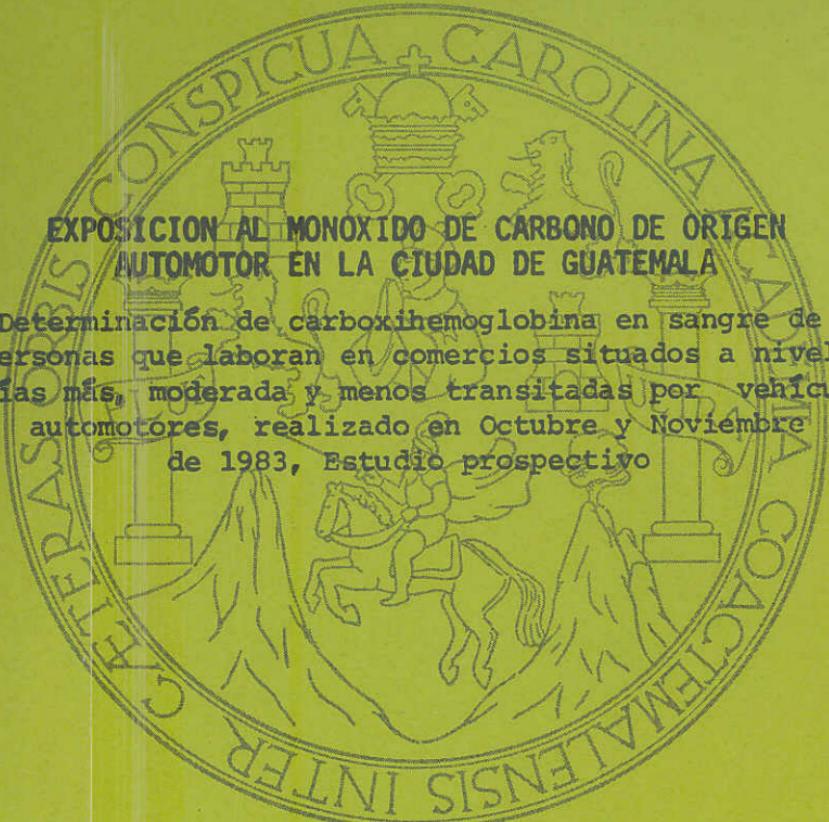


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS



EXPOSICION AL MONOXIDO DE CARBONO DE ORIGEN
AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Determinación de carboxihemoglobina en sangre de personas que laboran en comercios situados a nivel de vías más, moderada y menos transitadas por vehículos automotores, realizado en Octubre y Noviembre de 1983, Estudio prospectivo

ADOLFO FERNANDO ESCOBEDO MARTINEZ

GUATEMALA, ABRIL DE 1,984

INDICE

- I. INTRODUCCION
- II. DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA
- III. JUSTIFICACION
- IV. REVISION BIBLIOGRAFICA
 - a. Exposición al monóxido de carbono.
 - b. Niveles de monóxido de carbono en el organismo humano y factores fisiológicos que los modifican.
 - c. Estudios epidemiológicos de la carboxihemoglobina.
 - d. Estudios realizados en Guatemala.
- V. MATERIAL Y METODOS
- VI. HIPOTESIS
- VII. PRESENTACION DE RESULTADOS
- VIII. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS
- IX. CONCLUSIONES
- X. RECOMENDACIONES
- XI. RESUMEN
- XII. APENDICES
- XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INTRODUCCION

La contaminación del ambiente por diversos agentes físicos, químicos, orgánicos, sintéticos, gaseosos, etc., es un fenómeno triste y desagradable que cada día aumenta por la constante mecanización e industrialización de nuestros pueblos. Esto ha hecho pensar a muchos investigadores sobre la necesidad de buscar soluciones que nos hagan retornar a una vida social más natural, más sana, y por lo tanto de mayor bienestar físico y psíquico para cada uno. Pero... dichas soluciones no se pueden llevar a cabo sin tener previamente conciencia real y objetiva de la manifestación del fenómeno a cabalidad, sin su medición y el porqué de sus causas y sus efectos.

El fin esencial de este trabajo fue el de conocer "uno" de los efectos de la contaminación del aire de nuestra ciudad capital por el monóxido de carbono, midiendo la carboxihemoglobina en sangre de personas que se exponen continuamente al humo del tráfico automotor, el de conocer además las diferencias entre los lugares de mayor, medio y menor tránsito, las diferencias que existen al empezar y al terminar una jornada de trabajo cualquiera y observar diversos factores como la existencia de áreas verdes, de edificios altos, concentración de personas, etc., que podrían afectar la ventilación en los puntos de medición, escogiendo para tal efecto una muestra representativa de lugares y personas. Para poder llevarlo a cabo se hizo una revisión bibliográfica en busca de datos pertinentes concernientes a efectos orgánicos del gas, su mecanismo de acción, los estudios a

este respecto hechos en el país y en el extranjero, y establecer los lineamientos generales y específicos que se buscaron con el estudio.

Dicha información se recabó en las bibliotecas del INCAP, el ICAITI, la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Facultad de Medicina de la USAC, y la Dirección de Planificación y el Programa del Medio Ambiente de la Municipalidad en un tiempo aproximado de tres meses.

Posteriormente con la colaboración de esta última dependencia se encuestó en 15 días a todos los miembros del personal que labora en comercios ubicados en los puntos escogidos, pasando a los ensayos del método de carboxihemoglobina empleado y procesando por último las muestras en el laboratorio Multidisciplinario de la Facultad de Medicina con sus recursos humanos e instrumentales prestados en un tiempo total de dos meses.

DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA

Uno de los temas de gran importancia en la actualidad es la contaminación del aire por el monóxido de carbono (35, 58, 14). Este compuesto, uno de los tóxicos de gran producción y efectos deletéreos sobre los sistemas biológicos, es un producto resultante de la combustión incompleta de los materiales carbonosos naturales y artificiales que intervienen en la producción de energía calórica (14, 35, 54, 55). Su producción es oxidada casi en su mayor parte en la atmósfera superior siendo un problema cuando existe un desbalance con la ventilación, como se dá en las ciudades grandes en las que el uso masivo de los motores de combustión interna que producen mucho del gas en cuestión es indispensable para el "desarrollo".

Su acción básica en las personas consiste en producir hipoxia aguda y/o crónica a los tejidos desplazando el oxígeno a través de la carboxihemoglobina. Los efectos pueden variar desde alteraciones de la conducta y síntomas inespecíficos hasta el coma y la muerte (16, 17, 55, 57, 60).

La mayor fuente de producción artificial y de exposición ocupacional se atribuye a las emisiones de los automotores por lo que en otros países se han creado y puesto en marcha soluciones efectivas y reales que han reducido el problema en un gran porcentaje (34, 35).

En nuestro país es muy escaso lo que se ha hecho tanto para evaluar como para controlarlo.

solucionarlo (51, 13), lo que es necesario pues actualmente es grande el número de vehículos que circula y cada día va en aumento. Solo en la capital se calculó que en 1982 circularon un promedio de 266,573 vehículos^I.

En este trabajo se pretendió detectar a través de la carboxihemoglobina el grado de exposición sufrida por un grupo de personas sanas no fumadoras escogidas al azar y que laboran en comercios que se encuentran a nivel de las vías más, medio y menos transitadas por automotores en la ciudad de Guatemala, evaluándolos en dos ocasiones: al inicio y al final de la jornada de trabajo en un día cualquiera.

En el diagnóstico de salud de una población es determinante tomar en cuenta todos los factores que inciden en ella pues en la realidad las enfermedades y sus consecuencias son el resultado de la interrelación de muchos de ellos.

I. Dato proporcionado por la Dirección General de Estadística, citado por el ingeniero civil infierri Manuel De León en su tesis "La contaminación del aire en la ciudad de Guatemala" (aún inédito).

JUSTIFICACION

En el diagnóstico de salud de una población es determinante tomar en cuenta todos los factores que inciden en ella pues en la realidad las enfermedades y sus consecuencias son el resultado de la interrelación de muchos de ellos.

La contaminación del aire en la ciudad de Guatemala es uno de esos factores que se observa principalmente en las zonas céntricas comerciales donde el tráfico automotor es intenso. Lo que no se conoce es que significación tiene el fenómeno en el bienestar de los pobladores porque no se ha medido. En los Estados Unidos de Norteamérica el envenenamiento por monóxido de carbono es causa aproximada de 3,500 muertes accidentales y suicidios cada año (17, 57). Por otro lado es un factor que interviene en la causalidad de la aterosclerosis, de enfermedades cardiovasculares y neurológicas (2, 3, 18, 33, 41, 47, 49, 55, 59) y agrava de manera importante un estado hipóxido previo como la anemia (55), problema que en nuestra población es muy frecuente. El indicador más adecuado para detectar la exposición es la carboxihemoglobina (48).

Esto contribuye en cierto grado a complementar y mejorar el diagnóstico de salud en nuestra principal ciudad y también contribuirá a que investigadores de éste u otros países conozcan un poco más la extensión del problema. Gracias a ello se le podrá dar a la población mayor beneficio si se ponen en marcha las medidas necesarias para solucionarlo.

OBJETIVOS

1. Determinar los niveles de carboxihemoglobina en los 3 grupos de estudio.
 2. Ver la diferencia de carboxihemoglobina que hay al inicio y al final de la jornada de trabajo en los 3 grupos de estudio.

RECETARIO

Exposición al monóxido de carbono y sus efectos

REVISION BIBLIOGRAFICA

Exposición al monóxido de carbono:

El monóxido de carbono es un producto gaseoso casi inerte, natural y artificial sin color, olor, sabor, ni efectos irritantes que tiene una influencia marcada en la función de los sistemas biológicos. Su producción total mínima se estima en 250 millones de toneladas al año, siendo oxidada la mayor parte a bióxido de carbono en la atmósfera superior y muy poco de ella tomada por el hombre gracias a su propiedad de volatilización. Se calcula además que de los gases producidos por fuentes artificiales es el segundo después del bióxido de carbono (35, 55).

Sus efectos se conocen desde la antigüedad, siendo analizados por vez primera en 1857 por Claude Bernard (44, 55). De aquí en adelante su conocimiento ha sido ampliado por otros científicos quienes han realizado mediciones de las concentraciones en el ambiente las cuales han demostrado disminución gracias a las medidas tomadas para mejorar las fuentes emisoras principalmente (35); sobre todo en los países más avanzados como los E.U.A. A pesar de ésto sigue siendo un grave problema en la industria, en los incendios, en las ciudades con gran tráfico de vehículos y en las personas que consumen tabaco (15, 33, 35, 47, 52, 59).

Las emisiones automovilísticas representan el 60% de la producción artificial y la mayor fuente de exposición ocupacional (33, 35, 47).

En general las altas concentraciones ocurren en las vías de mucho tránsito, los períodos previos a la entrada o después de la salida de la jornada de trabajo, donde el tráfico se mueve muy despacio, áreas semi-cerradas y cerradas, y en zonas donde los edificios son muy altos y numerosos. Las personas que están con mayor riesgo de padecer sus efectos son las que pasan largos períodos en dichos lugares (35).

Dentro de los factores más importantes que influyen en las concentraciones aparte de la producción están los meteorológicos y los topográficos, cuya explicación escapa a los fines de este trabajo. Basta con decir que la ventilación es la variable más importante para que hayan o no altas concentraciones en el ambiente (46).

Niveles de monóxido de carbono en el organismo humano y factores fisiológicos que los modifican:

En nuestro organismo el monóxido de carbono endógeno se origina principalmente de un proceso metabólico resultante del catabolismo de la hemoglobina de los eritrocitos viejos; posteriormente junto al monóxido exógeno se unen a la hemoglobina de los eritrocitos circulantes formando la carboxihemoglobina (cohb), de donde son diluidos en las reservas corporales oxidándose a bióxido de carbono en las mitocondrias (11, 12). La afinidad del gas por la hemoglobina es de 200 a 270 veces mayor que la del oxígeno, dependiendo del ph sanguíneo y la temperatura corporal. Por ejemplo, se ha medido que a un ph de 7.35 y una temperatura de 37 grados centígrados ésta es de 225 veces (44, 45).

El proceso catabólico de la hemoglobina vieja se verifica en el átomo de carbono del grupo metileno alfa. Cerca del 100% es producido en el sistema reticulo-endotelial del hígado y el bazo, en donde los eritrocitos seniles son separados de la circulación. Otras fuentes son las resultantes del catabolismo de las enzimas hémicas de los microsomas hepáticos, sobre todo el citocromo P-450; de la protoporfirina y la eritropoyesis ineficaz (11, 12). Experimentos lo han demostrado en sujetos normales a los que se les administra fenobarbital (11).

Los procesos que influyen en la tasa de producción endógena son los mismos que determinan la tasa catabólica de los eritrocitos y posiblemente la cesión molar de gas derivada de ese proceso. Por ejemplo, en las anemias hemolíticas existe una producción más elevada por estar en destrucción gran cantidad de eritrocitos. La hemólisis eritrocitaria influye directamente en la saturación de la cohb y el almacenamiento corporal de monóxido al lado de otros factores fisiológicos como: la tasa metabólica del gas, las variables que determinan su excreción a través de los pulmones, las que influyen en su captación del ambiente y las que influyen en la distribución corporal.

La tasa metabólica del monóxido es un factor de menor importancia pues normalmente no se metaboliza en grandes cantidades. Se lleva a cabo en las mitocondrias; en el sistema de citocromooxidas (cadena respiratoria celular), donde se combina con un sistema citocromooxidasa reducido reaccionando con otro que se encuentra oxidado, dando como resultado final bióxido de carbono y citocro

moxidasa estable (11).

Se excreta principalmente a nivel pulmonar - reduciéndose 50% en aproximadamente 250 minutos - (vida media de 3 a 4 horas en atmósferas con proporciones de oxígeno normales en condiciones de reposo (11, 55). Este proceso es función del gradiente de tensión de gas en la sangre capilar pulmonar y el gas alveolar. Las variables significativas en este son: su capacidad de difusión que es igual en todos los puntos y depende de su gradiente de tensión (éste es función de la ventilación alveolar), la ventilación alveolar, la tensión media del oxígeno capilar y la cohb. A su vez la tensión del gas en la sangre capilar pulmonar es una función primaria de la cohb y la tensión media del oxígeno capilar. En la captación intervienen las mismas variables de la excreción y la concentración de gas inspirado, que es lo más importante en esta función. Investigadores han evaluado la difusión como medio para medir la tasa de captación a concentraciones menores de 1,300 ppm (partes por millón) y a 3,000 ppm inspiradas encontrando que no hay diferencias en ellas ni evidencia de transporte facilitado para el gas (25).

En lo que respecta a la distribución, en teoría las reservas corporales se equilibran con las vasculares en una misma proporción, por lo tanto los cambios en el porcentaje de saturación de la cohb reflejan los sucedidos en las reservas corporales, aunque normalmente se operan variaciones cíclicas diurnas en la ventilación no significativas que hacen fluctuar los valores. Esto incide en todo el mecanismo; sobre todo en la captación

ya que la producción es relativamente constante. Por eso se dice que la cohb es un indicador fisiológico adecuado que permite evaluar los cambios operados en la producción y la captación-excreción de monóxido (11, 12). En resumen las variables más importantes que influyen en el nivel de cohb son:

La tasa de producción endógena, la ventilación alveolar, la capacidad de difusión, la tensión media del oxígeno capilar, y la concentración ambiental inspirada de gas.

A nivel teórico el valor normal de la cohb es de: 0.75% en personas sanas; 0.39% de origen y 0.36% endógeno (12). En la práctica algunos lo sitúan entre 0.88% \pm una desviación Standard de 0.17% (11); otros de 0.5 a 1% (9).

Situaciones especiales:

Se ha determinado que cuando se respiran bajas concentraciones de monóxido a nivel del mar - la captación cesa en un punto de equilibrio entre la presión de gas atmosférico inspirado y la presión ejercida por él en la sangre cuando la cohb está parcialmente saturada. Así también se ha evidenciado que cuando hay una hipoxia previa como ocurre en las grandes alturas puede incrementarse la tasa de captación incrementando la cohb y magnificando la capacidad del gas para producir hipoxia tisular (55).

Estudios epidemiológicos de la carboxihemoglobina

Varias investigaciones se han realizado en -

otros países desde hace algunos años con el fin de determinar el grado de exposición sufrida en el ambiente externo. Para ello han medido el nivel de cohb que es un indicador adecuado que detecta la exposición ocurrida en por lo menos 15 horas previas a la toma de la muestra de la sangre venosa (48).

Entre los estudios consultados más importantes y significativos están el de Stewart et al. - realizado a 29,000 donadores de sangre de los E.U. de 1969 a 1972 (48) y el de Soto Rojas et al. en Puebla, México a las personas que trabajan en comercios que estaban a nivel de calles muy transitadas por vehículos, estudio realizado en 1981 -- (44).

En ambos se midió el nivel de cohb a personas de ambos sexos, varias edades, ocupaciones, razas, pesos, alturas y lugares de residencia y trabajo, encontrando que las variables más importantes que incluyeron en él fueron: el tabaquismo, la localización geográfica, la ocupación y las condiciones meteorológicas. Como límite de evaluación se usó el nivel de 1.5% de cohb el cual fue estipulado por el Acta del Aire limpio de los E.U. en 1971 para un período de exposición de 8 horas (48) Gran porcentaje de los no fumadores lo sobrepasaron. Los más altos niveles se encontraron en las personas que trabajan en el proceso de metales, el químico, de las piedras y el vidrio, en imprenta, la soldadura, el ensamble y reparación eléctrica, las artes gráficas, en los aeropuertos, los pilotos automovilísticos y tareas afines. Las menores concentraciones se encontraron en estudiantes, amas de casa, los empleados de la salud mental, la

educación, la religión, el arte, los entretenimientos y los bibliotecarios. Además se encontró mucha diferencia entre las áreas rurales y urbanas donde hay grandes volúmenes de tráfico.

El factor más importante que elevó el nivel en cualquier circunstancia fue el tabaquismo (44, 48), en el cual fueron determinantes: la cantidad de cigarrillos fumada en las últimas 24 horas y el intervalo de tiempo esperado para fumar entre cada unidad. En ellos también se observó aumento significativo de la hemoglobina en relación a los no fumadores. Por otro lado la velocidad del viento fue la única variable meteorológica significativa, aunque en menor proporción (48). En el área urbana el nivel se incrementó con el congestionamiento de tráfico, su movilización a bajas velocidades y el tiempo de exposición (44).

Otras investigaciones como la de Jabara et al. en el personal de tráfico de Denver, Colorado E.U. entre 1978 y 1979 (24) han hecho correlación entre dosimetrías personales, la cohb, la medición de aire respirado para monóxido y monitoreo ambiental, encontrando buena correlación entre las tres primeras, un aumento significativo en los niveles de cohb a la exposición ocupacional por el tráfico (mayormente por las tardes del invierno), al tabaquismo y una débil influencia del cambio en las estaciones.

Estudios realizados en Guatemala:

En nuestro país son escasas las investigaciones realizadas para detectar el fenómeno y sus efectos. En 1974 la Dra. Alba Tabarini de Abreu -

(ERIS) realizó en la ciudad de Guatemala el único estudio de las concentraciones ambientales encontrando valores que oscilaban de 5 a 30 ppm (partes por millón) en las calles y avenidas medidas; cantidad no significativa a la recomendada para la industria (51). Otros estudios generales de contaminantes aéreos atribuyen ésto a la situación geográfica de la ciudad, lo que favorece su dilución (42, 54). Otros factores coadyuvantes son: que el tráfico todavía no es tan grande y que el número de edificios altos es pequeño^I.

El tránsito promedio diario que pasa por las diferentes vías ha sido medido por las estaciones sumarias y las semipermanentes colocadas por la Dirección de Planificación de tránsito de la Municipalidad. En 1982 se evaluó en 15 estaciones semipermanentes y 220 sumarias contando un tráfico desde 1956 a 34862 vehículos/día en estas últimas. La mayor concentración vehicular ocurre de 7 a 9 horas y de 17 a 19 horas en la mayoría de las vías medidas.

En 1981 se publicó un estudio realizado por O. Dary et al. (13) en habitantes de 2 pueblos del área rural de nuestro país: San Agustín Acasaguastlán, El Progreso y Joyabaj, El Quiché. El primero situado a una baja altura sobre el nivel del mar (250 a 300 metros) y el segundo a una gran altura (1350 a 1400 metros). Para ello se tomaron 200 casos al azar en cada uno donde se evaluaron los materiales usados para cocinar, las

(I) Referido por la Dra. Alba Tabarini de Abreu - (Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria) (ERIS)

horas de cocina, las variables que intervienen en la ventilación y la existencia de chimeneas. De los 400 domicilios se escogieron 180 con cocinas de leña al azar, donde se midieron los niveles ambientales de monóxido a diferentes horas del día. En 208 mujeres no fumadoras escogidas al azar se midió la cohíb y la hemoglobina en los 3 períodos de mayor exposición al humo en ambas localidades (horas de cocina): de 6 a 8, de 10 a 13 y de 16 a 19 horas.

Se dividieron en 3 rangos de edad: de 13 a 20 años, del 21 a 49 y de 50 o más años. 71% de las casas medidas en San Agustín tuvieron buena ventilación; en Joyabaj sólo 30%. Las concentraciones ambientales fueron altas (30 a 50 ppm) en las cocinas mal ventiladas de ambas localidades - en relación a las bien ventiladas. El efecto de la ventilación de ambas localidades fue significativo sobre la concentración de gas en los períodos de cocina. Los niveles de cohíb variaron de 1.5 a 2.5%, siendo más altos en mujeres que trabajaban en las cocinas mal ventiladas; en Joyabaj fueron altos en ambas clases, lo que se atribuyó a una producción endógena elevada y una relativa alta tensión ambiental de gas.

La ventilación y la localización geográfica fueron significativas en los niveles. El mayor efecto de la polución se observó en el rango de 21 a 49 años, siendo altamente significativa por el tipo de cocina y por la localización geográfica.

En el rango de 13 a 20 años sólo por la primera variable y en los mayores de 50 años por ninguna de las dos. Los niveles de hemoglobina fue-

ron altamente significativos debido a la altitud y de menor manera por el tipo de cocina. En el rango de 21 a 49 años no hubo efectos de la ventilación como en los otros rangos.

Se culpó de la gran exposición al humo a la falta de chimeneas y al uso de la leña para cocinar.

MATERIAL Y METODOS

La población evaluada fué la que está expuesta al humo de los automotores por largos períodos como lo son los empleados de comercios u oficinas que están a nivel de las calles más transitadas, - moderadamente transitadas y menos transitadas (medidas) de nuestra ciudad capital (20). La muestra se escogió de la siguiente manera:

Se agruparon los datos de tránsito promedio diario medido por las estaciones sumarias y publicadas en el Boletín de Tránsito de la Municipalidad de Guatemala del año 1982; dividiéndolos en 3 grupos arbitrariamente:

El primero con un tránsito de 21401 a 35000 vehículos diarios, el segundo de 11202 a 21400 vehículos y el tercero de 1000 a 11200; de cada uno de ellos se tomaron 20 puntos al azar. Posteriormente se encuestó (por cédula) a los miembros del personal de cada negocio establecido en cada punto escogido a excepción de cafeterías, restaurantes, talleres mecánicos, y metalúrgicos, y empresas cuyas puertas mantenían aislado el ambiente interno.

El propósito de realizar la encuesta (ver apéndice # 1) fué el de escoger al azar a 100 personas; 30 para el grupo A o de mayor tráfico, 30 para el grupo B, de medio o moderado tráfico y 40 para el grupo C, de menos tráfico o grupo Control que cumplieron los siguientes requisitos:

1. Estar sanos o no tener algunos(s) de los si-

guientes padecimientos: anemia hemolítica, anemia severa, enfermedad respiratoria aguda y/o crónica, enfermedad cardiovascular, resección pulmonar, neoplasias sanguíneas y -- tratamiento con fenobarbital.

2. No ser fumadoras o no haber fumado en un período previo de una semana.
3. Que no vivieran en casas contaminadas por humo de leña o que tuvieran otra actividad en la que se expusieran al humo continuamente.

La principal variable medida fue el resultado de la exposición a través de la jornada de trabajo de un día escogido al azar por medio de 2 datos: el nivel de cohb al inicio de la jornada: -- COHB #1 (con un factor de error máximo de tiempo de 45 minutos después de la hora de entrada), y el nivel de cohb al finalizar la jornada: COHB # 2 (con un error de 45 minutos antes de la hora de salida). Ambas tomadas el mismo día y en el local de trabajo.

Se tomaron en cuenta también, pero no se operaron las variables (por ser muy reducido el número de personas que colaboró en cada grupo): edad, sexo, el espacio de las calles y sus características comerciales (por simple inspección visual), la fecha, la dirección o punto de medición y la hemoglobina.

Medición de la carboxihemoglobina: Se realizó con el método estandarizado de los laboratorios Merck de Alemania (9) en el laboratorio multidisciplina-

rio de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos. Previamente se extrajo a cada persona evaluada 2 c.c. de sangre venosa por vez, y se oxalató para luego almacenarla en 4 tubos capilares perfecta y completamente cerrados de ambos extremos de modo que no quedaron espacios de aire dentro; luego se transportaron al laboratorio en recipientes con hielo para procesar las primeras muestras (COHB # 1). Las segundas muestras (COHB # 2) se guardaron en frío para procesarlas al día siguiente: Para evaluar la fidelidad de los resultados a través del tiempo se hizo una prueba tomada al azar que en 24 horas osciló menos de 0.5% - al igual que otra tomada de la misma manera y evaluada en 48 horas. La medición de la hemoglobina también se realizó por el método Merck (9). Todos los procedimientos fueron realizados por una persona.

Instrumentos:

1. Encuestas: en ella se recabaron los datos que aparecen en los 4 apéndices.
2. Para la extracción y transporte de la muestra: Jeringas desechables de 3 c.c., tubos capilares, frascos oxalatados y hielera de plástico.
3. De laboratorio: Pipetas de 10, 5 y 1 ml., tubos plásticos de 20 c.c., tubos de ensayo Pyrex, 1 espectrofotómetro electrónico y 1 centrifuga.

Otros materiales: Ditionito de sodio y cianohemoglobina Merck, agua destilada, amoniaco al 25%, -

algodón, alcohol, hielo y plasticina.

HIPOTESIS

1. En el grupo A los niveles de COHB al finalizar la jornada de trabajo son significativamente mayores que los niveles de los grupos B y C.
2. Los niveles de COHB de las muestras tomadas al inicio de la jornada no demuestran diferencias significativas entre los 3 grupos.

CUADRO # 1

Valores de carboxihemoglobina (%) en trabajadores de comercios situados a nivel de las vías de más (A) moderado (B) y menos (C) tráfico automotor de la ciudad de Guatemala, tomadas al inicio (1) y al final de la jornada de trabajo (2).

Intervalo** valores (%)	Grupo A # casos		Grupo B # casos		Grupo C # casos		Total # casos	
	COHB		COHB		COHB		COHB	
	1	2	1	2	1	2	1	2
0- 3	2	2	6	8	5	8	13	18
3.01- 5	0	2	3	3	3	3	6	8
5.01- 9	6	7	5	3	5	2	16	12
9.01-10	1	1	-	-	-	1	1	2
10.01-13	3	2	-	-	2	1	5	3
13.01-16	2	0	-	-	-	-	2	0
TOTAL	14		14		15		43	
X	8.17	6.48	3.83	3.15	4.52	3.89		
S ²	4.26	2.87	2.65	2.62	3.1	3.52		
T [*]	3.667		2.98		1.72			
A ²	1.771		1.771		1.76			

$\alpha = 0.05$

** = Ordenadas en intervalos desiguales con fines demostrativos

Fuente: 43 fichas de encuesta de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

CUADRO # 2

Promedio de la hora de toma de la muestra # 1 y la muestra # 2 de carboxihemoglobina y del tiempo medido entre ambas, de 43 trabajadores de comercios situados a nivel de las vías de más (A), moderado (B) y menos (C) tráfico automotor de la ciudad de Guatemala.

# de la muestra	Hora de* la toma	Grupo A # casos	Grupo B # casos	Grupo C # casos	Total
1	7:00-8:00	-	4	-	4
	8:01-9:00	9	6	9	24
	9:01-10:00	5	4	6	15
2	15:00-16:00	-	1	-	1
	16:01-17:00	-	1	1	2
	17:01-18:00	6	4	12	22
	18:01-19:00	8	5	2	15
	19:01-20:00		3		3
\bar{x} de la hora de* la toma # 1		8:52	8:34	8:56	
\bar{x} de la hora de la toma #2*		18:07	18:07	17:38	
Horas promedio de tiempo medido		9.19	9.55	8.7	

* En horas y minutos

Fuente: 43 fichas de encuesta de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

CUADRO # 3

Hemoglobina de 43 personas que trabajan en comercios que se encuentran a nivel de las vías de más (A), medio (B), y menos tráfico automotor (C) de la ciudad de Guatemala, tomadas en Octubre y Noviembre de 1983. Sexo femenino (F) y masculino (M).

Intervalos (gramos %)	GRUPOS # DE CASOS						Total del # de casos
	A		B		C		
	F	M	F	M	F	M	
10 -12.00	1*	-	3*	-	-	-	4
12.1-14.00	4	-	3	2*	3	-	12
14.1-16.00	2	3	1	3	1	1	11
16.1-18.00	2	1	-	1	3	2	9
18.1-20.00	-	1	-	1	5	-	7
TOTAL	14		14		15		43
\bar{x}	14.79		14.19		16.74		
s^2	2.42		2.14		2.04		
Kurtosis	2.81		2.8		1.65		
sesgo	0.037		0.73		0.06		

* Número de personas con anemia.

Fuente: 43 fichas de encuesta de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Guatemala.

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

De las 100 personas escogidas solo 43 de ellas colaboraron con el estudio; 28 mujeres y 15 hombres, con edades desde los 17 a los 73 años -- que trabajan en 13 puntos (calles o avenidas) realizando las mediciones en 8 fechas. En cada persona se tomaron dos muestras; la del inicio de la jornada o primera muestra (COHB # 1) y la del final de la jornada (COHB # 2) o segunda muestra. - Al final el grupo A y el B quedaron integrados -- por 14 personas cada uno, y el grupo C por 15. -- (Ver apéndices 2, 3, y 4).

En los 3 grupos la media superó el límite aceptable de 1.5% establecido por el Acta del Aire Limpio de los E.U. en 1971 para una exposición de 8 horas al monóxido (48), aunque se superó también dicho tiempo, siendo mayor en el grupo B por 1 y media horas (Cuadro # 2). También superan el nivel máximo (2.5%) encontrado en amas de casa de 2 comunidades rurales de nuestro país; Joyabaj y -- San Agustín Acasaguastlán (13), pero no llegan en la mayoría de los casos al 10%, nivel en el cual hay síntomas apreciables de intoxicación como: malestar general, irritabilidad fácil, y cefalea débil (57, 60) (Ver cuadro # 1).

Algunos investigadores han demostrado efectos cardiovasculares deletéreos significativos como: disminución de las tensiones de oxígeno miocárdico arterial y venoso, disminución de la ventilación, del flujo coronario y el consumo de oxígeno miocárdico desde un nivel de 9% (55) como lo tienen seis de los casos de la primera muestra del

Tubo Tercero Número de Caja	COHB # 1 (Media)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
5	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
10	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
11	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
12	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
13	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
14	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
15	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
16	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
17	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
18	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
19	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
20	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
21	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
22	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
23	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
24	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
25	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
26	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
27	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
28	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
29	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
30	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
31	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
32	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
33	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
34	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
35	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
36	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
37	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
38	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
39	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
40	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
41	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
42	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
43	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
44	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
45	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
46	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
47	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
48	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
49	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
50	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
51	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
52	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
53	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
54	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
55	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
56	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
57	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
58	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
59	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
60	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
61	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
62	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
63	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
64	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
65	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
66	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
67	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
68	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
69	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
70	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
71	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
72	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
73	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
74	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
75	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
76	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
77	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
78	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
79	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
80	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
81	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
82	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
83	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
84	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
85	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
86	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
87	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
88	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
89	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
90	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
91	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
92	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
93	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
94	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
95	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
96	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
97	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
98	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
99	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
100	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

grupo A (ver cuadro # 1). En otros estudios se ha encontrado que personas con 5% en adelante son 21 veces más susceptibles de desarrollar más rápidamente arteriosclerosis que los que tienen 3% en un rango de edad de 30 a 69 años, encontrando también disminución de la agudeza visual, incremento en la proporción de errores de tests aritméticos y varios de discriminación entre letras y colores (55).

Estos efectos se presentan más rápidamente y se exacerban en personas anémicas (solo 6 del total de los casos tuvieron este problema) (Ver cuadro # 3), en los que tienen padecimientos cardio-vasculares (ninguno los refirió) y conforme aumenta la altura sobre el nivel del mar. Se ha determinado que la hipoxia que se produce en los tejidos al tener un nivel de 5% es igual a encontrarse de 8,000 a 10,000 pies sobre el nivel del mar (44, 55). Nuestra ciudad capital se encuentra a 1,502.32 mts. (4,507 pies). Si sumamos estos dos factores podríamos suponer que se produce una hipoxia más grave, aumentada además por el hecho de que se incrementa la tasa de captación del monóxido (13, 55).

Veinticuatro casos en la primera muestra y diecisiete de la segunda sobrepasaron el 5%, lo que significa que es un alto número de personas las que tienen un gran riesgo de desarrollar los problemas antes mencionados si persiste o aumenta el estímulo (no puede descartarse que actualmente hayan varias personas que tengan alguno de ellos por esta causa); sobre todo los del grupo A (Ver cuadro # 1) aunque en éste y en el grupo B disminuyen los valores significativamente a través de

la jornada.

El por qué los valores del grupo control son mayores que los del grupo B se puede explicar por la localización de la toma de muestras.

En el grupo B todos los puntos son más abiertos, con escasos edificios altos y con menos comercio que todos los puntos del otro grupo (C); que son más céntricos, más cerrados, con más edificios altos, más cercanos entre sí y más concursados por las personas por ser más comerciales, lo que dà la idea que son peor ventilados si se determina por simple inspección visual. Apoya este criterio el hecho de que la media de los valores de hemoglobina es mayor en este grupo (aunque podrían ser otros los factores que influyen para dar este resultado (Ver cuadro # 3). Si se determina de la misma manera con los puntos del grupo A (apéndices 2, 3 y 4) que aunque son más abiertos que el grupo control, los resultados son mayores pues reunen más condiciones para ser mayormente contaminados como: ser muy comerciales, muy transitados y muy concurridos por personas.

Los valores de la primera muestra de los grupos A y B son significativamente mayores que la segunda muestra según el análisis de Student "T" (se cumplieron todos los supuestos estadísticos para realizarlo (Ver cuadro # 1), lo que se podría atribuir al hecho de que la mayoría de empleados evaluados tienen que ponerse en contacto con el humo directamente para ir al trabajo en el lapso de tiempo en el que ocurre una de las dos más altas concentraciones de tráfico y por lo tanto mayor concentración de monóxido en el ambiente (ya

descripto en otros estudios), por lo que puede deducirse que esta muestra fue más sensible para evaluar el contacto con el gas ocurrido inmediatamente antes de tomarla. La mayoría de ellas se hicieron de 7 a 9 horas (Ver cuadro # 2). La toma de la segunda muestra se hizo en el otro lapso de tiempo de mayor concentración de automotores: de 17 a 19 horas (Ver cuadro # 2), pero los niveles fueron menores posiblemente a que en el lugar de trabajo la exposición fue menor por razones obvias (a la ventilación), lo que dió además la oportunidad de que una buena cantidad de gas inhalado por la mañana fuera depurado conforme la jornada de trabajo avanzaba.

La disminución no significativa de los valores de la segunda muestra en el grupo control se deben también posiblemente a las características propias de los lugares que como se dijo antes son más céntricos, más comerciales, etc.

Ambas hipótesis no se pudieron comprobar porque no se llenaron los criterios estadísticos para poder comparar los 3 grupos (sobre todo las desviaciones típicas diferentes) (Ver cuadro # 1).

En resumen los resultados son importantes y significativos, sin embargo es difícil tener un conocimiento exacto del comportamiento de la contaminación en cuestión de la ciudad de Guatemala, basado en datos tan escasos encontrados en un tiempo de medición tan reducido en cada lugar, a pesar de haber tratado de tener una muestra representativa. Por otro lado se encontró con el inconveniente de que en la mayoría de personas encuestadas hay desconocimiento del problema, y en

algunos casos hasta existió el temor, la desconfianza y el prejuicio para colaborar con el estudio.

Por lo anteriormente dicho y por nuestra salud y bienestar se hace necesario y recomendable iniciar campañas de publicidad para hacer ver el peligro del problema, agilizar y hacer cumplir las leyes emitidas a este respecto, crear y poner en marcha mecanismos técnicos como lo son la revisión periódica obligatoria de todos los motores de combustión interna; quitar los grandes quemaderos de basura, creación de más áreas verdes, fomentar la descentralización, el uso de otras fuentes de energía. Hacer monitoreos ambientales de gases, estudios de ventilación y medición de Cohb y otras pruebas funcionales y correlacionarlos entre sí; sobre todo en las áreas centricas.

El problema no es estático y va en aumento - día a día por el también aumento demográfico que trae consigo el aumento de vehículos, edificios y sus secuelas, lo que ha ocurrido en otros lugares en los que ha sido y está siendo difícil su solución, significando para ello hacer grandes gastos a nivel de estado, tener en la población gran morbilidad cardiovascular (55), más cáncer y frustración social; que en nuestro país desde ya se puede empezar a evitar sin tener que esperar resultados nefastos.

CONCLUSIONES

1. En los 3 grupos la media de las carboxihemoglobinas superan el límite aceptable de 1.5% para 8 horas de exposición al monóxido de carbono establecido por al Acta del Aire Limpio de los E.U. en 1971 y el nivel máximo (2.5%) encontrado en amas de casa de 2 comunidades rurales del país.
2. Veinticuatro casos en la primera muestra y diecisiete en la segunda sobrepasaron el 5% de cohb, nivel en el cual hay riesgo de desarrollar más rápidamente enfermedades cardiovasculares y neurológicas.
3. En los grupos A y B los valores de cohb disminuyeron significativamente en la segunda muestra debido posiblemente a la buena ventilación en los lugares (determinado por simple inspección visual).
4. Los niveles de COHB del grupo control son mayores que los del grupo B debido posiblemente a la mala ventilación que allí existe (determinado por simple inspección visual).
5. Los puntos del grupo A reunen más criterios para tener mayor contaminación como ser: muy comerciales, muy transitados y muy concurridos por personas (determinado por simple inspección visual).
6. La media de los valores de hemoglobina en las personas del grupo control es mayor que la -

de las personas de los grupos A y B posiblemente debido a que hay menor ventilación en los puntos de ese grupo.

7. En los grupos A y B los valores de COHB disminuyeron significativamente en la segunda muestra debido a que la primera fue más sensible para evaluar el contacto con el gas ocurrido inmediatamente antes de la toma, pues las personas tienen que ponerse en contacto con el humo del tráfico directamente para ir al trabajo.
8. Los valores de COHB de la segunda muestra de los grupos A y B fue menor posiblemente a que en el lugar de trabajo la exposición fue menor por la buena ventilación (determinado por simple inspección visual), lo que dió además la oportunidad de que una buena cantidad de gas inhalado por la mañana fuera depurado conforme la jornada de trabajo avanzaba.
9. Los valores de COHB de la segunda muestra de el grupo control no disminuyeron significativamente posiblemente debido también a la mala ventilación de los lugares (determinado por simple inspección visual).
10. No se pudieron comprobar ambas hipótesis debido a que no se llenaron los criterios estadísticos para poder comparar los 3 grupos.

RECOMENDACIONES

1. Iniciar campañas de publicidad para hacer -- ver a la población el peligro de la contaminación del aire por el monóxido de carbono y otros elementos.
2. Hacer cumplir las leyes emitidas para evitar la contaminación del aire.
3. Revisar periódicamente y de manera obligatoria todos los motores de combustión interna.
4. Crear más áreas verdes, quitar los grandes quemadores de basura, fomentar la descentralización y usar otras fuentes de energía diferentes a los hidrocarburos.
5. Poner en marcha monitoreos ambientales de gases, estudios de ventilación ambiental, medición de cohb y otras pruebas funcionales en la población, sobre todo en las áreas centrales y correlacionarlos entre sí.

RESUMEN

Se midió el nivel de Carboxihemoglobina en sangre en una muestra representativa de personas sanas no fumadoras que laboran en comercios que están a nivel de las vías más, media y menos transitadas por automotores (medidas) de la ciudad de Guatemala en lugares y fechas escogidas al azar con el fin de detectar la exposición al monóxido de carbono sufrida al iniciar y al finalizar una jornada de trabajo cualquiera. Encontrando los niveles más altos que el límite aceptable de 1.5% de cohb para ocho horas de exposición al gas establecido por el Acta del Aire Limpio de los E.U. en 1971, y el nivel máximo de 2.5% encontrado en 2 comunidades rurales del país (Joyabaj y San Agustín Acasaguastlán). Veinticuatro casos en la primera muestra y diecisiete en la segunda sobrepasaron el 5%, nivel en el cual se ha demostrado la probabilidad de desarrollar más rápidamente ateroesclerosis, problemas cardíacos y neurológicos.

Los niveles más altos se encontraron en el grupo de mayor tránsito, que junto con los niveles del grupo de medio o moderado tránsito disminuyeron significativamente en la segunda muestra, posiblemente debido a la buena ventilación de los lugares. Los niveles del grupo control fueron superiores a los del grupo medio posiblemente a la peor ventilación de esos puntos. En los 3 grupos la primera muestra fue mayor también porque fue más sensible para detectar el contacto con el monóxido más directo ocurrido inmediatamente antes de la toma, tenido por necesidad de transporte pa-

ra ir al lugar de trabajo.

En el grupo control no hubo disminución significativa posiblemente también debido a la mala ventilación de los lugares, reflejado además posiblemente por la media de las hemoglobinas que fue mayor que la de los otros grupos.

Los hallazgos fueron importantes y significativos, por lo que se hace necesario poner en marcha mecanismos técnicos, jurídicos, científicos y educativos para evitar que el problema llegue a niveles peligrosos.

APENDICE # 1

FICHA DE ENCUESTA DE LA EXPOSICION AL MONOXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA (POR CEDULA)

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Fecha de la encuesta: Grupo:

Lugar:

Por favor responda sí o no a las siguientes preguntas, si es la primera especifique el problema.

PADECE USTED DE: (diagnóstico dado por médico)

Anemia hemolítica:

Anemia severa:

Enfermedades pulmonares agudas y/o crónicas, o --
congénitas:

Ha tenido resección traumática o quirúrgica de -- pulmón:

Enfermedad cardiovascular congénita o adquirida:
Tiene tratamiento con fenobarbital:

- Otras enfermedades serias que haya tenido:

Fuma actualmente:

Si fumó pero ya no lo hace, que tiempo tiene de -
no fumar:

Esta usted expuesto a humos dentro de su casa continuamente:

De cigarrillo por la cocina o de otras clases

Trabaja o desempeña otra actividad en la que se -
exponga continuamente a humos:

Se ha expuesto hoy a humos continuamente aparte -
de su trabajo habitual:

De qué fuente:

Tabaco Carros Fábricas Otros

Quántas horas de trabajo tiene al día como promedio:

de qué horas a a las

Fecha de cohb: Valores antes (#1) Después (#2)

Hora de la toma: #1 #2

Valor de hemoglobina

APENDICE # 2

Datos generales de 14 trabajadores de comercios situados a nivel de las vías más tráfico automotor de la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

COHB % 1	COHB % 2	SEXO	EDAD	HORA DE TIEMPO *		FECHA	Hb* MEDIDO	DIRECCION	HORAS DE	
				COHB 1	COHB 2					
13.25	8.12	F	26 á	9:10'	18:30'	8:20'	8/11/83	14.83	Calzada San Juan Nva.	
									Montserrat zona 7	
5.1	2.98	F	34 á	9.20'	18.45'	9:25'	8/11/83	12.62	"	"
5.21	3.2	M	20 á	9:00'	17:45'	8:45'	27/10/83	19.72	Av. Bolívar, 23 y 24	
									Calles zona 1	
7.24	5.1	M	19 á	9:30'	18:30'	9:00'	27/10/83	15.97	"	"
7.1	7.72	M	24 á	9:20'	18:10'	8:50'	27/10/83	16.71	"	"
0.43	6.27	M	38 á	9:10'	18:00'	8:50'	27/10/83	14.94	"	"
10.83	11.51	F	22 á	8:10'	18:30'	10:20'	3/11/83	12.8	Av. Bolívar, 38 y 39	
									Calles, zona 3	
15.74	7.05	F	28 á	8:15'	18:25'	10:10'	3/11/83	12.7	"	"
11.46	9.06	M	27 á	8:45'	17:25'	8:40'	3/11/83	14.94	"	"
0.43	5.69	F	19 á	8:30'	18:20'	9:50'	3/11/83	12.84	"	"
9.82	10.96	F	66 á	8:40'	18:40'	10:00'	3/11/83	10.05	"	"
8.61	1.69	F	19 á	8:45'	17.35'	8:50'	27/10/83	16.82	6 Av. 20 y 21 calles	
									zona 1	
7.86	3.65	F	20 á	8:50'	17.45'	8:55'	27/10/83	17.04	"	"
11.26	7.77	F	21 á	8:35'	17.20'	8:45'	27/10/83	15.12	"	"

* En gramos *

Fuente: 43 fichas de encuesta de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

1.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
2.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
3.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
4.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
5.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
6.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
7.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
8.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
9.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
10.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
11.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
12.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
13.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
14.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
15.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
16.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
17.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
18.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
19.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
20.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
21.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
22.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
23.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
24.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
25.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
26.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
27.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
28.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
29.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
30.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
31.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
32.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
33.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
34.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
35.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
36.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
37.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
38.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
39.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
40.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
41.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
42.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
43.788	2.782	6	32.9	0.722	23.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722

COHB 1 COHB 2 SEXO EDAD HORA DE TIEMPO* FECHA Hb* DIRECCION
 1 2
 COHB 1 COHB 2 MEDIDO

A P E N D I C E # 3
 Datos generales de 14 trabajadores de comercios situados a nivel de las vías con moderado tráfico automotor de la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

COHB 1	COHB 2	SEXO	EDAD	HORA DE COHB 1	HORA DE COHB 2	HORAS DE TIEMPO*	FECHA	Hb*	DIRECCION
1	2								
0.43	1.82	F	23 á	9:45'	18:45'	9:00'	18/10/83	12.33	Calle Martí 11 y 12 av. zona 2
8.98	3.47	M	73 á	8:00'	18:05'	10:05'	18/10/83	15.57	" "
2.09	1.38	F	37 á	9:40'	18:35'	8:55'	18/10/83	11.92	" "
7.85	7.89	M	43 á	8:15'	17:40'	9.25'	2/11/83	13.95	12 av. 12 y 13 calles zona 1
4.71	7.38	M	58 á	8:00'	18:20'	10:20'	2/11/83	18.95	" "
5.5	4.53	M	25 á	8:20'	17:50'	9:30'	2/11/83	13.69	" "
0.44	1.81	M	26 á	8:15'	15:00'	6:45'	17/10/83	15.27	19 y 20 av. zona 6 Calzada José Milla
0.97	4.26	F	38 á	8:55'	19:10'	10.15'	17/10/83	13.51	" "
6.04	1.01	F	18 á	9:15'	17:00'	7:45'	17/10/83	14.35	" "
3.04	7.45	M	20 á	8:30'	18:00'	9:30'	17/10/83	17.77	" "
1.25	1.4	M	32 á	8:25'	17:55'	9:30'	17/10/83	15.2	" "
2.65	0.92	F	23 á	9:20'	18:20'	9:00'	18/10/83	11.3	Calle Martí 6 y 7 av. zona 2
3.79	0.44	F	22 á	7:40'	19:30'	11.50'	17/10/83	13.03	Calzada José Milla 15 y 16 av. zona 6
5.81	0.44	F	27 á	7:35'	19:25'	11.50'	17/10/83	11.85	" "

* En gramos %

Fuente: 43 fichas de encuesta de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

APPENDIX # 4

Datos generales de 15 trabajadores de comercios situados a nivel de las vías con menor tráfico automotor de la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

COHB % 1	COHB % 2	SEXO	EDAD	HORA DE COHB 1	HORA DE COHB 2	TIEMPO* MEDIDO	HORAS DE		FECHA	Hb* 14.2	DIRECCION
							COHB 1	COHB 2			
10.67	0.32	F	19 á	8:05'	18:30'	10:25	25/10/83	14.2	17 calle 5 y 6 av. zona 1	"	"
0.43	0.74	F	35 á	9:40'	17:00'	7:20'	25/10/83	19.7	"	"	"
1.13	3.8	F	20 á	8:30'	17:45'	9:15'	"	18.77	"	"	"
3.88	9.79	F	18 á	9:25'	17:10'	7.45'	"	19.7	"	"	"
0.89	0.76	F	17 á	8:35'	17:25'	8:50'	"	18.77	"	"	"
3.08	10.31	F	24 á	8:50'	17:30'	8:40'	"	16.41	"	"	"
5.19	1.09	F	20 á	8:45'	17:40'	8:55'	"	19.5	"	"	"
0.76	8.85	F	19 á	9:05'	17:45'	8:40'	2/11/83	16.71	7 calle, 10 y 11 av. zona 1	"	"
2.89	3.05	F	38 á	9:10'	17:30'	8:20'	"	13.84	"	"	"
6.13	8.6	F	25 á	9:20'	17:25'	8:05'	"	17.77	"	"	"
4.14	1.26	M	73 á	8:50'	17:30'	8:40'	"	15.53	"	"	"
10.44	2.77	F	24 á	8:25'	17:50'	9:25'	26/10/83	13.84	13 calle 5 y 6 av. zona 1	"	"
5.67	1.93	M	18 á	8:30'	18:00'	9:30'	"	16.34	"	"	"
6.15	4.26	F	34 á	10:00'	18:30'	8:30'	"	13.58	18 calle 3 y 4 av. zona 1	"	"
6.4	0.83	M	21 á	9:00'	17:10'	8:10'	"	16.52	10 calle 6 y 6 av. "A" zona 1	"	"

* En gramos %

Fuente: 43 fichas de encuesta de la exposición al monóxido de carbono en la ciudad de Guatemala en Octubre y Noviembre de 1983.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Amenta, J.S. The spectrophotometric determination of carbon monoxide in blood. In: Seligson, A. Standard methods of clinical chemistry. New York, Academic Press, 1963. v.4 (pp.31-38)
2. Aronow, W.S. Effect of non-nicotine cigarettes and carbon monoxide on angina. Circulation 1980, Feb; 61(2):262-5
3. Astrup, P. et al. Model studies linking carbon monoxide and/or nicotine to arteriosclerosis and cardiovascular disease. Prev Med 1979, May; 8(3):295-302
4. Astrup, P. et al. Introduction and general description of the study and of the procedures for prolonged exposure to carbon monoxide and hypoxia. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):5-8
5. Bader, M. Air quality standards. JAMA 1980, Mar 14; 243(10): 1037
6. Ball, K. Carbon monoxide yield of cigarettes. Br Med J 1979, Sept 22; 2(6192):731
7. Bonde, F. et al. Capillary filtration rate on the human calf during exposure to carbon monoxide and Hypoxia. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):49-54
8. Bouhuys, A. et al. Do present levels of air pollution outdoors affect respiratory health? Nature 1978, Nov 30; 276(5688): 466-71
9. Clinical laboratory; medico-chemical investigation methods. 11.ed. Darmstadt, E. Merck, 1970. 644p. (pp.117-119)
10. Coburn, R.F. Mechanisms of carbon monoxide toxicity. Prev Med 1979, May 8(3):310-22
11. Coburn, R.F. Endogenous carbon monoxide production and body co stores. Acta Med Scand 1967, Mar 11; 182(suppl 472): 269-82
12. Coburn, R.F. et al. Considerations of the physiological variables that determine the blood carboxyhemoglobin concentration in man. J Clin Invest 1965, Nov; 44(11):1899-1910
13. Dary, O. et al. Carbon monoxide contamination in dwellings in poor rural areas of Guatemala. Bull Environ Contam Toxicol 1981, Jan; 26(1):24-30

BAJO NIVEL DE CARBONO

14. Eisenbud, M. et al. General discussion: session II. Carbon monoxide. Bull N Y Acad Med 1980, Nov-Dec; 56(9):829-34
15. Ebert, R.V. Cessation of cigarette smoking and pulmonary disease. JAMA 1978, Nov 10; 240(20):2159-61
16. Fisher, J. et al. Occult carbon monoxide poisoning. Arch Intern Med 1982, Jul; 142(7):1270-1
17. Friedman, P.A. Common poisons. In: Isselbacher, K. et al. Harrison's principles of internal medicine. 9.ed. New York, Mc Graw Hill, 1979. pp.953-65
18. Goldman, R.H. et al. The occupational and environmental health history. JAMA 1981, Dec 18; 246(24):2831-6
19. Goldsmith, J.R. Especial issue on particulate air pollution. Am J Epidemiol 1981, Jul; 114(1):155-61
20. Guatemala. Municipalidad. Boletín de Tránsito; plan maestro del transporte. Dirección de Planificación, 1982. 97p.
21. Haag, W.M. Methods to reduce carbon monoxide levels at workplace. Prev Med 1979, May; 8 (3):369-78
22. Harper, H.A. Manual de química fisiológica. 5.ed. México, El Manual Moderno, 1976. 653p. (pp.247-49)
23. Hoffman, D. et al. Formation and analysis of carbon monoxide in cigarette mainstream and sidestream smoke. Prev Med 1979, May; 8 (3):344-50
24. Jabara, J.W. et al. Carbon monoxide: dosimetry in occupational exposures in Denver, Colorado. Arch Environ Health 1980, Jul-Aug; 35(4):198-204
25. Jones, H.A. et al. Rate of uptake of carbon monoxide at different inspired concentrations in humans. J Appl Physiol 1982, Jan; 52(1):109-13
26. Jones, R.M. et al. Carboxyhemoglobin in nonsmokers. A Mathematical model. Arch Environ Health 1975, Apr; 30(4):184-9
27. Karnik, A.S. et al. Carbon monoxide kinetics following simulated cigarette smoking. Arch Environ Health 1980, May-Jun; 35(3):146-7
28. Kjeldsen, K. et al. Influence of prolonged carbon monoxide exposure and altitude hypoxia on serum lipids in man. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):16-19

29. Kjeldsen, K. et al. Influence of prolonged carbon monoxide exposure and high altitude on the composition of blood and urine in man. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):20-5
30. Klausen, K. et al. Circulation, metabolism, and ventilation during prolonged exposure to carbon monoxide and to high altitude. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):26-38
31. Kurt, T.L. et al. Ambient carbon monoxide levels and acute cardiorespiratory complaints: an exploratory study. Am J Public Health 1979, Apr; 69(4):360-3
32. Luria, S.M. et al. Effects of low levels of carbon monoxide on visions of smokers and nonsmokers. Arch Environ Health 1979, Jan-Feb; 34(1):38-44
33. McCammon, C.S. et al. Carbon monoxide exposure from aircraft fueling vehicles. Arch Environ Health 1981, May-Jun; 36(3):136-8
34. Michael, L.W. Compliance with the carbon monoxide standard in the workplace. Prev Med 1979, May; 8(3):289-94
35. Morandi, M. et al. Carbon monoxide exposure in New York city: a historical overview. Bull N Y Acad Med 1980, Nov-Dec; 56(9):817-28
36. Malhusen, R.C. et al. Oxygen affinity and acid balance status of human blood during exposure to hypoxia and carbon monoxide. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):9-15
37. Pauli, H. et al. Renal function during prolonged exposure to hypoxia and carbon monoxide. Glomerular filtration and plasma flow. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):55-60
38. Pauli, H. et al. Renal function during prolonged exposure to hypoxia and carbon monoxide. Electrolyte handling. Scand J Clin Lab Invest 1968, Feb; 22(suppl 103):61-7
39. Roberts, R.M. Carbon monoxide poisoning and fire associated deaths. Lancet 1981, Oct 10; 2(8250):816
40. Said, S.F. Environmental injury of the lung; role of humoral mediators. Fed Proc 1978, Dec; 37(14):2504-7
41. Saloojee, Y. et al. Nicotine, carbon monoxide, and heart disease. Lancet 1981, Nov 7; 2(8254):1044-5
42. Saravia, P. Investigación de la contaminación del aire en el área central de la ciudad de Guatemala. Guatemala Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, 1983. 52p.

43. Sigaard-Anderson, J. *et al.* Plasma volume and vascular permeability during hypoxia and carbon monoxide exposure. *Scand J Clin Lab Invest* 1968, Feb; 22(suppl 103):39-48
44. Soto, G. *et al.* Niveles de carboxihemoglobina en la población de Puebla y sus implicaciones. *Salud Publica Mex* 1981, Jul-Ago; 23(4):399-403
45. Spiegel, M.R. *Teoría y problemas de estadística*. México, Mc Graw Hill, 1970. 357p. (pp.1-88, 141-155, 167-216, 241-288)
46. Stern, A.C. *Air pollution*. 2.ed. New York, Academic Press, 1968. v.II (pp.187-233, 275-318, 351-398)
47. Stern, R.D. *et al.* Exposure of motor vehicle examiners to carbon monoxide: a historical prospective mortality study *Arch Environ Health* 1981, Mar-Apr; 36(2):59-65
48. Stewart, R.D. *et al.* Carboxyhemoglobin levels in american blood donors. *JAMA* 1974, Aug 26; 229(9):1187-95
49. Stupfeld, M. *et al.* Animal models and acute and long term carbon monoxide intoxication. *Prev Med* 1979, May; 8(3): 333-43
50. Sybert, A. *et al.* Concentration dependent changes in pulmonary diffusing capacity in humans. *J Appl Physiol* 1982, Jul-Dec; 53(2):505-9
51. Tabarini, A. *Proyecto de contaminación atmosférica; investigación del monóxido de carbono en las zonas de mayor tráfico del área urbana de la ciudad de Guatemala*. Guatemala, Escuela Regional de Ingenieria Sanitaria, 1974. 10p.
52. Terrill, J.B. *et al.* Toxic gases from fires. *Sciences* 1978, Jun 23; 200(4328):1343-47
53. Thomas, M.F. *et al.* Hematologic responses to carbon monoxide and altitude. A comparative study. *J Appl Physiol* 1977, Aug; 43(2):365-9
54. Torres, Juan. *Consideraciones sobre el estudio de la contaminación del aire*. Tesis(ingeniero civil)-Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería. Guatemala, 1966. 114p. (pp.1-24)
55. Turino, G.M. Effect of carbon monoxide on the cardiorespiratory system. Carbon monoxide toxicity: physiology and biochemistry. *Circulation* 1981, Jan; 63(1):253A-259A

56. Winkelstein, W. et al. Health effects of particulate pollution: reappraising the evidence. Am J Epidemiol 1982, Mar; 115(3):471-5
57. Winter, P.M. et al. Carbon monoxide poisoning. JAMA 1976, Sept 27; 236(13):1502-4
58. Wolman, A. Salud y medio ambiente. Bol Of Sanit Panam 1980, Oct; 89(4):283-95
59. Zenz, C. The epidemiology of carbon monoxide in cardiovascular disease in industrial environments: a review. Prev Med 1979, May; 8(3):279-88
60. Zimmerman, S.S. et al. Carbon monoxide poisoning. Pediatrics 1981, Aug; 68(2):215-24

yo lo
Eduquado

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
OPCA — UNIDAD DE INVESTIGACION

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LAS CIENCIAS
DE LA SALUD
(C I C S)

INFORME:

Dr. Carlos Alberto Aragón Díaz
ASESOR.

Dr. CARLOS A. ARAGON DIAZ
MEDICO Y CHIRUJANO
COLEGIADO No. 1009

SATISFECHO:

Dr. Oscar Arnulfo Sacahui Pérez
REVISOR,

Dr. OSCAR ARNULFO SACAHUI PEREZ
MEDICO Y CHIRUJANO
COLEGIADO N. 2269

PROBADO:



IMPRIMASE:

Dr. Mario René Moreno Cambara
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS.
U S A C .

Guatemala, 30 de marzo de 1984

Los conceptos expresados en este trabajo
son responsabilidad únicamente del Autor.
(Reglamento de Tesis, Artículo 2.).