
Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE CIENCIAS



CUANTIFICACION DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN UNA
POBLACION (AGENTES DE TRANSITO) EXPUESTA A
LA EMISION DE GASES TOXICOS PROVENIENTES DE
LOS VEHICULOS DE COMBUSTION INTERNA DE LA
CIUDAD DE GUADALAJARA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
MONICA ELIZABETH RIOJAS LOPEZ

GUADALAJARA, JAL. DICIEMBRE 1988

CUANTIFICACION DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN UNA
POBLACION (AGENTES DE TRANSITO) EXPUESTA A
LA EMISION DE GASES TOXICOS PROVENIENTES DE
LOS VEHICULOS DE COMBUSTION INTERNA DE LA
CIUDAD DE GUADALAJARA.

MONICA ELIZABETH RIOJAS LOPEZ

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

NOVIEMBRE, 1988.

Para quienes me han enseñado, a
su manera, que es vivir:
mi papá, mi mamá, mi abuelita
Jovita y Dizia.

AGRADECIMIENTOS:

En primer lugar y de manera muy especial a mi director de tesis, Q.F.B. Adolfo Cárdenas Ortega, por su confianza y honestidad.

Al Instituto de Patología Infecciosa y Experimental "Dr. Francisco Ruíz Sánchez" de la Universidad de Guadalajara, por las facilidades prestadas para hacer las determinaciones cooximétricas.

Al Departamento de Tránsito del estado de Jalisco, por su valiosa cooperación para este trabajo.

A la laboratorista Guadalupe Romo Rodríguez y Q.F.B. Luz de la Madrid Ochoa por su apoyo en las etapas de muestreo.

Al Ing. Rogelio Troyo Sanromán, encargado del departamento de estadísticas de la UIBO, IMSS, por su gran ayuda en el análisis de los resultados.

Y a todas las personas que de un modo u otro me apoyaron en la elaboración de esta tesis.

INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACION.....	6
OBJETIVOS.....	7
HIPOTESIS.....	8
METODOLOGIA.....	9
RESULTADOS.....	15
DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	21
FIGURAS Y TABLAS.....	23
LITERATURA CITADA.....	37

INTRODUCCION:

Entre muchos otros, son tres los elementos que permiten al hombre vivir sobre la Tierra: aire, agua y suelo. En ese orden, y es precisamente a los dos primeros a los que más se ensucia, contamina y destruye. Desde hace ya varios años se escribe y se habla mucho de la contaminación ambiental, ya que actualmente es causa de grandes preocupaciones de la humanidad en general pero sobre todo de las grandes urbes, siendo la contaminación del aire, según el consenso mundial, la más grave. Entre los contaminates atmosféricos de mayor riesgo para la salud se encuentra el Monóxido de Carbono (CO), que resulta de la quema incompleta de los combustibles de origen orgánico (gasolinas, etc.). En individuos con sangre en su sistema circulatorio, el CO presenta una gran afinidad por la hemoglobina (Hb), combinandose con ella para formar la Carboxihemoglobina (COHb), disminuyendo con ello la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. En las grandes ciudades, como es el caso de Guadalajara, hay personas que por razones laborales están expuestas constante y directamente a la contaminación del aire, como es la situación de los Agentes de Tránsito, acerca de los cuales no hay estudios que indiquen sus niveles de COHb y que aporten información de su estado de toxicidad por el CO ambiental.

ANTECEDENTES:

El hombre forma parte del ecosistema de la Tierra y su supervivencia depende de centenares de miles de especies animales y vegetales. Cuando, en los tiempos más remotos, el hombre logró dominar el fuego, no sospecho, que por sí mismo y en ejercicio de su voluntad atentaba por primera vez contra la integridad de su medio ambiente. Voluntaria o involuntariamente la acción humana es capaz de alterar el equilibrio natural de la vida y desencadenar fenómenos indeseables. sin ser capaz, en lo inmediato de controlarlos (1,2).

La contaminación ambiental es uno de los problemas que actualmente son causa de grandes preocupaciones de la humanidad, sobre todo en las grandes urbes, donde esta es una de las consecuencias de la industrialización y el progreso tecnológico. El problema de la contaminación se manifiesta de diferentes maneras en el ambiente, ya sea en el aire, agua y/o suelo (1-3).

Por tal motivo en el año de 1971 se publica en nuestro país la "Legislación Ambiental de México" que sería modificada en 1976, y que según el artículo 4to de la "Ley Federal para Prevenir la Contaminación" escribe: a) Se entiende por contaminante toda materia o sustancia o sus combinaciones o compuestos derivados químicos o biológicos, tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios y cualquiera otra que al incorporarse al aire agua o suelo, puedan alterar o modificar sus características naturales o del ambiente, así como toda forma de energía como calor, radioactividad, ruidos, que al operar sobre el aire, agua o suelo alteren su estado natural. b) Se entiende por contaminación la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano o de la flora y de la fauna, degraden la calidad del aire, del agua y de los suelos, de los bienes y recursos de la Nación en general o de sus particulares (4,5).

Bajo estas consideraciones, se advierte a nivel mundial que la contaminación atmosférica es la más grave y difícil de controlar -- por la multitud de factores que se ven implicados, tales como meteorológicos (regimen climático de la zona, etc.) como de orden social (contradicciones específicas existentes entre el interés de la colectividades públicas y los intereses de las empresas privadas) -- (2,3).

Así pues, se define a la contaminación atmosférica como la impurificación de la atmósfera por inyección y permanencia temporal en ella de materias gaseosas, líquidas o sólidas ajenas a su composición normal o en proporción claramente superior a la de aquella(6).

Los compuestos que contaminan el aire son de dos tipos: las partículas sólidas o líquidas de tamaño microscópico o submicroscópico pero superior al molecular, ya que la mayoría de las veces se comportan como núcleos de condensación. Y los contaminantes gaseosos - que son aquellos que entran en la atmósfera como tales, a su vez entre ellos están los llamados contaminantes primarios que son vertidos directamente al ambiente y los secundarios que son producto de las reacciones químicas que se llevan a cabo entre los contaminantes primarios. Los contaminantes de tipo gaseosos más importantes -- son: a)Compuestos de azufre: SO_2 , SO_3 , SO_x , RSD_3 , etc. b)Compuestos de nitrógeno: NO , NH_3 , NO_x , RNO_3 , etc. c)Compuestos de carbono: fundamentalmente el monóxido de carbono y algunos hidrocarburos alifáticos y aromáticos. d)Y por su caracter altamente tóxico los halógenos HCl y HF producidos en ciertos procesos metalúrgicos (3,6).

El "smog", de la contracción de las palabras inglesas smoke (humo) y fog (niebla), constituye la peor de las etapas de la contaminación atmosférica; este es una mezcla de gases y partículas tóxicas que es generada por los procesos de combustión de fábricas, automoviles particulares y en mayor medida por el transporte público(3,6-7).

Los vehiculos automotores representan una especie de mal necesario, ya que la quema incompleta de los combustibles (diesel, supernova, etc.) arrojan al aire una gran cantidad de gases tóxicos tales como: CO , CO_2 , SO_2 , NO_2 , además de algunos hidrocarburos alifáticos y plomo. El factor contaminante más sobresaliente de un vehiculo de combustión interna es el CO ya que la combustión de un litro de gasolina inyecta a la atmósfera 0.524 kg., de CO ; 0.214 kg., de NO_2 y un gramo de partículas diversas (3, 7-9). El CO por ser un gas más ligero que el aire tiende a difundirse rápidamente en la atmósfera, pero si se produce en grandes cantidades su concentración puede permanecer alta durante un tiempo considerable, por lo que se le puede encontrar en el ambiente en concentraciones instantáneas elevadas de hasta 25 ppm en zonas donde hay gran tránsito de vehiculos, y las concentraciones se pueden elevar hasta 40 ppm en las horas pico (7-10 hrs., 13-15 hrs., y de 18-20 hrs.), siendo que la O_3

ganización Mundial de la Salud (OMS) marca como nivel máximo permisible o de tolerancia 35 ppm (5,7-9).

En individuos que tienen sangre en su sistema circulatorio, el CO debe su toxicidad a su habilidad para combinarse químicamente -- con la Hb y dar origen, así, a la COHb, ya que la afinidad de la Hb por el CO es de aproximadamente 240 veces mayor que para el oxígeno (10,12), por lo cual la sangre pierde gran parte de su capacidad para transportar oxígeno. Así cuando un individuo inhala el gas, la porción que de este se disuelve en el plasma, se combina rápidamente con la Hb. La COHb, como la oxihemoglobina (O₂Hb) es un compuesto fácilmente disociable cuando termina la exposición al gas, esta disociación es mayor en presencia de oxígeno puro. Las reacciones que aparecen en primer termino por la inhalación de CO es la hipoxia tisular por la incapacidad de la sangre para transportar suficiente oxígeno, la disminución de dicha capacidad es proporcional a la cantidad de CO presente. Son varios los parámetros que determinan el grado de toxicidad del CO, siendo los más importantes: 1)Concentración del gas en el aire inspirado; 2)tiempo de exposición; -- 3)concentración de hemoglobina en la sangre; 4)volumen respiratorio por minuto; 5)demanda de oxígeno en los tejidos; 6) aportación de e tras fuentes, muy especialmente por fumar cigarrillos. Así como por la ingestión de fármacos, alcohol, enfermedades cardiacas y respiratorias y anemias que también son importantes porque disminuyen el umbral en el cual el CO comienza a hacer efecto en el sujeto ----- (10-12).

En México se han hecho muy pocos estudios de esta naturaleza, -- en donde la relación hombre medio ambiente contaminado ocupe el objetivo primordial. En la ciudad de Puebla en el año de 1981, se realizó un estudio encaminado a conocer el grado de contaminación atmosférica mediante la cuantificación de CO en sangre. Para ello se tomaron muestras de sangre a tres diferentes poblaciones: una de zona rural (no contaminada), otras de zona urbana (contaminada) y otra más que aparte de vivir e la ciudad, por la naturaleza de su -- trabajo se veía más expuesta a la contaminación (personas dedicadas al transporte urbano); llegandose a la conclusión de que las personas que trabajaban como choferes fueron las que más altos niveles de COHb presentaron y estas concentraciones se encontraban sensiblemente elevadas en personas que fumaban (13).

En cualquier zona urbana encontramos personas que por la naturaleza de su trabajo se ven expuestas, de manera más constante y directa a la contaminación del aire; tal es el caso de los Agentes de Tránsito, que están alrededor de 8 horas diarias expuestos, en mayor o menor grado, a la emisión de gases tóxicos provenientes de los vehículos automotrices.

JUSTIFICACION:

Guadalajara, a casi cuatro siglos y medio de su fundación se ha convertido en la segunda ciudad de importancia en el país. Al principio de la década de los 70's se empiezan a detectar en la ciudad los primeros síntomas de contaminación y de manera más importante - en los últimos siete años, ya que se ha venido observando un deterioro en la calidad del aire, hecho que ha preocupado a autoridades y habitantes de la ciudad. Este deterioro del ambiente es producto del acelerado crecimiento demográfico de la ciudad (en 1980 había - aproximadamente 2.5 millones de habitantes y en 1987 había casi 4 millones de habitantes), el aumento en el número de automoviles que circulan en las calles de la ciudad (en 1980 eran cerca de 320 mil y en 1987 ya eran casi 500 000), el desarrollo de nuevas actividades económicas y la escasez de áreas verdes (7,8). Esta expansión urbana trae como consecuencia un aumento en las necesidades de la población, tal es el caso del transporte, tanto colectivo como particular, vehiculos que son los reponsables del 75% de la contaminación del aire en Guadalajara (5,7-9). Asi pues, como ya se dijo, el factor contaminante más importante de un vehículo de combustión interna es el CO, gas del cual se produce un millón de kilogramos al año en esta ciudad (7). Todos estos factores en su conjunto han provocado que la concentración de CO en el ambiente se eleve más allá de los niveles máximos permisibles en el primer cuadro de la ciudad en las horas pico.

Por todo lo anteriormente expuesto creemos que se hace cada vez más necesario hacer estudios que evalúen a fondo este tipo de problemas para que esto con lleve a crear condiciones de desarrollo favorables que no vayan en contra 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 porcentajes de saturación de Carboxihemoglobina en una población (agentes de Tránsito) altamente expuesta a la emisión de gases tóxicos provenientes de los vehículos de combustión interna.
 - 1.1 Determinar los porcentajes de saturación de Carboxihemoglobina en un grupo de Agentes - de Tránsito (control) con baja exposición.
 - 1.2 Comparar los valores obtenidos del grupo de baja exposición contra los encontrados en - el grupo de alta exposición.

H I P O T E S I S

Los Agentes de Tránsito de la ciudad de Guadalajara, expuestos a la contaminación por Monóxido de Carbono, tienen un porcentaje de saturación de Carboxihemoglobina elevado.

METODOLOGIA

MATERIAL:

- Jeringas de plástico con aguja desechable de 5ml., Plastipak.
- Tapones 000 de hule sólido.
- Torundas de algodón con alcohol.
- Heparina "Lip-Hepin" de 1 000 U/ml. Laboratorios Riker, S.A.de-C.V. Marca 3M.
- Recipiente térmico.
- Hielo en escamas.
- CO-Oxímetro IL 282, con sus respectivos reactivos.

METODO:

La población a estudiar (agentes de tránsito) estaba integrada de la siguiente forma:

- A) Agentes de crucero; grupo formado por 7 escuadrones de 50 elementos cada uno. Aquí se incluían tanto agentes de crucero fijo como rotatorio.
- B) Motociclistas: 4 escuadrones de 40 elementos cada uno.
- C) Patrulleros: 2 escuadrones con 40 elementos cada uno.

Con el objetivo de recabar algunos datos importantes para la -- realización de este proyecto se elaboró un cuestionario para los -- Agentes de Tránsito, el cual fue aplicado por una misma persona a -- fin de tener uniformidad en la información obtenida (anexo), una -- vez que los agentes lo contestaron se les hizo la toma de sangre, -- previa limpieza de la piel con torunda del algodón con alcohol. A -- fin de evitar la coagulación de la sangre, se heparinizaron las jeringas succionando a la cámara interna de la jeringa de 1 a 2 ml., -- de heparina expulsándolos totalmente con lo que únicamente quedaron mojadas sus paredes interiores. Inmediatamente se extrajeron de 3 a 5 ml., de sangre por punción venosa a los agentes de tránsito. -- teniendo el cuidado de eliminar cualquier burbuja de aire. Se selló -- la punta de la aguja enterrándola en un tapón de hule sólido 000 pa -- ra evitar que se escaparan los gases sanguíneos. Se identificó la -- muestra con un número progresivo, el cual iba de acuerdo al número -- del cuestionario, y se guardaron en un recipiente térmico cubiertas -- por hielo en escamas. Las muestras fueron transportadas en un lapso -- no mayor de una hora al Instituto de Patología Infecciosa y Experi -- mental de la Universidad de Guadalajara, en donde se les hi-----

cieron las determinaciones cooximétricas con un CO-Oxímetro IL282-calibrado a 15.1 g/dl Hb (Fig.1). Se hicieron dos lecturas cooximétricas de cada muestra de sangre y, solamente que se presentara una diferencia de ± 0.2 en lo que al %COHb se refiere, se hacía una tercera lectura y se trabajaba con el promedio obtenido de las --- tres determinaciones (15,16).

Algunos trabajos anteriores, acerca del tema, han hecho determinaciones cooximétricas donde observaron, que aún existiendo una-diferencia de tiempo de 6 hrs., entre la primera y la segunda lectura no se presentaban variaciones en el %COHb; y si se realiza o---tra determinación 2 semanas después (conservando la muestra a una-temperatura de 22°C) la diferencia era de ± 0.13 %COHb. Cabe anotar que dichas determinaciones fueron hechas por dos diferentes méto---dos. obteniendo los mismos resultados ambos (16).

El CO-Oxímetro IL 282 es un instrumento diseñado para cuantifi---car, de manera automática, la concentración de Hemoglobina (g/dlHb) Oxihemoglobina (% O_2Hb), Carboxihemoglobina (%COHb), Metahemoglobi---na y el volumen total de oxígeno ($\text{Vol}\% \text{O}_2$) en la sangre. El funcio---namiento de este aparato está basado en un análisis espectrofotomé---trico de la muestra de sangre a 4 diferentes longitudes de onda -- que van de 530 a 630 nm en el espectro de luz visible, lo cual le---permite hacer la cuantificación de 4 especies distintas de hemoglo---bina (O_2Hb , COHb, MetHb, RHb) según su grado de absorbancia, con - lo que se tiene, consecuentemente, los valores para la concentra---ción de hemoglobina y el volumen total de oxígeno de la muestra de sangre que le es proporcionada para su análisis. La muestra de san---gre a analizar es llevada por succión dentro del CO-Oxímetro, y u---na vez dentro de el es diluida, hemolizada y llevada a una cuveta---a temperatura constante (37°C). Un haz de luz monocromático pasa a través de la cuveta y después por un disco con 4 filtros ajustados para 4 diferentes longitudes de onda, y de ahí a un fotodetector, -cuyas impresiones dan por resultado las absorbancias correspondien---tes a las concentraciones de cada tipo de hemoglobina, después una microcomputadora calcula los valores correspondientes, para la mu---estra de sangre proporcionada, dichos resultados aparecen en una - pantalla digital (15).

Las variables obtenidas del cuestionario que se les aplicó a- los Agentes de Tránsito, mismo que se diseñara para dos proyectos-

diferentes, importantes a considerar en la presente investigación- fueron las siguientes:

1.- Datos generales.

1.3 Edad.

Para facilitar el manejo de la información se formaron los siguientes grupos de edad:

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| A) Menores de 31 años | C) 46 a 60 años. |
| B) 31 a 45 años. | D) Mayores de 60 años. |

2.- Habitos.

- | | | |
|----------|----|----|
| 2.1 Fuma | SI | NO |
|----------|----|----|

4.- Antecedentes laborales.

4.3 Tiempo laborando en el Departamento de Tránsito. Grado.

4.4 Lugar donde labora.

De acuerdo a este último punto se formaron grupos de trabajo que se refieren al nombramiento y zona donde trabaja el agente, que fueron:

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| A) Agente de crucero fijo. | C) Motociclista. |
| B) Agente de crucero rotatorio. | D) Patrullero. |

y E) Grupo control, el cual se formó con el personal que tenía nombramiento de Agente de Tránsito pero trabajaban en las oficinas del departamento como escribientes, chgferes de los oficiales de grado superior, realizando labores de limpieza o de vigilancia en el estacionamiento y el deposito de automoviles del mismo departamento.

5.- Datos generales.

5.1 Los datos que se obtuvieron de las determinaciones de COMb y Hb fueron registrados en hojas especialmente diseñadas para ello (anexas al cuestionario).

Los datos que se obtuvieron de las encuestas y los análisis de laboratorio de las muestras de sangre fueron analizados estadísticamente bajo las siguientes pruebas:

- 1.- Análisis de Varianza de Fisher: En aquellas variables no cuantificables (habito de fumar, grupo de trabajo, etc.).
- 2.- Prueba de Correlación de Pearson: Para las variables que son cuantificables (edad, %COMb, etc.).
- 3.- La prueba de "t" de student de dos colas.

Estas pruebas establecen por si solas si hay una significancia estadística o no en los resultados a analizar, pero también se utilizó la prueba de "t" de student modificada para comprobar signifi

cancia estadística entre dos muestras cuantificables de dos diferentes proyectos. En todos los casos a un nivel de $p < 0.05$ fué usado para declarar el caso como significativo.

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: _____

RESULTADOS:

La población total de agentes de tránsito activos cuando se realizó la fase experimental de este trabajo era de 570 individuos.

De mayo a junio de 1986 se encuestaron y se tomaron muestras de sangre de 393 individuos (por razones de material y tiempo disponible) de los cuales no todos participaron en las determinaciones de laboratorio, por no haber contestado algunas de las preguntas del cuestionario; en el caso necesario se hará un señalamiento del número real de la muestra para cada prueba estadística.

Al hacer la división de los agentes de tránsito por grupos de edad ($n=391$) quedaron distribuidos de la siguiente forma: en el primer grupo de menores de 31 años 201 individuos, los que representan un 51% del total de la muestra; de 31 a 45 años 136 (34.6%); de 46 a 60 años 45 (11.5%) y mayores de 60 años 9 (2.3%) (Tabla No 1), al aplicárseles la prueba estadística correspondiente resultó no haber ninguna diferencia estadísticamente significativa entre los individuos de los distintos grupos de edad en lo que al porcentaje de saturación de carboxihemoglobina se refiere (%COHb). En lo que respecta a su distribución en grupos de trabajo y control ($n=388$), ésta quedó como sigue: en el grupo control 43 agentes que eran el 11% del total de la población; agentes de crucero rotatorio 219 (56%); patrulleros 68 (17%); motociclistas 45 (12%); agentes de crucero fijo 13 (4%) (Tabla No 2) y al igual que en la anterior división tampoco presentaron ninguna diferencia estadísticamente significativa en el %COHb.

Debido a que los fumadores inhalan CO proveniente de los cigarrillos, se formaron dos grupos con el total de la muestra tomando en cuenta para ello a quienes tenían el hábito de fumar cigarrillos y a los que no lo tenían. Los fumadores sumaron un total de 200 agentes y los no fumadores de 191 ($n=391$), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en sus respectivas concentraciones promedio de hemoglobina (Hb) y %COHb ($p < 0.001$). El resultado de la concentración promedio de Hb, en g/dl, para los no fumadores fue de 15.77 ± 1.09 g/dl y en los fumadores de 16.01 ± 0.89 g/dl; y el %COHb promedio fue de $1.73 \pm 1.17\%$ para los no fumadores fue de $3.48 \pm 2.36\%$; encontrándose que conforme aumenta el número de cigarrillos fumados a diario, por individuo aumenta el %COHb (Fig. 2).

Para un análisis más detallado de la población se procedió a hacer uso del análisis de varianza para comprobar primeramente; hábito de fumar contra grupo de edad y hábito de fumar contra grupo de trabajo (dichos resultados aparecen en las tablas No 3 y 4 respectivamente), comparación que resultó ser significativa sólo en el primer caso ($p < 0.001$) en el que tanto fumadores como no fumadores representan el mayor número de individuos del porcentaje total en el grupo de menores de 31 años (46.7% y 54.4% respectivamente)- observandose una disminución lógica en el número de fumadores y no fumadores conforme aumenta la edad. En el segundo caso no se encontró ninguna relación entre el grupo de trabajo y el hábito de fumar en los agentes de tránsito ($p > 0.1$).

Para el grupo de fumadores menores de 31 años la concentración promedio de Hb fué de 16.11 ± 0.85 g/dl; para el grupo de 31 a 45 años de 15.82 ± 0.89 g/dl; de 46 a 60 años de 16.90 ± 1.00 g/dl; y para los mayores de 60 años fue de 15.55 ± 0.0 g/dl. Para los no fumadores las concentraciones promedio fueron las siguientes: menores de 31 años 15.88 ± 0.90 g/dl; de 31 a 45 años 15.84 ± 0.95 g/dl; de 46 a 60 años 15.50 ± 1.42 g/dl; mayores de 60 años 14.48 ± 2.03 g/dl (Fig.3). Observandose que para el grupo de fumadores la Hb disminuye su concentración a partir de los 60 años y para los no fumadores esta disminuye gradualmente con la edad pero esto se hace más notorio a partir de los 60 años. En lo que a los grupos de trabajo se refiere las concentraciones promedio de Hb para los fumadores fueron las siguientes: la del grupo control fue de 15.67 ± 0.90 g/dl; agente de crucero rotatorio 16.06 ± 0.73 g/dl; patrullero 15.97 ± 1.24 g/dl; motociclista 16.05 ± 1.07 g/dl; y agente de crucero fijo 16.27 ± 0.35 g/dl; presentando un rango de 13 g/dl a 19 g/dl de Hb. Para los no fumadores las concentraciones promedio de Hb fueron: grupo control 15.04 ± 0.82 g/dl; agente de crucero rotatorio 15.91 ± 1.10 g/dl; patrullero 15.80 ± 1.27 g/dl; motociclista 15.74 ± 0.82 g/dl y agente de crucero fijo 16.09 ± 0.31 g/dl; con un rango de 11 g/dl a 17 g/dl de Hb (Fig.4). En ambos casos (grupo de edad y grupo de trabajo) se ve que las concentraciones promedio de Hb son más altas para los agentes de tránsito fumadores que en aquellos que no fuman.

Al igual que las concentraciones de Hb entre fumadores y no fumadores fueron estadísticamente significativas, también lo fue el %COHb ($p < 0.001$) sólo que en este caso las diferencias resultaron-

ser más notables. Para los individuos fumadores menores de 31 años el %COHb promedio fué de $3.24 \pm 2.34\%$; de 31 a 45 años $3.71 \pm 2.37\%$ de 46 a 60 años $3.77 \pm 2.52\%$; mayores de 60 años $2.05 \pm 0.0\%$. Los no fumadores presentaron los siguientes valores promedio de %COHb: menores de 31 años $1.66 \pm 1.25\%$; de 31 a 45 años $1.77 \pm 1.23\%$; de 46 a 60 años $2.09 \pm 1.42\%$; mayores de 60 años $1.53 \pm 0.52\%$ (Fig. 5). En el análisis por grupos de trabajo los promedios de %COHb para fumadores resultaron ser los siguientes: para el grupo control la media fue de $3.95 \pm 3.75\%$; agente de crucero rotatorio $3.55 \pm 2.48\%$ patrullero $2.89 \pm 1.82\%$; motociclista $3.83 \pm 2.35\%$; agente de crucero fijo $2.77 \pm 1.53\%$; con un rango de 0.80% a 10.30% del %COHb. Y en lo que respecta a los no fumadores los resultados fueron los siguientes: control $1.60 \pm 0.94\%$; agente de crucero rotatorio $1.70 \pm 1.50\%$; patrullero $1.52 \pm 0.74\%$; motociclista 2.28 ± 0.895 ; agentes de crucero fijo $1.39 \pm 0.59\%$; con su correspondiente rango de 0.50% a 7.70% del %COHb (Fig. 6).

Finalmente se aplicó la prueba de "t" de student de dos colas a fin de comparar el %COHb entre los diversos grupos de trabajo, -- tanto de fumadores como de no fumadores, obteniéndose que: en el grupo de fumadores dos casos resultaron ser significativos; motociclistas vs agentes de crucero fijo ($p < 0.01$); motociclistas vs patrulleros ($p < 0.01$). Y para no fumadores se presentaron las siguientes situaciones estadísticamente significativas: motociclistas vs control ($p < 0.01$); motociclistas vs agente de crucero rotatorio ($p < 0.01$); motociclistas vs agente de crucero fijo ($p < 0.01$) (el resto de las comparaciones entre grupos no se anotan por resultar no significativas).

D I S C U S I O N:

El hecho de que no se halla encontrado ninguna diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y el resto de la población estudiada, se debió a que el grupo control no se comportó como tal, ya que no se pudo tener manejo sobre el mismo porque las más de las veces salían a trabajar a la calle a sustituir a elementos que faltaban a sus labores o como choferes de los oficiales de grado superior, situaciones de las que no fuimos notificados a tiempo y que además estaban fuera de nuestro alcance controlar.

Al hacer las comparaciones de los valores %COHb entre los agentes de tránsito, se vió que entre ellos mismos no había diferencias realmente significativas por grupo de edad, así como tampoco por grupo de trabajo; las verdaderas diferencias se encontraron al hacer la separación de los individuos que tenían el hábito de fumar y de aquellos que no lo tenían, de tal forma, las diferencias tanto por grupos de edad como por grupos de trabajo se hicieron más notorias. Esto fué lo que nos permitió comprobar que el número de cigarrillos fumados por día estaba muy ligado al %COHb, como se cita en la literatura (10, 11, 14, 16).

Al hacer uso de la prueba de "t" de student de dos colas, se comprobó que realmente existía una diferencia, estadísticamente significativa ($p < 0.01$), entre los agentes de tránsito del grupo de motociclistas y el resto de los elementos de la corporación en cuanto al %COHb, lo cual nos permitió concluir que este grupo realmente se encuentra más expuesto a la contaminación por CO en comparación con el resto de sus compañeros. Esta situación se presentó tanto en fumadores y no fumadores de dicho grupo, pero de manera más notable en estos últimos, ya que aquí fué mayor el número de casos significativos (Tabla No 5). Esto deja ver claramente que hay personas que por la naturaleza de su trabajo se ven realmente más expuestas a la contaminación por CO proveniente de los vehículos de combustión interna.

Varios autores mencionan que existe una relación directa y proporcional entre la concentración de Hb y el %COHb, es decir, que entre mayor sea el %COHb mayor será la concentración de Hb, debido a que de alguna forma el organismo tiene que aumentar sus niveles-

de Hb para así poder manejar mayores concentraciones de CO (11,14, 16). En nuestro estudio encontramos que aunque existía una diferencia muy clara entre el %COHb entre fumadores y no fumadores, esto no fué tan notorio en lo que a la concentración de Hb se refiere, - creemos que esto se debe a que como ambos grupos están igualmente expuestos a la intoxicación por CO ambiental, el organismo de los individuos no fumadores, expuestos a la contaminación atmosférica, produce más Hb a manera, como ya se mencionó antes, de mecanismo de defensa (Fig.7).

Debido a que no se encontró ninguna diferencia significativa - entre el supuesto grupo control y el resto de los agentes de tránsito en el %COHb que nos permitiera concluir, que en efecto los agentes de tránsito se encuentran más altamente expuestos a la contaminación por CO ambiental, se compararon los resultados de este estudio con otros de una investigación que se realizó posteriormente en una población de obreros de la zona industrial de la ciudad de Guadalajara, que trabajaban bajo techo en dos compañías ensambladoras de circuitos para computadora (17). La metodología seguida para dicha investigación fue la misma que se empleó para el presente proyecto de tesis y el tamaño de la n poblacional muestreada fué muy semejante (n=304) además de que se usaron los mismos reactivos y aparatos para las cuantificaciones del %COHb. Los resultados del mencionado estudio fueron los siguientes: para individuos-fumadores el promedio del %COHb fué de $2.3 \pm 1.06\%$ (n=104) y para no fumadores de $1.0 \pm 0.4\%$ (n=200); a los resultados de ambos estudios se les aplicó la prueba de "t" de student modificada y resultó ser significativa en todos los casos ($p < 0.001$) (Tabla No 6). Lo cual, a simple vista, deja ver que los agentes de tránsito realmente presentan un %COHb más elevado, a pesar de que la zona industrial se considera un sitio contaminado de alto riesgo (5,7,8), lo cual habla de su potencial estado de toxicidad.

Se sugiere que si en un futuro se presentan más estudios de este tipo (que creemos así será) se tomen en cuenta una serie de factores que no fueron contemplados en este proyecto, y que la experiencia nos mostró que eran muy importantes para lograr una visión más real y completa de la problemática, tales como:

- Condiciones meteorológicas locales.

- Concentración de CO ambiental en la etapas de muestreo.
- Capacidad respiratoria de cada individuo considerado en el estudio.
- Así como la participación conjunto y necesaria de especialistas-tales como: Biólogos, Médicos, Químicos, Meteorólogos, Ingenieros etc. Para obtener resultados más confiables, con esta participación interdisciplinaria, y proponer alguna solución viable y de acuerdo a nuestras posibilidades y situaciones concretas, de este grave problema que nos afecta, a uno más que a otros, a todos -- los que vivimos en esta ciudad.

CONCLUSIONES:

- 1.- No se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa en el %COHb entre el grupo de agentes de tránsito de baja exposición (control) y el grupo de alta exposición, así como tampoco por grupos de edad.
- 2.- Al comparar los valores del %COHb de los agentes de tránsito que fumaban cigarrillos contra los que no fumaban, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). -- Siendo el valor promedio para no fumadores de $1.73 \pm 1.17\%$ y para los fumadores de $3.48 \pm 2.36\%$.
- 3.- El grupo de agentes de tránsito que presentó más altos %COHb - fué el de los motociclistas (fumadores $\bar{X} = 3.83 \pm 2.35\%$; no fumadores $\bar{X} = 1.52 \pm 0.74\%$) en comparación con el resto de los agentes, lo cual deja ver un mayor grado de exposición, de este grupo, a la contaminación por CO.
- 4.- El %COHb está relacionado más estrechamente con el número de cigarrillos fumados por día que con cualquier otro parámetro.

NUMERO DE CIGARRILLOS FUMADOS POR DIA	PROMEDIO %COHb
1 - 5	$2.47 \pm 1.93\%$
6 - 10	$4.18 \pm 2.17\%$
11 - 15	$4.46 \pm 2.53\%$
16 - 20	$4.64 \pm 2.57\%$
MAS DE 20	$6.66 \pm 1.85\%$

- 5.- Las concentraciones promedio de Hb entre los agentes de tránsito fumadores fué de 16.01 ± 0.89 g/dl y para los no fumadores fue de 15.77 ± 1.09 g/dl. Observandose que las diferencias entre ambas concentraciones no son muy significativas.

6.- Es necesario la realización de más investigaciones interdisciplinarias acerca del tema propuesto, ya que, como se vió a lo largo del desarrollo del trabajo, entran en juego una serie de factores que no pueden ser manejados a la vez por un sólo especialista. Además esta necesidad se hace más patente debido al crecimiento tan acelerado de nuestra ciudad.

FIGURAS Y TABLAS

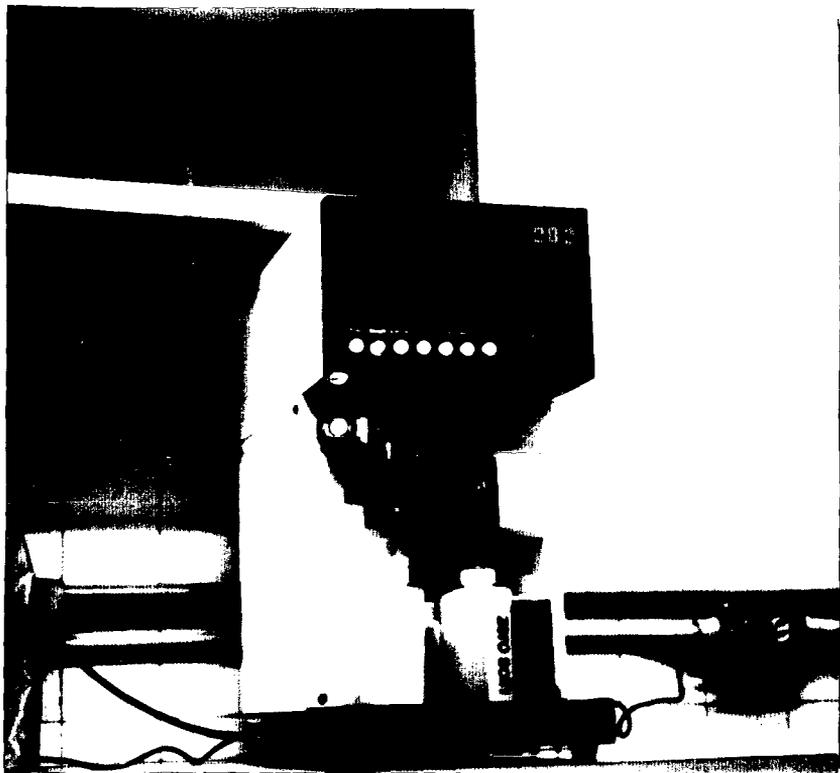


Fig. 1.- CO-Oximetro IL 282.

TABLA 1.- Distribución por grupos de edad de la población estudiada.

E D A D (años)	NUMERO	%
Menores 31	201	51.1
31 - 45	136	34.8
46 - 60	45	11.5
Mayores 60	9	2.3

TABLA 2.- Distribución por grupos de trabajo de la población estudiada.

GRUPOS	NUMERO	%
CONTROL	43	11
AGENTE DE CRUCERO ROTATORIO	219	56
PATRULLERO	68	17
MOTOCICLISTA	45	12
AGENTE DE CRUCERO FIJO	13	4

TABLA 3.- Distribución por grupos de edad de fumadores y no fumadores.

E D A D (años)	SI	%	NO	%
Menores 31	71	46.7	92	54.4
31 - 45	63	41.4	48	28.4
46 - 60	17	11.1	21	12.4
Mayores 60	1	0.006	8	4.7

TABLA 4.- Distribución por grupos de trabajo de fumadores
y no fumadores.

G R U P O S	SI	%	NO	%
CONTROL	21	11	22	11
AGENTE DE CRUCERO ROTATORIO	111	58	108	54
PATRULLERO	30	16	38	19
MOTOCICLISTA	20	11	25	13
AGENTE DE CRUCERO FIJO	8	4	5	2

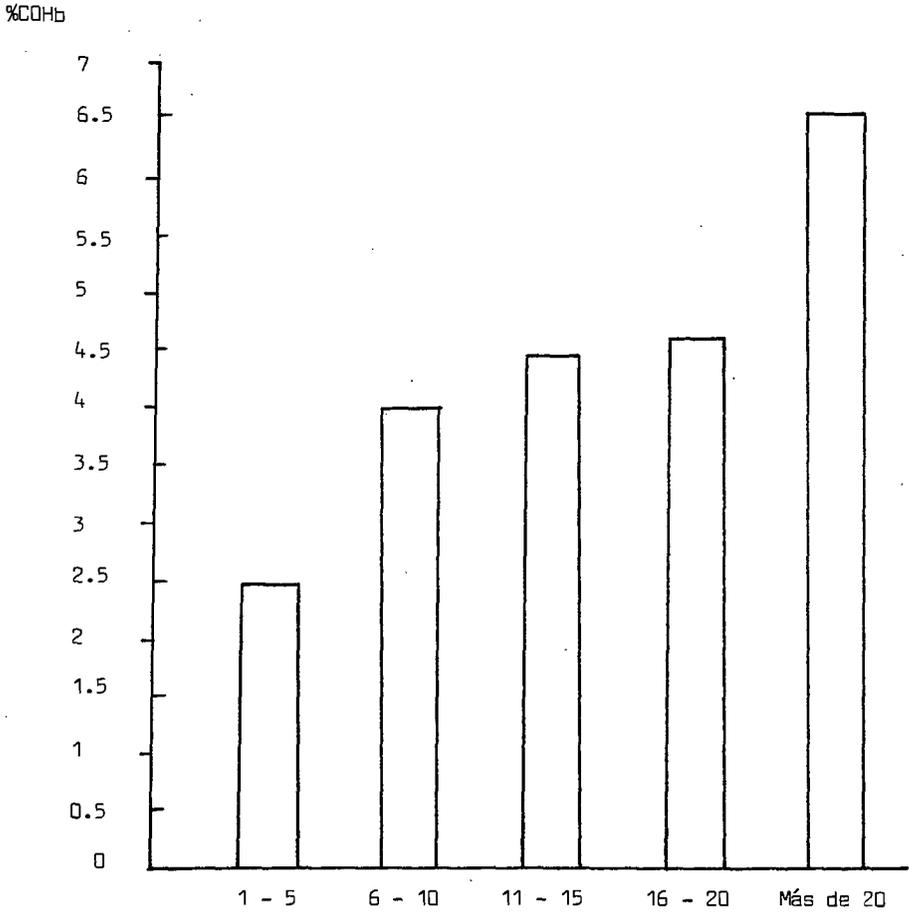


Fig.2: Promedio del %COHb según el número de cigarrillos fumados por día.

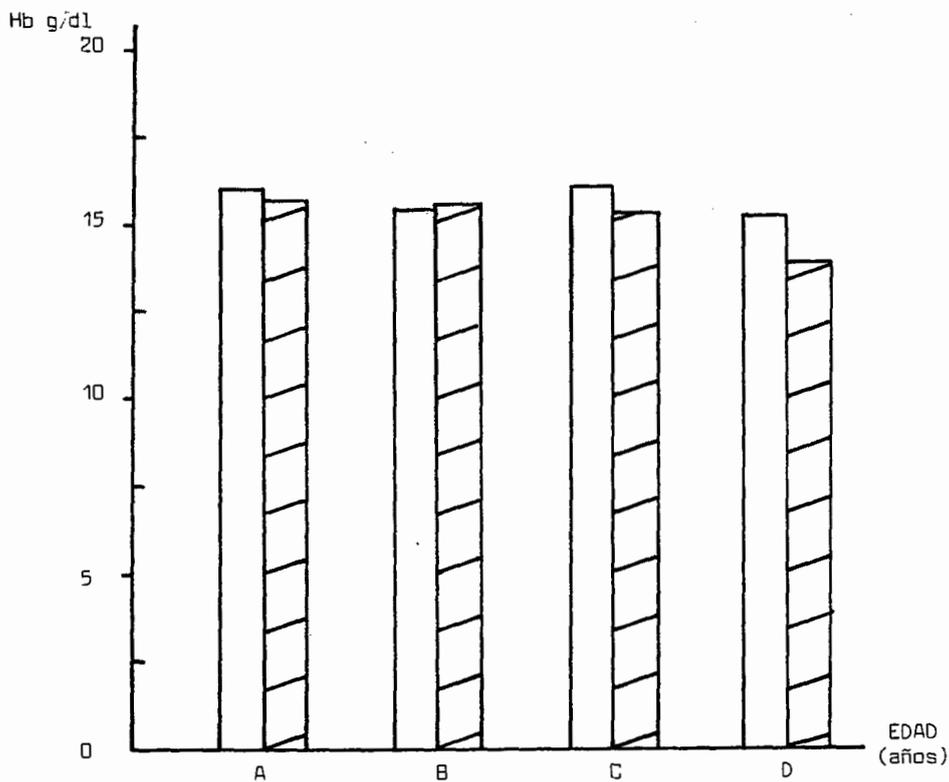


Fig. 3.- Concentraciones promedio de Hb en g/dl para fumadores y no fumadores por grupos de edad.

A: Menores de 31

B: 31 - 45

C: 46 - 60

D: Mayores de 60

□ FUMADOR

▨ NO FUMADOR

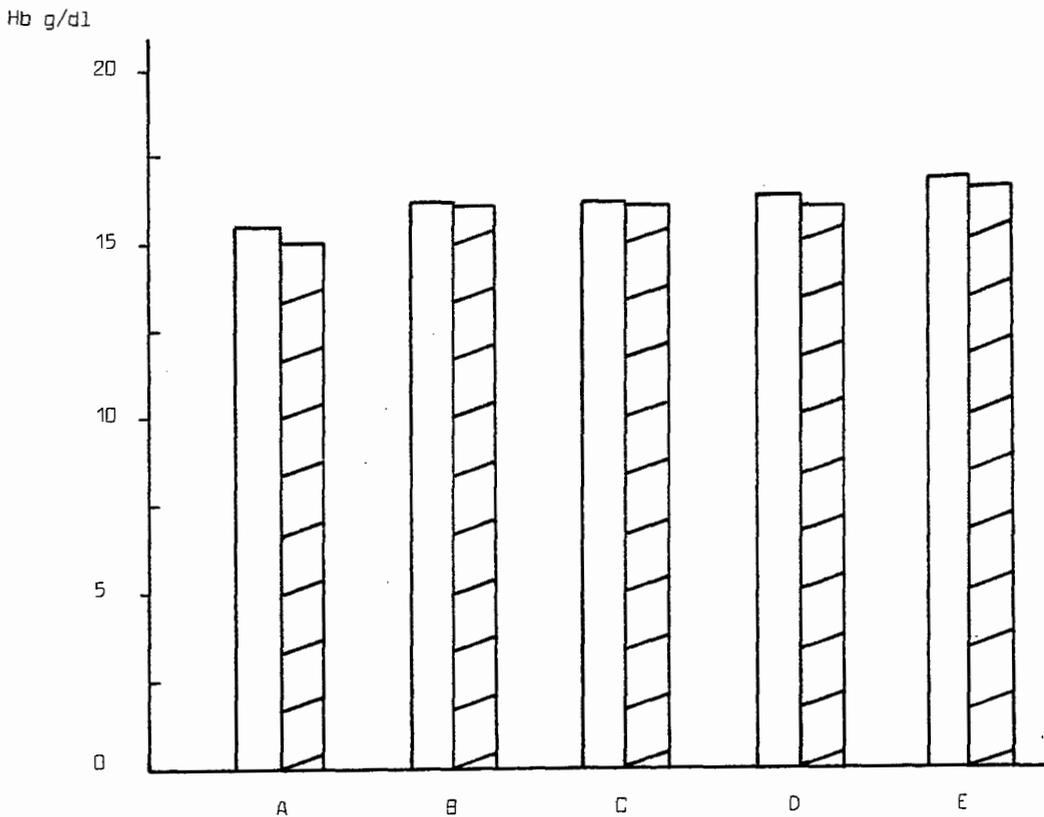


Fig. 4.- Concentraciones promedio de Hb en g/dl para fumadores y no fumadores por grupos de trabajo.

A: Control

B: Agente de crucero rotatorio

C: Patrullero

D: Motociclista

E: Agente de crucero fijo

□ FUMADOR

▨ NO FUMADOR

%COHb

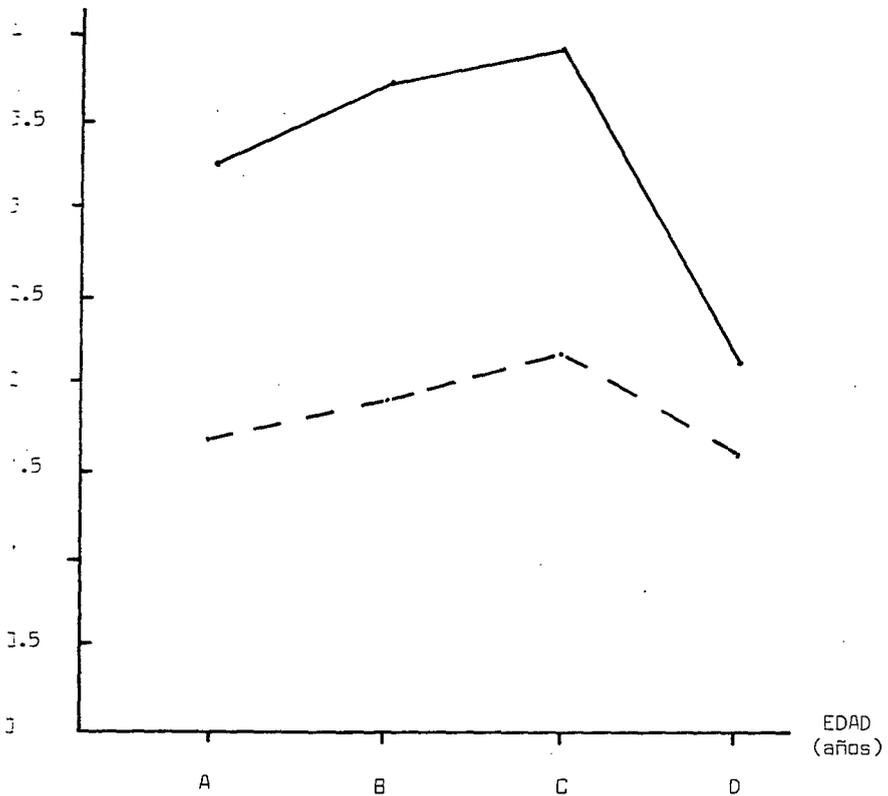


Fig.5.- %COHb promedio para fumadores y no fumadores por grupos de edad.

A: Menores de 31

B: 31 - 45

C: 46 - 60

D: Mayores de 60

———— FUMADOR
----- NO FUMADOR

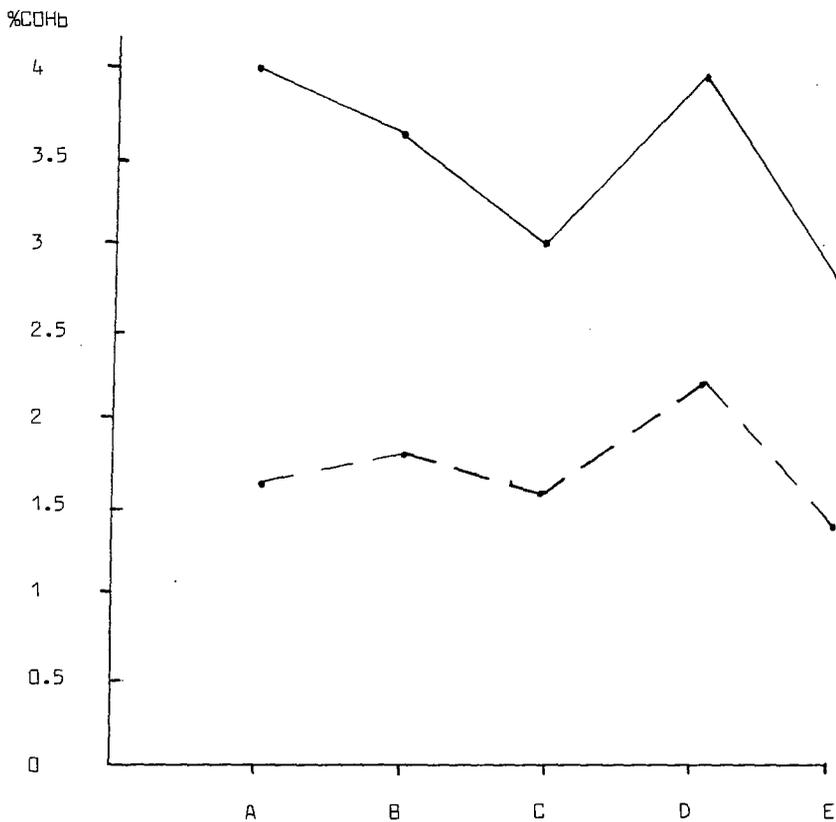


Fig. 6.- %COHb promedio para fumadores y no fumadores por grupo de trabajo.

- A: Control
- B: Agente de cruceo rotatorio
- C: Patrullero
- D: Motociclista
- E: Agente de cruceo fijo

———— FUMADOR
- - - - NO FUMADOR

TABLA 5.- Casos significativos de la prueba de "t" de student de dos colas.	
FUMADORES	NO FUMADORES
D vs C $p < 0.01$	D vs A $p < 0.01$
D vs E $p < 0.01$	D vs B $p < 0.01$
	D vs E $p < 0.01$

A: Control

B: Agente de cruceo rotatorio

C: Patrullero

D: Motociclista

E: Agente de cruceo fijo

%COHb

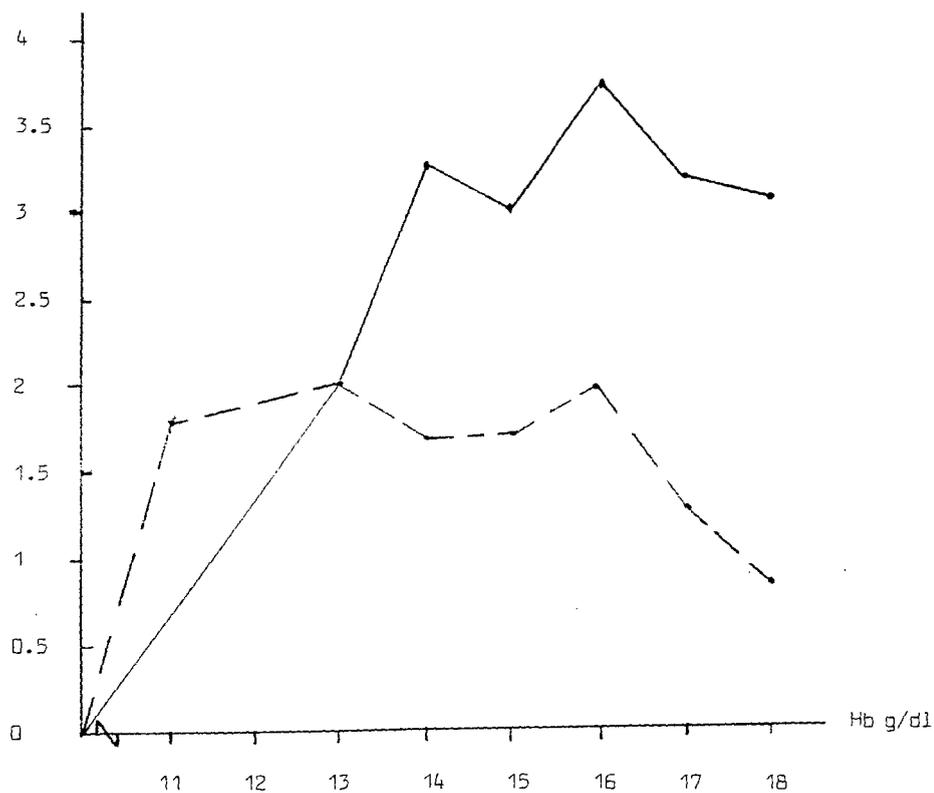


Fig. 7.- Relación entre la concentración de Hb (g/dl) y el %COHb en fumadores y no fumadores.

———— FUMADORES
- - - - - NO FUMADORES

TABLA 6.- %COHb promedio de los agentes de tránsito y obreros de la zona industrial de Guadalajara, Jal., en fumadores y no fumadores.

P O B L A C I O N	%COHb FUMADORES	%COHb NO FUMADORES
Agentes de tránsito	3.48 ± 2.3	1.73 ± 1.2
Obreros de la zona industrial.	2.3 ± 1.06	1.00 ± 0.4

p < 0.01

L I T E R A T U R A C I T A D A:

- 1.- Turk A, Turk J, Wittes JT (ed).: Ecología-Contaminación-Medio-Ambiente. 1a. edición, Ed. Interamericana, México. 1973.
- 2.- George P (ed).: El Medio Ambiente. 1a. edición, Ed. Orbis, --- España. 1985.
- 3.- Chovin P, Roussel A (ed).: La Polución Atmosférica. 1a edición, Ed. Orbis, España. 1986.
- 4.- Ley Federal Para Prevenir la Contaminación, México. 1976.
- 5.- Briseño J.: Contaminación en Guadalajara 1988. Instituto de astronomía y meteorología Universidad de Guadalajara, 1-40, 1988.
- 6.- Puigcerver M.: Atmósfera y contaminación atmosférica. Sci Am.- 253 (10): 104-112, 1979.
- 7.- Escotto J (ed).: Análisis Ecológico de Guadalajara y su Zona - Metropolitana. 1a edición, Ed. UNED, México. 1985.
- 8.- Briseño J.: Contaminación en Guadalajara. Instituto de astrongía y meteorología Universidad de Guadalajara, 1-26, 1987.
- 9.- Flores E.: Ecología y Medio Ambiente. Instituto de astronmía y meteorología Universidad de Guadalajara, 1-6, 1987.
- 10.- Harper HA (ed).: Review of Physiological Chemistry, 14va edición, Ed. Lange Medical Publications, Canadá, chapter 11 ----- pág. 210-215, 1973.
- 11.- Swinyard EA.: Gases y vapores nocivos. En: Goodman, Guillman- (ed).: Bases Farmacológicas de la Terapéutica. 5ta edición, -- Ed. Interamericana, México, capítulo 44 pág. 752-755, 1985.
- 12.- Houssay B, Lewwis J, et all (ed).: Fisiología Humana, 4ta edición, Ed. Ateneo, Argentina, capítulo IV pág. 30-42, 1975.
- 13.- Soto G, Márquez T, Adams R.: Niveles de carboxihemoglobina en la población de Puebla y sus implicaciones. Salud Pública de México 23 (4): 399-403, 1981.
- 14.- Dávila GH.: Joint program on air pollution sampling cities -- U.S-Mexican border. Bulletin of the Pan American Health Organization. 10 (1): 290-296, 1976.
- 15.- Instrumentation Laboratory.: Workshop notes: IL 262 CO-Oximeter, U.S.A., 1978.
- 16.- Stewart RD, Barreta ED, et all.: Carboxihemoglobin levels in American blood donors. JAMA 219 (9): 1187-1195, 1974.

- 17.- Cardenas A.: Cuantificación de carboxihemoglobina en una población de obreros de la zona industrial de Guadalajara, Jalisco. Trabajo en vias de publicación. Comunicación personal. 1988.
- 18.- Guyton AC (ed).: Medical Physiology, 4ta edición, Ed. Interamericana, México, chapter 41 pág. 481-493, 1971.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS

Expediente.....

Número 404/88.....

SRITA. MONICA ELIZABETH RIOJAS LOPEZ
P R E S E N T E . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido -
aprobado el tema de Tesis "CUANTIFICACION DE CARBOXIHEMO-
GLOBINA EN UNA POBLACION (AGENTES DE TRANSITO) EXPUESTA A
LA EMISION DE GASES TOXICOS PROVENIENTES DE LOS VEHICULOS
DE COMBUSTION INTERNA DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA" 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
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"
"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., Abril 12 de 1988

El Director

FACULTAD DE CIENCIAS

Dr. Carlos Astengo Osuna

El Secretario

Dr. José Manuel Copeland Gurdíel.

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

'mjsd

BOULEVARD A TLAQUEPAQUE Y CORREGIDORA, S.R., TELEFONOS 19-80-54 Y 19-82-92

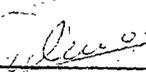
GUADALAJARA, JAL.

Guadalajara, Jal. 9 de noviembre de 1988.

Dr. Carlos Astengo Osuna
Director de la Facultad de Ciencias
Universidad de Guadalajara
P R E S E N T E

Habiendo realizado las observaciones pertinentes del presente trabajo de tesis que presenta la C. Mónica Elizabeth Riojas López, no tengo ningún inconveniente para que se imprima; por lo que pido a usted permitase realicen los trámites para el examen correspondiente.

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



Q.F.B. Adolfo Cardenas Ortega.