurologic sequelae of plumbism in Children. Clinical pediatrics - the heletoen institute for medical. Vol. 5 No. 5; 292-298 (1980).
33. Klein, Albert Wn. and Koch, Thomas R. Lead acumulation in brain, blood and liver after low dosing of neonatal rats. Arch. Toxicology. Vol. 17: 257-262 (1981).
34. García de Alba García, Javier E. y Cols. Concentración de Plomo en cabello. Salud Pública de México. Vol. 25: 393-399 (1984).
35. Shapiro, Inving M. and Mavecer Jeanne. Dentine lead concentration as a predictor of neurospshological functioning enner-city children. Biological trace element resech. Vol. 6: 69-78 (1977).
36. Marcus, Allan H. Multicompartemente kinetic models for lead. I Bone diffusion models for long-term retention. Washington State University environmental research. Vol. 36: 441-458 (1985).



37. Rhoads, K. and Sanders, L. Long clearance, translocation and acute toxicity of arsenic, beryllium, cadmium, cobalt, lead, selenium, vanadium and ytterbium oxides following deposition in rat lung. Environmental research. Vol. 36: 356-378 (1985).
38. Meredith, P.A. et al. Delta amino-levulinic acid metabolism in normal and lead exposed humans. Department of materia medica and therapeutic Stubhill General Hospital Toxicology. Vol. 9: 1-9 (1978).
39. Martha Whindholz, et al. The Merck Index. An encyclopedia of chemical and drugs. Ninth edition USA pp. 1160-1161 (1976).
40. Molina, B. Gilberto. Intoxicación por plomo. Capítulo IX: Uso de los indicadores biológicos en la intoxicación por plomo. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) (1980).
41. Czech, Donald A. and Hoium Ellen. Some aspects of feeding locomotion activity in adult rats exposed to tetra-ethyl lead. Neurobehavioral toxicology. Vol. 6: 357-361 (1984)
42. Molina, B. Gilberto. Intoxicación por plomo. Capítulo IV: Neurofisiología. Unidad de Investigación Biomédica del Noreste (IMSS) (1978).
43. Speeter, J.M. et al. The unvitability of random urinary delta-aminolevulinic acid samples as a screening test for lead poisoning. J. Pediatrics. Vol. 79 No. 5 pp. 799-854 (1971).

44. Makau, L. Delta-aminolevulinic acid dehydratase activity in erythrocytes for the evaluation of lead poisoning. *Clin. Chem. Acta.* Vol. 19: 319 (1968).
45. Elwood, P.C. et al. Lead in petrol and levels of lead in blood: scientific evidence and social policy. *J. Epidem. Comm. Hlth.* Vol. 38: 315-318 (1984).
46. Elwood, P.C. Turin isotopic lead experiment. *Lancet.* April Vol. 16: 869 (1983).
47. Waldron, H.A. Lead levels in blood of residents near the Mg-A 38 (M). Interechange, Birmingham, England. *Nature* Vol. 253: 345-346 (1973).
48. Elwood, P.C. Blood lead and petrol lead, *Brit. Med. J.* pp. 1515 (1983).



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Expediente.....  
 Número..... 403/88

SR. SERGIO ALVAREZ BARAJAS  
 P R E S E N T E . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido -  
 aprobado el tema de Tesis "DETERMINACION DEL ACIDO DELTA-  
 AMINOLEVULINICO URINARIO EN AGENTES DE TRANSITO DE LA CIU-  
 DAD DE GUADALAJARA, JAL." para obtener la Licenciatura en-  
 Biología.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido ---  
 aceptado como Director de dicha tesis el Q.F.B. Adolfo --  
 Cárdenas Ortega.



A T E N T A M E N T E  
 "ARO ENRIQUE DIAZ DE LEON"  
 "PIENSA Y TRABAJA"  
 Guadalajara, Jal., Abril 22 de 1988  
 El Director

FACULTAD DE CIENCIAS

Dr. Carlos Astengo Osuna

El Secretario

*Jose Manuel Copetand Gurdíel*  
 Dr. José Manuel Copetand Gurdíel.

c.c.p.El Q.F.B.Adolfo Cárdenas Ortega, Director de Tesis.-Pte.  
 c.c.p.El expediente del alumno.

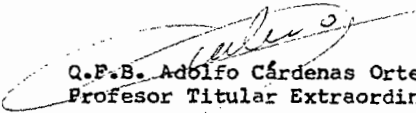
Al contestar este vouché ciese fecha y número

Guadalajara, Jal., Junio 9 de 1989.

M.C. Adolfo Espinoza de los Monteros C.  
Director de la Facultad de Ciencias  
Universidad de Guadalajara  
P r e s e n t e.

Al haber realizado las observaciones pertinentes del presente trabajo de tesis que presenta el C. Sergio Alvarez Barajas, no tengo ningún inconveniente para que se imprima, por lo que pido a usted permita se efectuen los trámites para el exámen correspondiente.

Sin mas por el momento, agradezco las atenciones que se sirva brindar a la presente.



Q.F.B. Adolfo Cárdenas Ortega  
Profesor Titular Extraordinario.