

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**Determinación de niveles de contaminación por
monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a
base de leña de la Ciudad de Guatemala**

María Aurora Ruiz Álvarez

Química Farmacéutica

Guatemala, Septiembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**Determinación de niveles de contaminación por
monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a
base de leña de la Ciudad de Guatemala**

Informe de Tesis

Presentado por
María Aurora Ruiz Álvarez

Para optar al título de
Química Farmacéutica

Guatemala, Septiembre de 2011

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cóbar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. José Roy Morales Coronado	Vocal IV
Br. Cecilia Liska de León	Vocal V

DEDICATORIA

A DIOS: Por amarme y permitirme culminar esta meta.

A LA SANTÍSIMA VIRGEN DE FÁTIMA: Por ser el ejemplo de mujer a seguir en mi vida y en quien siempre me he apoyado en los momentos más difíciles.

A MIS PADRES: Lic. Luis Alberto Ruiz Rodas e Irma Elizabeth Álvarez Padilla, de quienes es este logro debido a su gran amor, sacrificio y paciencia.

A MIS HERMANAS: Dra. Telma Beatriz, Mónica Elizabeth y Mildred Aida, por creer en mí y apoyarme.

A MI SOBRINITA: Fátima Beatriz, por ser la alegría de mi vida.

A MIS PADRINOS: Thelma Beatriz Ruiz Rodas y Fidel Salvador Girón Girón, por el cariño y apoyo brindado a lo largo de mi vida.

A MI FAMILIA EN GENERAL: Con mucho cariño.

A MIS AMIGOS: Por todos los momentos compartidos que son y serán inolvidables.

Y A QUIENES SIN HACER MENCIÓN SABEN DE MI GRATITUD Y RESPETO.

AGRADECIMIENTOS

A MSc. Carolina Guzmán por su paciencia, tiempo y orientación para la realización de esta investigación.

A MSc. Magda de Baldetti por su colaboración y apoyo brindado para la realización de esta investigación.

Al Centro de Información y Asesoría Toxicológica -CIAT- .

A los Departamentos de Análisis Aplicado y Química Medicinal por su colaboración al brindar sus instalaciones para la ejecución de la parte experimental de esta tesis.

A mi amiga Química Bióloga Lucy Gómez, por su ayuda incondicional.

Al Laboratorio de Producción de Medicamentos -LAPROMED- , lugar donde pasé seis meses inolvidables; en especial a la Licda. Claudia Villeda, por sus enseñanzas, paciencia y consejos.

ÍNDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES	4
3.1 Generalidades monóxido de carbono	4
3.2 Consecuencias en el ambiente y a la salud	4
3.3 Fuentes de intoxicación	5
3.4 Intoxicación por monóxido de carbono	7
3.5 Estudios realizados en Guatemala	17
3.6 Estudios realizados a nivel mundial	19
4. JUSTIFICACIÓN	21
5. OBJETIVOS	22
5.1 Objetivo general	22
5.2 Objetivos específicos	22
6. HIPÓTESIS	23
7. MATERIALES Y MÉTODOS	24
7.1 Universo y muestra	24
7.1.1 Universo	24
7.1.2 Muestra	24
7.2 Recursos humanos	24
7.3 Recursos materiales	24
7.3.1 Equipo	24
7.3.2 Cristalería	24
7.3.3 Equipo para extracción de sangre	25
7.3.4 Reactivos	25
7.4 Métodos	26
7.4.1 Selección de personas	26

7.4.2 Toma y recolección de muestra	26
7.4.3 Análisis de muestra	26
7.5 Diseño de la investigación	27
7.6 Análisis estadístico de los resultados	28
8. RESULTADOS	29
9. DISCUSIÓN	39
10. CONCLUSIONES	45
11. RECOMENDACIONES	46
12. REFERENCIAS	47
13. ANEXOS	52
ANEXO No. 1	52
ANEXO No. 2	54
ANEXO No. 3	60
ANEXO No. 4	61

1. RESUMEN

El propósito del presente trabajo de investigación fue determinar si existe riesgo para las trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala al exponerse a concentraciones de monóxido de carbono (CO), perjudiciales para la salud.

Para desarrollar el mismo, se procedió a realizar una búsqueda de las tortillerías a base de leña por toda la Ciudad de Guatemala, ubicando 10 en las zonas 1, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 13,19 y 21. Se colectaron muestras de sangre de las trabajadoras que están expuestas a CO al menos 4 horas diarias para medir el porcentaje de saturación de carboxihemoglobina (COHb).

Las 20 personas que participaron en el estudio firmaron un consentimiento y completaron una encuesta para determinar las condiciones para participar.

El método de detección de COHb se realizó por espectrofotometría UV-VIS, leyendo las absorbancias de las muestras de sangre a 538 nm, máxima absorbancia de carboxihemoglobina, y 578 nm, punto isobéptico de la carboxihemoglobina y hemoglobina.

Los resultados demostraron que las trabajadoras de las 10 tortillerías a base de leña tienen un porcentaje promedio de saturación de COHb de 20.06%, valor superior a los valores normales en personas no fumadoras: 1-2%.

Se puede concluir que las trabajadoras de las tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala presentan concentraciones de CO que constituyen un riesgo para su salud.

2. INTRODUCCIÓN

La contaminación por monóxido de carbono (CO), en ambientes cerrados puede ser un factor de riesgo importante para la salud humana.

Muchas personas mueren cada año como consecuencia de una intoxicación aguda por CO. La mayoría de estos casos está relacionado con el uso de braseros ubicados en ambientes carentes de la ventilación adecuada. (Saracco, 2002).

Según un estudio del Instituto Nacional de Bosques (INAB), el 65.8 por ciento de guatemaltecos utiliza leña como fuente de energía. Por otro lado, debido a las tendencias culturales y económicas de la población guatemalteca, se consume como sustento alimenticio diario las tortillas de masa de maíz, las que en muchos lugares, incluyendo la Ciudad de Guatemala, se cocinan a base de leña; la cual se quema en braseros abiertos. En estos dispositivos, la combustión se da de manera incompleta, lo que provoca emisiones de partículas y gases contaminantes, que a su vez provocan serios problemas de salud.

Las concentraciones de partículas y de gases contaminantes al interior de las tortillerías que utilizan leña como combustible son superiores a las provocadas por industrias y vehículos en las grandes ciudades, y es debido a que la mayoría de ellas se encuentran en condiciones habitacionales deficientes en muchos aspectos, uno de ellos es el de la ventilación; ya que carecen de ventanas, puertas y chimeneas adecuadas para la eliminación rápida de dicho gas, permitiendo con ello que las concentraciones internas de CO se eleven a niveles potencialmente dañinos para la salud, que van desde alteraciones del comportamiento y agudeza visual hasta trastornos patológicos en el sistema nervioso central, sistema cardiovascular, sistema pulmonar y tejido embrional. (Casarett, 2001).

La mayoría de las intoxicaciones ocurren debido a que el CO es un gas sin olor, sin color, sin sabor y no irritante que se forma principalmente a partir de la combustión de los hidrocarburos. (Vargas, 2006).

Este tipo de intoxicación es un problema frecuente, muchas veces no diagnosticado durante la atención de urgencia. Uno de los biomarcadores usados para evaluar de manera indirecta la exposición a CO es la carboxihemoglobina (COHb) que refleja la unión del CO a una porción de la hemoglobina. Una concentración de COHb menor a 2.5% es considerada aceptable desde el punto de vista clínico-toxicológico. Los niveles más bajos de COHb, a los que los efectos adversos son observables, van desde 2.9 a 3%. (Díaz, 2003).

En las tortillerías se encuentran personas que laboran jornadas de más de ocho horas diarias; son ellas las que se encuentran expuestas porque no reciben ninguna protección o recomendaciones necesarias para evitar o disminuir el riesgo de contaminación. Estas personas pueden llegar a manifestar ciertos síntomas asociados directamente, pero debido a la falta de información acerca del monóxido de carbono, pasan desapercibidos.

Con el presente trabajo de investigación, se determinaron los niveles de contaminación causados por el CO en las tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala, a través de un análisis de la concentración de carboxihemoglobina en sangre de las personas que laboran en estos sitios en jornadas de al menos 4 horas.

3. ANTECEDENTES

Toxicología de monóxido de carbono

3.1 Generalidades:

El monóxido de carbono (CO) es un gas inodoro, incoloro e insípido, ligeramente menos denso que el aire, constituido por un átomo de carbono y uno de oxígeno en su estructura molecular. Es producto de la combustión incompleta de material que contiene carbono de algunos procesos industriales y biológicos. Un proceso de combustión que produce CO en lugar de dióxido de carbono (CO₂), resulta cuando la cantidad de oxígeno requerida es insuficiente, depende de la temperatura de flama, tiempo de residencia en la cámara de combustión y turbulencia en la misma. (Brown, 2000).

La permanencia media de las moléculas de CO en la atmósfera, es de un mes aproximadamente, antes de oxidarse y convertirse en CO₂.

3.2 Consecuencias en el ambiente y a la salud:

La concentración de CO en el aire, representa aproximadamente el 75% de los contaminantes emitidos a la atmósfera; sin embargo, es una molécula estable que no afecta directamente a la vegetación o los materiales. Su importancia radica en los daños que puede causar a la salud humana al permanecer expuestos por períodos prolongados a concentraciones elevadas de éste contaminante.

El CO tiene la capacidad de unirse fuertemente a la hemoglobina, la proteína de los glóbulos rojos que contiene hierro y la cual se encarga de transportar el oxígeno a las células y tejidos a través de la sangre.

Al combinarse el CO con la hemoglobina, forma COHb, lo cual indica una reducción significativa en la oxigenación del organismo (hipoxia), debido a que el CO tiene una afinidad de combinación 200 veces mayor que el oxígeno.

La hipoxia causada por CO puede afectar el funcionamiento del corazón, cerebro, plaquetas y endotelio de los vasos sanguíneos. Su peligro es mayor en aquellas personas que padecen enfermedades cardiovasculares, angina de pecho o enfermedad vascular periférica. Se le ha asociado con la disminución de la percepción visual, capacidad de trabajo, destreza manual y habilidad de aprendizaje. Probablemente su efecto crónico se vincula con efectos óticos, así como aterogénicos. (Harris, 2008).

3.3 Fuentes de intoxicación:

El cuerpo humano produce de forma continua pequeñas cantidades de CO, como uno de los productos finales del catabolismo de la hemoglobina y otros grupos hemo. De esta manera es normal que en un individuo sano exista una saturación de carboxihemoglobina del 0.4-0.7%, o que en situación de anemia hemolítica aumente la producción endógena de CO, llegando a una saturación de carboxihemoglobina del 4-6%. Sin embargo, es raro que esta producción endógena pueda provocar síntomas de intoxicación en un sujeto normal. (Harris, 2008).

De forma exógena el CO se produce por la combustión de materiales con carbono en ambientes pobres en oxígeno: (Krenzelok, 1998)

- A nivel doméstico la producción de CO se origina en los artefactos que queman gas, carbón, leña, kerosén, alcohol, o cualquier otro combustible. El gas natural no contiene CO en su composición, pero su combustión incompleta es capaz de generarlo.

- Maquinaria de combustión interna. La fuente principal son los motores de automóviles, lo que provoca contaminación ambiental. Los motores de automóviles pueden ser la causa de intoxicación letal dentro de un garaje público o de una vivienda, o aún para los que viajan dentro, si los conductos de escape de gases son defectuosos.
- La industria contribuye con el 20% de la producción total de CO. Los trabajadores más expuestos son los de la industria del metal, mineros, mecánicos, almacenes de carga y descarga por la maquinaria de traslado.
- El fuego continúa siendo la causa más frecuente de muerte por intoxicación por CO. Durante un incendio gran cantidad de sustancias tóxicas se producen por la combustión de los materiales de construcción, por ello las causas de morbi-mortalidad en este caso se ven incrementadas, sin olvidar que, además, se produce una falta de oxígeno por el consumo de este para la combustión
- El tabaco es una fuente muchas veces olvidada, cuyo humo contiene aproximadamente 400 ppm de CO. Esto provoca que una persona que fuma aproximadamente un paquete diario alcance unos niveles de carboxihemoglobina de 6-8%. Lo mismo ocurre en fumadores pasivos cuando viven en ambientes con elevado consumo de tabaco.
- Una fuente no muy frecuente son los aerosoles domésticos e industriales y quitamanchas que contienen cloruro de metileno, sustancia disolvente que es metabolizada, tras ser inhalada, de forma lenta hacia CO por lo que la sintomatología de la intoxicación puede aparecer de forma retardada y, además, los niveles de COHb se mantienen durante más tiempo ya que la vida media de CO producido en el organismo es mayor que la del inhalado. La exposición prolongada al cloruro de metileno (mayor de 8 horas) ha producido niveles superiores al 8% de CO.

3.4 Intoxicación por monóxido de carbono:

La toxicidad es consecuencia de hipoxia celular e isquemia, por lo que no importa el peso corporal de la persona que esté expuesta, y tampoco el número de personas presentes, sino que cada uno de ellos está igualmente expuesto al riesgo.

La gravedad de la intoxicación parece más relacionada con la unión del CO con citocromos, lo que explicaría los síntomas que se presentan cuando los niveles de carboxihemoglobina se consideran no tóxicos.

3.4.1 Fisiopatología:

La hipoxia tisular y el daño celular directo del CO son los principales mecanismos fisiopatológicos de la intoxicación: (Ferri, 2006)

Formación de carboxihemoglobina: El CO se absorbe fácilmente por los pulmones, pasa a la circulación y se une a la hemoglobina, con una afinidad 200 veces mayor que la del oxígeno, formando carboxihemoglobina. La carboxihemoglobina es una molécula incapaz de oxigenar los tejidos.

Unión a otras proteínas: El CO se une también a la mioglobina muscular y a la mioglobina cardíaca alterando la función muscular. La disfunción del miocardio hipóxico ocasiona mala perfusión.

Daño celular directo: La unión del CO a la citocromo c oxidasa impide la respiración celular y la síntesis de ATP favoreciendo el metabolismo anaerobio, la acidosis láctica y la muerte celular. Además, la exposición al CO causa la degradación de ácidos grasos insaturados (peroxidación lipídica) provocando la desmielinización reversible del sistema nervioso central y favorece la adhesión leucocitaria en la microvasculatura sanguínea. El daño oxidativo celular ocasionado por la hipoxia continúa durante la reoxigenación, produciéndose una

lesión de reperfusión típica. El estrés oxidativo es consecuencia también de la liberación de óxido nítrico por las plaquetas y el endotelio.

En intoxicaciones leves o moderadas los síntomas son muy inespecíficos y tan solo la sospecha clínica o el contexto en el que se encuentra el enfermo (incendio, en invierno en casas con estufas a gas, calefón), van a hacer buscar la intoxicación por CO. Habitualmente suele confundirse con una intoxicación alimentaria, delirium tremens, intoxicación aguda por etanol, migraña (Curci, 2001)

3.4.2 Sintomatología:

3.4.2.1 Síntomas según tipo de intoxicación:

Intoxicación sobreaguda: Coma, convulsiones y muerte.

Intoxicación aguda: En el cuadro lento se pueden observar tres periodos:

- a. Precomatoso: Hay cefalea, calor, náuseas, malestar general, vómitos, dejadez y astenia. Son características de este periodo la parálisis de los miembros inferiores, somnolencia, alucinaciones y la insensibilidad.
- b. Comatoso: El paciente tiene la conciencia abolida, reflejos ausentes, respiración y pulso débil. También puede presentar convulsiones, pero son raras y acompañadas a veces de midriasis. En la piel se observan manchas rosadas diseminadas que pueden durar de dos a ocho días. Alteraciones en el electrocardiograma y en el electroencefalograma. Dura de 2 a 3 días y si el sujeto sobrevive, el pronóstico es grave cuando se presenta coma hipertérmico.
- c. Postcomatoso: Si sobrevive el paciente hay recuperación lenta, que dura varios días; presenta cefalea, confusión mental, amnesia, anorexia y glucosuria transitoria. Este periodo dura poco tiempo, dejando paso a las

secuelas como lo es edema rojo y duro de la piel, neumonía, alteraciones nerviosas, parálisis, neuritis y delirios.

Intoxicación crónica: El síndrome crónico resulta de la inhalación durante periodos de tiempo prolongados de dosis reducida de CO. Tiene siempre carácter profesional, si se exceptúa las pequeñas cantidades de gas que inhala el fumador. Se caracteriza por la siguiente tríada sintomática: cefalea, vértigos y astenia, a la que se le añaden a menudo manifestaciones dispépticas y poliglobulia.

La máxima concentración tolerable en los ambientes de trabajo es de 50 ppm (50 cm³ de gas en 1 m³ de aire).

En las intoxicaciones crónicas se encuentran en la sangre valores de CO superiores a 0.5 cm³ que es el límite máximo normal, generalmente las cifras son sensiblemente más altas, lo que las diferencia de gases de escape de motores, en los que se suelen encontrar cifras solo ligeramente por encima de los valores normales. (Curci, 2001).

Tabla No. 1 Correlación de los síntomas clínicos con los niveles de carboxihemoglobina (COHb).

Niveles de COHb (%)	Síntomas
1-2	Normal
5-10	Fumadores
10-20	Síntomas que parecen gripales (víricos)
20-30	Cefalea, disnea y falta de oxígeno en músculo cardíaco
30-40	Cansancio, dolor de cabeza severo, náusea, vómitos, alteraciones de la visión, debilidad, confusión mental
40-50	Confusión, pérdida de conciencia, taquicardia, taquipnea
50-60	Coma, colapso cardiovascular, convulsiones
>60	Rápidamente fatal

Fuente: (González, 1989)

Tabla No.2 Efectos para la salud humana asociados a bajos niveles de exposición de monóxido de carbono.

Concentración de carboxihemoglobina (%)	Efectos
2.3-4.3	Disminución estadísticamente significativa (3-7%), en relación entre el tiempo de trabajo y el agotamiento en hombres sanos bajo ejercicio.
2.9-4.5	Disminución estadísticamente significativa de la capacidad de ejercicio físico (reducción de la duración del ejercicio antes de la presencia de dolor), en pacientes con angina de pecho y de aumento de la duración de los ataques de angina.
5.0-5.5	Disminución estadísticamente significativa del consumo máximo de oxígeno y del tiempo de ejercicio en adultos jóvenes sanos durante ejercicio extenuante.
Mayor a 5.0	Decremento no estadísticamente significativo en el estado de vigilancia después de la exposición a monóxido de carbono.
5.0-7.6	Alteración estadísticamente significativa de las tareas de vigilia en individuos experimentales sanos.
5.0-17.0	Disminución estadísticamente significativa de la percepción visual, destreza manual, habilidad para aprender, o funcionamiento en tareas sensomotoras complejas (ejemplo: conducir automóvil)
7.0-20.0	Decremento estadísticamente significativo en el consumo máximo de oxígeno durante el ejercicio extenuante en hombres sanos.

Fuente: (González, 2002)

3.4.2.2 Cambios clínicos por sistema:

Sistema nervioso central: En cuadros leves, cefalea pulsátil secundaria a vasodilatación refleja a la hipoxia tisular, fotofobia, vértigo, náuseas, emesis e irritabilidad. Luego pueden aparecer alteraciones cognoscitivas, ataxia, convulsiones y disminución del nivel de conciencia, directamente relacionados con la hipoperfusión y no tanto con los niveles de COHb.

En intoxicaciones graves (COHb mayor de 50%), aparecen alteraciones a nivel de conciencia que pueden acompañarse de convulsiones tonicoclónicas generalizadas, reflejos osteotendinosos aumentados y rigidez muscular generalizada. En la tomografía axial computarizada (TAC), suele verse edema

cerebral difuso como hallazgo temprano; en estudios posteriores pueden aparecer lesiones de isquemia cerebral localizadas preferentemente en zonas de menor aporte sanguíneo, como el hipocampo y el globo pálido. Si el paciente no fallece, se recuperará sea tratado o no, pudiendo sufrir un nuevo deterioro tras un intervalo lúcido que oscila entre varios días y semanas sobre todo entre 1 y 21 días. Es lo que se conoce como “síndrome diferido”, que se caracteriza por todo un abanico de alteraciones neurológicas, cognitivas y psiquiátricas más o menos graves, como irritabilidad, cambios del comportamiento, alteraciones de memoria, alteraciones de la marcha, neuropatías, alucinaciones, afasia. No se han encontrado indicadores clínicos sobre el riesgo de aparición de dicho síndrome, por lo que hoy se recomienda por todos los autores la realización de estudios neuropsiquiátricos, sobre todo con pruebas psicométricas tras el tratamiento, y pasadas unas 3 semanas de la intoxicación. (Oliveira, 2007).

Sistema cardiovascular: Por efecto directo sobre el miocardio puede producir síncope, arritmias, que son la causa frecuente de muerte en estos casos. Además la hipoxemia puede producir angina o infarto. Los signos clínicos frecuentes son hipotensión, taquicardia y depresión de la función miocárdica. (Satran, 2005).

Pulmones: Los hallazgos son respiración superficial, taquipnea y disnea, aunque en la mayoría de las veces el examen físico es normal. En casos de inhalación de otros tóxicos puede asociarse a dificultad respiratoria severa. En pacientes con enfermedad pulmonar previa pueden empeorarla y provocar disnea.

Sistema renal: Lo frecuente es lesión por rhabdmiolisis y mioglobinuria, además el CO puede producir, por acción directa, necrosis tubular y falla renal.

Piel: El cambio de coloración de la piel a “rojo cereza”, pocas veces se ve y ha sido reportado en niveles de COHb mayores a 40%.

Ocular: Puede tener efectos visuales, ceguera, papiledema, hemorragias retinianas y arterialización de las venas al fondo de ojo.

3.4.2.3 Presentación clínica en niños:

La presentación puede ser inespecífica, como náusea, vómitos, y puede ser fácilmente confundida con enfermedad viral. Se ha visto un incremento en la presencia de síncope y letargo en comparación con los adultos con la misma intoxicación.

3.4.2.4 Presentación clínica en mujeres embarazadas:

Debido a que el paso del CO por la placenta sigue un mecanismo de difusión simple, y la fijación del CO a la hemoglobina fetal es mayor, puede tener consecuencias más nocivas para el feto incluso con niveles de 10%, que en pacientes adultos no tendrían consecuencias. Los picos de CO en la mujer embarazada son más rápidos y la eliminación más lenta; los efectos adversos suelen ser: mortinatos, bajo peso, malformaciones anatómicas, alteraciones neurológicas, se ha demostrado daño fetal en autopsias principalmente en ganglios basales y globo pálido. En exposiciones tempranas las malformaciones son de predominio anatómicas, pero en cualquier momento del embarazo se presentan disturbios funcionales y pobre desarrollo neurológico. (Marruecos, 2000).

3.4.3 Diagnóstico:

3.4.3.1 Pruebas de laboratorio:

Los gases arteriales, el ácido láctico y los niveles de COHb son las pruebas que mejor calibran la gravedad de la intoxicación inicialmente.

Determinación de carboxihemoglobina (COHb): La concentración de COHb se puede medir en sangre venosa mediante cooximetría. Los niveles normales de COHb sanguínea no superan el 1-2%. Se considera el diagnóstico de intoxicación a partir del 5%. (Harris, 2008).

Gasometría arterial: Se debe tener en cuenta que en estos pacientes la presión de oxígeno (PO_2), puede ser normal en presencia de niveles altos de COHb. En consecuencia, la saturación de oxígeno estará falsamente elevada si el aparato utilizado la calcula a partir de la PO_2 . El cooxímetro es el método adecuado para conocer la saturación real de la hemoglobina ya que la mide directamente. Si la PO_2 es baja la intoxicación es grave.

Ácido láctico: La acidosis láctica secundaria al metabolismo anaerobio también sirve para valorar el grado de hipoxia.

Otras pruebas de laboratorio: Son pruebas que ayudan a valorar el grado de lesión ocasionado en distintos órganos en las intoxicaciones graves:

Análisis de orina: Sirve para detectar mioglobina en casos con rhabdomiolisis. La tira reactiva será positiva para la hematuria, mientras que el sedimento no mostrará glóbulos rojos. También pueden existir otras alteraciones como albuminuria, glucosuria.

Hemograma: Es útil para averiguar los niveles de hemoglobina. Una leve leucocitosis es frecuente.

Pruebas de coagulación: Los pacientes graves pueden desarrollar coagulación intravascular diseminada.

Bioquímica sanguínea: La valoración de la función renal con la determinación de la urea y de la creatinina es importante si existe mioglobinuria.

En las intoxicaciones graves se puede encontrar también hipocalcemia, hipercalcemia, hiperglucemia, elevación de la CPK y de las enzimas hepáticas.

3.4.3.2 Estudios de imagen:

Radiografía de tórax: Se debe solicitar en las intoxicaciones graves y en las víctimas de incendios. Puede aparecer un patrón intersticial de vidrio esmerilado y refuerzo hiliar. El edema alveolar es un signo que implica peor pronóstico.

Resonancia magnética cerebral (RMC): Se debe solicitar en pacientes graves, con signos neurológicos importantes. La resonancia valora mejor las lesiones focales y la desmielinización de la sustancia blanca.

Electrocardiograma: La taquicardia sinusal es el hallazgo más frecuente. Las arritmias y los signos de isquemia son propios de los casos graves.

3.4.4 Tratamiento:

El tratamiento debe iniciarse en el lugar del suceso retirando al individuo de la fuente de CO y aplicando oxígeno de forma inmediata.

3.4.4.1 Intoxicaciones graves con riesgo vital:

La prioridad inicial es la estabilización y la monitorización del paciente siguiendo la pauta de actuación ABC de la reanimación cardiopulmonar. (De la Torre, 2006).

- **AB:** Hay que anticiparse al posible fallo respiratorio. Los pacientes con una disminución del nivel de conciencia que no asegure unos reflejos de la vía aérea adecuados, deben ser intubados. La administración de oxígeno se hará con la fracción de oxígeno inspirado más alta posible.
- **C:** La canalización de una vía intravenosa servirá para la infusión de líquidos y para la obtención de muestras sanguíneas para una determinación de COHb y de glucemia rápida.

Los estudios de laboratorio solicitados deben incluir todas las pruebas necesarias para valorar y monitorizar el grado de lesión ocasionado por la hipoxia.

En relación con el equilibrio ácido-base, se tratarán con bicarbonato sólo los cuadros graves con un pH menor de 7.1 ya que la acidosis desvía la curva de disociación de la hemoglobina hacia la derecha, disminuyendo la liberación de oxígeno a los tejidos. Hay que considerar la posibilidad de una intoxicación concomitante por cianuro en víctimas de incendios en sitios cerrados con acidosis metabólica persistente.

3.4.4.2 Intoxicaciones sin riesgo vital:

En la mayoría de las ocasiones los pacientes llegan en una situación estable que sólo requiere reposo, el tratamiento con oxígeno al 100% y la determinación de COHb (Saracco, 2000).

La vida media de la COHb es de 4-6 horas cuando se respira aire ambiental. La administración de oxígeno con una concentración del 100% y una presión de 1 atmósfera la reduce a 40-80 minutos. Los niños eliminan la COHb más rápidamente que los adultos.

Hay que utilizar mascarillas con reservorio y concentración inspiratoria de oxígeno (FiO_2) altas. El tratamiento se debe mantener hasta que el paciente esté asintomático y los niveles de COHb sean menores del 5%. Los controles de COHb se realizarán cada 2 horas. Es importante recordar que el pulsioxímetro no diferencia la COHb de la oxihemoglobina. (Vargas, 2006).

3.4.4.3 Oxígeno normobárico:

Oxígeno al 100% vía máscara facial debe iniciarse apenas se sospecha el diagnóstico de intoxicación por CO, en pacientes sin indicación de oxígeno

hiperbárico. Se recomienda mantenerlo por un mínimo de 6 horas. En caso de persistencia de sintomatología pese a este tratamiento, debe considerarse la derivación a oxigenoterapia hiperbárica.

3.4.4.4 Oxígeno hiperbárico:

La administración de oxígeno al 100% y 2-3 atmósferas de presión reduce la vida media de la COHb hasta 20-30 minutos. (Harris, 2008).

Criterios de tratamiento con oxígeno hiperbárico:

Las indicaciones de la oxigenoterapia hiperbárica son controvertidas, aunque existiría un cierto consenso en que se administre oxígeno hiperbárico ante la presencia de:

a) Población Especial

- Embarazadas con 15% COHb
- Cardiópatas con 20% COHb

b) Deterioro Neurológico:

- Coma
- Pérdida de conciencia en el lugar del incidente, recuperada
- Pérdida de conciencia en la sala de emergencia
- Exploración neurológica claramente anormal (ataxia, hiperreflexia, convulsiones)

c) Carboxihemoglobina:

- Adultos: Mayor del 40 % COHb tomado dentro la primera hora post-exposición, o que lleve menos de 1 hora de oxigenoterapia

3.4.5 Pronóstico:

La exposición prolongada a altas concentraciones de CO, que lleve a un valor de carboxihemoglobina mayor de 50%, produce hipoxia tisular, lo que ocasiona lesiones graves del sistema nervioso central y periférico. Si el paciente sobrevive se pueden observar déficits neuropsicológicos (disminución del coeficiente de inteligencia, pérdida de la memoria, labilidad emocional), lesiones extrapiramidales (parkinsonismo asociado con lesiones irreversibles del globus pallidus), leucoencefalopatía y déficits motores o sensitivos diversos según la gravedad de la lesión. También se han hallado lesiones en el sistema cardiovascular (daño miocárdico, necrosis de músculos papilares, insuficiencia cardíaca) lo cual requiere monitoreo permanente durante el evento agudo.

3.4.6 Prevención:

Las recomendaciones para prevenir toxicidad por CO van desde el mejoramiento y el adecuado manejo de los calentadores de gas, estufas, hornos, en las ciudades donde se use gas natural como fuente de energía. Además, el uso de catalíticos en los escapes de los vehículos, así como la reglamentación y el establecimiento de políticas gubernamentales para el control de emisiones tóxicas de automotores y empresas (De la Torre, 2006). Se recomienda el uso de detectores y alarmas de CO, para prevenir y alertar antes que se presenten efectos tóxicos sobre las personas. (Gisbert, 2004).

3.5 Estudios realizados en Guatemala:

- Ralón, J.A. en 2009 en el trabajo de tesis *ad gradum* de Química Farmacéutica. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades, realizó el estudio “Exposición a monóxido de carbono en vendedores de la economía informal de la ciudad de Guatemala” determinando que existe aumento del 20% de saturación de carboxihemoglobina en todos los puntos muestreados. (Ralón, 2009).

- Nufio, I. en 2005 en el trabajo de tesis *ad gradum* de Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, realizó el estudio “Determinación de niveles de contaminación producida por monóxido de carbono en trabajadores de parqueos en sótanos de edificios por vehículos automotores en la ciudad de Guatemala” determinando que existe contaminación por monóxido de carbono en parqueos en sótanos de centros comerciales y que hay riesgo de intoxicación crónica de origen profesional en los trabajadores de parqueos ya que los porcentajes de saturación de carboxihemoglobina superan el 20%. (Nufio, 2005).
- Argueta, W. en 1998 en el trabajo de tesis *ad gradum* de Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, realizó el estudio “Riesgo de Intoxicación crónica por contaminación ambiental de monóxido de carbono” determinando los niveles de carboxihemoglobina en vendedores ambulantes de áreas cercanas a dichos puntos, no habiéndose encontrado riesgo de intoxicación crónica. (Argueta, 1998).
- Castro, J. en 1997 en el trabajo de tesis *ad gradum* de Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, realizó el estudio “Estandarización de métodos para la dosificación de monóxido de carbono en sangre” donde compara siete métodos para la determinación y concluye que el método de Stewart y Stolman es un método espectrofotométrico con el cual se puede dosificar con exactitud y precisión el monóxido de carbono. (Castro, 1997).
- Sánchez, S. en 1990 en el trabajo de tesis *ad gradum* de Químico Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, realizó el estudio “Contaminación por la combustión de leña en tortillerías de la ciudad capital de Guatemala” en donde determinó que la

mayoría de las tortillerías que no utilizan chimenea mostraron niveles de riesgo para las personas que trabajan en las mismas, en lo que se refiere al monóxido de carbono, agentes particulados, pero no con la contaminación de dióxido de nitrógeno. En esta investigación no se realizó monitoreo biológico. (Sánchez, 1990).

- Escobedo, M. en 1984 en el trabajo de tesis *ad gradum* de Médico y cirujano. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas, realizó el estudio “Exposición al monóxido de carbono de origen automotor en la ciudad de Guatemala” determinando los niveles de carboxihemoglobina, sin embargo no determinó las concentraciones ambientales en dichas vías. (Escobedo, 1984).

3.6 Estudios realizados a nivel mundial:

- Herrera, C. et. al. en 2009 en el estudio " Daño al ADN en mujeres expuestas al humo de la leña en Chiapas, México" realizado en la Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Químicas, Laboratorio de Toxicología ambiental; determinaron que la exposición a los productos de combustión de la leña, incluido el CO, puede causar daño genotóxico a las mujeres que hacen uso de este combustible de biomasa y representa un potencial peligro para su salud a largo plazo, por lo que es necesario implementar medidas que disminuyan esta exposición. (Herrera, 2009).
- Ayo, X. en 2007 en el estudio "Efectos de la exposición prolongada al monóxido de carbono ambiental en población urbana de riesgo" realizado en el municipio de Cercado de la ciudad de Cochabamba, Bolivia; determinó que existe una asociación significativa entre la exposición diaria prolongada al monóxido de carbono y los niveles de carboxihemoglobina en

sangre circulante, es dependiente de las horas de exposición diarias. (Ayo, 2007).

- Whincup, P. et.al. en 2006 en el estudio "Los niveles de carboxihemoglobina (COHb) y sus factores determinantes mayores en los hombres británicos" realizado en 24 ciudades británicas determinaron que una proporción apreciable de los hombres tienen niveles de COHb de 2.5% o más en los efectos sintomáticos que pueden producirse, aunque niveles altos son poco frecuentes. Los resultados confirman que el hábito de fumar es la influencia dominante en los niveles de COHb. (Whincup, 2006).
- Ponce, A. en 2005 en el estudio "Variación del nivel de carboxihemoglobina en corredores aficionados en ambientes con tránsito de vehículos motorizados en el distrito de San Isidro" realizado en Lima, Perú; determinó que en la zona urbana de San Isidro no hay riesgo de contaminación por monóxido de carbono en los dos horarios estudiados. Sin embargo esto no descarta la exposición a otros contaminantes del aire originados por vehículos motorizados en dichos horarios. (Ponce, 2005).
- Uría, S. en 2002 en el estudio "Niveles de monóxido de carbono en empleados de estaciones de servicio en la ciudad de Cochabamba" realizado en Bolivia; determinó que los empleados de las estaciones de venta de combustibles, se encuentran expuestos a emisiones de gases tóxicos sin medidas de seguridad y conforme se incrementa la cantidad de horas, se irán generando niveles ascendentes y descendentes de la concentración de carboxihemoglobina. (Uría, 2002).

4. JUSTIFICACIÓN

Como consecuencia de la situación económica del país, hay tortillerías que utilizan leña como combustible, ya que el precio del gas propano ha ido aumentando con el tiempo.

Tomando en cuenta que en la combustión parcial de la leña se produce gran cantidad de monóxido de carbono, que se acumula en el ambiente de las tortillerías en elevadas concentraciones porque la mayoría no cuenta con condiciones adecuadas de ventilación, la determinación de los valores de carboxihemoglobina es de vital importancia para detectar que las trabajadoras expuestas corren riesgo de intoxicaciones de tipo crónico por monóxido de carbono.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Determinar si existe contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña en la Ciudad de Guatemala.

5.2 Objetivos Específicos:

- 5.2.1 Cuantificar los niveles de carboxihemoglobina en sangre de las trabajadoras de tortillerías a base de leña en la Ciudad de Guatemala.
- 5.2.2 Determinar si existe riesgo de intoxicación en las trabajadoras de acuerdo a los niveles de monóxido de carbono encontrados en sangre.
- 5.2.3 Proponer estrategias para mejorar las condiciones de salud de las trabajadoras de tortillerías a base de leña.

6. HIPÓTESIS

Las trabajadoras de las tortillerías a base de leña en la Ciudad de Guatemala, presentan concentraciones de monóxido de carbono que constituyen un riesgo para su salud.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Universo y muestra:

7.1.1 Universo:

Personas que laboran en tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

7.1.2 Muestra:

Trabajadoras de tortillerías a base de leña ubicadas en las zonas 1,3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 19 y 21 de la Ciudad de Guatemala que deseen colaborar en el estudio.

7.2 Recursos humanos:

Autora: Br. María Aurora Ruiz Álvarez

Asesora: MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo

Revisora: MSc. Magda Hernández de Baldetti

7.3 Recursos materiales:

7.3.1 Equipo:

- Espectrofotómetro UV-VIS, UV-1700 PharmaSpec
- Balanza Analítica Ohaus, modelo N13123
- Refrigeradora Daewoo, modelo FR-091

7.3.2 Cristalería:

- Beaker graduado 1000 ml grado A
- Beaker graduado 50 ml grado A
- Tubos de ensayo con tapadera

- Varilla de agitación de vidrio
- Probeta 25 ml grado A
- Pipeta serológica 1 ml

7.3.3 Equipo para extracción de sangre:

- Tubos vacutainer
- Agujas para tubo vacutainer
- Camisa para tubo vacutainer
- Rejilla para tubo vacutainer
- Algodón
- Alcohol al 70%
- Liga
- Hielera plástica
- Marcador rotulador

7.3.4 Reactivos:

- Hidróxido de amonio 0.1 %
- Ditionito de sodio sólido
- Agua destilada

7.3.4.1 Preparación de reactivos:

Hidróxido de amonio 0.1%

Medir 4.44 mililitros (ml), de hidróxido de amonio concentrado (28-29% NH_3 en agua), disolver en un litro de agua y diluir hasta 4 litros (Argueta, 1998).

7.4 Métodos:

7.4.1 Selección de personas:

Criterios de inclusión:

- Mujeres mayores de 18 años que laboren al menos cuatro horas al día.

Criterios de exclusión:

- Mujeres fumadoras
- Mujeres embarazadas
- Mujeres con daño hepático, anomalías en el sistema hematopoyético, enfermedades pulmonares y del corazón. (Nufio, 2005). (Según formulario de entrevista, Anexo No. 1).

7.4.2 Toma y recolección de muestra:

Previo lectura y firma de boleta de consentimiento informado (Anexo No. 1). Extraer 5 ml de sangre venosa con anticoagulante (heparina) de personas que laboran al menos 4 horas, evitando la formación de burbujas o la entrada de aire a la jeringa. El recipiente a utilizar para la conservación de la muestra debe estar limpio, seco y cerrado en forma hermética. Se rotula con el número de muestra, lugar de recolección y se transporta en una rejilla en la oscuridad a 4°centígrados. (Nufio, 2005).

7.4.3 Análisis de muestra:

7.4.3.1 Determinación espectrofotométrica de carboxihemoglobina en sangre:

Diluir 0.1 ml de sangre sin centrifugar con 20 ml de solución de hidróxido de amonio al 0.1 %. Adicionar 20 miligramos (mg), de ditionito de sodio sólido para reducir cualquier oxihemoglobina a hemoglobina. Leer las absorbancias inmediatamente en celdas de 1 centímetro (cm), con agua como blanco a 538

nanómetros (nm), (máxima absorbancia de carboxihemoglobina), y 578 nm (punto isobéptico de la carboxihemoglobina y hemoglobina). Cada muestra de sangre se analiza por triplicado. (Nufio, 2005)

Para los cálculos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Saturación de Hb por CO (\%)} = \frac{1.43 * (\text{Abs}_{D 538}) - 1.30 * 100}{(\text{Abs}_{D 578})}$$

7.4.3.2 Determinación de la sintomatología asociada a la exposición por monóxido de carbono:

La determinación de la sintomatología se obtuvo a través del formulario de entrevista. (Anexo No. 1).

7.5 Diseño de la Investigación:

7.5.1 Tipo de estudio: Prospectivo

7.5.2 Muestra y diseño de muestreo: Muestra por intención, considerando que en las zonas escogidas hay un número limitado de tortillerías a base de leña. Las tortillerías seleccionadas fueron incluidas dentro del estudio después de haberlas buscado exhaustivamente.

Dentro de cada tortillería se evaluó a dos pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y aceptaron participar en el proceso de determinación de COHb.

7.5.3 Consideraciones bioéticas: El estudio se realizó a voluntarias que firmaron boleta de consentimiento informado, considerando el tratado de Bioética de Helsinki.

7.6 Análisis estadístico de los resultados:

Se determinó la concentración media, mediana, rango y desviación estándar de COHb encontrada en las personas que se muestrearon, por tortillería.

La variable cuantitativa de carboxihemoglobina se clasificó según los criterios de la Tabla No. 1, que permiten considerar si existe o no intoxicación.

En forma descriptiva se reportó las frecuencias en cada clasificación. A través de tablas de contingencia y gráficas de barras se cruzaron las clasificaciones de los niveles encontrados con las variables derivadas del formulario, las cuales son: grupo de edad, horas laboradas por día, tiempo de laborar para la tortillería, tiempo de otra actividad alejada de la tortillería, síntomas presentados, parte del día que en que se manifiestan los síntomas.

8. RESULTADOS

Tabla No. 1 Resultados generales por tortillería de las zonas muestreadas de la Ciudad de Guatemala.

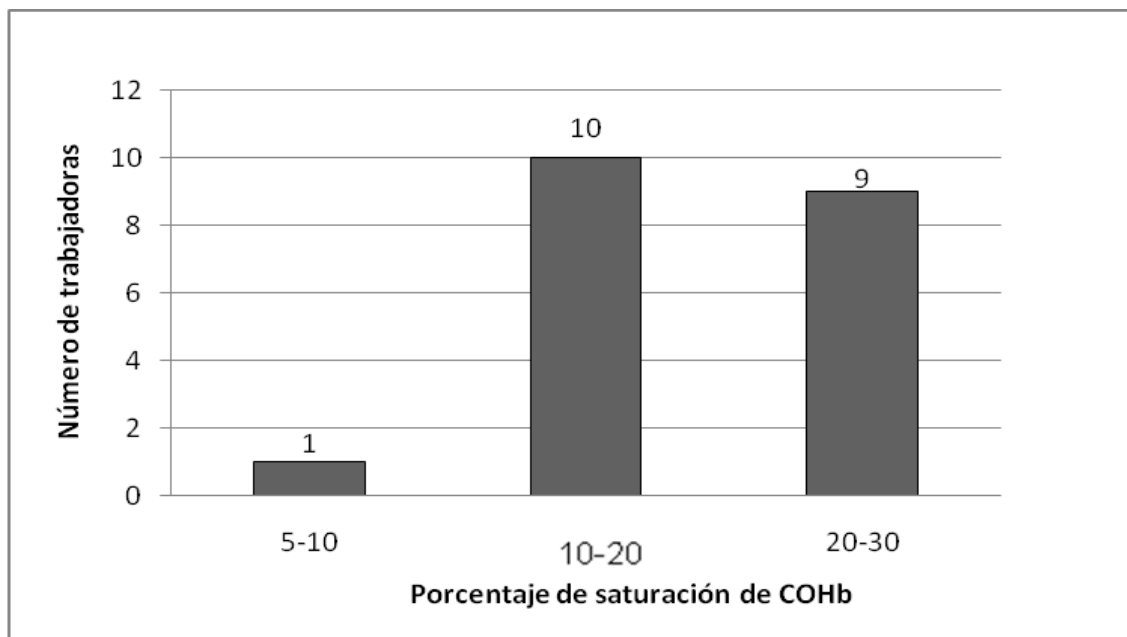
Tortillería	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje promedio de saturación COHb (%) por trabajadora	28.43	13.60	27.45	25.27	13.67	25.85	28.51	8.96	24.50	13.10
	27.51	13.45	25.21	14.58	19.43		11.85	13.09	25.62	14.80
Mediana de saturación de COHb	27.85	13.61	26.51	19.89	16.24	24.55	20.17	10.84	24.98	14.79
Rango de saturación de COHb	0.92	0.15	2.24	10.69	5.76	25.85	16.66	4.13	1.12	1.7
Desviación estándar de saturación de COHb	0.46	0.07	1.12	5.34	2.88	25.84	8.33	5.80	0.56	0.75
Personas muestreadas	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3
Zona	1	3	5	6	7	11	12	13	19	21

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 2 Porcentaje de saturación de COHb en trabajadoras muestreadas.

Porcentaje de saturación COHb	Número de trabajadoras
5-10	1
10-20	10
20-30	9

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 1 Porcentaje de saturación de COHb en trabajadoras muestreadas.

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 3 Relación del porcentaje promedio de saturación de COHb en trabajadoras con las condiciones de ventilación de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

No. Tortillería	Condiciones de ventilación	Porcentaje promedio de saturación COHb
1	Deficiente	27.97
2	Adecuada	13.53
3	Deficiente	26.33
4	Regular	19.93
5	Adecuada	16.55
6	Deficiente	25.85
7	Adecuada	20.18
8	Regular	11.02
9	Deficiente	25.06
10	Regular	14.16

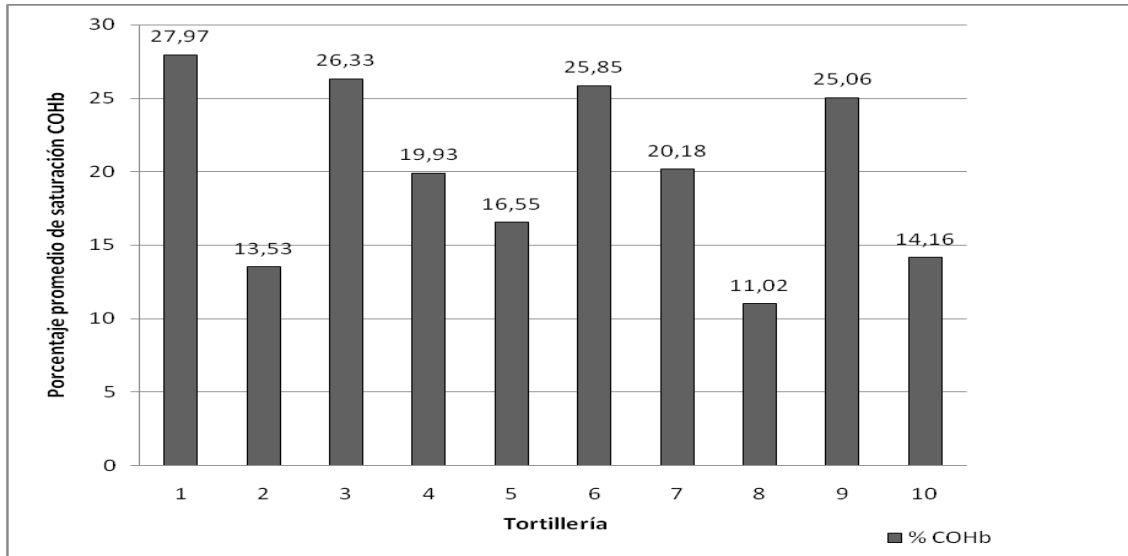
Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Ventilación adecuada: Tortillería tiene ventana y puerta abiertas.

Ventilación regular: Tortillería tiene una puerta abierta.

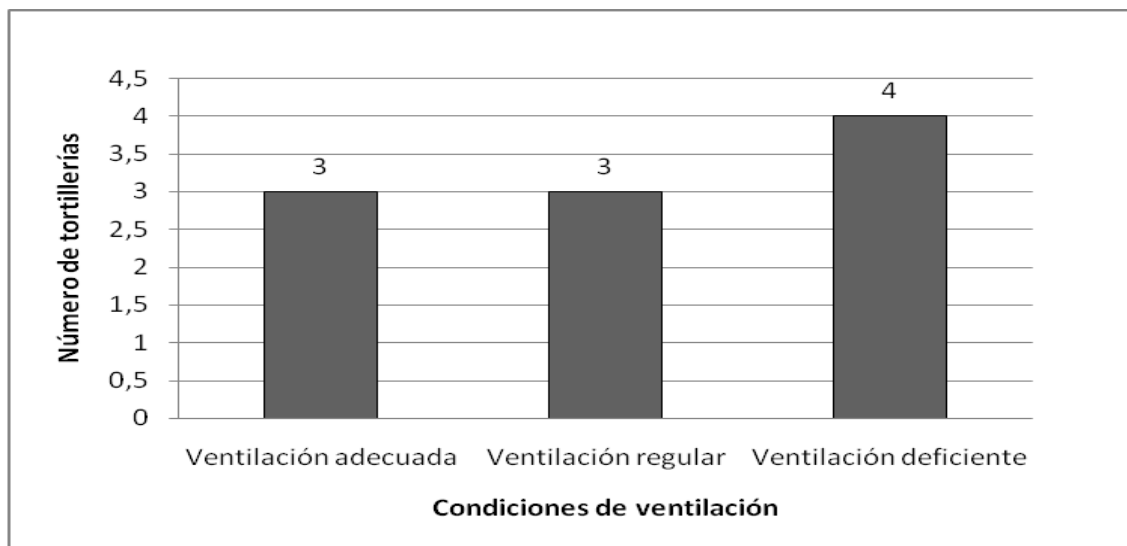
Ventilación deficiente: Tortillería tiene una ventana abierta.

Gráfica No. 2 Porcentaje promedio de saturación de COHb en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 3 Condiciones de ventilación de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Ventilación adecuada: Tortillería tiene ventana y puerta abiertas.

Ventilación regular: Tortillería tiene una puerta abierta.

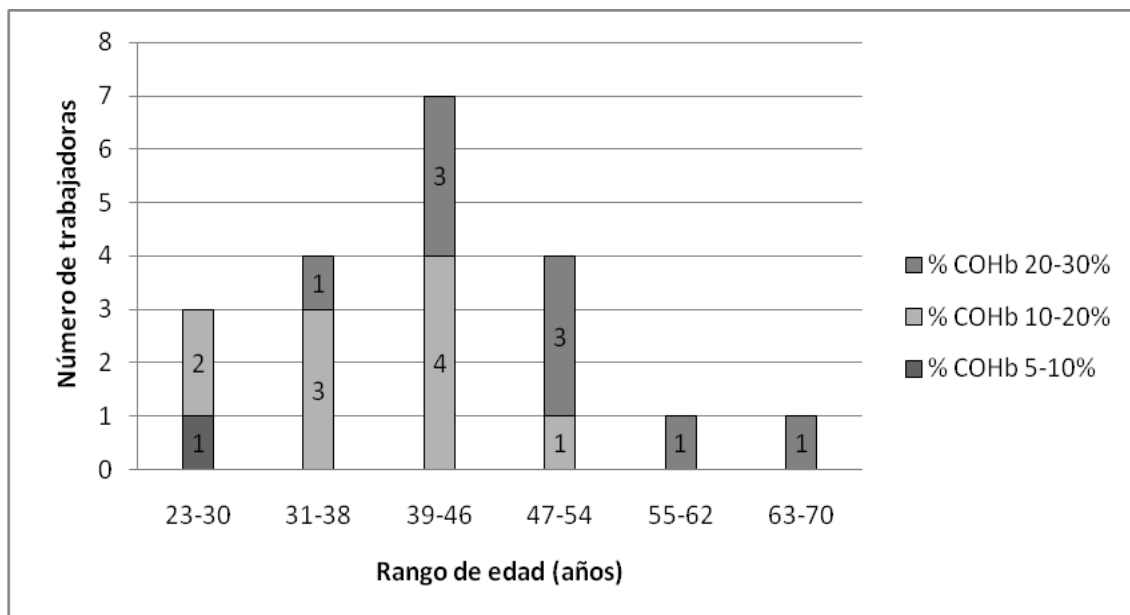
Ventilación deficiente: Tortillería tiene una ventana abierta.

Tabla No. 4 Porcentaje promedio de saturación de COHb según rango de edad en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

Rango de edad (años)	Porcentaje de saturación COHb		
	5-10%	10-20%	20-30%
23-30	1	2	0
31-38	0	3	1
39-46	0	4	3
47-54	0	1	3
55-62	0	0	1
63-70	0	0	1

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 4 Porcentaje promedio de saturación de COHb según rango de edad en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



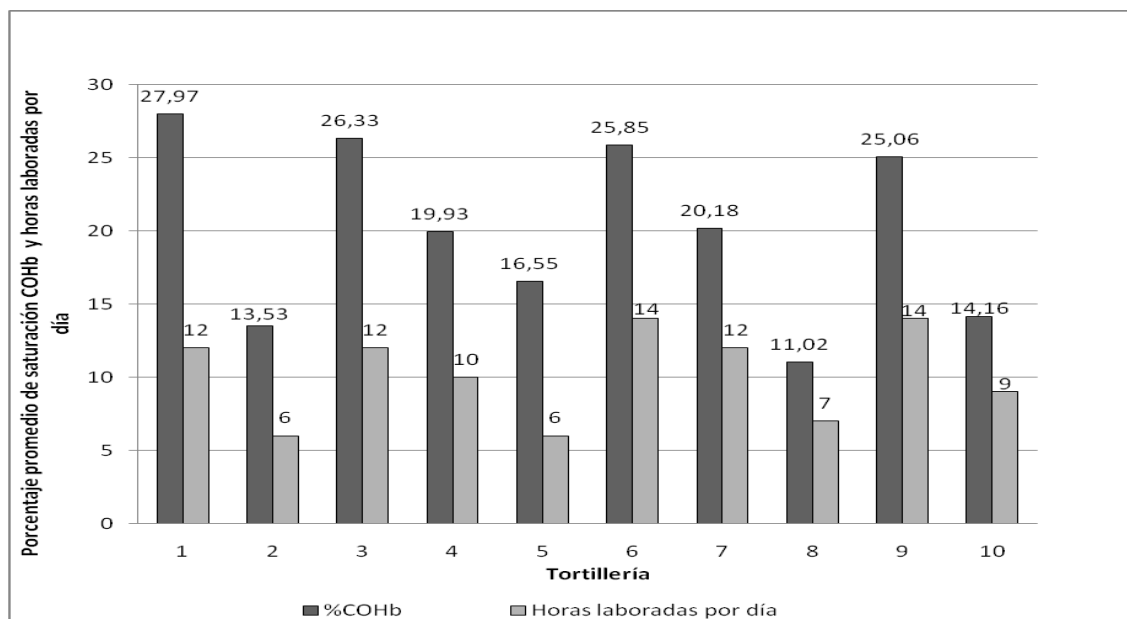
Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 5 Porcentaje promedio de saturación de COHb según horas promedio laboradas por día en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

No. Tortillería	Porcentaje promedio de saturación COHb	Horas laboradas por día
1	27.97	12
2	13.53	6
3	26.33	12
4	19.93	10
5	16.55	6
6	25.85	14
7	20.18	12
8	11.02	7
9	25.06	14
10	14.16	9

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 5 Porcentaje promedio de saturación de COHb según horas promedio laboradas por día en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



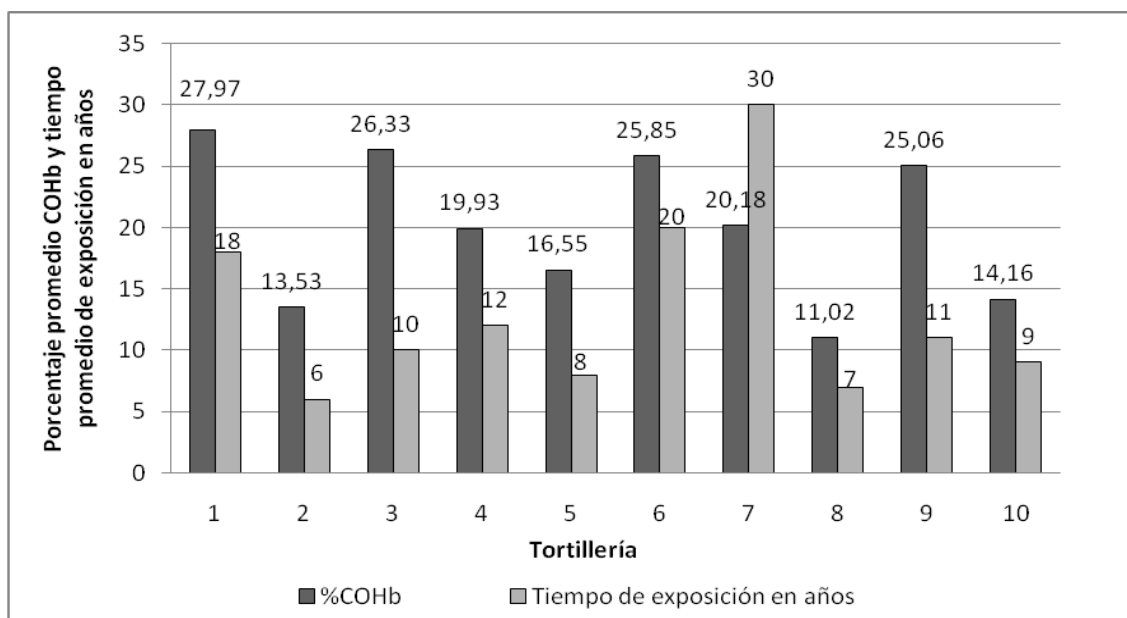
Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 6 Porcentaje promedio de saturación de COHb según tiempo promedio de exposición en años en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

No. Tortillería	Porcentaje promedio de saturación COHb	Tiempo de exposición en años
1	27.97	18
2	13.53	6
3	26.33	10
4	19.93	12
5	16.55	8
6	25.85	20
7	20.18	30
8	11.02	7
9	25.06	11
10	14.16	9

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 6 Porcentaje promedio de saturación de COHb según tiempo promedio de exposición en años en trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



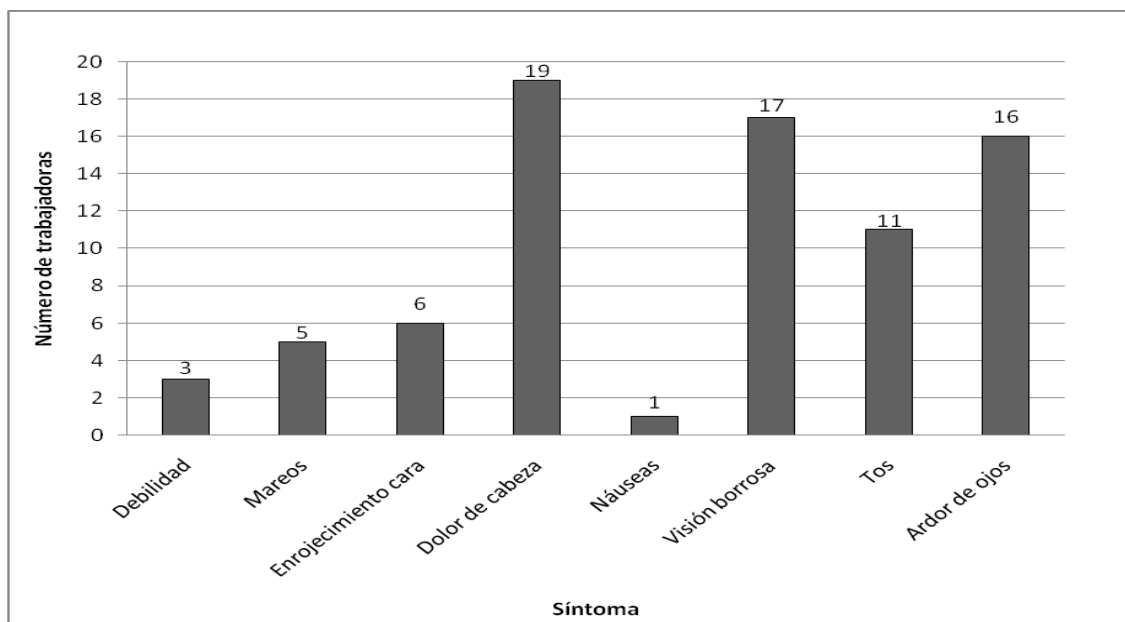
Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 7 Síntomas y signos manifestados por trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

Síntomas/ Signos	Número de trabajadoras
Debilidad	3
Mareos	5
Enrojecimiento cara	6
Dolor de cabeza	19
Náuseas	1
Visión borrosa	17
Tos	11
Ardor de ojos	16

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 7 Síntomas y signos manifestados por trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



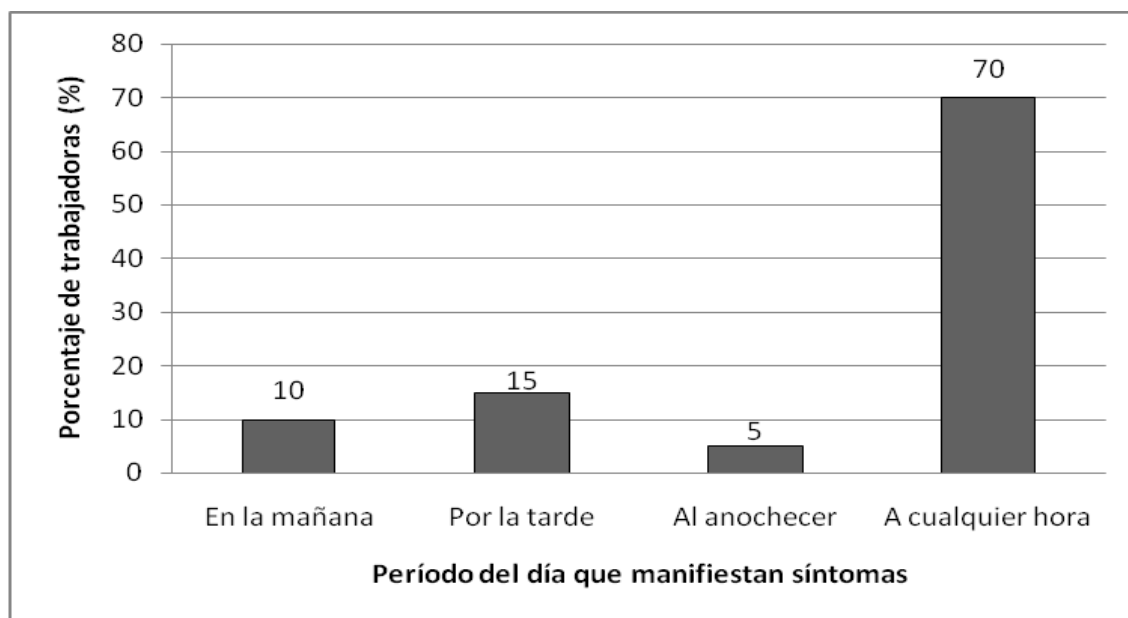
Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 8 Período del día en que manifiestan los síntomas las trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

Período del día en que manifiestan síntomas	Número de trabajadoras	Porcentaje de trabajadoras
En la mañana	2	10
Por la tarde	3	15
Al anochecer	1	5
A cualquier hora	14	70

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 8 Período del día en que manifiestan los síntomas las trabajadoras de 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.



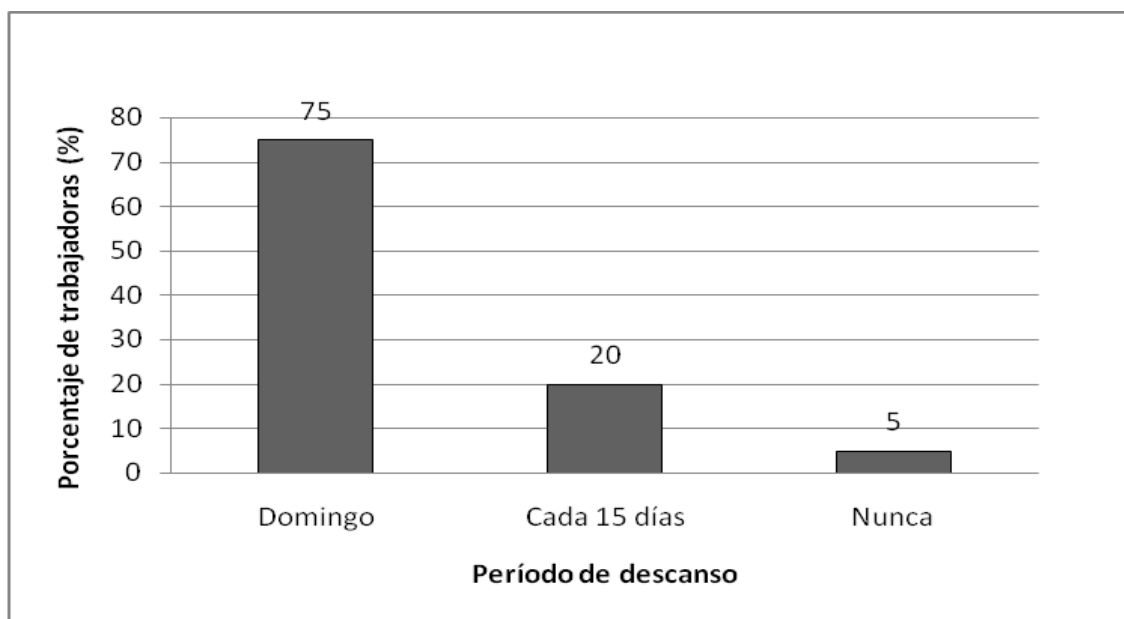
Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 9 Período de descanso de labores de las trabajadoras de 10 tortillerías a base leña de la Ciudad de Guatemala.

Período de descanso	Número de trabajadoras	Porcentaje de trabajadoras
Domingo	15	75
Cada 15 días	4	20
Nunca	1	5

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Gráfica No. 9 Período de descanso de labores de las trabajadoras de 10 tortillerías a base leña de la Ciudad de Guatemala.



Fuente: Datos obtenidos en la investigación

9. DISCUSIÓN

Actualmente en la Ciudad de Guatemala no se encuentran ubicadas muchas tortillerías que sigan utilizando leña como combustible, por lo que después de haber realizado una búsqueda exhaustiva por las diferentes zonas de la Ciudad; se pidió la participación de las diez tortillerías ubicadas.

Se colectó muestra de 20 trabajadoras de tortillerías en diferentes zonas de la Ciudad de Guatemala. En 8 de las tortillerías, 2 en cada una, en una tortillería únicamente una y en una tortillería tres trabajadoras.

En la población estudiada se encontraron porcentajes de saturación de COHb consistentemente elevados. Este hecho concuerda con que los efectos de la exposición prolongada a concentraciones menores de CO que conducen a intoxicación crónica, dependen de varios factores como la concentración del gas en el ambiente, el tiempo de exposición y eventualmente de la cronicidad de la exposición. (Velez, 2010).

El porcentaje promedio de saturación de COHb fue determinado por espectrofotometría UV-VIS, ya que este método funciona con el principio de que formas diferentes de hemoglobina se presentan con distintas curvas de absorbancia espectral. Al medir las absorbancias de 2 a 6 diferentes longitudes de onda es posible determinar la concentración de las especies de hemoglobina, incluyendo la COHb por cálculo. (Bishop, 2007).

En la Tabla de resultados No. 1, se encuentran los datos generales por tortillería. La tortillería número 1 está ubicada en la zona 1, ésta presenta el porcentaje promedio de saturación de COHb más elevado en comparación con el resto de las tortillerías. (27.97%). Las trabajadoras muestreadas tienen 38 y 57 años de edad y manifiestan síntomas leves de toxicidad a CO, como dolor de cabeza, mareos, visión borrosa y ardor en los ojos. Esto es debido a que el lugar

no cuenta con ventilación adecuada, únicamente tiene una pequeña ventana a la calle, al extremo que la visión dentro de la tortillería se nubla porque no es posible que el humo pueda ser liberado. Las trabajadoras están expuestas a CO por 12 horas diarias

La tortillería número 2 está ubicada en la zona 3, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 13.53%. Fue la segunda en registrar un valor bajo en comparación con el obtenido en las demás tortillerías. El lugar cuenta con sistema de ventilación que consiste en una ventana y una puerta a la calle. Las trabajadoras muestreadas tienen 32 y 41 años de edad y están expuestas a CO por 6 horas diarias. El síntoma común manifestado es dolor de cabeza.

La tortillería número 3 está ubicada en la zona 5, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 26.33%. Las condiciones habitacionales del lugar no son adecuadas debido a que no cuenta con sistema de ventilación y las trabajadoras de 45 y 50 años de edad están expuestas a CO por 12 horas diarias. En este caso solo salen a despachar las tortillas a una puerta y regresan a la habitación donde tortean. Los síntomas manifestados son dolor de cabeza, visión borrosa, tos y ardor de ojos.

La tortillería número 4 está ubicada en la zona 6, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 19.93%. Las trabajadoras muestreadas tienen 30 y 42 años de edad y están expuestas a CO por un promedio de 10 horas diarias. Los síntomas comunes manifestados son dolor de cabeza, tos y visión borrosa. Ésta tortillería cuenta con sistema de ventilación regular, consistente en una puerta a la calle.

La tortillería número 5 está ubicada en la zona 7, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 16.55%. Las trabajadoras muestreadas de 33 y 45 años de edad, únicamente están expuestas a CO por 6 horas diarias y el síntoma

común manifestado es dolor de cabeza. Ésta tortillería cuenta con sistema de ventilación consistente en 2 ventanas y una puerta a la calle.

La tortillería número 6 está ubicada en la zona 11, el porcentaje de saturación de COHb es de 25.85% y la trabajadora muestreada de 44 años de edad se encuentra expuesta a CO por 14 horas diarias sin un sistema de ventilación adecuado consistente en una ventana. En ésta tortillería únicamente una persona aceptó participar en el estudio.

La tortillería número 7 está ubicada en la zona 12, el porcentaje de saturación de COHb es de 20.18% y las trabajadoras muestreadas de 47 y 67 años de edad se encuentran expuestas a CO por 12 horas diarias. El porcentaje de COHb es elevado a pesar de que la tortillería cuenta con sistema de ventilación adecuado, este sistema consiste en que la tortillería cuenta con un patio interior. Los síntomas comunes manifestados son dolor de cabeza, mareos, ardor de ojos y visión borrosa.

La tortillería número 8 está ubicada en la zona 13, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 11.02%, obteniendo el valor más bajo de COHb en comparación con las otras tortillerías muestreadas. Las trabajadoras de 27 y 40 años de edad están expuestas a CO por un promedio de 7 horas diarias con un sistema de ventilación regular, consistente en una puerta a la calle. Los síntomas comunes manifestados son dolor de cabeza y ardor de ojos.

La tortillería número 9 está ubicada en la zona 19, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 25.06% y las trabajadoras de 47 y 52 años de edad están expuestas a CO por 14 horas diarias. La tortillería no cuenta con condiciones adecuadas de ventilación, ya que solo tienen una ventana. Los síntomas comunes manifestados son dolor de cabeza, tos, ardor de ojos y visión borrosa.

La tortillería número 10 está ubicada en la zona 21, el porcentaje promedio de saturación de COHb es de 14.16% y las trabajadoras de 23, 26 y 45 años de edad están expuestas a CO un promedio de 9 horas diarias con un sistema de ventilación regular consistente en una puerta a la calle. El síntoma común que manifiestan es visión borrosa.

En la Gráfica No.1 se observa que el porcentaje de saturación de COHb del 5% de las trabajadoras se encuentra en el rango del 5-10%. El 50% de las trabajadoras tienen un porcentaje de saturación de COHb dentro del rango de 10-20% y el 45% tiene un porcentaje de saturación de COHb dentro del rango de 20-30%. Lo que significa que presentan síntomas asociados a la exposición crónica por CO que pueden ser debilidad, mareos, enrojecimiento de cara, dolor de cabeza, náusea, tos, ardor de ojos y visión borrosa.

En la Gráfica No. 2 se presenta el porcentaje promedio de saturación de COHb en trabajadoras de 10 tortillerías, se observa que la tortillería número 1 obtuvo el mayor porcentaje promedio de COHb, y la tortillería número 8 el menor porcentaje; sin embargo ambos porcentajes sobrepasan los límites normales en personas que no fuman (1-2%).

En la Gráfica No. 3 se presenta las condiciones de ventilación de las tortillerías, se observa que únicamente 3 tienen ventilación adecuada; 3 tienen ventilación regular y 4 tienen ventilación deficiente; las trabajadoras de éstas últimas tortillerías son las que obtuvieron un porcentaje promedio de saturación de COHb mayor del 20 %.

La ventilación tiene un efecto directo sobre el porcentaje de saturación de COHb, ya que las trabajadoras de las tortillerías con ventilación adecuada, sus niveles de COHb tuvieron un incremento menor que las que trabajan en tortillerías con un sistema de ventilación regular o deficiente.

El promedio de edad encontrado en las trabajadoras es de 42 años; con una mínima de 23 años y una máxima de 67 años. En la Gráfica No. 4 se relaciona el porcentaje promedio de COHb según rango de edad, demostrándose que las trabajadoras de mayor edad están dentro del mayor rango de concentración de COHb (20-30%), por lo tanto son más susceptibles a padecer los efectos tóxicos del CO. (Velez, 2010).

Como factores de riesgo acerca de la exposición a CO, se consideraron el promedio de horas diarias durante las cuales las trabajadoras están expuestas a la emisión de humo, así como el tiempo promedio de permanencia en dicha actividad, medido en años.

Las horas diarias de exposición al CO del grupo estudiado, se extienden desde 4 a 14 horas. En el caso de la antigüedad en el puesto, los límites son de 2 a 40 años.

En la Gráfica No. 5 se relaciona el porcentaje de saturación de COHb y las horas laboradas por día. Se observa que las trabajadoras de las tortillerías número 6 y 9 son las que se encuentran expuestas a CO por más tiempo. Con esta relación se puede señalar que existe influencia significativa del número de horas de exposición por día sobre los porcentajes de saturación de COHb encontrados en la sangre; ya que las trabajadoras que están expuestas por más de 8 horas diarias presentan valores de COHb cercanas o superiores al 20%.

En la Gráfica No. 6 se relaciona el porcentaje de saturación de COHb y el tiempo promedio de exposición a CO medido en años, demostrándose que las trabajadoras de la tortillería número 7 tienen un promedio de tiempo mayor, sin embargo el porcentaje promedio de saturación de COHb no es el más elevado de las tortillerías. Hay trabajadoras que se han dedicado menos tiempo a esta ocupación y tienen porcentajes promedio de COHb más elevados, debido a que están expuestas a CO por más horas diarias. Por contraste, los años de

antigüedad en el puesto no demostraron tener influencia sobre el porcentaje de saturación de COHb.

En la Gráfica No. 7 se presentan los síntomas manifestados por las 20 trabajadoras de las tortillerías, se puede observar que el dolor de cabeza lo presenta el 95% de ellas; visión borrosa el 85% y ardor de ojos el 80 %. Según lo descrito por la bibliografía estos síntomas se encuentran entre los presentados cuando ocurre intoxicación por monóxido de carbono.

El 70 % de las trabajadoras labora más de 8 horas diarias, siendo éste porcentaje el que manifiesta los síntomas a cualquier hora del día. El 15% manifiesta los síntomas por la tarde, el 10 % los manifiesta por la mañana y únicamente el 5% los presenta al anochecer. Estos datos se pueden observar en la Gráfica No. 8.

El 75% de las trabajadoras descansan una vez a la semana, día domingo. El 20% descansa cada 15 días y el 5% no toma nunca descanso. Estos datos pueden observarse en la Gráfica No. 9.

Los resultados del presente estudio sugieren que la exposición a los productos de combustión de la leña, incluido el CO, puede causar daño a las mujeres que hacen uso de este combustible y representa un potencial peligro para su salud a largo plazo, por lo que es necesario implementar medidas que disminuyan esta exposición.

10. CONCLUSIONES

- 10.1 La contaminación de interiores por combustión de leña en braseros abiertos, es una de las causas más importantes de intoxicación crónica por CO en trabajadoras de tortillerías de la Ciudad de Guatemala.
- 10.2 Los niveles de COHb en sangre de las trabajadoras de tortillerías a base de leña en la Ciudad de Guatemala están fuera del porcentaje normal.
- 10.3 Existe riesgo de intoxicación en las trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala de acuerdo a los niveles de COHb encontrados.
- 10.4 Existe una asociación significativa entre la exposición diaria a CO y los niveles de COHb en sangre. Por ello, a mayor tiempo de exposición por día, mayores probabilidades de tener en sangre concentraciones elevadas de COHb.
- 10.5 Los niveles superiores de COHb en la sangre, se asocian de modo significativo con la aparición de dolor de cabeza, visión borrosa y ardor de ojos.
- 10.6 Las personas más susceptibles a sufrir de intoxicación por CO de tipo laboral pertenecen a los grupos sociales más desprotegidos.
- 10.7 La ventilación tiene un efecto directo sobre el porcentaje de saturación de COHb.
- 10.8 Se elaboró un volante informativo sobre la exposición a CO (Anexo No. 4), con recomendaciones para las trabajadoras de las tortillerías evaluadas, el cual se les entregó para que lo apliquen en su labor diaria.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Las dueñas de las tortillerías deben mejorar la ventilación en las tortillerías, implementando ventanas, puertas y chimeneas adecuadas para la eliminación rápida de CO; así como mejorar la limpieza, seguridad, comodidad y los tiempos de preparación de las tortillas. Deben sustituir la leña por otros combustibles o vectores energéticos como el gas propano; de esta manera se contribuye a disminuir la deforestación causada por el consumo de leña y a mejorar la salud de las trabajadoras.
- 11.2 Las trabajadoras deben asistir al centro de salud más cercano para realizar constantes evaluaciones generales de salud.
- 11.3 Actualmente falta investigación e información sobre intoxicaciones provocadas por la exposición al humo de combustibles de biomasa. En los países en vías de desarrollo, como Guatemala, la prioridad de la investigación debería estar dirigida a intervenciones masivas, como los programas educacionales para generar cambios de hábitos en la comunidad para reducir la exposición y el reconocimiento temprano de la población en riesgo para prevenir los efectos negativos sobre la salud.

12. REFERENCIAS

- 12.1 Agenda Nacional Forestal de Guatemala en el Marco del Programa Forestal Nacional. Programa Forestal Nacional de Guatemala Agenda 2003-2012. Extraído el 30 de septiembre de 2010 de <http://www.inab.gob.gt/espanol/documentos/PFN%20%20Agenda%20forestal.pdf>
- 12.2 Argueta, W. (1998). *Riesgo de Intoxicación crónica por contaminación ambiental de monóxido de carbono*. Guatemala. Tesis Licenciada en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
- 12.3 Arias, T. (1993). *Manejo y consumo de leña en un municipio rural de subsistencia: Alcozauca, Guerrero*. Tesis licenciatura en biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- 12.4 Ayo, X. (2007). *Efectos de la exposición prolongada al monóxido de carbono ambiental en población urbana de riesgo*. Cochabamba, Bolivia.
- 12.5 Bishop, M. (2007). *Química Clínica. Principios, procedimientos y correlaciones*. México: McGraw-Hill.
- 12.6 Brown, L. (2000). *Química de la ciencia*. (7ma. Ed.). México: Prentice Hall.
- 12.7 *Buenos aires en buenos aires*. Extraído el 3 Mayo de 2011 de <http://www.cienciahoy.org.ar/hoy31/BuenosAires02.htm>
- 12.8 Casarett y Doull. (2001). *Manual de toxicología: La ciencia básica de los tóxicos*. (5ta. Ed.). México: McGraw-Hill.

- 12.9 Castro, G. (1997). *Estandarización de métodos para la dosificación de monóxido de carbono en sangre*. Guatemala. Tesis Licenciada en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
- 12.10 Curci, O. (2001). *Toxicología*. Buenos Aires: López Libreros.
- 12.11 De la Torre, M. (2006). *Intoxicaciones por monóxido de carbono*. En Santiago Mintegui (Comp.), *Manual de Intoxicaciones pediátricas* (pp 259-268). España: Elsevier.
- 12.12 Díaz, R. y Masera, O. (2003). *Uso de la leña en México: Situación actual, restos y oportunidades*. México: Secretaría de Energía.
- 12.13 Escobedo, M. (1984). *Exposición al monóxido de carbono de origen automotor en la ciudad de Guatemala*. Guatemala. Tesis Médico y Cirujano. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas.
- 12.14 Ferri, F. (2006). *Consultor clínico, claves diagnósticas y tratamiento 2006-2007*. España: Elsevier.
- 12.15 García, M. (2009). *Diccionario médico interactivo*. Extraído el 5 de Febrero, 2011 de http://www.portalesmedicos.com/diccionario_medico/index.php/
- 12.16 Gisbert, J.A. (2004). *Tratado de medicina legal y toxicología*. España: Elsevier.
- 12.17 González, M. (2002). *Manual de terapéutica, fundamentos de medicina*. Colombia: Corporación de investigaciones biológicas.

- 12.18 González, U. (1989). *Manual de toxicología clínica*. Bogotá, Colombia: Temis.
- 12.19 Harris, R. (2008). *Manual de toxicología para médicos*. España: Elsevier
- 12.20 Harrison. (2002). *Principios de medicina interna*. Vol. II. México: McGraw-Hill.
- 12.21 Herrera, C. et. al. (2009). *Daño al ADN en mujeres expuestas al humo de la leña en Chiapas, México*. México. Tesis Licenciado Químico Farmacéutico. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Químicas.
- 12.22 Junemann, A y Legarreta, A. (2007). *Inhalación de humo de leña: una causa relevante pero poco reconocida de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica*. Extraído el 15 de febrero de 2011 de http://www.ramr.org.ar/archivos/numero/ano_7_2_dic_2007/mere2_3.pdf
- 12.23 Klaassen, C. (2001). *Manual de toxicología: La ciencia básica de los tóxicos*. México: McGraw-Hill.
- 12.24 Krenzelok, E.P. (1998). *Monóxido de carbono: El asesino silencioso*. México: Prentice Hall.
- 12.25 Ladron, J y Moya, V. (1995). *Toxicología Médica. Clínica y laboral*. Madrid: McGraw-Hill.
- 12.26 Leikin, E. (2002). *Poisoning & toxicology handbook*. (3era. Ed.). Hudson, Ohio: Editorial Lexi- Comp. Inc.
- 12.27 Marruecos, L. (2000). *Toxicología clínica*. Barcelona: Springer - Verlag Ibérica.

- 12.28 Martí, J.A. y Desoille, H. (1993). *Medicina en el trabajo*. (2da. Ed.). Barcelona: Masson.
- 12.29 Mencías, E. y Mayero, L.M. (2000). *Manual de toxicología básica*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- 12.30 Nufio, I. (2005). *Determinación de niveles de contaminación producida por monóxido de carbono en trabajadores de parqueos en sótanos de edificios por vehículos automotores en la ciudad de Guatemala*. Guatemala. Tesis Licenciada en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
- 12.31 Oliveira, C. (2007). *Alteraciones neurológicas en intoxicación con monóxido de carbono*. Santiago de Chile. Tesis Médico. Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Medicina.
- 12.32 Ponce, A. (2005). *Variación del nivel de carboxihemoglobina en corredores aficionados en ambientes con tránsito de vehículos motorizados en el distrito de San Isidro*. Lima, Perú.
- 12.33 *Prevención de envenenamiento con monóxido de carbono producido por herramientas y equipos con motores pequeños de gasolina*. Extraído el 22 de marzo de 2011 de <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-118sp.html>.
- 12.34 Ralón, J.A. (2009). *Exposición a monóxido de carbono en vendedores de economía informal de la ciudad de Guatemala*. Guatemala. Tesis Licenciado en Química Farmacéutica. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades.
- 12.35 Sánchez, S. (1990). *Contaminación por la combustión de leña en tortillerías de la ciudad capital de Guatemala*. Guatemala. Tesis

Licenciado Químico Biólogo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Biológica.

- 12.36 Saracco, S. (2000). *Recomendaciones para la atención de las intoxicaciones por monóxido de carbono (CO)*. Barcelona: Masson.
- 12.37 Satran, E. (2005). *Cardiovascular manifestatios of CO poisoning*. Estados Unidos: JACC.
- 12.38 Uría, S. (2002). *Niveles de monóxido de carbono en empleados de estaciones de servicio en la ciudad de Cochabamba*. Bolivia
- 12.39 Vargas, L. (2006). *Toxicidad por monóxido de carbono*. En Luis Eduardo Vargas (Comp.), *Toxicología*. (pp 583-586). Barcelona: Masson.
- 12.40 Velez, H. (2010). *Toxicología Clínica*. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas.
- 12.41 Whincup, P, et. al. (2006). *Los niveles de carboxihemoglobina (COHb) y sus factores determinantes mayores en los hombres británicos*. Inglaterra.

13. ANEXOS

ANEXO No. 1

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Escuela de Química Farmacéutica

Fecha _____
 No. de muestra _____

FORMULARIO PREVIO Y BOLETA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Los datos del presente formulario son confidenciales y serán utilizados para seleccionar a los participantes del estudio "Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala". Su colaboración es de suma importancia para la realización de dicho estudio.

1. Nombre _____ Edad _____
2. Dirección _____
3. ¿Fuma? Si No
4. ¿Ingiere bebidas alcohólicas? Si No
5. Otros hábitos tóxicos _____
6. ¿Alguna vez ha padecido de?
 Hepatitis Daño hepático Bronquitis Anemia
 Problemas del corazón Ninguna
7. Dirección del puesto de trabajo _____
8. ¿Cuántas horas permanece en su puesto por día? _____
9. Tiempo de laborar para la tortillería _____

10. ¿Toma descanso alguna vez? Si No ¿Cuánto? _____

11. ¿Tiene o ha tenido alguno de los síntomas siguientes?

Síntoma	Si	No
Debilidad		
Mareos		
Enrojecimiento de la cara		
Dolor de cabeza		
Náuseas		
Visión borrosa		
Tos		
Ardor de ojos		

12. ¿En qué parte del día se le presentan los síntomas?

En la mañana por la tarde al anochecer a cualquier hora

Estoy dispuesto a participar en el estudio "Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala", donando 5 ml de sangre.

Firma

ANEXO No. 2

RESULTADOS POR TORTILLERIA

Tabla No. 1 Tortillería No. 1

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	38	No	No	15 años	12	Domingo	28.43	Mareos, Dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos	A cualquier hora
2	57	No	No	20 años	12	Domingo	27.51	Mareos, dolor de cabeza, visión borrosa, ardor de ojos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 2 Tortillería No. 2

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	32	No	No	8 años	6	Cada 15 días	13.60	Dolor de cabeza, tos	A cualquier hora
2	41	No	No	3 años	6	Cada 15 días	13.45	Dolor de cabeza, visión borrosa, ardor de ojos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 3 Tortillería No. 3

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	45	No	No	5 años	12	Domingo	27.45	Dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos	A cualquier hora
2	50	No	No	15 años	12	Domingo	25.21	Debilidad, enrojecimiento de cara, dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 4 Tortillería No. 4

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	42	No	No	20 años	12	Domingo	25.27	Mareos, dolor de cabeza, náuseas, visión borrosa, tos, ardor de ojos	En la mañana
2	30	No	No	3 años	8	Domingo	14.58	Enrojecimiento de cara, dolor de cabeza, visión borrosa, tos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 5 Tortillería No. 5

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	45	No	No	11 años	6	Domingo	13.67	Dolor de cabeza, visión borrosa	Por la tarde
2	33	No	No	5 años	6	Domingo	19.43	Dolor de cabeza, enrojecimiento de cara, ardor de ojos	En la mañana

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 6 Tortillería No. 6

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	44	No	No	20 años	14	Domingo	25.85	Mareos, dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos	Por la tarde

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 7 Tortillería No. 7

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	67	No	No	40 años	12	Domingo	28.51	Debilidad, mareos, enrojecimiento de cara, dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos	A cualquier hora
2	47	No	No	20 años	12	Domingo	11.85	Mareos, dolor de cabeza, visión borrosa, ardor de ojos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 8 Tortillería No. 8

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	27	No	No	2 años	4	Domingo	8.96	Dolor de cabeza, ardor de ojos.	A cualquier hora
2	40	No	No	12 años	10	Domingo	13.09	Debilidad, dolor de cabeza, visión borrosa, ardor de ojos.	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 9 Tortillería No. 9

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	52	No	No	15 años	14	Domingo	24.50	Dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos.	Por la tarde
2	47	No	No	6 años	14	Domingo	25.62	Dolor de cabeza, enrojecimiento de cara, visión borrosa, tos, ardor de ojos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

Tabla No. 10 Tortillería No. 10

No.	Edad	Fuma	Ingiere bebidas alcohólicas	Tiempo de laborar	Horas que labora por día	Tiempo de descanso	% COHb	Síntomas	Hora del día que presenta síntomas
1	45	No	No	12 años	8	Cada 15 días	13.10	Enrojecimiento de cara, visión borrosa, tos, ardor de ojos	Al anochecer
2	23	No	No	3 años	8	Cada 15 días	14.80	Dolor de cabeza, visión borrosa	A cualquier hora
3	26	No	No	2 años	10	Nunca	14.58	Dolor de cabeza, visión borrosa, tos, ardor de ojos	A cualquier hora

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

ANEXO No. 3

Tabla No. 11 Concentración media de COHb por trabajadora de las 10 tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala.

No. Tortillería	Zona	1	2	3	Concentración Media de COHb
1	1	29.82	27.30	28.16	28.43
	1	27.55	28.68	26.30	27.51
2	3	13.92	13.00	13.89	13.60
	3	13.34	13.67	13.33	13.45
3	5	27.94	29.05	25.37	27.45
	5	25.60	24.95	25.08	25.21
4	6	24.77	25.72	25.33	25.27
	6	15.39	14.46	13.88	14.58
5	7	13.81	13.39	13.81	13.67
	7	19.10	21.09	18.10	19.43
6	11	26.82	26.18	24.55	25.85
7	12	27.72	28.49	29.31	28.51
	12	11.81	11.85	11.90	11.85
8	13	9.95	8.69	8.24	8.96
	13	13.00	13.58	12.68	13.09
9	19	24.27	24.49	24.75	24.50
	19	24.79	26.59	25.47	25.62
10	21	12.32	13.99	13.00	13.10
	21	15.62	13.98	14.79	14.80
	21	15.47	13.32	14.96	14.58

Fuente: Datos obtenidos en la investigación

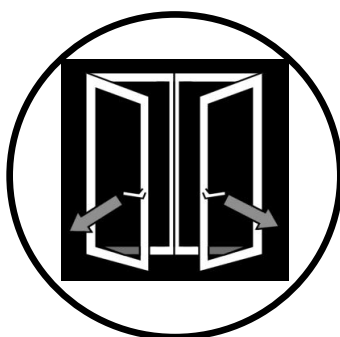
ANEXO No. 4

¿Trabajas en tortillerías?

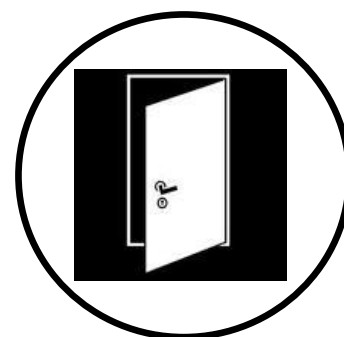
Recomendaciones para mejorar tu salud



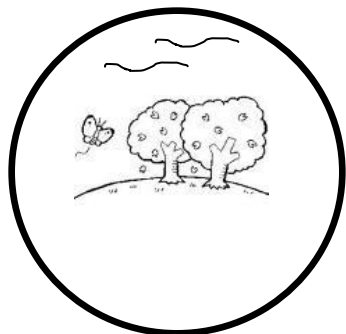
Es importante que utilices chimeneas



Procura mantener las ventanas abiertas



Procura mantener las puertas abiertas



Recuerda tomar un descanso y respirar aire puro

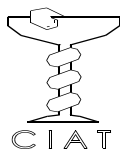


No olvides asistir al médico periódicamente



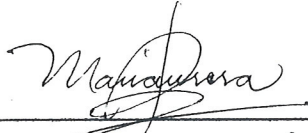
¡Aleja a niños del humo!

¿Tienes dudas? Consúltanos,

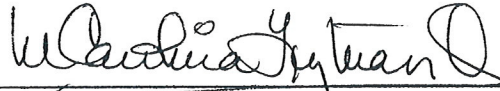


Centro de Información y Asesoría Toxicológica -CIAT-
Departamento de Toxicología
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Universidad de San Carlos de Guatemala
3^o Calle 6-47, zona 1, Guatemala
Teléfono: 22300080 / 22513560 / 22300807

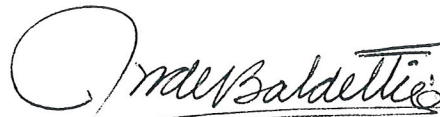
Elaborado por: Licda. María Aurora Ruiz Álvarez
Año 2011



María Aurora Ruiz Álvarez
Autora



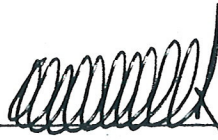
MSc/ Miriam Carolina Guzmán Quilo
Asesora



MSc. Magda Hernández de Baldetti
Revisora



Licda. Lucrecia Martínez de Haase
Directora de Escuela



Oscar Manuel Cobar Pinto, Ph. D.
Decano