

“Estimación del número de niños y adolescentes trabajadores expuestos a agentes carcinogénicos en Guatemala en el año 2002, con base al sistema CAREX, y elaboración de fichas técnicas toxicológicas de dichos agentes”

Wellington Emmanuel García Quiñónez

1. RESUMEN

El trabajo infantil es un problema social, que se genera sobre todo en los países en vías de desarrollo. En Guatemala se ha adoptado medidas que tienen como objetivo proteger la integridad física, mental y moral de los niños y adolescentes, entre estas, la ratificación de convenios de la Organización Internacional del Trabajo.

No todas las actividades realizadas por niños y adolescentes, suponen riesgo y se deben eliminar, por ejemplo la realización de actividades en el hogar; sin embargo, en el caso de aquellas que ponen en riesgo la vida, los alejan de la escuela o no son acordes a su edad y madurez debería ser prioridad gubernamental su erradicación.

El presente estudio describe, la distribución de los niños y adolescentes que estuvieron económicamente activos en el año 2002 en la República de Guatemala, comprendidos entre 7 y 17 años, en 55 actividades económicas; los agentes carcinogénicos a los que estuvieron expuestos, la cantidad de exposiciones a cada agente, el porcentaje de exposiciones por departamento, así como información toxicológica de los agentes carcinogénicos tipo 1 (carcinogénicos en humanos) según la clasificación de IARC (*International Agency for Research on Cancer*).

Para alcanzar los objetivos planteados en este estudio, se utilizó la base de datos del censo poblacional del año 2002, realizado por el Instituto Nacional de Estadística - INE-; y el modelo descrito en el informe CAREX-GUATEMALA (CAREX -Carcinogenic Exposure- es un sistema europeo de datos, que brinda estimaciones sobre

exposiciones a agentes carcinogénicos en el área de trabajo; en Guatemala fue implementado en el año 2010 para estimar el número de adultos guatemaltecos expuestos a agentes carcinogénicos).

Se determinó que habían 500,151 niños y adolescentes económicamente activos en las diferentes actividades económicas, y un total de 967,501 exposiciones a los diferentes agentes carcinogénicos. También se estimó que Huehuetenango fue el departamento con mayor número de exposiciones (12% del total de exposiciones) y El Progreso el departamento con el menor número de exposiciones (1%). La radiación solar fue el agente carcinogénico tipo 1 (carcinogénico en humanos) al que mayor cantidad de niños y adolescentes estuvieron expuestos.

2. INTRODUCCIÓN

Guatemala ha ratificado convenios a nivel internacional, que tienen como objetivo la erradicación progresiva del trabajo infantil; sin embargo son varios los factores que conllevan a que cada vez más niños y adolescentes se integren a la fuerza laboral del país, como por ejemplo su etnia, vivir en el área rural, estar en pobreza extrema entre otros.

Según el censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, en el año 2002 en Guatemala habían 11,791,136 habitantes, de los cuales 3,312,755 (28.10 %) eran niños (7-14 años) y adolescentes (14 a 17 años). La fuerza laboral estaba comprendida por 3,420,237 individuos, siendo 500,151 (15.10%) niños comprendidos en el rango de edad antes descrito (Censo INE, 2002) .

En estudios publicados por el Programa para la Eliminación del Trabajo Infantil -IPEC-, de la Organización Internacional del Trabajo -OIT-, se indica que en Guatemala de cada 100 niños y niñas que laboran, 63 lo hacen en la agricultura, 14 en la industria, y 23 en otros servicios. En cuanto a la distribución por rama de actividad y género lo más relevante radica en que del 100 % de niños varones que laboran el 74.1% lo hace en la agricultura, 10.9% en la industria y 15% en otros servicios; mientras que del 100% de niñas que laboran, 40.2% labora en agricultura, 19.9% en la industria y 39.9% lo hacen en otros servicios (Guatemala Child Labour, 2007). En cualquier actividad laboral que se desempeñen los niños y adolescentes, ambientalmente están expuestos a diferentes agentes carcinogénicos, que incluye desde radiación solar hasta humo de tabaco ambiental. En general los agentes carcinogénicos son la causa del 5 a 10% de todos los tumores humanos; valor que puede ser mayor por el incremento anual en el uso de sustancias químicas (LaDou, 2006). Principalmente están expuestos a los 2,863 compuestos químicos de alta producción que se fabrican en cantidades de 450 toneladas al año y que están ampliamente dispersos en el medio ambiente (Kleigman, 2009) .

La vulnerabilidad de los niños y adolescentes hacia las sustancias químicas y físicas se debe a que respiran más aire por kilogramo de peso; poseen un menor

estrato córneo y mayor hidratación lo que favorece la difusión pasiva y por lo tanto la absorción cutánea; tienen mayor dificultad para la desintoxicación y eliminación de los contaminantes químicos por la inmadurez de órganos y complejos enzimáticos encargados de tal función (las enzimas del citocromo P450 localizadas en el hígado maduran de forma diferente a lo largo de la vida, de igual manera la microbiota bacteriana que puede inactivar ciertos compuestos químicos esta disminuida); y dado que tienen muchos años de vida por delante, tienen tiempo de contraer enfermedades crónicas de desarrollo en varias fases que pueden ser desencadenadas por exposiciones precoces, por ejemplo el mesotelioma que se desarrolla hasta 20 años después de la exposición a asbesto. (Kleigman, 2009). Son diversos los tipos de cáncer que se pueden contraer por exposición laboral; por ejemplo cáncer pulmonar, el cual se desarrolla por exposición a humo de tabaco, radón, arsénico, cromo entre otros; cáncer de las cavidades nasales, debido a exposición a polvo de madera, níquel; cáncer de hígado que se asocia epidemiológicamente a la exposición de cloruro de vinilo y arsénico (Kleigman, 2009).

CAREX (Carcinogenic exposure), incluye todos los agentes, grupos de agentes y mezclas que la International Agency for Research on Cancer (IARC) ha clasificado en el grupo 1 (carcinogénicos en humanos) y grupo 2A (probablemente carcinogénicos en humanos) actualizado hasta febrero del año 1995, también incluye algunos agentes seleccionados del grupo 2B (posiblemente carcinogénicos en humanos).

Este método ha sido aplicado en todos los países que integran la Unión Europea, Estados Unidos y algunos países de Latinoamérica como Costa Rica, Panamá, Nicaragua y en el año 2010 en Guatemala. En todos estos países el estudio no estratificó por edades, sino que describió de forma general las estimaciones de exposición de la población económicamente activa. En este trabajo tomando como base el modelo utilizado en el estudio CAREX-Guatemala y los datos del censo poblacional INE-2002 se estableció la cantidad de niños y adolescentes trabajadores que estuvieron expuestos a agentes carcinogénicos y se describió las características toxicológicas de dichos agentes.

3. ANTECEDENTES

2.1 ESTUDIOS REALIZADOS EN OTROS PAÍSES

- 2.1.1 En el año 2007, en Gran Bretaña, haciendo uso del método CAREX, se determinó que al menos siete millones de personas, se encontraban expuestas a agentes carcinogénicos laboralmente, estudio en el cual no se discriminó a los sujetos, por género ni edad (Cherrie, 2007).
- 2.1.2 A nivel centroamericano, el primer país donde se aplicó el método CAREX fue Costa Rica; dicho estudio (TICAREX) se realizó en el año 2005, y se determinó los agentes carcinogénicos más frecuentes a los que está expuesta la población costarricense; reportando estimaciones por separado para hombres y mujeres (Chaves, 2005). Los datos proporcionados por la aplicación del método CAREX, fueron utilizados por autoridades de salud como base para políticas de prevención en cáncer y por universidades para definir temas prioritarios de tesis.
- 2.1.3 Utilizando las matrices elaboradas en Costa Rica, Nicaragua en el año 2005 implementó el método CAREX, con el objetivo de estimar el número de trabajadores nicaragüenses expuestos a sustancias carcinogénicas. Con relación a TICAREX, la única diferencia fue que en Nicaragua el método del estudio incluyó el plaguicida metamidofós, al que aproximadamente 288 mil trabajadores estuvieron expuestos (Lozano, 2005)
- 2.1.4 También en el año 2005, se publicó en Italia, un estudio en el que se actualizó las estimaciones del método CAREX, realizado por la Unión Europea en los años noventas. Esta actualización proporcionó estimaciones sobre exposiciones laborales a agentes carcinogénicos para el período comprendido entre el año 2000-2003; concluyendo que de cada cinco trabajadores, existía el riesgo de una exposición a

un agente cancerígeno, considerado por el método CAREX (Mirabelli, 2005).

2.1.5 En 2004, en España se actualizaron también las estimaciones proporcionadas previamente por la unión europea sobre, exposiciones laborales. Encontrando que aproximadamente el 25,4% de la población activa española está expuesta a carcinogénicos en el lugar del trabajo (Kogevinas, 2004).

2.1.6 Como ya se mencionó CAREX, es un sistema desarrollado por la Unión Europea, para controlar y minimizar el riesgo que representa la exposición laboral a agentes carcinogénicos. Esta organización publicó en el año 2000, los resultados que obtuvieron de la implementación del método descrito. Concluyeron que aproximadamente 32 millones de individuos trabajadores de los países que integran dicha institución, estaban expuestos a agentes carcinogénicos, principalmente la radiación solar (Kauppinen, 2000).

2.2 ESTUDIOS REALIZADOS EN GUATEMALA

En mayo 2010, se publicó el único estudio de este tipo realizado en Guatemala; CAREX-Guatemala, en el que se estimó el número de trabajadores y trabajadoras expuestos a agentes carcinogénicos y plaguicidas en Guatemala. Los datos reportados en este estudio, solo describieron la exposición a agentes carcinogénicos por sexo masculino y femenino, en función de la actividad laboral, sin discriminar entre adultos y niños (Guzmán, 2010).

En dicho estudio se obtuvo que los agentes carcinogénicos más frecuentes a los que estuvo expuesta la fuerza laboral fueron: radiación solar 39.75%; emisiones de diesel 19.95%; benceno 4.8%; y humo de tabaco ambiental 4.39%. Con respecto a plaguicidas los de mayor frecuencia a exposición fueron: herbicidas bipiridilos 31.89%; fungicidas ditiocarbamatos 10.2%; y herbicidas clorfenoxi 2.1% (Guzmán, 2010).

4. JUSTIFICACIÓN

Según datos de la Organización Internacional del Trabajo –OIT-; se estima que actualmente en Guatemala, más de un millón de niños, forman parte de la población económicamente activa; siendo la actividad agrícola, la fuente de trabajo en que más sujetos se desarrollan, de aproximadamente 2 millones de niños trabajadores que hay en Centroamérica. La gran mayoría de estas actividades laborales, representan fuentes de exposición a agentes carcinogénicos plenamente identificados, que finalmente repercuten en diferentes problemas de salud ya sea de tipo agudo y/o crónico.

Dado que Guatemala es un país en el que se da el trabajo infantil y que las medidas tomadas por las autoridades pertinentes no han sido efectivas para erradicar esta práctica es necesario recurrir a métodos que brinden información sobre el estado actual de las exposiciones carcinogénicas laborales, lo que permitirá orientar de mejor manera las decisiones y los fondos, ya sea de las instituciones de gobierno pertinentes y de las no gubernamentales. La prevención del cáncer ocupacional equivale básicamente a la disminución o minimización de las exposiciones a agentes carcinogénicos en los lugares de trabajo.

Se pretendió que este estudio además contribuyera a sentar los antecedentes necesarios para que las autoridades gubernamentales involucradas en la erradicación del trabajo infantil orienten de mejor manera las decisiones a tomar.

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Determinar el número de niños y adolescentes económicamente activos comprendidos entre 7 y 17 años, que estuvieron expuestos a agentes carcinogénicos en la República de Guatemala, durante el año 2002 y describir las características toxicológicas de dichos agentes.

5.2 ESPECÍFICO

- 5.2.1 Describir por edad, la cantidad de niños y adolescentes económicamente activos, que son parte de alguna de las 55 ramas de actividad laboral; incluida en el informe CAREX-Guatemala.
- 5.2.2 Determinar el número de niños y adolescentes económicamente activos, expuestos a uno o más agentes carcinogénicos incluidos en el informe CAREX-Guatemala.
- 5.2.3 Describir la frecuencia relativa de exposición que cada agente carcinogénico tuvo sobre la población en estudio.
- 5.2.4 Determinar el porcentaje de exposiciones a agentes carcinogénicos para cada Departamento de Guatemala.
- 5.2.5 Recopilar información de los agentes carcinogénicos clasificados tipo 1 según la Agencia Internacional para la Investigación de Cáncer -IARC- (*International Agency for Research on Cancer*), a los que están expuestos los niños y adolescentes guatemaltecos económicamente activos; para generar fichas técnicas toxicológicas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 POBLACIÓN

6.1.1 Población: Niños y adolescentes guatemaltecos, económicamente activos en el año 2002, comprendidos entre 7 y 17 años; incluidos en el censo poblacional del Instituto Nacional de Estadística -INE- del año 2002.

6.2 MATERIALES

6.2.1 Recurso Material:

- Informe CAREX-Guatemala 2010
- Censo poblacional Instituto Nacional de Estadística 2002.
- Hojas de papel
- Lápiz
- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Internet
- Libros de Toxicología y Salud Ocupacional.

6.2.2 Recurso Humano:

- Br. Wellington Emmanuel García Quiñónez, Autor.
- MSc. Carolina Guzmán Quilo, Asesora.
- MSc. Hada Alvarado, Revisora.

6.3 MÉTODOS

6.3.1 Tipo de estudio:

- Epidemiológico descriptivo

6.3.2 Procedimiento:

- Utilizando la base de datos del Instituto Nacional de Estadística -INE- y el modelo proporcionado por el Informe CAREX-Guatemala, se determinó por edad la cantidad de niños y adolescentes que trabajan, correspondiente a cada una de las 55 actividades laborales descritas en dicho informe.
- Para analizar las matrices que son utilizadas para calcular el número de niños expuestos ocupacionalmente, se consultó y tomó en cuenta la opinión de autoridades de los Ministerios de: Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-; Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-; Trabajo y Previsión Social -MINTRAB-. También se incluyó las organizaciones siguientes: Instituto Nacional de Estadística -INE-; Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-; Asociación de Medicina del Trabajo -ASOMET-; Programa Salud y Trabajo en América Central -SALTRA- IRET, Costa Rica; y el Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil -IPEC- de la Organización Internacional del Trabajo -OIT- Guatemala.
- Con base a las consultas mencionadas, se describió, un estimado de la cantidad de niños y adolescentes trabajadores expuestos por cada agente carcinogénico y plaguicida incluidos en el informe CAREX-Guatemala.
- Se describió los agentes carcinogénicos y plaguicidas más frecuentes a los que la población en estudio estuvo expuesta.

- Se generaron fichas técnicas toxicológicas sobre los agentes clasificados tipo 1 por -IARC-; a los que los niños guatemaltecos estuvieron expuestos; las cuales incluyen la información siguiente: agente carcinogénico, ocupaciones en riesgo, cáncer asociado, toxicocinética y otra información útil.
- Finalmente los resultados, así como las fichas descritas de los agentes carcinogénicos, fueron puestos a disposición del Ministerio de Trabajo y Previsión Social y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social así también a entidades relacionadas con la protección infantil.

7. RESULTADO

A continuación se muestra una serie de tablas y gráficas, que describen las características de la población de niños y adolescentes de 7-17 años económicamente activos durante el año 2002, que estuvieron expuestos a agentes carcinogénicos.

7.1 Tabla no.1 Niños y adolescentes económicamente activos en el año 2002 y actividades desarrolladas.

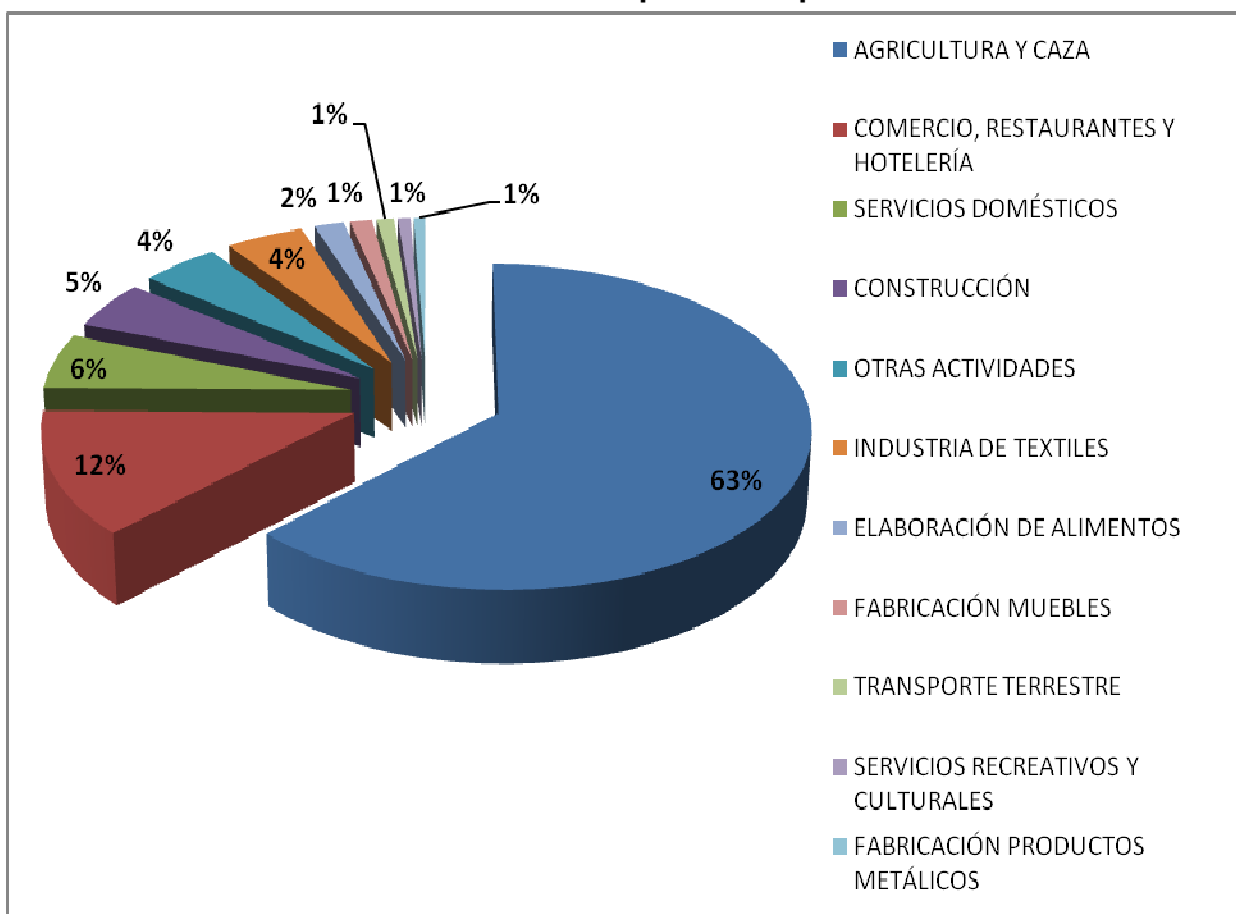
ACTIVIDAD	NÚMERO DE NIÑOS Y ADOLESCENTES ECONÓMICAMENTE ACTIVOS															
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL				
AGRICULTURA Y CAZA	8049	11724	13336	19992	20109	30991	32121	38698	41426	41631	46292	304369				
EXPLOTACIÓN FORESTAL	32	39	43	79	87	92	112	99	110	109	107	909				
PESCA	8	7	11	26	26	41	56	86	93	130	184	668				
EXTRACCIÓN CARBÓN	0	0	1	0	0	1	1	3	2	1	3	12				
PETRÓLEO	1	0	1	0	4	1	0	2	1	4	0	14				
MINERALES METÁLICOS	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	2	6				
OTRAS EXTRACCIONES	10	8	13	39	45	49	77	83	102	114	144	684				
ELABORACIÓN DE ALIMENTOS	150	169	182	269	347	556	755	1090	1371	1531	1898	8318				
ELABORACIÓN DE BEBIDAS	11	7	14	19	19	24	27	48	81	114	121	485				
INDUSTRIA DEL TABACO	0	0	0	0	2	4	4	6	8	11	10	45				
INDUSTRIA DE TEXTILES	349	410	515	732	789	1502	1811	2734	3405	4119	5533	21899				
CONFECCIONES DE TEXTILES	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				
MANUFACTURA DE PRODUCTOS DE CUERO	4	4	8	13	12	27	24	53	62	55	83	345				
INDUSTRIA DE CALZADO	29	37	44	84	77	153	218	280	360	440	514	2236				
MANUFACTURA DE PRODUCTOS DE MADERA	20	30	22	26	38	46	52	87	97	129	168	715				
FABRICACIÓN MUEBLES	87	130	162	205	288	432	584	854	1018	1066	1278	6104				
MANUFACTURA DE PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL	6	2	3	4	7	11	19	33	45	68	91	289				
ARTES GRÁFICAS	11	15	30	37	36	59	83	136	166	223	275	1071				

TRANSPORTE ACUÁTICO	2	0	3	0	2	3	6	14	8	16	23	77
TRANSPORTE AÉREO	2	1	2	2	2	4	1	4	7	11	20	56
SERVICIOS RELACIONADOS AL TRANSPORTE	27	34	29	39	44	80	81	128	126	222	267	1077
COMUNICACIONES	15	14	9	18	22	33	23	57	55	86	124	456
FINANZAS, SEGUROS INMOBILIARIA	1	0	0	1	0	1	1	2	486	664	992	2148
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SANIDAD Y SERVICIOS SIMILARES	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
EDUCACIÓN	0	0	0	0	0	1	4	0	107	177	253	542
INVESTIGACIÓN E INSTITUTOS CIENTÍFICOS	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MÉDICOS ENFERMEROS VETERINARIOS	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ASISTENCIA SOCIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	253	317	403	973
ORGANIZACIONES PROFESIONALES, ECONÓMICAS, RELIGIOSAS Y POLÍTICAS	0	0	0	0	0	1	0	0	66	89	115	271
SERVICIOS RECREATIVOS Y CULTURALES	98	101	120	169	164	275	305	471	452	627	821	3603
SERVICIOS DOMÉSTICOS	560	658	737	1033	1058	1946	2337	3599	4480	4983	5708	27099
ORGANIZACIONES INTERNACIONALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	11402	15633	17736	26725	27385	43422	47816	62338	73574	79720	94400	500151

Fuente: Censo Poblacional INE 2002.

La tabla no.1 muestra la distribución en las diferentes actividades, de los 500,151 niños y adolescentes que estuvieron económicamente activos durante el año 2002. Existieron actividades en las que no fue posible cuantificar (ND: no disponible) en la base de datos utilizada la cantidad de niños y adolescentes involucrados.

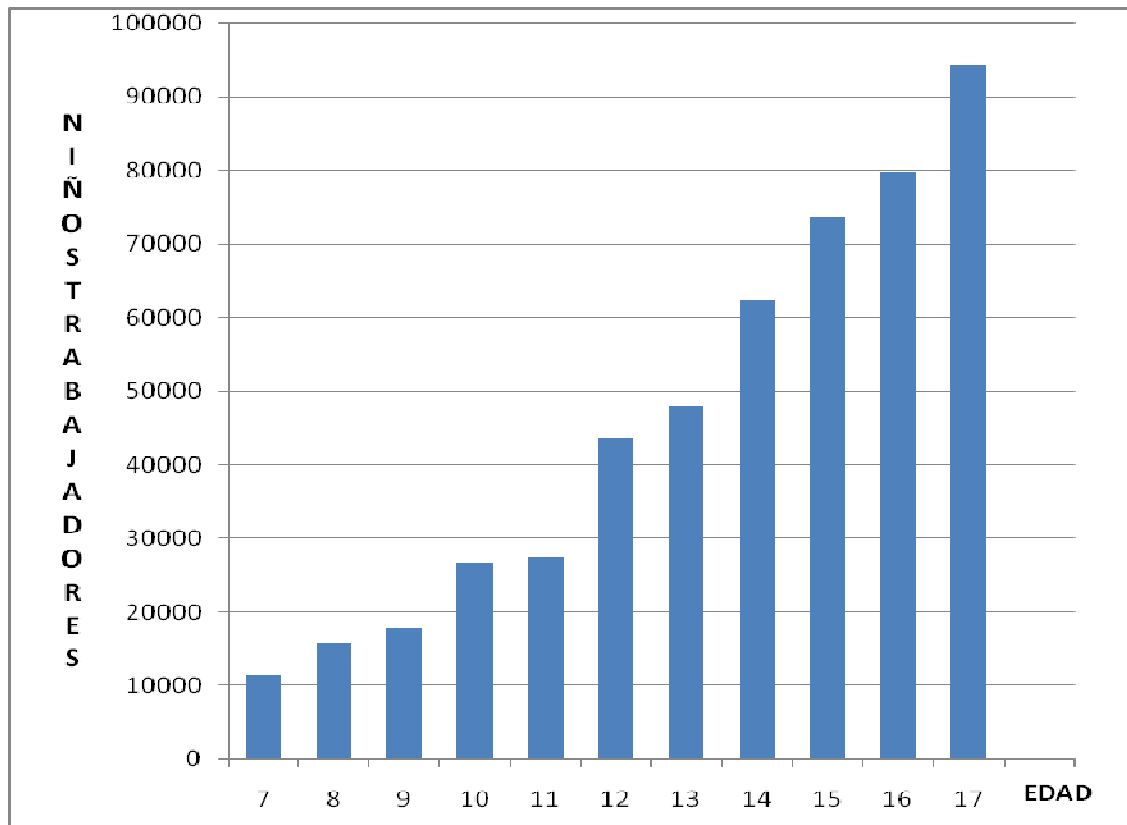
7.1.1 Gráfica no.1 Distribución de la población por actividad económica.



Fuente: datos experimentales

La gráfica anterior describe las diez actividades económicas, en las cuales se desarrollaron la mayor cantidad de niños y adolescentes trabajadores durante el año 2002. El resto de actividades no descritas en la gráfica fueron agrupadas en la serie llamada "otras actividades". De estas diez actividades, el mayor porcentaje de niños y adolescentes trabajadores corresponde a la agricultura y caza, mientras que el menor corresponde a la fabricación de productos metálicos.

7.1.2 Gráfica no.2 Distribución de la población por edad.



Fuente: datos experimentales

El histograma muestra la distribución por edad de los niños y adolescentes económicamente activos en el año 2002. Puede observarse la proporcionalidad directa existente entre la edad y la cantidad de niños y adolescentes involucrados en alguna actividad económica.

7.2 Tabla no.2 Exposiciones a agentes carcinogénicos.

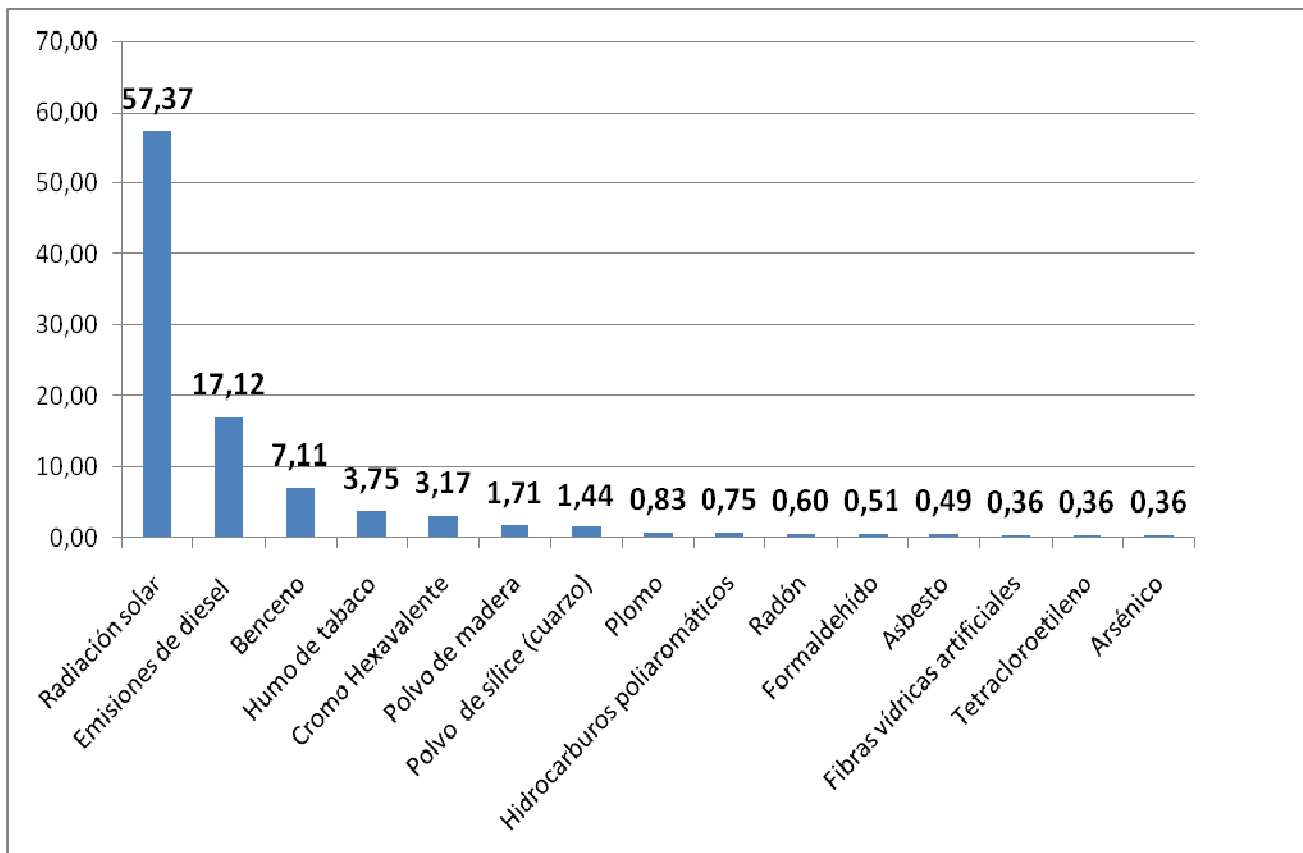
Agente	Clasificación IARC	Cantidad Niños y Adolescentes Expuestos
Radiación solar	1	286945
Paraquat y diquat (máxima)	NC	269062
Paraquat y diquat (mínima)	NC	134531
Emisiones de diesel (máxima)	2A	85616
Mancozeb, Maneb, o Zineb (máxima)	NC	82179
Clorotalonil (máxima)	2B	67590
Emisiones de diesel (mínima)	2A	51981
Mancozeb, Maneb, o Zineb (mínima)	NC	46872
Benceno	1	35583
Benomil (máxima)	NC	34393
Clorotalonil (mínima)	2B	32567
Humo de tabaco	1	18749
Herbicidas clorofenóxidos (máxima)	3	16740
Cromo Hexavalente	1	15873
Benomil (mínima)	NC	14305
Triazinas (máxima)	3	11261
Herbicidas clorofenóxidos (mínima)	3	10957
Polvo de madera	1	8541
Polvo de sílice (cuarzo)	1	7192
Triazinas (mínima)	3	4565
Plomo	2B	4154
Hidrocarburos poliaromáticos	1	3746
Radón	1	3025
Formaldehído	1	2537

Asbesto	1	2468
Fibras vídricas artificiales	2B	1798
Tetracloroetileno	2A	1792
Arsénico	1	1781
Cloruro de Metileno	2B	1465
Ácidos fuertes contenido H ₂ SO ₄	1	1161
Tricloroetileno	2A	1152
Bromuro de Metilo (máxima)	NC	913
Bromuro de Metilo (mínima)	NC	608
Cobalto y sus impurezas	2B	510
Estireno	2B	345
Cadmio	1	261
Níquel y sus compuestos	1	231
Óxido de etileno	1	161
Radiación ionizante	1	129
Fibras cerámicas	2B	82
Cloruro de Vinilo	1	61
Epiclorohidrina	2A	5
Exposiciones totales		967501

Fuente: Cálculo experimental.

Los datos descritos en la tabla no.2 muestran el total de niños y adolescentes que estuvieron expuestos a los diferentes agentes carcinogénicos, involucrados en cada una de las actividades económicas descritas anteriormente. Los plaguicidas no clasificados por IARC, aparecen en las casillas como NC.

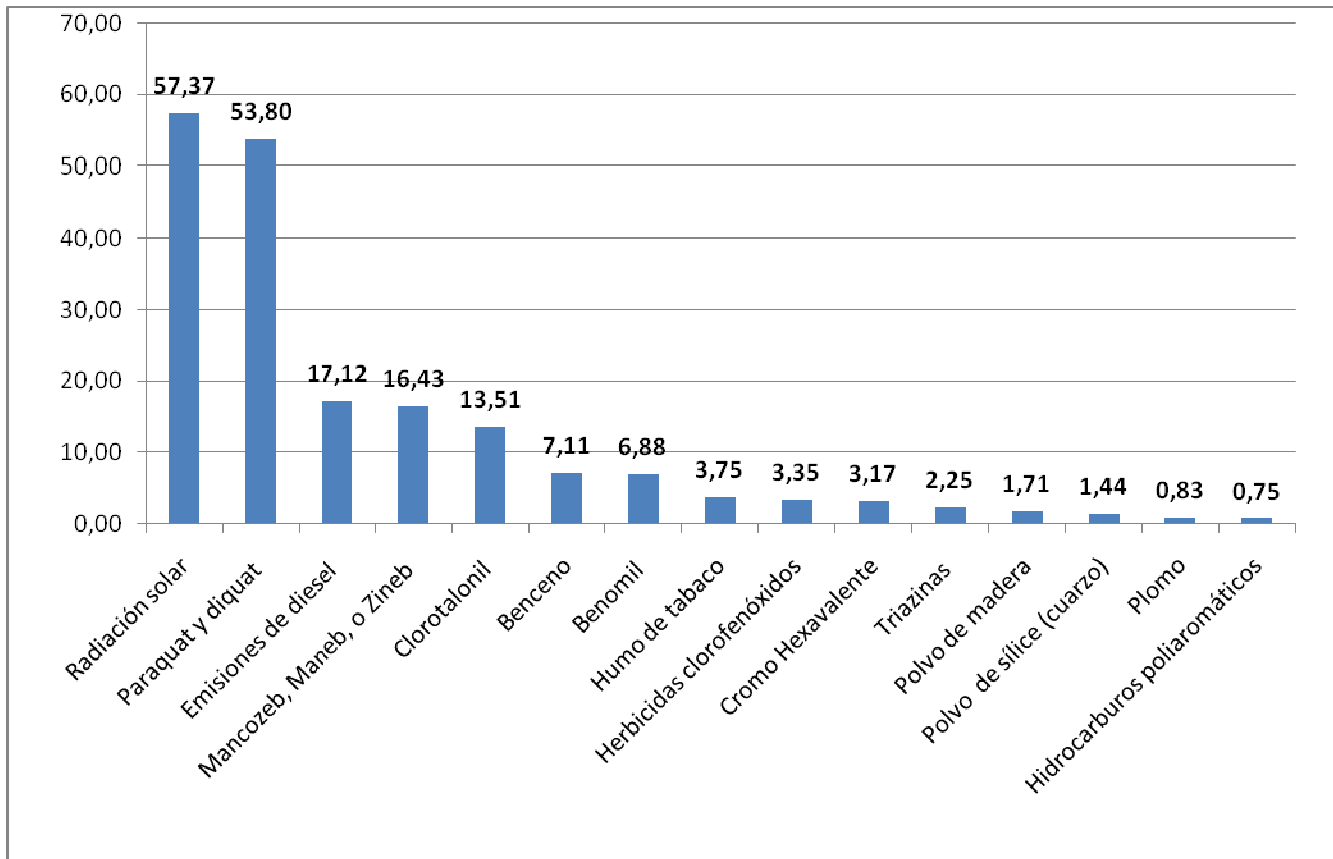
7.2.1 Gráfica no.3 Agente Carcinogénico (excluyendo plaguicidas) vs. % Expuestos.



Fuente: datos experimentales

Esta gráfica muestra los porcentajes de los quince agentes a los que mayor cantidad de niños y adolescentes estuvieron expuestos laboralmente en el año 2002; excluyendo los plaguicidas (incluidos en la gráfica no.4). El porcentaje que corresponde a cada agente, se obtuvo dividiendo el número de exposiciones asociadas al agente, entre el valor total de la población en estudio.

7.2.2 Gráfica no.4 Agente vs. % Expuestos



Fuente: datos experimentales

Los datos representados en la gráfica, corresponden a los quince agentes a los que se estima, mayor cantidad de niños y adolescentes estuvieron expuestos, incluyendo plaguicidas (los cuales no son clasificados por la IARC como carcinogénicos tipo 1); siendo el paraquat el plaguicida al que mayor número de niños estuvieron expuestos.

7.3 Tabla no.3 Frecuencia relativa de exposiciones por agente.

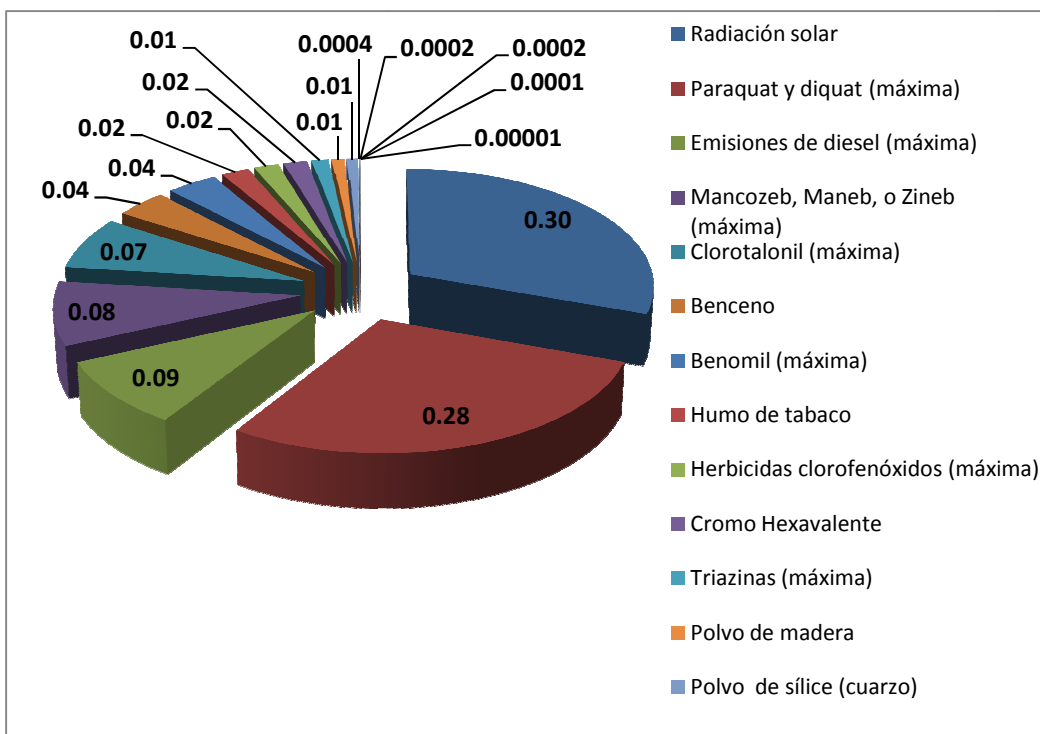
Agente	No. Actividades Involucradas	Frecuencia Relativa
Radiación solar	27	0,30
Paraquat y diquat (máxima)	1	0,28
Emisiones de diesel (máxima)	45	0,09
Mancozeb, Maneb, o Zineb (máxima)	1	0,08
Clorotalonil (máxima)	2	0,07
Benceno	33	0,04
Benomil (máxima)	1	0,04
Humo de tabaco	33	0,02
Herbicidas clorofenóxidos (máxima)	1	0,02
Cromo Hexavalente	29	0,02
Triazinas (máxima)	1	0,01
Polvo de madera	28	0,01
Polvo de sílice (cuarzo)	34	0,01
Plomo	33	0,004
Hidrocarburos poliaromáticos	36	0,004
Radón	44	0,003
Formaldehído	33	0,003
Asbesto	39	0,003
Fibras vídricas artificiales	26	0,002
Tetracloroetileno	30	0,002
Arsénico	19	0,002
Cloruro de Metileno	32	0,002
Ácidos fuertes contenido H ₂ SO ₄	31	0,001
Tricloroetileno	28	0,001
Bromuro de Metilo (máxima)	1	0,001
Cobalto y sus impurezas	27	0,001
Estireno	28	0,0004

Cadmio	21	0,0003
Níquel y sus compuestos	18	0,0002
Óxido de etileno	21	0,0002
Radiación ionizante	14	0,0001
Fibras cerámicas	8	0,0001
Cloruro de Vinilo	16	0,0001
Epiclorohidrina	4	0,00001

Fuente: Cálculo experimental.

La tabla anterior muestra la frecuencia relativa de cada agente; determinada a partir de la cantidad de expuestos por agente, entre el total de exposiciones, indicando a su vez la cantidad de actividades económicas con la que dicho agente está relacionado. El mayor número de exposiciones correspondió a la radiación solar; y la menor cantidad fue para el epiclorohidrina.

7.3.1 Gráfica no.5 Frecuencia Relativa de exposición.



Fuente: Datos experimentales.

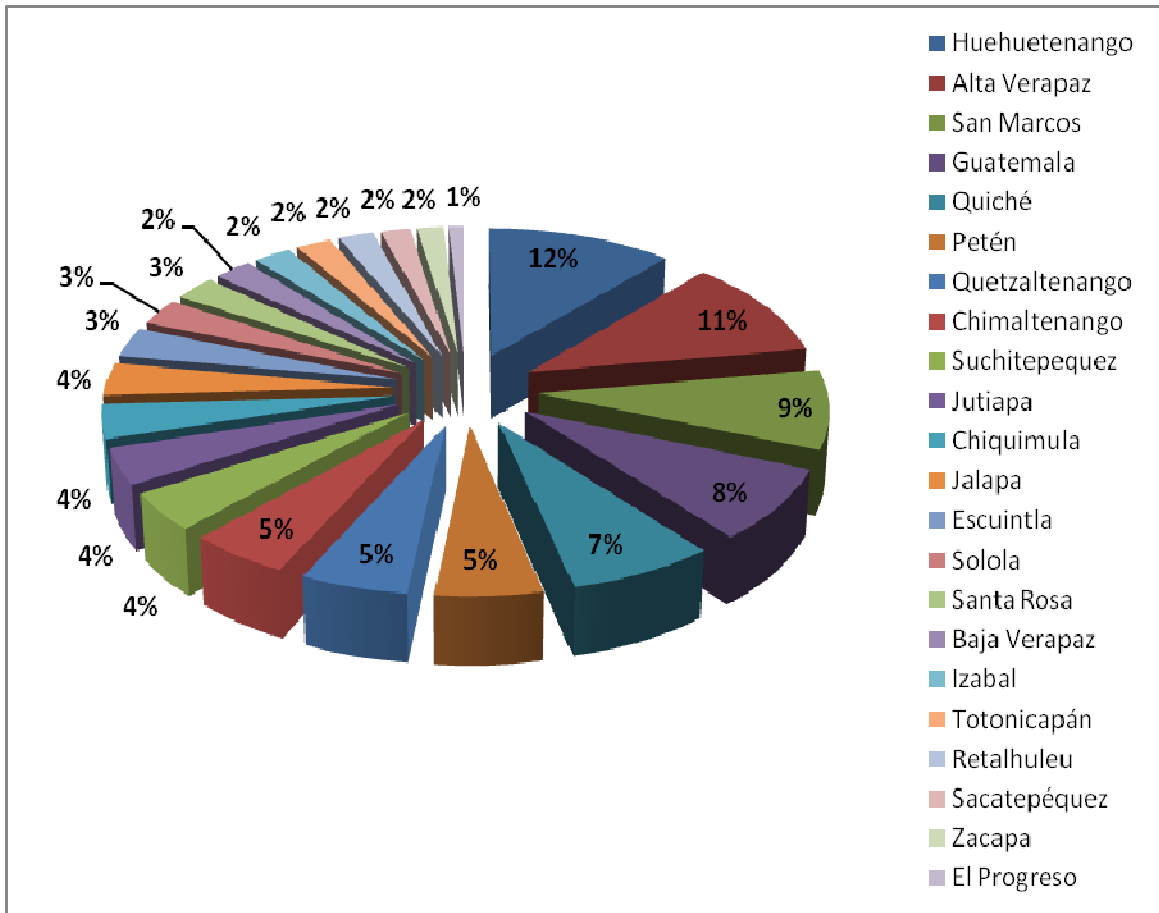
7.4 Tabla no.4 Porcentaje de exposiciones por departamento.

Departamento	% Exposiciones
Guatemala	7,99
El Progreso	0,96
Sacatepéquez	1,83
Chimaltenango	5,08
Escuintla	3,24
Santa Rosa	2,64
Sololá	2,87
Totonicapán	2,21
Quetzaltenango	5,35
Suchitepéquez	4,20
Retalhuleu	2,19
San Marcos	8,70
Huehuetenango	11,59
Quiché	7,34
Baja Verapaz	2,38
Alta Verapaz	10,81
Petén	5,36
Izabal	2,35
Zacapa	1,63
Chiquimula	3,74
Jalapa	3,58
Jutiapa	3,96
Total	100%

Fuente: Cálculo experimental.

La determinación del porcentaje de exposiciones existente por departamento, se obtuvo evaluando la cantidad de exposiciones descritas en cada una de las actividades económicas estudiadas, en cada departamento.

7.4.1 Gráfica no.6 Distribución de exposiciones por departamento.



Fuente: datos experimentales

El gráfico no. 6 describe el porcentaje de exposiciones correspondiente a cada uno de los veintidós departamentos de la República de Guatemala. Siendo Huehuetenango (12%) el departamento en el que existió la mayor cantidad de exposiciones, y El Progreso el departamento en el que se determinó la menor cantidad de exposiciones (1%).

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Instituto Nacional de Estadística -INE- en el año 2002, determinó que 500,151 niños y adolescentes formaban parte de alguna actividad económica. En el presente estudio, estos datos fueron analizados y ordenados acorde al modelo descrito en el informe CAREX-Guatemala; para cumplir los objetivos planteados.

La tabla no.1 describe como estuvieron distribuidos los 500151 niños y adolescentes trabajadores, en las 55 actividades económicas por edad. Se puede observar que la niñez guatemalteca se integra a la fuerza laboral desde muy temprano (7 años); y como lo muestra la gráfica no.2, conforme va aumentando la edad, aumenta la cantidad de niños y adolescentes que comienzan a trabajar. La agricultura y caza es la actividad que concentra más del 50% de los niños y adolescentes que laboran (gráfica no1); esto debido a que en el área rural es donde se encuentran más de la mitad de los niños del país (INE, 2003), y más del 50% de éstos niños son de etnia indígena (INE, 2003); dos factores a los que se asocia la integración a la fuerza laboral de los niños y adolescentes, tomando en cuenta que Guatemala es un país agrícola. Es importante mencionar que aproximadamente el 80 % de los niños y adolescentes que trabajan lo hacen en el sector informal (según OIT).

Al tomar parte de alguna actividad económica; indirectamente los niños y adolescentes se exponen a los agentes carcinogénicos asociados a dicha actividad. Por ejemplo los niños y adolescentes que trabajaron en la construcción, estuvieron expuestos a la radiación solar, al humo de tabaco ambiental, al polvo de madera, entre otros; los cuales IARC (*International Agency of Research on Cancer*) clasifica como agentes carcinogénicos tipo 1 (anexo 1, inciso 8.1.8). Otro ejemplo, son los niños y adolescentes que laboraron limpiando calzado (lustradores) y fabricando juegos pirotécnicos; los primeros expuestos al nitrobenceno (agente 2B según IARC), y los últimos expuestos a los químicos que componen la pólvora (carbón, nitrato potásico y azufre).

La tabla no.2 describe los agentes relacionados con las 55 actividades descritas en la tabla no.1, y la clasificación que IARC ha asignado a los mismos (anexo 1 inciso 8.1.8); así como el número determinado de niños y adolescentes que estuvieron

expuestos a cada agente. En total se estimaron 967,501 exposiciones a los diferentes agentes carcinogénicos. En la determinación de la cantidad de niños y adolescentes expuestos a agentes carcinogénicos; se usó las tasas de proporción utilizadas en el informe CAREX-Guatemala (Anexo no.3) para determinar la cantidad de adultos expuestos; haciendo ciertos ajustes para que la información obtenida fuera acorde a la población estudiada.

Las tasas utilizadas en el informe CAREX-Guatemala, poseían para un mismo agente en una actividad específica dos valores, uno que debía utilizarse con la población del género masculino y uno para el género femenino; pero dado que la base de datos utilizada (Censo Poblacional INE, 2002) en el presente estudio no permitió distribuir por género la población, sino sólo por edad; se decidió en consenso con expertos del -INE-, -SEGEPLAN-, y -SALTRA-; utilizar la tasa de proporción que asociaba mayor cantidad de exposiciones, por ejemplo para calcular la cantidad de niños y adolescentes trabajadores de la construcción que estaban expuestos a la radiación solar, se tenía la tasa para hombres de 0.60 y para mujeres de 0.30, y dado el inconveniente dicho, se optó por utilizar la primera tasa, por lo antes mencionado.

En la determinación de los trabajadores de los servicios domésticos expuestos, tomando en cuenta la opinión de expertos de -SEGEPLAN-, las tasas utilizadas fueron las correspondientes al género femenino (sustituyendo el criterio anterior), ya que de 12 niños y adolescentes que realizan labores domésticas, 9 son del género femenino (INE, 2003). Es necesario hacer mención que los niños y adolescentes, en la mayoría de ocasiones no hacen el mismo trabajo que los adultos, lo que implica la modificación de las tasas utilizadas, pero no necesariamente los exime de estar expuestos a los diversos agentes.

La tabla no.2 incluye también algunos plaguicidas clasificados por IARC y otros que aún no han sido estudiados por esta organización, pero que en Guatemala (y en otros países agrícolas en vías de desarrollo), son utilizados frecuentemente y por lo tanto existe exposición a los mismos. Un estudio publicado en Guatemala concluyó que los niños expuestos a plaguicidas poseen un riesgo entre 9 y 11 veces mayor de desarrollar leucemia linfocítica aguda con respecto a niños no expuestos (Vargas, 2009), reportando también que el paraquat y la atrazina (triazina) fueron de los

plaguicidas utilizados en mayor volumen; coincidiendo con lo descrito en el presente estudio (gráfica no.4), donde el paraquat y las triazinas fueron de los plaguicidas al que mayor cantidad de niños estuvieron expuestos, resultado esperado, si se toma en cuenta que de cada 100 niños que trabajan 63 lo hacen en la agricultura (INE, 2003).

La radiación solar fue el agente carcinogénico al que mayor cantidad de niños y adolescentes trabajadores estuvieron expuestos (gráfica no.3), aproximadamente el 8% de la fuerza laboral total del año 2002. Dicha exposición puede incidir en la aparición de cáncer de piel. Este resultado es consecuencia de que actividades que involucra un porcentaje significativo de la niñez trabajadora (gráfica no.1), por ejemplo la agricultura (63%), la construcción (5%), y el comercio (12%) entre otros, se realizan al aire libre.

Es importante mencionar que la exposición laboral a alguno de los agentes descritos en la tabla no.2, puede generar padecimientos del tipo agudo, pero frecuentemente se desarrollan enfermedades crónicas. Por ejemplo el mesotelioma asociado a la exposición a asbesto, se desarrolla hasta 20 años después de la exposición. Otro aspecto a destacar es que, existieron 18,749 exposiciones al humo de tabaco ambiental, en el año 2002; pero con la entrada en vigor en diciembre del año 2008 del acuerdo 74-2008 (Ambientes Libres de Humo de Tabaco); se espera que en estudios posteriores esta cifra disminuya drásticamente, especialmente en hoteles y restaurantes. Las propiedades toxicológicas de los agentes de mayor riesgo a los que están expuestos los niños y adolescentes laboralmente, se exponen en el anexo no.2. En la tabla no.3 se describe el número de actividades con las que cada agente tiene incidencia; además se determinó la frecuencia relativa de cada agente, la cual indica en porcentaje el número de exposiciones asociadas al mismo, del total descritas.

Finalmente la gráfica no.6 muestra el porcentaje de exposiciones estimadas en cada departamento de la República de Guatemala; siendo Huehuetenango el departamento con mayor número de exposiciones (11,59%), y El Progreso el de menor cantidad de expuestos (0,96%). El número de exposiciones no necesariamente tiene que ser menor o igual al número de niños y adolescentes trabajadores; ya que un mismo individuo puede estar expuesto a más de un agente, dependiendo la actividad económica donde se desarrolle.

9. CONCLUSIONES

- 9.1** La cantidad de niños y adolescentes económicamente activos durante el año 2002 fue la siguiente: de 7 años de edad trabajaban 11,402 niños; de 8 años, 15,633; de 9 años, 17,736; de 10 años, 26725; de 11 años 27385; de 12 años, 43,422; de 13 años, 47816; de 14 años 62338; de 15 años habían 73574 adolescentes laborando; de 16 años, 79720; de 17 años, 94400.
- 9.2** Se estimó que en el año 2002 existieron novecientos sesenta y siete mil quinientos y una (967,501) exposiciones laborales a los diferentes agentes carcinogénicos, en las 55 actividades económicas en las que estuvo involucrada la población en estudio (niños y adolescentes de 7 a 17 años).
- 9.3** Se calculó la frecuencia relativa que cada agente tuvo; siendo las más altas la radiación solar (0.30); el grupo del plaguicida paraquat (0.28); las emisiones de diesel (0.09), el grupo del plaguicida mancozeb (0.08) y el plaguicida clorotalonil (0.07).
- 9.4** Huehuetenango fue el departamento donde se estimó el mayor número de exposiciones (12%); seguido Alta Verapaz (11%); y San Marcos (9%). Siendo El Progreso el departamento donde se estimó el menor número de exposiciones (menos del1%).
- 9.5** Se recopiló la información toxicológica correspondiente a los agentes carcinogénicos tipo 1 (IARC), a los que estuvieron expuestos los niños y adolescentes laboralmente.
- 9.6** Según los resultados obtenidos se visualizó que la edad es directamente proporcional a la cantidad de niños y adolescentes que se integran a la fuerza laboral; es decir que a mayor edad, mayor fue la probabilidad que se integraran a la fuerza laboral.

- 9.7** El mayor porcentaje (63%) de niños y adolescentes económicamente activos en el año 2002, se dedicaba a la agricultura y caza.
- 9.8** La radiación solar fue el agente carcinogénico al que se estimó mayor número de niños y adolescentes estuvieron expuestos, (más del 57%), en las diferentes actividades laborales.
- 9.9** El paraquat y diquat fueron los plaguicidas a los cuales se estimó, que el mayor número de niños y adolescentes estuvieron expuestos en las actividades agrícolas (más del 53%).
- 9.10** La exposición a los diferentes plaguicidas se estimó representa más del 50% del total de las exposiciones de los niños y adolescentes en actividades laborales.

10. RECOMENDACIONES

- 10.1** Las entidades de gobierno y las no gubernamentales debe aunar esfuerzos y no escatimar gastos, para erradicar el trabajo infantil, que pone en riesgo la integridad física, mental y moral de los niños y adolescentes.
- 10.2** Las entidades gubernamentales que tienen a su cargo la protección de la integridad física y mental de los niños y adolescentes guatemaltecos; deben socializar masivamente los documentos que tiene como objetivo el resguardo de dicha integridad, por ejemplo la socialización del Acuerdo Gubernativo 250-2006, el cual trata sobre la acción inmediata para eliminar las peores formas de trabajo infantil.
- 10.3** La Universidad de San Carlos de Guatemala, debe fomentar capacitaciones en áreas rurales sobre la correcta aplicación y almacenamiento que los plaguicidas deben tener; así como proponer iniciativas de ley que promuevan la restricción de los mismos a personal capacitado únicamente.
- 10.4** Realizar estudios similares a éste; que permitan visualizar el cumplimiento de los convenios ratificados en el país en materia de protección infantil, así como estudios de campo que respalden la información descrita en el presente estudio.
- 10.5** Se debe dar seguimiento al cumplimiento de las leyes que protegen a los trabajadores de exposiciones labores, tal es el caso de la ley de los ambientes libres de humo de tabaco (Decreto 74-2008).

11.REFERENCIAS

- 11.1** Albiano N. (1999) Toxicología laboral: criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias químicas peligrosas. Editorial Polemos. España.
- 11.2** American Psychological Association. (2009). *Publication manual of the American Psychological Association*. (6a ed.) Washington, DC: American Psychological Association.
- 11.3** Ballesteros, J. (2005). *Guía práctica de intoxicaciones pediátricas*. Editorial A.G. RUPEM sociedad cooperativa. (pp 4-31). España
- 11.4** Barranco F. (1999). *Principios de urgencias, emergencias y cuidados críticos*. (6ª ed.). Editorial Alhulia. PP 1570. Granada, España.
- 11.5** Chaves, J. et al. (2005). *TICAREX: Exposiciones laborales a agentes carcinogénicos y plaguicidas en Costa Rica*. Recuperado de: <http://www.scsmt.cat/Upload/TextCompleto/1/2/123.pdf>
- 11.6** Cherrie, J. Tongeren M. y Semple S. (octubre 2007) *Exposure to Occupational Carcinogens in Great Britain*. Recuperado de: <http://annhyg.oxfordjournals.org>
- 11.7** Córdoba D. (2006). *Toxicología*. (5ª ed.). Editorial Manual Moderno. PP1044 (pp 908-916). Bogotá, Colombia.
- 11.8** Decreto no.1441. *Código de Trabajo*. Artículos 31, 32, 147-150
- 11.9** Decreto no. 27-2003. Ley de Protección Integral de la Niñez y Adolescencia. Artículo no. 51, 63, 64, 66, 72.

- 11.10** Dreisbach R. (2003). *Manual de toxicología clínica de Dreisbach: prevención, diagnóstico y tratamiento*. (7ª ed.). Editorial Manual Moderno. México.
- 11.11** Elgstrand, K. (2009). *OSH for development*. Royal Institute of Technology.
- 11.12** Faucy, A. et al. (2009). *Harrison Principios de Medicina Interna*. (17ª ed.). Editorial McGraw-Hill. Capítulo: 77-79, 83, 85, 88, 90. 96.
- 11.13** Frumkin, H. (2010). *Salud Ambiental de lo Global a lo Local*. (1ª ed.). Organización Panamericana de la Salud. Editorial McGraw-Hill. Capítulo: 23.
- 11.14** Gil, T. (1999). *Dermatitis de contacto por cemento: toxicocinética del cromo y derivados*. Recuperado de: <http://www.saudeetrabalho.com.br/download/dermatitis-de-contacto-por-cemento.pdf>
- 11.15** *Guatemala Child Labour Data Country Brief*. (2007). International Programme on the Elimination of Child Labour -IPEC-. International Labour Office -ILO- [Organización Internacional del Trabajo]. Recuperado de: <http://www.ilo.org/ipecinfo/product/viewProduct.do?productId=7799>
- 11.16** Guzmán, C. Chávez, J. Wesseling, C. (2010, mayo). *Estimación del número de trabajadores y trabajadoras expuestos a agentes carcinogénicos y plaguicidas en Guatemala*. Programa de Salud y Trabajo en América Central -SALTRA-. Centro de Información y Asesoría Toxicológica -CIAT-.

- 11.17** Hinkamp, D. *Propiedades de los ácidos inorgánicos*. Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo4/104_02.pdf
- 11.18** IARC (2010). *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–100*. Recuperado de: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>. Fecha de actualización: 26 mayo 2010.
- 11.19** Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2003) *Entendiendo el Trabajo Infantil en Guatemala*. MECOVI/INEM, OIT/IPEC, UNICEF. Recuperado de: http://white.oit.org.pe/ipec/documentos/gua_pop.pdf
- 11.20** Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2003). *Estudio cualitativo sobre el trabajo infantil en Guatemala*. MECOVI/INEM, OIT/IPEC. Recuperado de: http://white.oit.org.pe/ipec/documentos/gua_cualitativo_imprensa.pdf
- 11.21** Instituto Nacional de Estadística -INE-. (2006). *Características demográficas de la población por niveles de pobreza*. Recuperado de: http://www.ine.gob.gt/descargas/ENCOVI2006/Resultados_Nacionales.pdf.
- 11.22** Katzung, B. (2007). *Farmacología básica y clínica*. (10ª ed.). Editorial Manual Moderno. (pp 5-35). México
- 11.23** Kauppinen, T. Toikkanen, J. Pedersen, D. et al. (2000). *Occupational Exposure to Carcinogens in the European Union*. Recuperado de: <http://oem.bmj.com>.
- 11.24** Klaassen, C. Watkins, J.(2001). *Manual de Toxicología*. (5ª ed.). Editorial McGraw-Hill. (pp 169-202). México.

- 11.25** Kliegman R. et al. (2009). *Nelson, Tratado de Pediatría*. (18ª ed.). Editorial Elsevier Saunders. Capítulo 709 (pp 2899-2917). España.
- 11.26** Kogevinas, M. et al. (2004). *Exposición a Carcinogénicos Laborales en España: Aplicación de la Base de Datos CAREX*. Recuperado de: <http://www.scsmt.cat/Upload/TextCompleto/2/2/227.pdf>
- 11.27** Krewski, D. et al. (2005). *Residential Radon and Risk of Lung Cancer: A Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies*. *Epidemiología*; 16:137-145.
- 11.28** LaDou J. (2006). *Diagnóstico y tratamiento en medicina laboral y ambiental*. (4ª ed.). Editorial Manual Moderno. Capítulo 16 (pp 241-279). México
- 11.29** Ladrón de Guevara J. (1995) *Toxicología Médica. Clínica y laboral*. 1ª ed. Editorial Mc Graw-Hill. España. Pp 777.
- 11.30** Mirabelli, D. et al. (2005). *Occupational Exposures to Carcinogens in Italy: An Update of CAREX* Recuperado de: <http://www.ijoh.com>
- 11.31** OIT/convenio no. 138 (1973). *Edad mínima de admisión al empleo*. Recuperado de: <http://www.oit.org.mx/images/stories/apec/pdf/Anexo1C138Convenio.Pdf>.
- 11.32** OSHA (1999). *Health Guideline for Wood Dust*. Recuperado de: <http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/wooddustallsoftandhardwoodsexceptwesternredcedar/recognition.html>
- 11.33** OSHA (2003). *Exposición a la sílice cristalina*. Recuperado de: <http://www.osha.gov/Publications/osha3178.pdf>

- 11.34** OIT/convenio no.182 (1999). *Peores Formas de Trabajo Infantil*. Recuperado de: <http://www.unicef.org.co/Ley/LI/09.pdf>
- 11.35** PAHO. (1999). *Nociones básicas de toxicología aplicadas a las emergencias químicas*. Recuperado de: http://www.paho.org/Spanish/PED/ProductosQuimicos/Quimicos/index_folder/word_html/4/4.html
- 11.36** Peña L. (2010). *Toxicología clínica. Fundamentos de medicina*. (1ª ed.). Editorial Legis. (pp 598-600). Colombia.
- 11.37** Ramirez, A. (2002). *Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos*. Vol. 63. No.1-2002.
- 11.38** Repetto, M. (2009). *Toxicología Fundamental*. (4ª ed.) Editorial Díaz de Santos. (pp 79-81). España.
- 11.39** Ruiz, M. (2004). *Efectos tóxicos del tabaco*. Recuperado de: <http://www.uv.es/aetoxweb/revista/revtox.21.2.3/revtox.21.2.3.tabaco.pdf>
- 11.40** Russo, T. (2000). *Efectos tóxicos crónicos del formaldehído*. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/21804/1/articulo9.pdf>
- 11.41** Saenz, M. (2009). *Salud y Trabajo en Centroamérica: Un análisis estratégico*. SALTRA. Recuperado de: <http://www.saltra.info/>
- 11.42** Trabajo Infantil/OIT. *Información de base sobre el trabajo infantil y la OIT*. Recuperado de: http://www.ilo.org/ipeccampaignandadvocacy/Youthinaction/C182-Youth-orientated/C182Youth_Background/lang--es/index.htm

- 11.43** *Trabajo Infantil y Niñez Indígena en America Latina.* (2010). UNICEF, OIT, SISCA, FONFO INDÍGENA. Cartagena Colombia. Recuperado de: http://www.ilo.org/indigenous/Resources/Publications/lang-es/WCMS_150598/index.htm
- 11.44** Vargas R. (2009). *Exposición a Plaguicidas como Factor de Riesgo en Niños de 0 a 14 años, que padecen de Leucemia Linfocítica Aguda, procedentes del departamento de Quetzaltenango.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- 11.45** Villanueva V. (1999). *Cloruro de Vinilo, Monómero.* Recuperado de: <http://www.msps.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/vinilo.pdf>

12. ANEXO No.1

12.1 MARCO TEÓRICO

12.1.1 TRABAJO INFANTIL:

El trabajo infantil es una violación de los derechos humanos fundamentales, que ha demostrado perjudicar el desarrollo de los niños, pudiendo conducir a daños físicos o psicológicos que les durarán toda la vida. El trabajo infantil califica el trabajo nocivo para el desarrollo físico y mental de los niños e incluye tareas que:

- son mental, física, social o moralmente peligrosas y dañinas para los niños, e
- interfieren con su escolaridad, privándolos de oportunidades de asistir a la escuela;
- forzándolos a abandonar la escuela prematuramente; o
- exigiéndoles asistir a la escuela y al mismo tiempo realizar tareas pesadas o de larga duración.

En los peores casos, el trabajo infantil puede esclavizar a los niños, separarlos de sus familias, exponerlos a peligros y enfermedades graves y/o abandonarlos a su propia suerte en las calles de las grandes ciudades a veces cuando aún tienen muy pocos años. Hay más de 218 millones de niños trabajadores en el mundo, y alrededor de 126 millones de niños llevan a cabo trabajos peligrosos.

Creada en 1919, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) defiende la filosofía que la paz universal y duradera sólo puede alcanzarse si se basa en la justicia social. La OIT es el organismo mundial responsable de elaborar normas internacionales del trabajo, cuyo objetivo es garantizar que el desarrollo económico vaya emparejado con la creación de empleos y con condiciones de trabajo que permitan a las personas trabajar con libertad, seguridad y dignidad. La erradicación del trabajo infantil ha sido siempre un elemento central de las metas de la OIT (Trabajo infantil OIT).

12.1.2 TRABAJO INFANTIL EN GUATEMALA:

Guatemala se caracteriza por ser un país pluricultural y multilingüe compuesto por cuatro grupos étnicos principales: los mayas, los ladinos, los garífunas y los xincas. La pobreza, los valores culturales y las prácticas sociales contribuyen a que cada vez más niños guatemaltecos, se vean forzados a ingresar al mercado de trabajo. Una de las grandes preocupaciones dentro de la problemática del trabajo infantil es la carencia de información estadística que permita conocer la magnitud real del problema, además se reconoce que no existen suficientes estudios especializados que permitan un pleno conocimiento de la problemática, que permita iniciar acciones y esfuerzos conjuntos encaminados a su erradicación progresiva (Estudio cualitativo sobre el trabajo infantil en Guatemala INE, 2003). Es difícil crear un perfil del trabajo infantil en Guatemala, por las condiciones socio-demográficas económicas, culturales, que hacen que los problemas sociales sean propios de la región. Sin embargo del trabajo infantil en Guatemala se puede describir algunas características:

- No es visible, dado que en la mayoría es realizado dentro del grupo familiar, acentuándose más en el sexo femenino.
- No es diferenciado por los adultos el trabajo formativo de la explotación laboral que separa a la niñez de su desarrollo psicológico, biológico y social.
- Social y culturalmente el trabajo infantil ha sido considerado normal sin tomar en cuenta los riesgos a que son expuestos los niños y niñas que trabajan.
- Los niños y niñas se ven obligados a asumir los roles de los adultos incluyendo los vicios y las enfermedades.
- Los que combinan el trabajo y la escuela tienen bajo rendimiento escolar, asisten irregularmente y abandonan la escuela.

- En su vida adulta no serán competitivos (mano de obra calificada).
- Se manifiesta más en comunidades donde no existe infraestructura básica y fuentes de empleo.
- La carencia de una conciencia de rechazo al trabajo infantil, la falta de sanciones al respecto, el descontrol y la inexistencia de promoción social a favor de los derechos de la niñez y adolescencia, son las bases de esta situación.
- Existe una ocultación intencionada de mano de obra infantil y adolescente en diferentes tipos de trabajo tanto por las consecuencias legales que trae como por las presiones familiares y laborales que provoca. En algunas ocasiones éstas se dan por desconocimiento de los derechos y las normas laborales (tanto por los padres como por los empleadores y los empleados) (Estudio cualitativo sobre el trabajo infantil en Guatemala INE, 2003).

Los resultados de la Encuesta Nacional sobre Condiciones de Vida (ENCOVI) realizada en el año 2000 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), muestran que la mayoría de los niños son trabajadores no calificados en ocupaciones relacionadas principalmente con la agricultura, actividad a la que están vinculados como ayudantes familiares sin remuneración en las fincas de sus padres o familiares, y muy pocos se emplean como jornales o peones en otras fincas. Algunos trabajan en el comercio, la industria manufacturera y los servicios personales, y muy pocos en la construcción; actividades que pocos realizan en condición de asalariados o ayudantes sin pago (Estudio cualitativo sobre el trabajo infantil en Guatemala INE, 2003).

12.1.2.1 **Legislación que protege a la niñez en Guatemala:**

- A. Código de trabajo: en el artículo 31 se establece que los niños pueden trabajar, a partir de los 14 años; los contratos relativos al trabajo de niños menores de 14 años, deben celebrarse con los representantes legales de éstos, y en su defecto, se necesita la autorización de la Inspección General de Trabajo. Además en el capítulo segundo, artículo 147 al 150 describe pautas sobre la contratación de menores (Decreto no.1441).
- B. Ley de protección integral de la niñez y adolescencia: la sección V, artículo no.51, describe el derecho a la protección contra la explotación económica. Además en los artículos 63, 64, 66, 72, existen aspectos relacionados con el trabajo de menores. En el artículo no.94 se establece la creación de la unidad de Protección a la Adolescencia Trabajadora, para ejecutar los proyectos y programas que emprenda el Ministerio de Trabajo y Previsión Social; en coordinación con la Inspección de Trabajo y la Dirección general de Trabajo (Decreto 27,2003).
- C. A nivel internacional se ratificó el convenio 182 de la Organización Internacional del Trabajo, en el que el Estado guatemalteco se compromete adoptar medidas inmediatas y eficaces para conseguir la prohibición y la eliminación de las peores formas de trabajo infantil (OIT,1999); así mismo el convenio no. 138 en el que se compromete a seguir una política nacional que asegure la abolición efectiva del trabajo de los niños y eleve progresivamente la edad mínima de admisión al empleo o al trabajo a un nivel que haga posible el más completo desarrollo físico y mental de los menores (OIT,1973).

12.1.3 SALUD OCUPACIONAL:

Conforme la globalización transforma países en desarrollo como Guatemala, en países industrializados, se genera contaminación ambiental en una escala global nunca antes vista. La contaminación del aire y agua, de la comida producida por industrias cercanas o lugares de desperdicios y ambientes peligrosos en el hogar o área de trabajo, son causas comunes de preocupación en los miembros de la comunidad y oficiales de salud pública (LaDou, 2006).

12.1.4 TOXICOLOGÍA OCUPACIONAL:

Se define como la ciencia que estudia los efectos adversos a la salud, producidos por agentes químicos utilizados en la industria y a los que están expuestos los trabajadores, como consecuencia de su manipulación y uso. Igualmente estudia los mecanismos de acción de dichos tóxicos y las formas de prevenirlos y controlarlos (Córdoba,2006).

El lugar de trabajo es un subconjunto de un entorno donde las personas están expuestas diariamente al ambiente mientras interactúan y desarrollan sus actividades de sustento (Frumkin, 2010).

12.1.4.1 Toxicidad de las sustancias químicas:

Es la capacidad inherente de una sustancia para causar efectos biológicos adversos. El riesgo es la probabilidad de que esa sustancia causará daños en condiciones determinadas de exposición. Si se asume que el riesgo depende de la toxicidad de la sustancia y de las características de exposición (frecuencia, duración y concentración), cualquier práctica de trabajo que genere niveles ambientales elevados o exposición frecuente o prolongada, contribuirán al riesgo asociado a una sustancia. Para evaluar con algún grado de confianza el nivel de exposición al cual el riesgo a la salud sea mínimo, se requiere

de información toxicológica que se deriva de diversas fuentes, a saber:

- a. Ensayos de experimentación *in vivo* e *in vitro* y posteriormente extrapolación al hombre.
- b. Estudios epidemiológicos, los cuales permiten establecer la existencia de un riesgo relativo o bien señala la baja probabilidad o incluso ausencia de tal riesgo (Córdoba, 2006).

12.1.5 TOXICOCINÉTICA:

El término toxicocinética se define como el estudio cuantitativo de los procesos que experimenta, en función del tiempo, un xenobiótico (sustancia química no sintetizada en el organismo Katzung,2007) en un organismo vivo. Este xenobiótico, sufre procesos de absorción, distribución, biotransformación y excreción. Es importante mencionar que el término toxicocinética no puede intercambiarse con el de farmacocinética; ya que la farmacocinética persigue contribuir a la óptima definición de la actividad de un fármaco, mientras que la toxicocinética busca los efectos de la exposición, predecir el riesgo y la tolerancia (Repetto, 2009).

Los niños son especialmente sensibles a la acción de lo tóxicos como consecuencia de la falta de maduración tanto a nivel orgánico como metabólico (Ballesteros, 2005).

12.1.5.1 Absorción:

La absorción implica que la sustancia química atraviesa membranas biológicas. En el caso de que una sustancia sea ingerida, ésta puede ser absorbida en cualquier parte del tracto gastrointestinal. Sin embargo, la mayor absorción se produce en el intestino delgado, de donde la sustancia química pasa al sistema circulatorio por la vena porta y es transportada directamente al hígado (PAHO, 1999). El estómago de un adulto tiene un pH entre 1 y 3; mientras que en niños es un poco más elevado por la falta de secreción de

ácido, por lo que la absorción es más lenta que en los adultos. En niños la flora bacteriana que puede inactivar sustancias tóxicas, en los neonatos está muy disminuida (Ballesteros, 2005). Algunos factores físicos o químicos pueden afectar la absorción de una sustancia en relación a la cantidad a ser absorbida y al tiempo de absorción. Por ejemplo, no todas las formas químicas de un metal son bien absorbidas en el intestino, así en el caso de ingerirse mercurio metálico, poco será absorbido pero no ocurre lo mismo con un compuesto orgánico como el metilmercurio (PAHO, 1999).

La inhalación es la vía más rápida por la cual una sustancia química ingresa al organismo (PAHO, 1999). Las partículas de 1 micra pueden llegar a los alveolos y producir neumoconiosis. Otro peligro de esta vía es que no sufre metabolismo hepático, actuando directamente sobre el órgano diana, como puede ser el cerebro, pulmones o riñones (Ballesteros, 2005).

La vía cutánea es otra vía de ingreso importante. El paratión es fácilmente absorbido por vía cutánea. Cuando un área grande de piel está en contacto con una sustancia química la cantidad absorbida será mayor que si se trata de una superficie pequeña (PAHO, 1999). La penetración por esta vía se produce por difusión pasiva, es mayor en niños que en adultos, al verse favorecido por un menor estrato córneo y una mayor hidratación de la piel (Ballesteros, 2005).

12.1.5.2 **Distribución:**

Después de que la sustancia química es absorbida, se distribuye por la sangre a todo el organismo causando efectos nocivos, especialmente en el órgano blanco (órgano donde primero se evidencia un efecto nocivo). Para producir esos efectos la sustancia química debe alcanzar una concentración determinada en el órgano, razón por la cual es importante el

tiempo de exposición (PAHO, 1999). El paso desde la sangre a los distintos compartimentos corporales lo realizará únicamente la fracción de xenobiótico no unido a proteínas plasmáticas. En lactantes, la albumina y alfa-1-glicoproteína ácida están en menor concentración que en el adulto, por lo que la concentración del tóxico libre es mayor y por tanto su capacidad lesiva estará aumentada (Ballesteros, 2005).

Un término a considerar es el volumen de distribución V_d , el cual refleja un equilibrio entre la fijación a los tejidos, que reduce la concentración plasmática e incrementa el volumen aparente, y la fijación a proteínas del plasma, que aumenta la concentración plasmática y reduce el volumen aparente (Katzung, 2007). El V_d es diferente en niños que en adultos, por la composición de los compartimentos corporales: en neonatos hay un % de agua de 70, versus el 55% en adultos. Cuando se tiene un V_d de 5-7, se presume que el tóxico se distribuye sólo en el plasma; $V_d = 70$, el tóxico se distribuye en toda el agua corporal; V_d mayor que 70, indica acumulación del tóxico en algún tejido. Tóxicos hidrosolubles poseen un V_d mayor para niños que adultos (Ballesteros, 2005).

12.1.5.3 **Biotransformación:**

Así como se utiliza la denominación de metabolismo para indicar la transformación de diferentes sustancias que son necesarias para la vida, se ha propuesto la denominación de biotransformación para el proceso de conversión de las sustancias que no son necesarias para el organismo como es el caso de las sustancias tóxicas. El término biotransformación describe cómo los organismos transforman las sustancias tóxicas absorbidas en otras de toxicidad menor y, en general, solubles en agua, o en metabolitos de mayor toxicidad como es el caso del ácido fórmico en la biotransformación del

metanol (PAHO, 1999). La mayor parte de las biotransformaciones metabólicas se producen en algún momento entre la absorción del fármaco en la circulación general y su eliminación renal. Algunas transformaciones se realizan en la luz o la pared intestinal. En general, todas estas reacciones pueden atribuirse a una de las dos categorías principales, que se denomina reacciones de fase I y fase II (Katzung, 2007). Las reacciones de fase I, involucra una familia de 13 enzimas llamadas citocromo P450 (CYP) localizadas en el hígado, las cuales maduran de forma diferente a lo largo de la vida del niño. En neonatos la actividad del CYP 450 esta disminuida, siendo más activo durante la infancia, y disminuyendo dicha actividad en la adultez (Ballesteros, 2005).

12.1.5.4 Eliminación:

Las sustancias solubles en agua son eliminadas por la orina, mediante filtración glomerular, transporte tubular pasivo y activo; la filtración glomerular se alcanza los valores de adulto a los 8 o 12 meses de vida (Ballesteros, 2005). Las sustancias que son volátiles, como etanol y acetona, y los gases como el monóxido de carbono se eliminan parcialmente por el aire expirado. Algunas también son eliminadas por la leche y sudor (PAHO, 1999).

12.1.6 FACTORES QUE INCIDEN EN LA EXPRESIÓN DE EFECTOS ADVERSOS POR EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS QUÍMICAS:

- A) Físicos: Temperatura, presión, humedad, radiación, altura.
- B) Del individuo: Raza, genética, sexo, edad, salud, dieta (inductores enzimáticos), estilos de vida (hábitos tabáquico/alcohólico, pasatiempos, exposición a agentes de uso doméstico, medicación).

C) Del agente químico: propiedades fisicoquímicas. Forma física, estructura, presión de vapor, coeficiente de partición, vehículos (solventes), impurezas. (Córdoba, 2006).

12.1.7 CONTAMINANTES QUÍMICOS MÁS PELIGROSOS:

Actualmente los niños presentan un riesgo de exposición a más de 80.000 productos químicos sintéticos, muchos de ellos desarrollados desde la segunda guerra mundial (2,836 compuestos químicos de alta producción). Los datos de vigilancia biológica del *Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals* de los centros para el control de enfermedades prueban que los niños están expuestos a una mayor variedad de productos químicos sintéticos y que en algunos casos conlleva a una mayor absorción corporal que los adultos. Este tipo de datos documentan la exposición de los niños pero no tratan de los efectos sobre la salud. Menos de la mitad de estos compuestos de alta producción se han evaluado por su toxicidad pediátrica o sobre el desarrollo (Kliegman, 2009).

12.1.7.1 Contaminantes atmosféricos:

Los contaminantes del aire libre más peligrosos son los oxidantes fotoquímicos (en especial, el ozono), los óxidos de nitrógeno (NO_x), las partículas finas, los óxidos de azufre y el monóxido de carbono. Estos contaminantes proceden principalmente de la combustión de hidrocarburos. La fuente principal de contaminación atmosférica a escala mundial son las emisiones de los automóviles, seguida de las fuentes fijas como las centrales eléctricas. Los niveles elevados de contaminantes atmosféricos, sobre todo de ozono y NO_x, se asocian a problemas respiratorios en los niños. La contaminación atmosférica por partículas finas, incluso con niveles bajos, se relaciona con pequeños incrementos de la mortalidad cardiopulmonar. Las pruebas de un estudio de cohortes prospectivo en California sobre contaminación

atmosférica y desarrollo de cáncer de pulmón demostraron un menor crecimiento del pulmón entre los 10 y 18 años de edad, el cual lleva a disminuciones clínicamente significativas en la función pulmonar que persisten en la edad adulta (Kliegman, 2009).

12.1.7.2 **Plaguicidas:**

Los plaguicidas son un grupo diverso de sustancias químicas utilizadas para controlar los insectos, las malas hierbas, los hongos y los roedores. En la Agencia Medioambiental de EE.UU (EPA) hay registrados alrededor de 600 plaguicidas. La alimentación es la principal vía de exposición de los niños, debido a que están expuestos a residuos de múltiples plaguicidas existentes en las frutas y hortalizas. Los niños también pueden estar expuestos en los hogares y las escuelas, el césped y los jardines. La exposición puede producirse por el desplazamiento de estas sustancias desde las zonas de cultivo donde se esparcieron. Los niños que trabajan en la agricultura o que viven en campamentos de trabajadores temporales del campo están expuestos a numerosos plaguicidas. Los plaguicidas pueden ocasionar varios efectos tóxicos crónicos: polineuropatía y alteraciones funcionales del SNC (organofosforados), trastornos hormonales y alteraciones de la reproducción (DDT, clordecona, dibromocloropropano), cáncer (aldrina, dieldrina, herbicidas clorofenoxi [2,4,5-T]), y fibrosis pulmonar (paraquat). La exposición de los niños a los plaguicidas puede reducirse al disminuir las aplicaciones en céspedes y jardines, adoptar técnicas de tratamiento integral de plagas y reducir la aplicación de plaguicidas a las cosechas de alimentos (Kliegman, 2009).

12.1.7.3 **Compuestos orgánicos:**

En 1930 se demostró que el hidrocarburo aromático policíclico sintético dibenz(a,h)antraceno, es un potente carcinógeno después de pintado repetido sobre piel de ratones. Los hidrocarburos policíclicos varían en sus potencias carcinógenas; por ejemplo, el compuesto dibenz(a,h)antraceno, tiene poca actividad en comparación con el 3-metilcolantreno. La alimentación de ratas con el colorante azo *o*-aminoazotolueno, da por resultado la aparición de neoplasias hepáticas. Al igual que los hidrocarburos aromáticos policíclicos, los colorantes azo por lo general no actúan en el sitio de primer contacto del compuesto con el organismo, si no en un sitio remoto, el hígado (klaassen, 2001).

12.1.7.4 Metales:

Los metales se utilizan en la construcción, industria automotriz, aeroespacial, electrónica, del vidrio y en otras manufactureras. Los metales ejercen sus efectos biológicos a través de la formación de compuestos estables con grupos sulfhidrilo, alterando la estructura y función de muchas proteínas y sistemas enzimáticos. La exposición de la población general a la mayor parte de los metales se relaciona principalmente con el aire, agua y contaminación de fuentes alimentarias. Estas exposiciones de fondo son muy variables, según la ocurrencia natural en el suelo y el agua de la tierra, así como por contaminación debida a operaciones industriales, automóviles y generación de polvo (LaDou, 2006).

12.1.7.4.1 TOXICIDAD AGUDA POR METALES:

Suele ocurrir después de la ingestión de compuestos que contienen metales o por la inhalación de concentraciones elevadas de polvos o humos de metales. Las actividades de remodelación de las casas

generan polvos por pigmentos de pinturas, en especial plomo. Esto, junto con la ingestión de partículas de pintura (pica), son causas importantes de intoxicación infantil. Es posible medir los niveles de la mayor parte de los metales en sangre u orina para confirmar el diagnóstico y dirigir el tratamiento (LaDou, 2006).

12.1.7.4.2 TOXICIDAD CRÓNICA POR METALES:

La investigación sobre los efectos a la salud por la exposición a niveles bajos a los metales, indica que ocurren alteraciones fisiológicas a niveles que antes se consideraban seguros. Continúa creciendo la evidencia de carcinogenicidad, nefrotoxicidad, y neurotoxicidad a niveles bajos de exposición (LaDou, 2006).

12.1.7.5 **Radiación:**

La exposición a la radiación puede ser natural o medioambiental (producida por el hombre). La carcinogénesis por radiación parece ser un proceso progresivo comprendido de tres etapas independientes: cambios morfológicos, inmortalidad celular y oncogenicidad. La exposición radiactiva provoca inestabilidad del genoma celular. Esta inestabilidad se transmite a la progenie celular, ocasionando una elevación duradera en la tasa con la que los cambios se presentan en las subsiguientes generaciones de la célula irradiada. La edad en el momento de la exposición influye en la sensibilidad a los cánceres radioinducidos. En comparación con los adultos de mediana edad, los niños son 10 veces más sensibles a la carcinogénesis radioinducida, y los neonatos más jóvenes son más sensibles que los niños mayores. Las niñas son más sensibles que los niños, debido al mayor riesgo asociado con cáncer de mama y tiroides. El feto y los niños pequeños son más vulnerables al cáncer inducido por radiación porque: 1) están creciendo rápidamente, con muchas células

sometiéndose a actividad mitótica; 2) los tumores radioinducidos (excepto la leucemia) se desarrollan lentamente y los niños tienen una mayor vida por delante, y 3) el efecto acumulativo de la radiación es para toda la vida (Kliegman, 2009).

12.1.8 CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES CARCINOGENÉTICOS -

IARC- (*International Agency of Research on Cancer*):

- GRUPO 1: El agente (o la mezcla) es carcinogénico para los humanos. La situación de la exposición implica exposiciones que son carcinogénicas para el ser humano. Este grupo contiene 88 agentes carcinogénicos (incluye 12 mezclas y 13 situaciones de exposición) (IARC, 2010).
- GRUPO 2A: El agente (o la mezcla) probablemente sea carcinogénico para los humanos. La situación de la exposición implica exposiciones que probablemente sean carcinogénicas para el ser humano. En este grupo se listan 64 agentes (incluye 5 mezclas y 4 situaciones de exposición) (IARC, 2010).
- Grupo 2B: El agente (o la mezcla) posiblemente sea carcinogénico para los humanos. La situación de la exposición implica exposiciones que posiblemente sean carcinogénicas para el ser humano. Contiene 236 agentes (12 mezclas y 4 situaciones de exposición) (IARC, 2010).
- Grupo 3: El agente (o la mezcla o situación de la exposición) no es clasificable como carcinogénico para los humanos. Incluye 496 agentes (IARC, 2010).
- Grupo 4: El agente (o la mezcla o situación de la exposición) probablemente no sea carcinogénico para los humanos. Incluye 1 agente (IARC, 2010).

12.1.9 CÁNCER:

El cáncer describe un subgrupo de lesiones de la enfermedad neoplasia. Neoplasia o la lesión constitutiva, un neoplasma, se define como un crecimiento de tejido con alteraciones hereditarias, relativamente autónomo. Las neoplasias pueden ser benignas o malignas (Klaassen, 2001).

El cáncer es la segunda causa principal de muerte, después de las enfermedades cardíacas. Sin embargo, las muertes por enfermedad cardíaca han disminuido 45% en Estados Unidos desde 1950 y continúan descendiendo. El cáncer ha rebasado a las cardiopatías como la causa principal de muerte en personas menores de 85 años. En 2002 se calculó que habían aparecido 11 millones de nuevos casos de cáncer a nivel mundial y que siete millones de enfermos con cáncer fallecieron. Cuando se subdivide esta cifra según la población, en promedio 7.1% de los casos se situaron en América Central. El cáncer de pulmón es el más frecuente y es la causa más común de muerte en el mundo. Su incidencia es muy variable y afecta únicamente dos personas de cada 100,000 africanos, pero la tasa puede llegar a 61 personas por 100,000 estadounidenses. Luego siguen el cáncer de estómago, hígado y colorrectal. En los países menos desarrollados, los de mayor frecuencia son el cáncer de hígado, cervicouterino y esofágico. Se cree que 9 factores de riesgo modificables son los que explican más de la tercera parte de los cánceres a nivel mundial; incluyen factores como tabaquismo, consumo de alcohol, obesidad, inactividad física, escaso consumo de frutas y verduras, sexo riesgoso, contaminación atmosférica, humo bajo techo por combustibles quemados en el hogar e inyecciones con agujas contaminadas (Faucy, 2009).

12.1.9.1 Diagnóstico:

El diagnóstico de cáncer se basa fundamentalmente en la biopsia de tejido. Nunca debe realizarse el diagnóstico sin obtener tejido; ningún procedimiento diagnóstico no cruento

es suficiente para definir un proceso patológico como cáncer. Aunque existen situaciones clínicas poco habituales (p. ej., los nódulos tiroideos) en las que la aspiración con aguja fina es un procedimiento diagnóstico aceptable, en general el diagnóstico se basa en extraer del paciente tejido apropiado para permitir un estudio metódico de la histología del tumor, su grado y su capacidad de invasión y para obtener además datos de diagnóstico molecular, como la expresión de marcadores de superficie celular o proteínas intracelulares que tipifican un cáncer determinado o la presencia de un marcador molecular como la translocación del linfoma de burkitt. Cada vez son más los datos que relacionan la expresión de determinados genes con el pronóstico y la respuesta al tratamiento. Una vez establecido el diagnóstico de cáncer, es preferible entender el tratamiento del paciente como una colaboración interdisciplinaria entre el médico de atención primaria, los oncólogos médicos, los oncólogos radioterapeutas, los especialistas en enfermería oncológica, los farmacólogos, los asistentes sociales, los especialistas en rehabilitación y otros profesionales de consulta (Faucy, 2009).

12.1.10CÁNCER LABORAL:

En general un agente carcinogénico es el que produce neoplasia o la induce. De manera más específica, es un agente cuya administración a animales previamente no tratados conduce a un aumento estadísticamente significativo de la incidencia de neoplasias de uno o más tipos histogénicos, en comparación con la incidencia en animales apropiados no tratados (Klaassen, 2001). Es importante identificar los carcinógenos laborales, cuando menos en parte, ya que casi todos los cánceres laborales son totalmente prevenibles con prácticas apropiadas por parte del personal y mediante una legislación protectora estricta (LaDou, 2006). En comparación con los tumores epiteliales adultos, una parte pequeña de los tumores infantiles parecen ser explicables por exposiciones ambientales conocidas (Faucy, 2009).

12.1.10.1 Carcinogénesis:

La evidencia habla de que el cáncer surge en una sola célula anormal. La etapa inicial para el desarrollo de una célula anormal es el resultado de una alteración o mutación del material genético, el ácido desoxirribonucleico (DNA). Esta alteración puede ser de presentación espontánea o estar causada por factores exógenos, como la exposición a químicos carcinógenos o a radiación. El hecho de que un tumor aparezca de esta célula alterada dependerá de varios factores, como la capacidad que tiene la célula para reparar el daño, la presencia de otros agentes endógenos o exógenos que estimulan o inhiben el desarrollo del tumor y la integridad del sistema inmunológico (LaDou, 2006).

12.1.10.2 Etapas en el desarrollo del tumor:

Son varias las pruebas que señalan que las células sufren múltiples cambios heredables en el proceso de convertirse en una "célula con cáncer"; a este proceso se le denomina carcinogénesis. En estudios se demostró que para el

desarrollo tumoral se requería de por lo menos dos etapas: inicio y promoción. Una pequeña dosis de un agente carcinogénico conocido como el iniciador (ej. Hidrocarburo aromático policíclico PAH), se aplica en la piel; luego al estar expuesto a un promotor (ej. Aceite de ricino), se logra el desarrollo del tumor. Este proceso se ha implicado en el desarrollo de tumores en otros órganos, como el hígado y el pulmón del ratón, y la tráquea de la rata. Por ejemplo la ingestión de una pequeña cantidad de varias nitrosaminas (iniciadores) seguida de la ingestión regular de bifenilos policlorados (promotores) produce tumores hepáticos en el ratón. Algunos agentes carcinogénicos (p. ej., el humo de tabaco) tienen ambas propiedades, de inicio y promoción, y se les denomina carcinógenos completos. No obstante, está claro que el daño del humo del tabaco establece la etapa para una carcinogénesis más efectiva al exponerse a sustancias tóxicas, como el asbesto o el níquel. Para casi todos los efectos tóxicos, la persistencia o progresión del daño requiere la presencia continua del agente químico agresor. Sin embargo, para los iniciadores de un cáncer, una sola exposición puede inducir daño genético en una célula, suficiente como para dar lugar al desarrollo de un tumor años después de que ha cesado la exposición. Un ejemplo es el desarrollo de un mesotelioma hasta 20 años o más después de una breve exposición al asbesto (LaDou, 2006).

12.1.11 PRINCIPALES TIPOS DE CÁNCER ASOCIADO A EXPOSICIÓN LABORAL:

12.1.11.1 CÁNCER DE LA PIEL

Tabla no.1 Agentes y ocupaciones relacionadas con cáncer de la piel.

CÁNCER DE LA PIEL	
AGENTE CARCINOGENICO	OCUPACIÓN EN RIESGO
Radiación ultravioleta	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en exteriores.
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de combustibles. • Producción de electrodos. • Industria de pigmentos. • Impermeabilizadores. • Trabajadores con aceite de esquistos, rectificadores o reparadores de herramientas.
Arsénico	<ul style="list-style-type: none"> • Producción y uso de plaguicidas con arsénico. • Fundición de cobre, plomo, cinc. • Manufactureros de desinfectantes para ovejas.
Radiación ionizante	<ul style="list-style-type: none"> • Mineros de uranio. • Trabajadores de la salud.

Fuente: (LaDou, 2006).

A. PATOLOGÍA

Los carcinomas basocelulares, también llamados epiteliomas basocelulares (BCC), suponen entre 70 y 80% de los cánceres de piel no melomatosos. Los carcinomas epidermoides (SCC), también llamados espinocelulares, representan un 20% de los cánceres cutáneos. El factor etiológico más importante es la exposición acumulativa a la

luz solar, principalmente del espectro ultravioleta B (UV-B). La incidencia de estos tumores aumenta a medida que disminuye la latitud (Faucy, 2009).

La carcinogénesis por radiación parece ser un proceso progresivo compuesto de tres etapas independientes: cambios morfológicos, inmortalidad celular y oncogenicidad. La exposición radiactiva provoca inestabilidad del genoma celular. Esta inestabilidad se transmite a la progenie celular, ocasionando una elevación duradera en la tasa con la que los cambios se presentan en las subsiguientes generaciones de la célula irradiada (Kleigman, 2009).

B. PREVENCIÓN

Dado que una proporción muy amplia de cánceres cutáneos se relaciona con exposición crónica a la radiación ultravioleta, la educación del trabajador podría reducir considerablemente su frecuencia. Es muy importante insistir en las medidas preventivas desde una edad temprana. Los trabajadores deben entender que los daños por UV-B comienzan precozmente, a pesar del hecho que los cánceres se desarrollen años más tarde. La detección oportuna de los tumores de pequeño tamaño permite modalidades de tratamiento más simples con tasas mayores de curación y menor morbilidad. En los trabajadores con antecedentes de cáncer cutáneo, debe hacerse hincapié en el seguimiento a largo plazo para detectar recidivas, metástasis y nuevos cánceres de piel (Faucy, 2009).

C. TRATAMIENTO

Se necesita la biopsia en todos los casos de sospecha de carcinoma de la piel. Para los tumores pequeños no localizados en zonas donde sea difícil el cierre primario

debe hacerse biopsia escisional. Si se hace una biopsia incisional, es obligado que se obtenga una cantidad adecuada de tejido del área afectada. Las queratosis actínicas deben extirparse o removerse superficialmente con bisturí, seguidas de cauterio o fulguración. Puede usarse fluorouracilo tópico al 1a 5% seguido de escisión de las lesiones persistentes. El carcinoma de células escamosas se trata con escisión, aunque una opción es la radiación. La técnica de Mohs de cirugía micrográfica para remover los carcinomas de la piel es la que tiene las tasa más altas de curación. El carcinoma de células basales se trata con escisión, legrado y electrodesecación, por radiación o con la técnica de Mohs. La criocirugía se acompaña de una tasa elevada de recurrencias (LaDou, 2006).

12.1.11.2 CÁNCER DE HÍGADO

Tabla no.2 Agentes y ocupaciones relacionadas con cáncer de hígado.

CÁNCER DE HÍGADO	
AGENTE CARCINOGENICO	OCUPACIÓN EN RIESGO
Cloruro de vinilo	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de cloruro de polivinilo.
Arsénico:	<ul style="list-style-type: none"> • Producción y uso de plaguicidas con arsénico.
Fundición de cobre, plomo, cinc	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes de vino.

Fuente: (LaDou, 2006).

A. PATOLOGÍA

El carcinoma hepatocelular es uno de los cánceres más frecuentes a nivel mundial. Su frecuencia global anual es de un millón de casos y la proporción entre varones:

mujeres es de aproximadamente 4:1. El índice de frecuencia es igual al índice de defunción (Faucy, 2009).

La carcinogenicidad del monómero del cloruro de vinilo se relaciona con la formación de metabolitos reactivos. Las dos lesiones hepáticas distintivas que ocurren luego de la exposición al cloruro de vinilo son una fibrosis hepática peculiar y el angiosarcoma. La fibrosis hepática tiene tres características: fibrosis portal inespecífica, fibrosis capsular y subcapsular en forma nodular (la lesión más característica) y acumulación focal intralobular de fibras de tejido conjuntivo. Ocurre un espectro de cambios con grados crecientes de atipia y proliferación de células sinusoidales que culmina en un angiosarcoma infiltrativo multicéntrico progresivo. La neoplasia es hemorrágica y quística, y sustituye casi todo el tejido normal. Los angiosarcomas hepáticos causados por arsénicos orgánicos muestran muchas de las características histológicas observadas en la evolución del angiosarcoma hepático en los trabajadores del cloruro de vinilo (LaDou, 2006).

B. PREVENCIÓN

Mascarillas protectoras; para los trabajadores que estén expuestos al cloruro de vinilo, minimiza el riesgo. El estándar laboral actual para este compuesto en los Estados Unidos Americanos, es de 1 ppm promediada en un período de 8 horas, o 5 ppm promediadas en 15 minutos o menos (LaDou, 2006).

C. TRATAMIENTO

Es posible la hepatectomía parcial en un intento de curación, pero sólo un número muy limitado de pacientes debido a la extensa fibrosis que ya se encuentra en el hígado no afectado. Estudios recientes señalan que el

trasplante de hígado en las fases tempranas del padecimiento podría ser curativo (Faucy, 2009).

12.1.11.3 CÁNCER DE LA CAVIDAD NASAL Y DE LOS SENOS PARANASALES

Tabla no.3 Agentes y ocupaciones relacionadas con cáncer de la cavidad nasal y de los senos paranasales.

CÁNCER CAVIDAD NASAL Y SENOS PARANASALES	
AGENTE CARCINOGENÉTICO	OCUPACIÓN EN RIESGO
Madera y otros polvos	<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura de botas y zapatos. • Trabajadores de muebles. • Manufactura de textiles.
Níquel	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores en refineries de níquel.
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura de pigmentos de cromato. • Elaboración de electroplateado.
Alcohol isopropílico, formaldehido	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores de laboratorio. • Otras industrias.

Fuente: (LaDou, 2006).

A. PATOLOGÍA

Los primeros síntomas de las neoplasias de la cavidad nasal son infecciones crónicas leves acompañadas de secreción, obstrucción y hemorragia menor intermitente. A menudo, el paciente se queja de “problemas sinusales” y se le ha tratado con antibióticos en forma incorrecta por períodos prolongados antes de llegar al diagnóstico correcto. Los tumores del seno maxilar son silenciosos en su desarrollo cuando se limitan al seno, y los síntomas aparecen hasta que se extienden fuera de las paredes. Al extenderse a la cavidad bucal, el dolor se irradia a los dientes superiores. La obstrucción y la hemorragia nasales

son molestias comunes, junto con el “dolor sinusual” o la congestión del antro afectado (LaDou, 2006).

B. PREVENCIÓN

Muchos empleados conocen los posibles riesgos de su lugar de trabajo y en muchas entidades se exige que los empleados conozcan los contaminantes potencialmente peligrosos. La prevención incluye material educativo específico (fichas técnicas sobre seguridad del material), equipo personal de protección e instrucciones sobre su uso. Los carteles colocados en el lugar de trabajo advierten a los empleados sobre las sustancias riesgosas. Las ropas protectoras, casilleros y duchas deben considerarse como parte necesaria del trabajo. La exploración física de los pacientes con neumatías de origen ambiental puede ayudar a determinar la naturaleza y la gravedad de la enfermedad (Faucy, 2009).

C. TRATAMIENTO

El tratamiento quirúrgico suele estar indicado por la frecuencia de la afectación ósea; implica la resección de toda la enfermedad macroscópica. El hecho de obtener márgenes anchos se ve limitado por el rechazo a mutilar, de ahí que a menudo se recurra a cirugía reconstructiva y estética con prótesis. Casi siempre se requiere radioterapia porque los márgenes de la resección por lo regular son estrechos y con frecuencia la neoplasia es de alto grado (LaDou, 2006).

12.1.11.4 CÁNCER PULMONAR

Tabla no.4 Agentes y ocupaciones relacionadas con cáncer pulmonar.

CÁNCER PULMONAR	
AGENTE CARCINOGENICO	OCUPACIÓN EN RIESGO
Asbesto	<ul style="list-style-type: none"> • Mineros de asbesto. • Producción de material aislante y de filtros. • Trabajadores en astilleros. • Manufactura de textiles.
Radón	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición doméstica. • Minería de uranio.
Éter clorometílico	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores en producción química.
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores en reducción de aluminio. • Trabajadores en hornos de coque. • Impermeabilizantes. • Trabajadores del caucho.
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de cromato.
Níquel	<ul style="list-style-type: none"> • Minería o refinación del níquel.
Arsénico	<ul style="list-style-type: none"> • Producción y uso de plaguicidas con arsénico. • Fundición de cobre, plomo, cinc.

Fuente: (LaDou, 2006).

A. PATOLOGÍA

El tabaquismo es el factor de riesgo más importante y prevenible de cáncer pulmonar. Más del 80% de las muertes por cáncer pulmonar se atribuye al tabaquismo. La proporción de riesgos atribuibles a exposiciones en el sitio de trabajo es significativa; sin embargo, los cálculos varían mucho, de 4 a 40%. La relación del cáncer pulmonar con los agentes descritos en la tabla no.4, parece ser independiente del tabaquismo. Sin embargo los efectos de algunos de los carcinogénicos laborales conocidos aumentan en gran medida por el propio tabaquismo. Las ocupaciones con una elevada prevalencia de tabaquismo tienen un mayor riesgo de cáncer. Éstas incluyen personal de restaurantes cajeros, asistentes de oficina, conductores, trabajadores de la construcción, vigilantes y otros donde la prevalencia de tabaquismo puede ser mayor del 40% (LaDou, 2006).

B. PREVENCIÓN

El objetivo final es evitar por completo la exposición al carcinógeno, aunque no siempre es posible. El método más efectivo para reducir la mortalidad en el cáncer pulmonar es la prevención primaria. Esto incluye identificar los agentes etiológicos en el sitio de trabajo, el apego estricto a los estándares en el lugar del trabajo y la educación del trabajador. Es importante realizar campañas contra el tabaquismo en los lugares de trabajo. OSHA recomienda radiografías seriadas de tórax y citologías de esputo en grupos que tengan labores de alto riesgo (LaDou, 2006).

C. TRATAMIENTO

El tratamiento del cáncer pulmonar laboral no es diferente del tratamiento de cada uno de los tipos celulares específicos de cáncer pulmonar que puedan verse. En la actualidad, la resección quirúrgica es la mejor esperanza de curación para el cáncer de células no pequeñas. Por desgracia, la mayoría de los pacientes no califica para un procedimiento quirúrgico curativo, por lo que deben tratarse con quimioterapia o radioterapia paliativa en un intento por mejorar la supervivencia, ya que la curación en estas etapas es rara. En total, la supervivencia de cinco años es de 10 a 13%. El carcinoma de células pequeñas es el que tiene peor pronóstico, con metástasis tempranas y diseminadas, aunque ha habido ciertos resultados alentadores con el tratamiento farmacológico en la enfermedad limitada (LaDou, 2006).

12.1.11.5 MESOTELIOMA

Tabla no.5 Agentes y ocupaciones relacionadas con mesotelioma.

MESOTELIOMA	
AGENTE CARCINOGENÉTICO	OCUPACIÓN EN RIESGO
Asbesto	<ul style="list-style-type: none"> • Mineros de asbesto. • Trabajadores de la construcción. • Producción de material aislante y de filtros. • Impermeabilizadores. • Trabajadores de astilleros. • Manufacturas textiles. • Soldadores, plomeros, electricistas.

Fuente: (LaDou, 2006).

A. PATOLOGÍA

Todos los tipos de asbesto pueden producir mesotelioma, aunque hay ciertas pruebas de que la crocidolita es el agente carcinogénico más potente. Muy pocos mesoteliomas se relacionan con la fibra sola de crisótilo. Se desconocen los mecanismos de inducción. La aparición del cáncer no se relaciona con la composición química sino con las propiedades físicas (es decir, tamaño y dimensiones de la fibra). Las fibras inhaladas se expectoran o degluten. Las fibras cortas se eliminan con mayor facilidad que las largas. Las fibras que permanecen, se acumulan en las zonas inferiores del pulmón, adyacentes a la pleura. El mecanismo de la transformación maligna del tejido mesotelial sigue siendo poco claro. Las células mesoteliales fagocitan el asbesto y proliferan cuando se exponen al asbesto *in vitro*. Las células mesoteliales activadas liberan luego citocinas que median una reacción inflamatoria y fibrosa. Los protooncogenes, como el factor de crecimiento derivado de las plaquetas, no se regulan en los macrófagos alveolares y dan lugar a la proliferación de la célula mesotelial. Es interesante saber que no se ha documentado transformación maligna luego de haber expuesto al asbesto células mesoteliales cultivadas (LaDou, 2006).

B. PREVENCIÓN

El control del polvo de asbesto en la industria se ha vuelto cada vez más riguroso en los últimos 40 años. Los primeros estándares se basaron en la cuenta de fibras con microscopio de luz de una longitud de $5\mu\text{m}$, recolectadas por medios mecánicos. Se consideró aceptable una concentración de 5 fibras/mL de aire promediado en un período de 8 horas, estipulando los excesos transitorios

por arriba de esa concentración. En 1986 OSHA, bajó el estándar de exposición de 2 fibras/mL a 0.2 fibras/mL (LaDou, 2006).

C. TRATAMIENTO

Se ha usado la cirugía con cierto éxito como el método primario de tratamiento del mesotelioma pleural. El procedimiento aceptado es la pleurotomía subtotal con descorticación. La radio terapia ha demostrado con toda claridad ser de beneficio para controlar el dolor y el derrame pleura en el mesotelioma. Aunque se ha observado eficacia antitumoral con radiación en dosis elevada, esta modalidad es relativamente ineficaz para modificar la mala supervivencia del tumor. Se ha informado de respuestas con supervivencia evidente a largo plazo, sin toxicidad importante mediante la utilización de oro coloidal, el tratamiento debe darse en las fases tempranas del padecimiento antes de que el tumor oblitere la cavidad pleural. La doxorubicina ha demostrado inducir regresión tumoral y tal vez prolongar la supervivencia. Otros agentes con actividad antitumoral son el metrotexato y los agentes alquilantes como ciclofosfamida, mecloretamina y tiotepa (LaDou, 2006).

12.1.11.6 CÁNCER DE VEJIGA

Tabla no.6 Agentes y ocupaciones relacionadas con cáncer de vejiga.

CÁNCER DE VEJIGA	
AGENTE CARCINOGENICO	OCUPACIÓN EN RIESGO
Naftilamina	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores de textiles.
4-aminobifenilo	<ul style="list-style-type: none"> • Manufactura de llantas y caucho.
Bencidina	<ul style="list-style-type: none"> • Manufacturas de tinturas y pigmentos.
Cloronafacina	<ul style="list-style-type: none"> • Curtidores.
4-cloro-o-toluidina	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiabotas. • Trabajadores textiles.
o-toluidina	<ul style="list-style-type: none"> • Pintores.
4,4`-metileno bis(2-cloroanilina)	<ul style="list-style-type: none"> • Conductores de camiones.
Compuestos de fenacetina	<ul style="list-style-type: none"> • Peluqueros. • Trabajadores del petróleo.

Fuente: (LaDou, 2006).

A. PATOLOGÍA

Se piensa que el tabaquismo contribuye a la aparición de hasta 50% de los cánceres uroteliales diagnosticados en los varones y de 40% de los identificados en las mujeres. El riesgo de que surja una neoplasia de vías urinarias en los fumadores es 2 a 4 veces mayor que quienes no fuman. La estadificación de la neoplasia dentro de la vejiga se basa en las características de la proliferación y la profundidad de la invasión. Los análisis de genética molecular sugieren que las lesiones superficiales o las invasoras siguen vías moleculares diferentes, en las que las aberraciones tumorigenas primarias anteceden a los

cambios secundarios vinculados con la progresión a un estadio mas avanzado (LaDou, 2006).

B. PREVENCIÓN

En forma inmediata, puede usarse equipo de protección personal, y los métodos de ingeniería encaminadas a lograr un nivel de exposición de cero. Una manera satisfactoria de control es la detección y se ha recomendado el empleo del estudio citológico urinario, además del examen general de orina para buscar hematuria microscópica. Se estima una sensibilidad de 75% y especificidad de 99.9% para la prueba de citología en orina, la cual debería usarse como detección sólo en ciertas ocupaciones de riesgo (LaDou, 2006).

C. TRATAMIENTO

En la enfermedad no metastásica el manejo inicial es quirúrgico. La enfermedad superficial se trata con resección transuretral y fulguración, pero se acompaña de una elevada tasa de recurrencia. Se utiliza el bacilo de Calmette-Guérin (BCG) como inmunoterapia, y la tiotepa, la mitomicina C y la doxorubicina son agentes efectivos cuando se instilan por vía intravesical después de la cirugía. Tumores que se encuentran en la etapa IV, no pueden curar ni practicar cirugía, por lo general solo se aplica quimioterapia (François, 2009).

13. ANEXO NO.2

13.1 FICHAS TÉCNICAS TOXICOLÓGICAS

AGENTES CARCINOGENICOS CLASIFICADOS

TIPO 1 POR IARC