



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“RELACIÓN DEL CONTEXTO BIOSOCIAL CON LOS
NIVELES DE CADMIO EN POBLACIÓN INFANTIL DE TICUL,
MÉRIDA Y PROGRESO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADA EN MANEJO
SUSTENTABLE DE ZONAS COSTERAS**

P R E S E N T A:

OLGA ANGÉLICA SALAS FERNÁNDEZ



DIRECTORA DE TESIS:

**DRA. FLOR ELISA DEL ROSARIO ÁRCEGA
CABRERA**

**Sisal, Yucatán, México
2016**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno
Apellido paterno
Apellido Materno
Nombre(s)
Teléfono
Universidad Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera
Número de cuenta

2. Datos del tutor
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

3. Datos del sinodal 1
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

4. Datos del sinodal 2
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

5. Datos del sinodal 3
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

6. Datos del sinodal 4
Grado
Nombre(s)
Apellido paterno
Apellido materno

7. Datos del trabajo escrito
Título

Número de páginas
Año

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno
Salas
Fernández
Olga Angélica
99 93 33 78 97
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Manejo Sustentable de Zonas Costeras
308194957

2. Datos del tutor
Dra.
Flor Elisa del Rosario
Árcega
Cabrera

3. Datos del sinodal 1
Dra.
Elsa
Noreña
Barroso

4. Datos del sinodal 2
Dra.
Laura Elena
Vidal
Hernández

5. Datos del sinodal 3
Dr.
Lane Frederick
Fargher

6. Datos del sinodal 4
Dra.
Norma Elena
Pérez
Herrera

7. Datos del trabajo escrito
Relación del contexto biosocial con los
niveles de cadmio en población infantil de
Ticul, Mérida y Progreso
158 p
2016

A mis padres Raúl Salas Espíndola y Olga Eugenia Fernández Ordóñez, mi pilar y mi mayor aliciente para continuar.

A mi amada Puccini por humanizarme.

CARACOL

“Tridimensional eternidad viste el caracol

en playas virtuales, solo está

finge sueño eterno en naranja arena.

Duerme susurro de mar.”

Raúl Salas Espíndola

Agradecimientos:

A la Universidad Nacional Autónoma de México por contribuir de manera determinante en mi formación académica y profesional.

A la Unidad Académica Yucatán pero en especial a los maestro que contribuyeron en mi formación académica.

A mi tutora Dra. Flor Elisa del Rosario Árcega Cabrera, por su conocimiento, paciencia y asesoría.

A mis sinodales por sus enseñanzas, ideas y conocimiento compartido, gracias por darme la oportunidad y por el tiempo que me han dedicado para leer este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de mi tesis de licenciatura, dentro del proyecto "Monitoreo de metales y daño a la salud de la población infantil en Yucatán, México". FOSEC-Salud 139738.

Al grupo de Ciencias Ambientales Costeras, especialmente al I.Q. Ismael Ocegüera Vargas por su apoyo en el trabajo de laboratorio y a los investigadores, alumnos y participantes del proyecto .

Agradezco a mi familia, en especial a mis abuelos Carlos Fernández Vilchis (QEPD) y Elodia Ordóñez Ramírez por su inmenso amor, por su paz , por sus silencios y por inculcarme su profundo amor a la mar.

Agradezco al tiempo y a la casualidad por haberme encontrado con Merit de Jesús Aguilar Márquez y Angélica Gorety Fernández Mejía mis hermanas del alma, gracias por permanecer muchas estaciones a mi ladito.

A Paola Emilia Souto Ceccon, Ana Patricia Ruíz Beltran, Enna Sofía López Rubio, Silvia Alejandra Ramírez García, Alejandra Membrillo Noreña y Abraham Cadena Ortega por su apoyo moral durante la realización de este trabajo y por su gran amistad.

A Sisal y su gente que ¡Tanto fue, es y será!, especialmente a Gabriela Caamal Cahuich y Geovany Granados, a Fabián Cob Esquivel y Rosalía Martínez Bojorquez, a Luciano Poot Pen y María Teresa Mex Pat, a Luciano Alfonso Poot Mex y Dalia Isabel Esquivel Romero, así como a Fausto José León Novelo y Eliza Guadalupe Canul Hernández.

Índice general

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. METALES	2
1.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL CADMIO(Cd)	2
1.3. FUENTES NATURALES DE CADMIO	3
1.4. FUENTES ANTROPOGÉNICAS	3
1.5. CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL CADMIO	5
1.5.1. AGUA	5
1.5.2. SUELO	6
1.5.3. AIRE	7
1.6. CONTEXTO BIOSOCIAL	7
1.7. IMPACTO DEL CONTEXTO BIOSOCIAL EN LA EXPOSICIÓN AL CADMIO(Cd)	8
1.7.1. EXPOSICIÓN Y VÍAS DE ABSORCIÓN DE CADMIO PA- RA LA POBLACIÓN EN GENERAL	8
1.7.2. EXPOSICIÓN Y VÍAS DE ABSORCIÓN DE CADMIO EN NIÑOS	12
1.7.3. EFECTOS DEL CADMIO EN EL SER HUMANO	13
1.7.4. SÍNDROMES POR EXPOSICIÓN AL CADMIO	13
1.7.5. EFECTOS DEL CADMIO EN NIÑOS	15
2. ANTECEDENTES	17
2.1. ESTUDIOS INTERNACIONALES	17
2.1.1. ESTUDIOS NACIONALES	18
2.2. NORMATIVIDAD	19
2.2.1. INTERNACIONAL	19
2.2.2. NACIONAL	20
3. HIPÓTESIS	23

4. OBJETIVOS	25
4.1. OBJETIVO GENERAL	25
4.2. OBJETIVOS PARTICULARES	25
5. ÁREA DE ESTUDIO	27
5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	27
5.1.1. LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y OROGRAFÍA	27
5.1.2. CLIMA	29
5.1.3. HIDROGRAFÍA	29
5.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MUNICIPIOS	31
5.2.1. MÉRIDA	31
5.2.2. NIVEL SOCIOECONÓMICO	34
5.3. PROGRESO	34
5.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	34
5.3.2. POBLACIÓN	34
5.3.3. EDUCACIÓN	35
5.3.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS	35
5.3.5. NIVEL SOCIOECONÓMICO	36
5.4. TICUL	36
5.4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	36
5.4.2. POBLACIÓN	37
5.4.3. EDUCACIÓN	37
5.4.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS	37
5.4.5. NIVEL SOCIOECONÓMICO	39
6. METODOLOGÍA UTILIZADA	41
6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	41
6.2. UNIVERSO DEL ESTUDIO	41
6.3. TAMAÑO MUESTRAL	41
6.4. MUESTREO	42
6.5. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SANGRE	43
6.6. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE ORINA	43
6.7. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA	44
6.8. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	44
6.9. RECOPIACIÓN DE DATOS	46
6.10. TRATAMIENTO DE DATOS	46
6.11. VARIABLES DE EXPOSICIÓN AL CADMIO	46
6.11.1. VARIABLES DEPENDIENTES	46

6.11.2. VARIABLES INDEPENDIENTES	47
6.12. CODIFICACIÓN Y TABULACIÓN	47
6.12.1. VARIABLES SOCIOECONÓMICA	48
6.12.2. NIVEL EDUCATIVO	49
6.12.3. HÁBITOS DE VIDA (TABAQUISMO)	49
6.12.4. VARIABLE AMBIENTE	49
6.12.5. VARIABLE ALIMENTACIÓN	50
6.13. FACTORES DE RIESGO	50
6.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
6.14.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	51
6.14.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO	52
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y NIVEL SOCIOECONÓMICO	53
7.2. TABACO	54
7.3. ALIMENTACIÓN	55
7.4. AMBIENTE	56
7.4.1. CADMIO EN AGUA	56
7.5. CADMIO EN SANGRE Y ORINA	59
7.5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO	62
7.5.2. KRUSKAL - WALLIS	62
7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO	66
7.7. ANÁLISIS DE FACTORES	66
7.7.1. ANÁLISIS DE FACTORES PARA MÉRIDA	67
7.7.2. ANÁLISIS DE FACTORES PARA PROGRESO	69
7.7.3. ANÁLISIS DE FACTORES PARA TICUL	71
8. CONCLUSIONES	73
9. RECOMENDACIONES	75
9.1. SALUD HUMANA	75
9.2. MEDIO AMBIENTE	76
9.3. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA.	77
Anexos	91
Anexos	91
A. Estudios de exposición ambiental al cadmio, de la población en ge-	

neral y la población infantil.	93
B. Tabla de la producción mundial de cadmio refinado.	97
C. Carta de consentimiento informado para participar en un estudio de investigación médica.	99
D. Carta de consentimiento informado para menores de edad I.	103
E. Carta de revocación del consentimiento informado para menores de edad.	105
F. Encuesta de "Monitoreo de metales y daño a la salud en población infantil de Yucatán.	107
G. Concentraciones de Cd en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina.	121
H. Base de datos general	125

Índice de figuras

2.1. Concentraciones de cadmio en las muestras de agua de los pozos de los sistemas de abastecimiento en las cabeceras municipales del Estado de Yucatán (Pacheco Avila y Cabrera Sansores, 2004).	18
5.1. La zona de estudio está compuesta por los municipios de Mérida, Progreso y Ticul.	28
5.2. mapa del flujo subterráneo de la Península de Yucatán, tomado de (Bauer-Gottwein et al., 2011)	30
5.3. Producción del sector primario en Mérida.	33
5.4. Producción del sector primario en Progreso.	35
5.5. Producción del sector primario en Ticul.	38
7.1. Gráficas circulares de agua de uso y consumo para beber de los tres municipios analizados.	57
7.2. Gráficas circulares de agua de uso y consumo para cocinar de los tres municipios analizados.	57
7.3. Diagrama de cajas y bigotes de Cd en agua de uso y consumo para beber de los tres municipios de estudio	62
7.4. Diagrama de cajas y bigotes de Cd en agua de uso y consumo para cocinar de los tres municipios de estudio	63
7.5. Diagrama de cajas y bigotes de Cd en sangre de los tres municipios de estudio	64
7.6. Diagrama de cajas y bigotes de Cd en orina de los tres municipios de estudio	65
7.7. Análisis de componentes principales y de factores del municipio de Mérida, se eliminó el factor de riesgo alimentario ya que probó ser no significativo. Valor significativo ≥ 0.70	67

7.8. Análisis de componentes principales y factores del municipio de Progreso, valor significativo ≥ 0.70	69
7.9. Análisis de componentes principales y de factores del municipio de Ticul, valor significativo ≥ 0.70	71

Índice de tablas

1.1. Producción mundial de cadmio refinado.	5
1.2. Absorción, distribución, y excreción del cadmio en condiciones “normales” en el ser humano (Ramírez, 2002)	9
1.3. Efectos de la exposición crónica al cadmio. Modificada por ATSDR (2012)	15
6.1. Materiales de referencia para muestras de sangre, orina y agua.	45
7.1. Características de la distribución de la población de estudio por edad, género y nivel socioeconómico.	53
7.2. Hábito tabáquico de los padres de la población en estudio de Mérida, Progreso y Ticul.	54
7.3. Consumo de alimentos de la población en estudio.	55
7.4. Concentraciones de cadmio encontradas en agua para consumo humano de la población en estudio expresadas en $\mu\text{g/L}$	58
7.5. Concentraciones de cadmio en sangre y orina de las tres comunidades de estudio expresadas en $\mu\text{g/L}$	59
7.6. Tabla de visualización de factores de riesgo que coadyuvan a la exposición de cadmio de los tres municipios.	72
A.1. Estudios de exposición ambiental al cadmio.	94
A.2. Estudios de exposición al cadmio de la población en general.	95
A.3. Estudios de exposición al cadmio de la población infantil.	96
B.1. Producción mundial de cadmio refinado (USGS, 2016).	98
G.1. Concentraciones de cadmio en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina expresadas en $\mu\text{g/L}$. del municipio de Mérida.	122

G.2. Concentraciones de cadmio en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina expresadas en $\mu\text{g/L}$. del municipio de Progreso.	123
G.3. Concentraciones de cadmio en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina expresadas en $\mu\text{g/L}$. del municipio de Ticul.	124
H.1. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo ambiente del municipio de Mérida.	126
H.2. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo ambiente del municipio de Progreso.	127
H.3. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo ambiente del municipio de Ticul.	128
H.4. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Mérida Parte 1.	129
H.5. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Mérida Parte 2.	130
H.6. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Mérida Parte 3.	131
H.7. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Progreso Parte 1.	132
H.8. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Progreso Parte 2.	133
H.9. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Progreso Parte 3.	134
H.10. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Ticul Parte 1.	135
H.11. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Ticul Parte 2.	136
H.12. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Ticul Parte 3.	137
H.13. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo tabaquismo para el municipio de Mérida.	138
H.14. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo tabaquismo para el municipio de Progreso.	138
H.15. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo tabaquismo para el municipio de Ticul.	139

H.16. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo educativo y socioeconómico para el municipio de Mérida. . .	140
H.17. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo educativo y socioeconómico para el municipio de Progreso. .	141
H.18. Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo educativo y socioeconómico para el municipio de Ticul. . . .	142

GLOSARIO

ACGIH, *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales), publica recomendaciones sobre los límites de exposición laboral a las sustancias químicas.

ATSDR, *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades).

Carcinógeno: 1. adj. Med. Dicho de una sustancia o de un agente: Que produce cáncer. U. t. c. s. m.

DEP es el *Department of Environmental Protection* (Departamento de Protección del Medio Ambiente).

DOF Diario Oficial de la Federación.

DOT, *Department of Transportation* (Departamento de Transporte), es la agencia federal que regula el transporte de sustancias químicas.

EPA, *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección del Medio Ambiente), es la agencia federal responsable de regular los riesgos medioambientales.

FDA Food and Drugs Administration (la administración de alimentos y medicamentos).

IARC es el *International Agency for Research on Cancer* (Agencia Internacional para Investigaciones sobre el Cáncer).

IRIS, *Integrated Risk Information System* (Sistema Integrado de Información sobre Riesgos), es una base de datos de la EPA con información sobre los posibles efectos sobre la salud humana de la exposición ambiental a las sustancias químicas.

LGEEPA es la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente

LGPPGIR es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

NIOSH, *National Institute for Occupational Safety and Health* (Instituto Nacional para la Salud y Seguridad en el Trabajo), es un organismo que realiza evaluaciones de equipos de respiración y la certificación de los mismos, estudio

de peligros laborales, ensayos de equipos laborales y también propone normas a la OSHA.

NOM son Normas Oficiales Mexicanas .

NTP, *National Toxicology Program* (Programa Nacional de Toxicología), estudia las sustancias químicas para determinar el potencial carcinogénico.

OSHA, *Occupational Safety and Health Administration* (Administración de Salud y Seguridad en el Trabajo), es la agencia federal responsable de la adopción de normas de salud y seguridad y el cumplimiento de las mismas. Las siglas también se refieren a la Occupational Safety and Health Act (Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo).

PEOSHA es la *New Jersey Public Employees' Occupational Safety and Health Act* (Ley de Salud y Vigilancia en los Trabajos del Sector Público de Nueva Jersey).

Superficie cutánea o área de superficie corporal: es la medida o cálculo de la superficie del cuerpo humano, es mejor indicador metabólico que el peso dado que está menos afectado por la masa adiposa anormal.

Teratógeno: Del gr. *τέρας*, *-αρος téras*, *-atos* 'monstruo' y *-όgeno*.

1. m. Biol. Agente que produce malformaciones en el embrión o feto.

UNICEF United Nations Children's Fund (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) es un organismo de la Organización de las Naciones Unidas.

Xenobiótico: Del gr. *ξένος*, 'extraño', 'forastero'; y el gr. *βίος*, 'vida'.

1 adj. *Biología celular y molecular*. Ajeno a la estructura o el metabolismo biológico.

m. *Biología celular y molecular*. Molécula ajena a la estructura o el metabolismo biológico. Su caracterización puede presuponer el hecho de que sea producto de origen o creación humana. Puede ser lesivo.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras son diversas en dinámica, función y forma y no se prestan a ser definidas con facilidad por límites espaciales estrictos, en este estudio, se consideró como zona costera a la zona de transición entre el ambiente marino y terrestre, que está directamente bajo la influencia de los procesos hidrodinámicos marinos, extendiéndose desde la plataforma continental en el límite oceánico, hasta el primer cambio topográfico importante importante por encima del alcance del máximo oleaje de tormenta (CERC, 2000).

La Península de Yucatán corresponde a la provincia fisográfica denominada planicie costera del Golfo de México. Sin embargo, debido a sus características geológicas, se le denomina "Plataforma calcárea de Yucatán", la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana principalmente en la parte norte de la misma y en la parte sur oriental su principal rasgo fisiográfico es la "Sierrita de Ticul, que es un rasgo fisiográfico que separa la topografía de la zona.

Es en este contexto geológico en el que el presente estudio se desarrolla por lo que se puede considerar a los tres municipios estudiados dentro de la definición de zona costera.

1.1. METALES

Los metales son elementos que forman parte de la corteza terrestre y son un componente fundamental del mundo mineral. También son importantes en el mundo animal y vegetal ya que, incluso en micro cantidades, participan en procesos biológicos (Ferrer Dufol, 2003).

Debido al fenómeno de la industrialización y a su amplio uso en actividades antropogénicas, los metales son liberados al medio por lo que pueden encontrarse presentes en el aire, agua y suelo así como en los alimentos causando daños a los ecosistemas (Hongbo et al., 2011).

Por las características propias de los metales se sabe que es muy difícil que se degraden y que su carácter tóxico puede variar dependiendo de las condiciones del medio y su propia química. Por lo tanto, resulta de vital importancia monitorear la concentración de los metales en el medio ambiente para evitar así daños a los ecosistemas y principalmente al ser humano.

La contaminación por metales como el cadmio, plomo, mercurio, y metaloides como el arsénico, entre otros, se ha vuelto un tema a tratar de suma importancia por el impacto negativo que dichos metales ocasionan en el área ambiental y de salud pública (Jarup et al., 1983).

Dentro de los metales de mayor toxicidad tenemos al cadmio que es considerado uno de los metales más peligrosos para el medio ambiente y la salud, por ser un carcinógeno y teratógeno comprobado (Waalkes, 2003).

1.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL CADMIO(Cd)

El cadmio fue descubierto en el año de 1817 por Stromeyer en Göttingen y por Hermann en Schöneberg (Nordberg, 2009). Es un elemento presente en la corteza terrestre, aunque generalmente su concentración no supera los 0.015/0.020 *ppm*.

Este elemento pertenece al grupo II B de la Tabla periódica y se encuentra en el subgrupo que incluye también al zinc y al mercurio. Su número de valencia es 2.

Es un metal de color blanco brillante, dúctil, maleable y resistente a la corrosión. Su densidad es de 8.642 g/cm^3 , y sus vapores son 3.88 veces más pesados que el

aire (PNUMA, 2010). Cabe aclarar que el cadmio es un elemento relativamente raro en la corteza terrestre y se presenta generalmente asociado con minerales de zinc y plomo y pueden encontrarse trazas en el carbón mineral y el petróleo (Waisberg et al., 2003).

1.3. FUENTES NATURALES DE CADMIO

Las fuentes de contaminación por cadmio son diversas. Se calcula que cada año se libera al medio ambiente entre 25,000 y 30,000 toneladas de cadmio (Pérez García y Azcona Cruz, 2012) y alrededor de la mitad proviene del desgaste y la erosión de las rocas que llegan a los ríos y posteriormente a los océanos (ATSDR, 1999). La actividad volcánica libera un total anual de 100 a 500 toneladas; el vulcanismo subterráneo también libera cadmio al ambiente pero aún no se ha cuantificado el efecto de este proceso (PNUMA, 2010). El cadmio tiene una vida útil en la atmósfera relativamente corta en comparación con elementos como el mercurio o sustancias como algunos contaminantes orgánicos persistentes (Ramírez, 2002). Sus depósitos están asociados geoquímicamente a los de zinc, sobre todo en los minerales esfalerita (ZnS), blenda de Zn, y otros más, (Badillo Francisco, 1985). Cabe aclarar que los procesos naturales por los cuales se libera cadmio son insignificantes como fuentes de contaminación en comparación con el que procede de las actividades antropogénicas (Nava Ruíz y Méndez Armenta, 2011).

1.4. FUENTES ANTROPOGÉNICAS

Existen dos principales formas industriales para la obtención de cadmio, la de tipo primario, que se obtiene de la recuperación de la fundición del zinc, la otra fuente, de tipo secundario, donde el cadmio es derivado del reciclaje de baterías de $Ni - Cd$, de las aleaciones de $Cu - Cd$, Fe y otros, así como del reciclaje de Fe y Cd.

Los usos principales del cadmio refinado son: la fabricación de baterías de $Ni - Cd$, procesos de electroplateado, fabricación de pigmentos para plásticos, cerámica y esmaltes, estabilizadores para plásticos, placas de hierro y acero, la combustión de aceite y gasolina, la fabricación de fertilizantes fosfatados. También se utiliza como elemento de aleación de plomo, cobre y estaño, galvanizado de acero por sus propiedades corrosivas, pigmento en plásticos y vidrio, materiales electrónicos en

baterías de cadmio y níquel y como componente de diversas aleaciones (Saldívar et al., 1997; Castro et al., 2004).

La contaminación por cadmio puede provenir del agua de drenado de minas, de las aguas residuales del procesamiento de los minerales, de derrames de los depósitos, de desechos del proceso del mineral, del agua de lluvia que cae en el área general de la mina y de las partículas más ligeras de mineral que pasan a través de los cedazos en las operaciones de concentración y purificación (PNUMA, 2010).

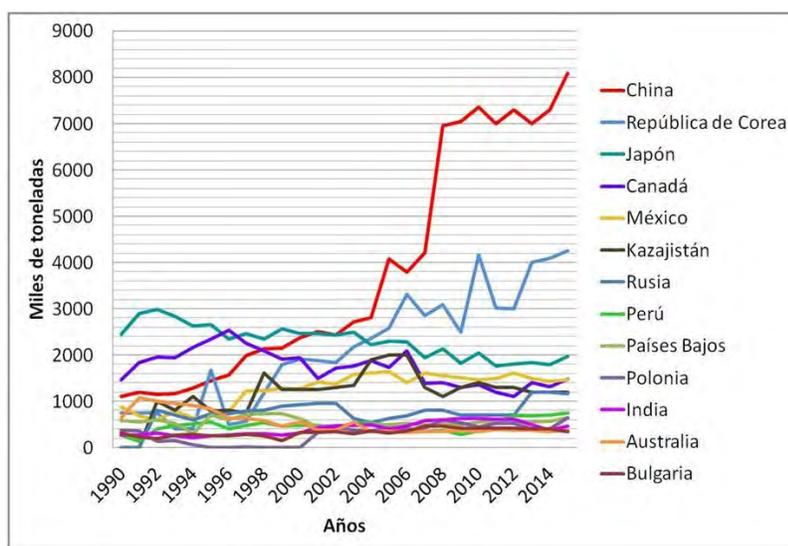
El cadmio está presente como un constituyente menor e inevitable en casi todos los concentrados de la minería de zinc, los que contienen por lo general de 0.1 a 0.3 %. En los concentrados de plomo y cobre se pueden encontrar también concentraciones de este metal pero mucho más bajas (Ruiz de Larramendi, 2003).

La concentración de cadmio en áreas industriales varía de 9.1 a 26.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ frente a 0.1 a 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el aire de áreas rurales. El tiempo de residencia del cadmio en suelos es de hasta 300 años y el 90 % permanece sin transformarse, además el 41 % del cadmio llega al suelo de los terrenos agrícolas por deposición aérea, el 54 % por fertilizantes fosfatados y el 5 % por aplicación de abono de estiércol (Ramírez, 2002).

En estos procesos el cadmio liberado anualmente es de entre 4,000 y 13,000 *TM* (Pérez García y Azcona Cruz, 2012). En México dos de los contaminantes más frecuentes en las zonas mineras del país son el arsénico y el plomo, a los cuales, en casos particulares, también se suma el cadmio (Garbisu y Alkorta, 2001; Medina et al., 2001; Porta et al., 1994; Wong, 2003).

En el año 2004 el cadmio reciclado representó 3,500 toneladas, equivalente al 17.5 % del suministro mundial (25,000 a 30,000 toneladas). Los suelos contaminados pueden contener una concentración de cadmio superior a 57 *mg/kg* como resultado del depósito de lodos en suelos y de 160 *mg/kg* en los alrededores de las metalúrgicas (Saldívar et al., 1997; PNUMA, 2010).

La producción mundial de cadmio refinado conforme al último reporte del U.S. Geological Survey Minerals Yearbook USGS (2016) se puede ver en la gráfica 1.1, la cual arrojó en primer lugar como mayor productor a China con 8,090 *TM*; en segundo lugar a la República de Corea del Sur, con 4,250 *TM*; en tercer lugar a Japón con 1,970 *TM*; en cuarto lugar a Canadá con 1480 *TM* y en quinto lugar a México con 1,460 *TM*. Ver Anexo (B), Tabla (B.1).



Gráfica 1.1: Producción mundial de cadmio refinado.

1.5. CICLO BIOGEOQUÍMICO DEL CADMIO

La mayor parte del cadmio que se emite en la atmósfera se deposita en la tierra y en las aguas de la región cercana a la fuente de emisión; a partir de ésta, es ingerido por los organismos y transportado a todos los eslabones de las cadenas alimenticias. Esta vía de asimilación es la principal ruta del cadmio para los animales y el hombre (Mas y Azcue, 1993).

1.5.1. AGUA

En las aguas superficiales, el cadmio se presenta como ión libre y en su solubilidad influyen la dureza, el pH, los complejos solubles y los sulfuros coloidales de éstas; en este medio se une a la materia particulada. Cuando el agua dulce llega al mar el ión cadmio $^{2+}$, al igual que los iones de otros metales pesados, tiende a depositarse en los sedimentos y así queda limitado a las aguas de las costas y los estuarios. Esta inmovilización es potencialmente peligrosa, ya que puede crear zonas de acumulación significativa, las cuales pueden liberar al cadmio de los sedimentos hacia la columna de agua en condiciones específicas tales como resuspensión de sedimentos finos o cambios en los parámetros fisicoquímicos como pH, Oxígeno disuelto o potencial de Óxido-Reducción (Badillo Francisco, 1985).

La contaminación del agua potable por cadmio puede ocurrir como resultado de la presencia de impurezas de cadmio en las tuberías galvanizadas de zinc o en las soldaduras, en los calentadores de agua, grifos, etc. (Badillo Francisco, 1985)

También ha ocurrido contaminación de cadmio por la filtración de éste en los mantos freáticos a partir de los lodos que contengan óxidos de cadmio (Harte et al., 1995). Normalmente, el agua potable contiene concentraciones muy bajas de cadmio del orden de $1 \mu\text{g/litro}$ o menos; en algunas ocasiones se ha informado de niveles que llegan a los $5 \mu\text{g/litro}$. Muy raras veces se han encontrado niveles que llegan a los $10 \mu\text{g/litro}$ (Gonzales y Osorio, 2014).

Se calcula que la exposición diaria al cadmio que ocurre mediante el agua, tomando como base un consumo de dos litros de agua al día, fluctúa entre $1 \mu\text{g}$ a más de $10 \mu\text{g}$ al día. Por supuesto que estas cantidades han sido calculadas basándose en el supuesto de que se haya ingerido todo el cadmio proveniente del agua; sin embargo, es posible que en la preparación de bebidas (como el caso del té), no todo el cadmio es consumido, ya que parte del mismo puede quedar adherido a la superficie de los utensilios, etc. (Gonzales y Osorio, 2014).

La Agencia de Protección Ambiental de EU (USEPA) ha establecido el estándar de $0.005 \mu\text{g/L}^{-1}$ para cadmio en suministros de agua potable públicos y la Norma Oficial Mexicana *NOM – 127 – SSA1 – 1994* (NOM, 1994), "Salud Ambiental, Agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", establecen que la concentración de este elemento en el agua potable debe ser menor a $.005 \mu\text{g/L}^{-1}$ (USEPA, 2016).

1.5.2. SUELO

En los suelos, la contaminación por cadmio puede provenir por el vertimiento del agua de drenado de minas, de las aguas residuales del procesamiento de los minerales, de derrames de los depósitos, de desechos del proceso del mineral, del agua de lluvia que cae en el área general de la mina y de las partículas más ligeras de mineral que pasan a través de los cedazos en las operaciones de concentración, de la purificación de los metales, etc., (PNUMA, 2010). Se ha identificado que el 41 % del cadmio llega al suelo de los terrenos agrícolas por deposición aérea, el 54 % por fertilizantes fosfatados y el 5 % por aplicación de abono de estiércol (Ramírez, 2002).

También los lodos de las aguas negras y los superfosfatos que se utilizan en la agricultura pueden contaminar el suelo con cadmio, ya que los suelos tratados con ellos

pueden llegar a contener hasta 100 mg de cadmio por kilogramo de peso seco (Badillo Francisco, 1985).

El nivel promedio de cadmio en suelos ha sido ubicado entre 0.07 y 1.1 mg/kg^{-1} , con un nivel base natural que no exceda de 0.5 mg/kg^{-1} (Kabata Pendias, 1986), sin embargo, hay estudios que reportan concentraciones de cadmio inferiores a 1 mg/kg^{-1} y concentraciones de cadmio que se mantienen entre 0.01 a 0.5 mg/kg^{-1} . Aunque se sabe que las principales variaciones en el contenido de cadmio dependen del tipo de suelo, la composición de la roca madre y el suministro de metales que provienen de fertilizantes, abonos, agroquímicos y la contaminación atmosférica. (Kabata Pendias, 1986)

De acuerdo con la normatividad mexicana se pueden considerar como suelos impactados los suelos de uso potencial (agrícola, residencial y comercial) que contengan más de 37 mg/kg de cadmio (NOM, 1999). Sin embargo, aunque en la normatividad mexicana los límites máximos permisibles de concentración de cadmio para los suelos de uso potencial industrial son elevados (450 mg/kg) la normatividad internacional considera como suelos impactados los que contengan concentraciones mayores a 22 mg/kg considerando que en promedio la concentración de cadmio en áreas industriales varía de 9.1 a 26.7 $\mu g/m^3$ (CCME, 1999).

1.5.3. AIRE

Se sabe que el cadmio es un metal relativamente volátil, por lo que no se puede evitar que durante los procesos de soldadura se libere en altas concentraciones hacia la atmósfera. Hasta el momento los valores promedio de este metal en el aire son de aproximadamente 0.002 $\mu g/m^3$ (Badillo Francisco, 1985).

1.6. CONTEXTO BIOSOCIAL

El contexto biosocial se define como el conjunto de conductas y actividades sociales que interaccionan en un entorno biológico. En dicha interacción se ven involucradas variables como hábitos alimenticios e ingesta de agua, higiene, etc., las cuales desempeñan un papel importante en las actividades humanas. La incorporación de variables exógenas como la contaminación por Cd produce cambios en un entorno y puede producir daños a la salud. El análisis de estos dos tipos de variables es importante para la identificación de posibles fuentes de contaminación o actividades

que pudieran coadyuvar al contacto con dicho metal, con el fin de identificar si un individuo es susceptible de tener contacto con la contaminación por cadmio en el ambiente.

1.7. IMPACTO DEL CONTEXTO BIOSOCIAL EN LA EXPOSICIÓN AL CADMIO(Cd)

Existen variables que provocan una mayor vulnerabilidad de exposición y consecuentemente daños a la salud, por ejemplo: la falta de información del riesgo ambiental, un mal estado nutricional, hábitos alimenticios inadecuados, estilo o calidad de vida, fumar, etc., que pueden potenciar el efecto que produce el Cd debido a su exposición.

1.7.1. EXPOSICIÓN Y VÍAS DE ABSORCIÓN DE CADMIO PARA LA POBLACIÓN EN GENERAL

Para la población general, las dos principales fuentes de exposición al cadmio son la dieta y el tabaco (ATSDR, 2012), existiendo una relación específica entre el hábito tabáquico y los niveles de cadmio en sangre (Feenstra et al., 1996).

En la población que está expuesta la vía principal de absorción es el sistema respiratorio, con una dosis de absorción del 10 al 40 % según se trate de polvo o humo (Gonzales y Osorio, 2014); los cigarrillos pueden contener 1.2 μg de cadmio, del cual el 10 % es absorbido por los pulmones (Madeddu, 2005).

En la población en general el aparato digestivo es la principal vía de absorción debido a la ingestión de comidas o bebidas que contienen cadmio. Los alimentos de mayor contenido en cadmio son los cereales, el pescado y los mariscos (Llobet et al., 1998; López et al., 1993), también los vegetales, arroz, agua potable y otros elementos o por la disolución del metal de los recipientes que los contienen o en que se preparan. También puede entrar por la piel cuando se está expuesto a compuestos solubles de cadmio. Cabe aclarar que la toxicidad del cadmio también depende de factores dietéticos, ya que se ha visto que el cadmio está en mayor concentración en dietas pobres en calcio (Ca), vitamina D, Hierro (Fe) y proteínas, y en menor concentración en regímenes ricos en zinc (Zn) (Mate Barrero y Vázquez Cueto, 2012; Fernández y Jimenez, 2012).

La absorción, distribución y excreción del cadmio en condiciones “normales” en el ser humano se muestra en el siguiente diagrama (Diagrama: 1.2).

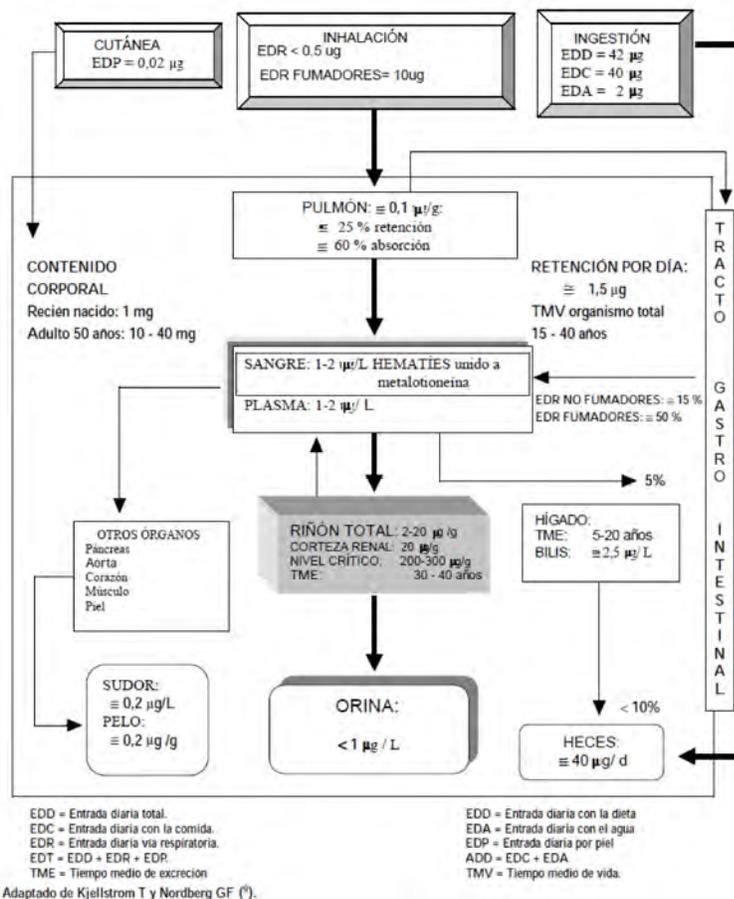


Diagrama 1.2: Absorción, distribución, y excreción del cadmio en condiciones “normales” en el ser humano (Ramírez, 2002)

El contenido corporal de cadmio se incrementa con la edad hasta los 50 años. En los adultos, la carga corporal de cadmio puede llegar a 40 miligramos, dependiendo de la situación geográfica y sobre todo del hábito de fumar, pues en un fumador puede ser el doble (Piotrowsky y Coleman, 1980).

En exposición no laboral, la alimentación es la fuente más importante de ingesta de cadmio. La absorción por el tracto gastrointestinal es de aproximadamente 50 %. La dieta deficiente en Ca, Fe o proteína incrementa la velocidad de su absorción (Ramírez, 2002).

En sangre encontramos aproximadamente 0.06 % del contenido corporal de Cd y más del 50 % está en los hematíes unidos inestablemente a la pseudoproteína llamada metalotioneína. La metalotioneína es el “medio de transporte” del cadmio en el plasma sanguíneo. El aclaramiento sanguíneo del Cd es rápido, se acumula principalmente en el riñón y en adultos no expuestos llega a valores entre 7.4 y 8.8 mg, lo que representa entre 30 % y 50 % de su contenido corporal. La concentración en la corteza renal es 1.5 veces mayor que la del riñón total y se fija en las células del túbulo proximal. El hígado de adultos no expuestos tiene en promedio 2.7 mg de cadmio total (Graza y Quispe, 2015).

La acumulación de Cd en riñón e hígado depende de la intensidad, del tiempo de exposición y del estado óptimo de la función de excreción renal. En ambos casos se ha encontrado incremento con la edad. Después de sobreexposición alcanza concentraciones elevadas en el hígado; pero con el tiempo el metal se deposita en el riñón. Se ha descrito también que las concentraciones renales de zinc se incrementan al aumentar las de cadmio y que la capacidad de almacenamiento de la corteza renal es limitada a 300 $\mu\text{g/g}$ (Lauwerys, 1986; Oleru, 1976; Vuori et al., 1978).

En las células, el cadmio se une a la metalotioneína, proteína cuyo peso molecular es de 6,945 v (7,000 dalton) y que contiene 26 grupos SH libres por molécula, debido a la gran proporción de residuos de cisteína. La función principal de esta microproteína es la protección del sistema enzimático celular, aunque se le ha descrito otra función, que es unirse específicamente al cadmio y a otros metales pesados. Su síntesis en hígado, riñón e intestinos es inducida por el cadmio y se conoce por estudios experimentales que el complejo cadmio-metalotioneína es más tóxico para los túbulos renales que el cadmio *per se* (Ramírez, 2002). Paradójicamente, cuando la metalotioneína se sintetiza en las células, las protege de la toxicidad del cadmio, pues inactiva el metal. Se ha demostrado también escasa capacidad del riñón para sintetizarla, lo que lo hace insuficiente para fijar el cadmio y da lugar a aparición de las manifestaciones tóxicas (Kido et al., 1991).

Poblaciones adultas del medio urbano pueden retener hasta 1,77 mg Cd/día; así, en personas de 50 años hay cantidades acumuladas de hasta 32 mg; de ellos, la corteza renal contiene aproximadamente 50 mg Cd/g, en un intervalo que varía entre 15 y 85. Se sabe, por otro lado, que la concentración de cadmio en el hígado depende del daño

de la función renal inducida por el metal, que disminuye la reabsorción del cadmio-metalotioneína e incrementa su excreción urinaria. Sólo entonces la concentración de cadmio en hígado excede la de nivel renal (Lauwerys, 1986).

En exposiciones laborales, la inhalación es la ruta principal de ingreso y la absorción a partir de esta vía, depende del tipo de compuesto inhalado, del tamaño de las partículas y de su retención en el pulmón. El depósito en el pulmón de partículas menores de 5 μm de diámetro es del orden del 25 % y de ellas aproximadamente el 60 % pasa a la sangre. En grandes fumadores se ha encontrado valores adicionales de absorción por inhalación de hasta el 50 %. Las partículas de cadmio depositadas en la nasofaringe, tráquea y bronquios son transportadas por mecanismo mucociliar a la faringe, desde donde son parcialmente ingeridas (Ramírez, 2002). La absorción percutánea ocurre solamente por contacto con los compuestos orgánicos del cadmio (Kjellström y Nordberg, 1978).

En trabajadores recién expuestos el Cd aumenta en sangre sólo los primeros 6 meses y luego sus niveles son proporcionales a la concentración en el ambiente laboral. En expuestos ocupacionales, el cadmio se encuentra también en páncreas, pulmón, aorta, corazón y músculos. Elevadas concentraciones en un tejido inferen concentración alta en otros, lo que nos lleva a afirmar que la distribución se determina sólo por el nivel ambiental de Cd y no por alguna función especial (Vuori et al., 1978).

Como ya se dijo anteriormente la acumulación de cadmio se da principalmente en el hígado y los riñones, por lo que el tiempo de vida media biológica del cadmio en el cuerpo humano oscila entre 15 y 25 años (medido en los riñones) (González y Eixarch, 2004).

En algunos países de América Latina se ha descrito intoxicación por uso doméstico ya que algunos utensilios están hechos a base de cadmio, aunque también la alimentación y el tabaco constituyen las dos fuentes principales de intoxicación. Los fumadores pueden absorber cantidades comparables a la ingestión diaria normal con dieta (IDD), es decir, inhalan 0,1 a 0,2 μg de cadmio por cigarro (Ramírez, 2002).

Por lo que se menciona en párrafos anteriores se sabe que el cadmio es ingerido a través de los alimentos tales como los vegetales y productos animales ya que es un metal que se fija a las plantas más rápidamente que el plomo, además animales como los peces y crustáceos acumulan cadmio en grado relativamente elevado, en general en riñón e hígado. La IDD se estima entre 10 y 85 μg Cd, aunque algunos países como Canadá, tienen dietas con valores más elevados. Organizaciones internacionales han propuesto como límite tolerable medio en la IDD 70 μg Cd/semana (Ramírez, 2002).

Los niveles de cadmio en agua pueden variar significativamente, pues dependen de las condiciones locales. Aunque se sabe que el agua potable contribuye en menor medida a la intoxicación por cadmio y ésta debe contener un máximo de $1 \mu\text{g Cd L}^{-1}$ (Ramírez, 2002). Es por esto que el riesgo potencial a la salud depende de la concentración y la forma en la que el cadmio esté presente.

1.7.2. EXPOSICIÓN Y VÍAS DE ABSORCIÓN DE CADMIO EN NIÑOS

La exposición al cadmio y la acumulación de éste comienzan a temprana edad, los niños se ven expuestos al metal a través de los alimentos, el humo del tabaco, partículas de polvo y hábitos de higiene (CDC, 2012).

Durante las distintas etapas morfológicas y biológicas del desarrollo de los niños, estos pueden tener diferente sensibilidad a la exposición a xenobióticos y dependen de las funciones y capacidad de su organismo respecto de la absorción, biotransformación, distribución y eliminación del tóxico dado. Los niños pueden metabolizar un xenobiótico de forma diferente que un adulto sano dependiendo de la ruta, momento, dosis y duración de la exposición (Zayas y Cabrera, 2007).

Los niños, en especial neonatos y lactantes en los primeros 6 meses de vida, pueden ser particularmente vulnerables a los efectos de los químicos debido a su metabolismo inmaduro y a la capacidad disminuida o ausente para detoxificar y eliminar xenobióticos (Scheuplein et al., 2002).

Además los niños crecen y se desarrollan rápidamente durante los primeros 3 años de vida y nuevamente durante la pubertad, son anabólicos y poseen un metabolismo energético rápido y eficiente, por lo que pueden absorber xenobióticos más completamente que los adultos. Por ejemplo, para una dosis oral dada de plomo, un niño que gatea absorberá 50% en comparación con el adulto, que absorberá 5 a 15%. Los lactantes y los niños poseen mayor superficie cutánea respecto del radio al peso corporal que los adultos, lo que resulta en una absorción cutánea mayor (UNICEF. et al., 2002).

La exposición a los químicos en la infancia ocurre a través de rutas diferentes, circunstancias y ambientes, a causa de la curiosidad natural de los niños y del comportamiento de su aprendizaje. Otros tipos de exposición pueden ocurrir por la liberación de químicos al ambiente desde la manufactura o uso de productos, o por vertidos accidentales (CDC, 2003).

1.7.3. EFECTOS DEL CADMIO EN EL SER HUMANO

En el hombre los efectos por exposición al cadmio pueden generar irritación en el estómago, causando vómito y diarrea, daños a las vías respiratorias, daños renales; puede causar cierto tipo de osteomalacia, presión arterial alta, niveles bajos de hierro en la sangre, enfermedades hepáticas y daños cerebrales o nerviosos. Además disminuye la actividad pulmonar, produciendo enfisema, y cáncer pulmonar (ATSDR, 2012; WHO, 1984)

1.7.4. SÍNDROMES POR EXPOSICIÓN AL CADMIO

En condiciones normales de distribución, el cadmio absorbido se excreta principalmente por orina, y en menor cantidad con la bilis. La acumulación de cadmio en riñón e hígado depende de la intensidad, del tiempo de exposición y del estado de la función de excreción renal y se le atribuyen otros síndromes como el síndrome renal, síndrome de disfunción pulmonar (irritación en las vías respiratorias que pueden llevar a una fibrosis pulmonar), síndrome itaí-itaí y síndrome cardiovascular, los que se describen a continuación.

SÍNDROME RENAL

De acuerdo con Kido et al. (1988), el síndrome renal clásico se caracteriza por:

- Proteinuria de peso molecular bajo, constituida principalmente por proteínas de tipo tubular, pero con predominio de proteínas específicas, como B2M, proteínas unidas al retinol, inmunoglobulinas de cadena corta o pos-w-proteínas, además de enzimas como lisozima, *N* – acetil – β – *D* – glucosaminidasa, ribonucleasa y π *GST* (Järup et al., 1998). Aumento en la eliminación de la enzima *lisosoma* – β – *galactosidasa*, lo que sugiere daño a nivel de algunas células epiteliales de vías urinarias (Jin et al., 1999).
- Calcinuria: En exposición ocupacional o ambiental prolongada hay daño en la reabsorción tubular, lo que trae alteración del metabolismo del calcio con calcinuria y aún formación de cálculos (Wu et al., 2001).
- Glucosuria, aminoaciduria y fosfaturia (Lerner et al., 1979).
- Incremento de los niveles de urea, creatinina y ácido úrico en suero, por falla en el aclaramiento renal (Seaton, 1989).

- Proteinuria de peso molecular alto de tipo glomerular, albúmina principalmente, pero también de transferrina e *IgG* (Nordberg, 1996).

SÍNDROME ITAÍ-ITAÍ

El síndrome Itaí-Itaí es una enfermedad ósea ocasionada por intoxicación por cadmio, caracterizada por múltiples fracturas, alteraciones combinadas de osteoporosis y osteomalacia, daño renal, enfisema y anemia. En japonés significa “ay-ay”, por los gritos de dolor que emitían los afectados en la zona del río Jitzu en Japón, donde se manifestó por primera vez una intoxicación masiva por cadmio en los campos de arroz en 1912, en la prefectura de Toyama, en Japón. Se ha demostrado que esta enfermedad sólo ocurre en sujetos con metabolismo de hueso osteoporótico, como mujeres multíparas o, en ambos sexos, en personas sedentarias mayores de 50 años y también en algunos casos de trastornos del metabolismo del calcio o baja ingesta de proteínas o vitamina D (Madeddu, 2005).

SÍNDROME CARDIOVASCULAR

Se ha descrito hipertensión arterial, además de daño en el área de las arterias, como las principales manifestaciones de la exposición ocupacional al cadmio (Navas-Acien et al., 2005; Noël et al., 2004).

Los principales efectos adversos de la exposición crónica al cadmio incluyen daño renal y enfisema pulmonar, efectos en el sistema nervioso y el sistema reproductor. Ver tabla 1.3. La población de mayor riesgo son las mujeres con deficiencias nutricionales o bajo contenido de hierro, también las personas con trastornos renales, los fetos y los niños con bajo contenido de hierro en sus reservas corporales (PNUMA, 2010).

Tabla 1.3: Efectos de la exposición crónica al cadmio. Modificada por ATSDR (2012)

Algunos Efectos de la Exposición Crónica a Cadmio	
Órgano blanco	Daño
Riñón	Cuando las personas se encuentran expuestas a un alto contenido de cadmio a través del aire o la dieta, este puede ocasionar formación de cálculos renales, o bien, debilitamiento de los huesos.
Pulmón	En trabajadores de fábricas en las que los niveles de cadmio en el aire son altos se ha observado que causa enfisema. También se ha observado que en animales expuestos al metal en largos periodos pueden presentar cáncer pulmonar, además algunos estudios en humanos sugieren que la inhalación prolongada aumenta el riesgo de sufrir cáncer.
Sistema Circulatorio	Se han realizado estudios en animales expuestos al cadmio y se ha visto que este causa presión arterial alta en animales expuestos, sin embargo no se sabe con certeza si el cadmio tiene un papel importante en la hipertensión arterial en humanos.
Sistema Reproductivo	En estudios realizados en animales se han observado efectos en el desarrollo y la reproducción, sin embargo aún no se han realizado experimentos en humanos.

1.7.5. EFECTOS DEL CADMIO EN NIÑOS

A nivel general no se han observado efectos dañinos en el desarrollo y comportamiento de los niños por exposición a niveles bajos de cadmio aunque sí en exposiciones prolongadas y con altos niveles de cadmio se puede llegar a afectar el sistema nervioso siendo esta el área más vulnerable (ATSDR, 2012).

Los efectos potenciales en la salud por exposición al cadmio en las personas cuyas edades van desde la concepción hasta los 18 años son similares a la de los adultos ya que pueden presentar daños en los riñones, pulmones e intestinos, esto dependiendo de las vías de exposición (ATSDR, 2012).

Como ya se mencionó anteriormente el cadmio se acumula en hígado y riñones y en estos se llegan a alcanzar concentraciones 10 veces mayores que en el músculo, pudiendo bloquear su función. Las principales afecciones producidas por intoxicación aguda y crónica del cadmio son: daño gástrico, puede provocar anemia, alteraciones del sistema nervioso central y alteraciones del metabolismo mineral(osteoporosis) (Rimblas Corredor, 2004).

Se ha demostrado en animales que la exposición intrauterina al cadmio tiene un impacto significativo en el peso al nacer, existe un aumento de la masa corporal y la capacidad para seguir con vida. También contribuye a la desaceleración de la osificación y los trastornos neuroconductuales del desarrollo (Ortega et al., 2005).

Una parte de los problemas funcionales, como discapacidad intelectual o discapacidad

cognitiva y problemas de desarrollo, son también secuelas conocidas de exposición prenatal a ciertos xenobióticos (Schettler et al., 2000; Waalkes et al., 2003; Bolt, 2002).

Se estima que la mitad del desarrollo intelectual potencial se establece a los 4 años. De acuerdo con investigaciones recientes, el desarrollo del cerebro es mucho más vulnerable a las influencias ambientales a largo plazo (Brent y Weitzman, 2004). Sin embargo la excreción de este metal en el cuerpo es limitada; se ha visto que dicho metal puede causar efectos dañinos en el organismo tales como nefrotoxicidad y osteoporosis.

Se ha observado que el cadmio causa efectos teratogénicos, habiéndose demostrado que los grupos más vulnerables son los niños y los ancianos, ya que los niños absorben mayores cantidades de cadmio, viéndose aumentada la absorción por factores como: bajos niveles de hierro, deficiencia de proteínas, deficiencia de calcio, etc. (Rimblas Corredor, 2004).

La base de datos de estudios en humanos que involucran a niños es limitada, sin embargo, los efectos sobre la conducta motora y perceptiva en niños se han asociado con elevada exposición al cadmio en el útero. En los niños en edad escolar los niveles de cadmio en orina estaban asociados a efectos inmunosupresores, también se han realizado estudios experimentales *in vitro* y en animales, que explican los efectos del cadmio sobre el eje hipotálamo-pituitaria a diferentes niveles. Esto puede conducir a trastornos del sistema endócrino y / o el sistema inmune. La exposición al cadmio en la edad temprana se debe limitar tanto como sea posible para evitar efectos directos sobre los niños y para evitar la acumulación de cadmio que pueda tener efectos graves para la salud, manifestándose a una edad más avanzada.

En la actualidad se ha determinado la presencia de químicos en la leche materna, y el manejo del riesgo debe, de este modo, llevar a limitar el ingesta de alimentos contaminados por la madre más que a restringir la alimentación al pecho (Pronczuk et al., 2002).

Por lo anteriormente expuesto este estudio resalta la importancia y urgente necesidad de determinar las concentraciones de cadmio en la población infantil de Mérida, Ticul y Progreso ya que hasta el momento en México el cadmio no está sujeto a una reglamentación estricta y se desconoce las concentraciones actuales que presentan las poblaciones adultas e infantiles, expuestas o no expuestas.

Capítulo 2

ANTECEDENTES

El desarrollo industrial para mejorar la calidad de vida del ser humano trajo como consecuencias alteraciones en el medio ambiente, además este desarrollo ha provocado eventos graves de contaminación al medio, causando efectos adversos sobre la salud humana.

Como ya se mencionó anteriormente el cadmio es un metal que se encuentra de forma natural en el medio ambiente, sin embargo, el aumento de la actividad industrial ha dado como resultado un aumento en la producción y emisión de este metal.

2.1. ESTUDIOS INTERNACIONALES

Existen numerosos estudios realizados que muestran a la exposición ambiental como un punto importante a tratar. Ver Anexo A, tabla A.1 y estudios sobre los efectos tóxicos de la exposición crónica y aguda al cadmio y sus compuestos. Ver Anexo A, tablas A.2, A.3.

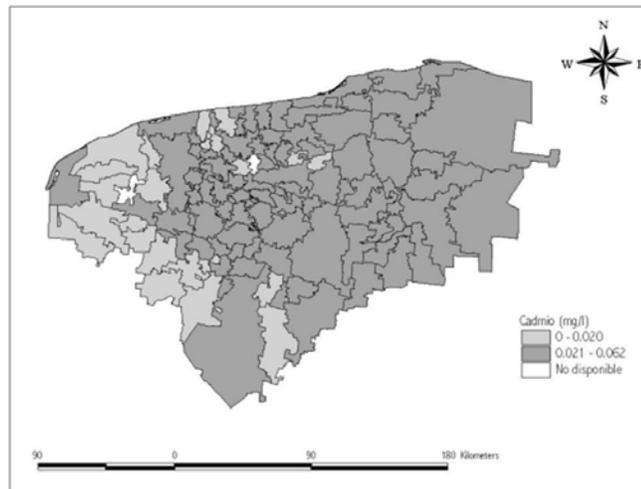
Recientemente se han publicado diversos estudios realizados en población en general en los que se muestran los efectos adversos del cadmio incluso a muy bajas concentraciones en sangre y orina. Un estudio realizado en Estados Unidos demostró que el cadmio en bajas concentraciones (una mediana de cadmio en sangre de 0.41 mg/L) en sangre está asociado con mayor riesgo cardiovascular (Téllez Plaza et al., 2010); además existe otro estudio realizado en Suecia que demuestra que las concentraciones de cadmio en sangre de 0.38 mg/L se asocian con daño tubular renal en mujeres de

53 a 64 años de edad (Åkesson et al., 2005).

El problema ambiental más serio que ha sido reportado hasta la fecha ocurrió en el valle del Río Jitsu, en Japón, en donde el arroz de consumo local se regaba con agua del río y éste estaba contaminado con cadmio disuelto que procedía de una mina de zinc y plomo situada río arriba. Cientos de personas de esta área, particularmente mujeres de edad avanzada y multíparas presentaron una enfermedad degenerativa de los huesos a la que se llamó “itaí-itaí” (Madeddu, 2005).

2.1.1. ESTUDIOS NACIONALES

En el estado de Yucatán se presentan estudios de metales pesados los cuales son considerados indicadores de contaminación (Price, 2003). Pacheco Ávila et al. (2006) indica que el cadmio (Cd), en concentraciones elevadas, puede ocasionar deterioro del agua subterránea y problemas de salud y que la presencia de cadmio en el agua subterránea de los sistemas municipales de abastecimiento en Yucatán puede deberse a descargas industriales y desechos de origen antropogénico. De igual forma clasificó los municipios de Mérida, Ticul y Progreso como municipios que exceden el límite de la *NOM – 127 – SSA1 – 1994* establecida para cadmio, con un intervalo entre 0.021 y 0.062 mg/L^{-1} Ver Mapa 2.1.



Mapa 2.1: Concentraciones de cadmio en las muestras de agua de los pozos de los sistemas de abastecimiento en las cabeceras municipales del Estado de Yucatán (Pacheco Avila y Cabrera Sansores, 2004).

De acuerdo con los resultados obtenidos por Pacheco Ávila et al. (2006), en el estado de Yucatán existe presencia de cadmio en el agua de pozo en concentraciones que

exceden la norma. Actualmente la mayoría de la población fuera de la zona metropolitana de Mérida continúa utilizando agua de pozo para su abastecimiento y en algunos casos debido a las carencias económicas, utilizan esta agua para beber o preparar sus alimentos, lo que crea una vía de exposición directa y constante para la población, especialmente la infantil.

Pérez García y Azcona Cruz (2012) explican los efectos del cadmio en la salud, así como los efectos provocados por este metal en el ser humano.

2.2. **NORMATIVIDAD**

2.2.1. **INTERNACIONAL**

A nivel internacional existen distintas instituciones encargadas de la regulación del cadmio como son: la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional(OSHA), ACGIH, DOT, NIOSH, NTP, DEP, IARC, IRIS, y EPA.

(Graza y Quispe, 2015) El gobierno de Estados Unidos ha adoptado medidas para proteger a las personas contra la exposición excesiva al cadmio.

El 27 de diciembre de 2010 el gobernador de California, Arnold Schwarzenegger firmó una ley que prohibía la fabricación, envío o venta de bisutería para niños menores de 7 años si cualquiera de los componentes de la misma contenía más del 0.03% de cadmio por peso (Nathaniel Mead, 2011).

La EPA determina que el límite máximo permisible para cadmio en agua potable es de $5 \text{ ng/L}(\text{ppt})$ y también limita la concentración de cadmio que puede descargarse en cuerpos de agua superficiales como ríos y lagos, vertederos de basura y terrenos de cultivo (ATSDR, 2012).

La FDA limita la concentración de cadmio en colorantes para alimentos a $15 \text{ } \mu\text{g/g}(\text{ppm})$ (ATSDR, 2012).

La OSHA limita la concentración en el aire a 100 mg/m^3 y, en el caso de humos y polvos de cadmio a 200 mg/m^3 . Esta dependencia también planea limitar la exposición a todos los compuestos de cadmio entre 1 y 5 mg/m^3 .

El NIOSH recomienda que los trabajadores manipulen lo menos posible el elemento (ATSDR, 2012).

2.2.2. NACIONAL

En México se han presentado diferentes iniciativas medioambientales, para la regulación de las concentraciones de cadmio como son:

- Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección al Ambiente. actualizada al 5/07/2007.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos actualizada al 19/06/2007.
- Decreto que expide el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes y se adiciona y reforma el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Dado el 3/06/2004.
- Norma Oficial Mexicana *NOM – 231 – SSA1 – 2002*, Artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada y porcelana. Límites de plomo y cadmio solubles. Método de ensayo.
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8/10/2003. Última reforma publicada DOF 19/06/2007.
- Norma Oficial Mexicana, *NOM – 147 – SEMARNAT/SSA1 – 2004*, Que establece criterios para determinar las concentraciones, de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio *y/o* vanadio.
- Norma Oficial Mexicana, *NOM – 127 – SSA1 – 1994* (NOM, 1994), que establece la calidad de agua respecto a la salud ambiental para uso y consumo humano describiendo los límites permisibles a los que debe someterse el agua para su potabilización.
- Norma Oficial Mexicana, *NOM – 052 – SEMARNAT – 2005*. Que establece las características del procedimiento de identificación clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- DECRETO que reforma el artículo 17 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19/06/2007.

- DECRETO que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicado en el Diario Oficial el 5/07/2007.
- DECRETO que aprueba el Convenio de Rotterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos.
- Legislación laboral que establece que las concentraciones límite en ambiente laboral, como polvo y sales o como óxidos y humo de cadmio, no debe rebasar los 0.05 mg/m^3 (Saldívar et al., 1997)

Capítulo 3

HIPÓTESIS

1. La población infantil de Ticul, Mérida y Progreso presentará niveles detectables de Cd en sangre y orina.
2. Dichos niveles estarán relacionados con su contexto biosocial.
3. Las vías de exposición serán particulares para cada comunidad y/o individuo.

Capítulo 4

OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

1. Determinar la relación entre el contexto biosocial con los niveles de cadmio (Cd) en muestras de orina, sangre y agua de la población infantil de Ticul, Mérida y Progreso para investigar probables vías de exposición y generar recomendaciones preventivas acordes.

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Como objetivos particulares se plantea:

1. Determinar la concentración de Cd en sangre venosa total, orina y agua por la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica acoplada a horno de grafito.
2. Comparar las concentraciones obtenidas contra los niveles permisibles o sugeridos por instancias internacionales para identificar sujetos en riesgo.
3. Analizar las variables alimenticias y ambientales domésticas del contexto biosocial que coadyuven a la exposición de cadmio de la población en estudio y generar recomendaciones preventivas acordes.

Capítulo 5

ÁREA DE ESTUDIO

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

5.1.1. LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y OROGRAFÍA

El Estado de Yucatán está ubicado al sureste de la República Mexicana, en la Península de Yucatán. La superficie del estado es de 43.379 km^2 , por lo que representa aproximadamente el 2,21 % de la superficie total de todo el país. Los límites geográficos, en coordenadas geográficas son $21^\circ 36'$ norte, $19^\circ 32'$ sur (de latitud norte); $87^\circ 32'$ este, $90^\circ 25'$ oeste (de longitud oeste). Limita al este con el estado de Quintana Roo; al oeste con el estado de Campeche y al norte con el Golfo de México. Ver Mapa en la figura 5.2.(INEGI, 2010b).

La superficie estatal forma parte de la Península de Yucatán. La mayor parte del territorio lo conforma una llanura que se formó como producto de la aparición de una plataforma marina compuesta por roca calcárea, sus principales elevaciones son el cerro Benito Juárez con 210 metros de altitud sobre el nivel del mar y la Sierrita de Ticul con 150 metros de altitud sobre el nivel del mar que se formó como resultado del movimiento de fragmentos o placas tectónicas de la corteza terrestre (Durán García y Méndez González, 2010).

Debido a la naturaleza calcárea de la plataforma, sólo se encuentran geomorfos de calizas.

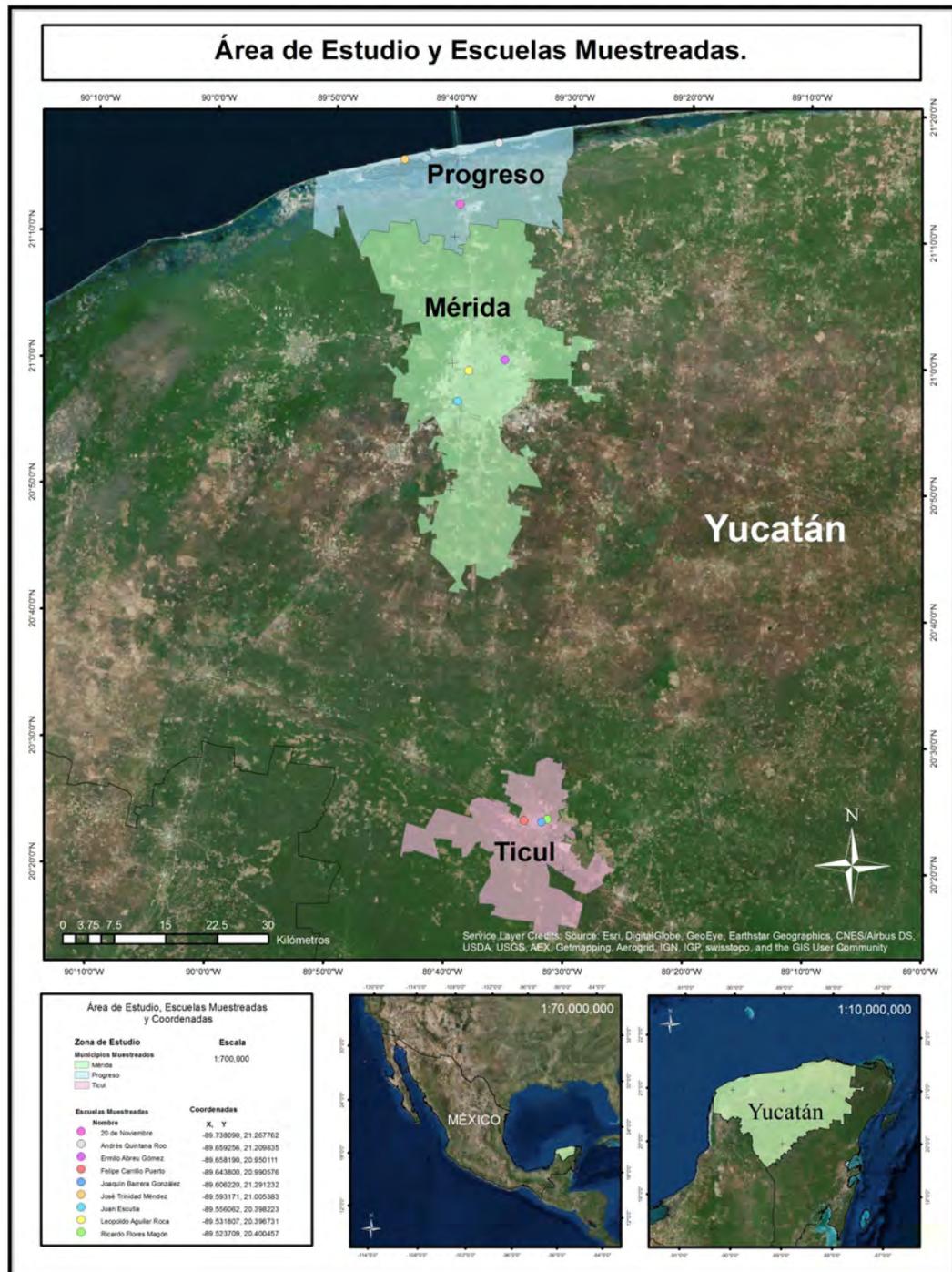


Figura 5.1: La zona de estudio está compuesta por los municipios de Mérida, Progreso y Ticul.

5.1.2. CLIMA

Respecto a la clasificación climática de Köppen-Geiger modificada por García 2004, la zona de estudio presenta siete clasificaciones. La primera corresponde a un clima seco semiárido con lluvias intermedias o irregulares con tendencia a distribuirse en el verano $BS_0(h')x'i$, la segunda corresponde a un clima semiárido, cálido con régimen de lluvias de verano $BS_1(h')wi$, la tercera corresponde a un clima cálido, el más seco de los subhúmedos con lluvias en verano y porcentaje regular a bajo de lluvia invernal $Aw_0(i')g$, la cuarta es un clima cálido, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano y porcentaje regular alto de lluvia invernal $Aw_0(x')(i')g$, la quinta es un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal $Aw_1(i')g$, la sexta es un clima cálido, subhúmedo, con lluvias en verano, pero alto porcentaje de lluvia invernal $Aw_1(x')(i')g$ y la séptima clasificación corresponde a un clima cálido, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias de verano y un alto porcentaje de lluvia invernal $Aw_2(i')g$.

De acuerdo con lo reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el 2010, existe una variación de precipitación anual promedio a lo largo de la península que va de 456.0 mm a 1418.7 mm.

De acuerdo con lo reportado por el INEGI, el lugar donde se localiza la zona de estudio presenta una temperatura promedio anual de $26.2^{\circ}C$, con una máxima de $40.6^{\circ}C$ durante el mes de mayo y una mínima de $14^{\circ}C$ en el mes de enero. También, se presenta una humedad máxima de: 83 %, la media de 72 % y la mínima de 61 %, mientras que la evaporación anual promedio es de 1,727.4 mm.

5.1.3. HIDROGRAFÍA

La zona se caracteriza particularmente por no presentar corrientes superficiales de agua. Sin embargo, cuenta con corrientes subterráneas que conforman el acuífero peninsular, caracterizado principalmente por estar compuesto de canales de disolución, cenotes, dolinas, cuevas y cavernas, además, de formaciones como cúpulas, domos y microdomos, entre otras.

El agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación que se encuentran ubicadas al sur del estado, hacia las costas, dispersándose hacia el noroeste, noreste y norte, por lo que se puede decir que el flujo es radial a partir del sur del estado hacia las costas con direcciones preferenciales SE-NW, S-E, SW-NE, en un medio altamente complicado (Pacheco Ávila et al., 2006).

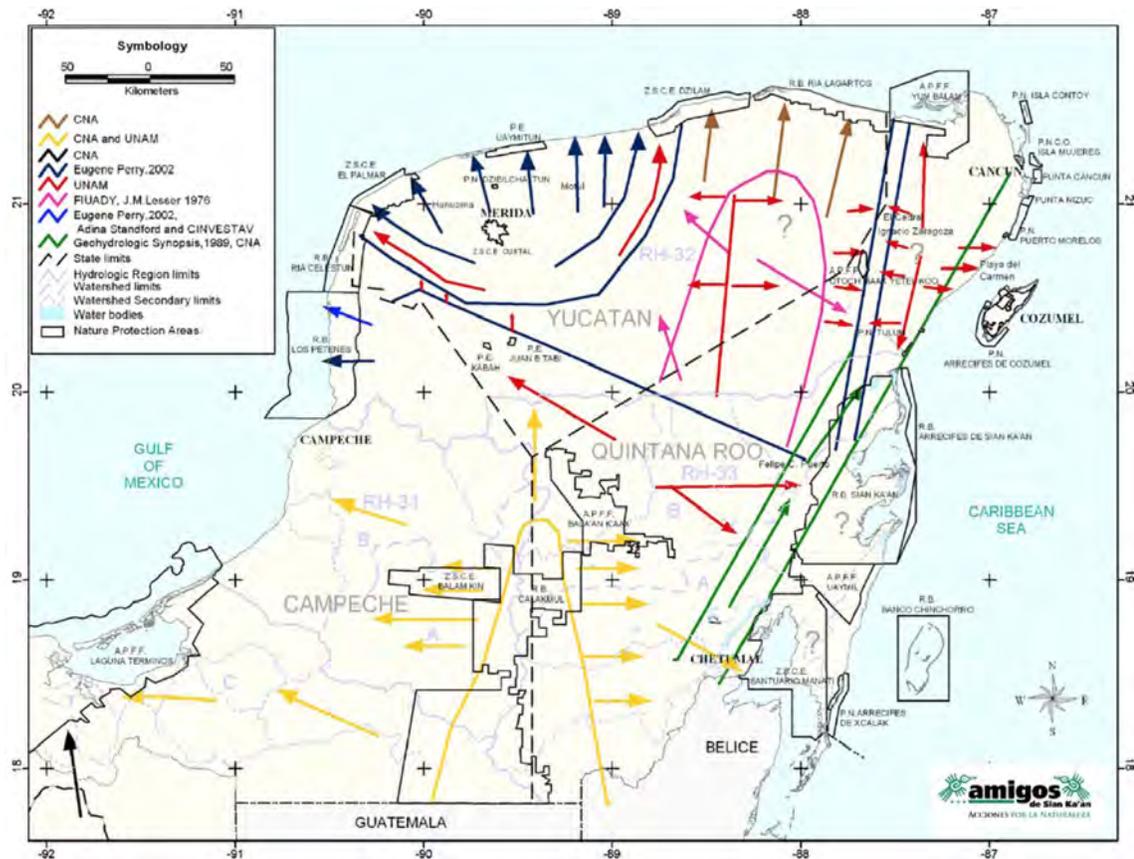


Figura 5.2: mapa del flujo subterráneo de la Península de Yucatán, tomado de (Bauer-Gottwein et al., 2011)

5.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MUNICIPIOS

El análisis para determinar la concentración de cadmio en la población infantil se llevó a cabo en los municipios de Mérida, Progreso y Ticul. Ver mapa en la figura 5.2.

5.2.1. MÉRIDA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Municipio de Mérida, capital del estado de Yucatán, está localizado entre los paralelos 20° 41' y 21° 12' de latitud norte y los meridianos 89° 27' y 89° 49' de longitud oeste. Su altitud sobre el nivel del mar, es de 9 metros. Limita al norte con los municipios de Progreso y Chicxulub Pueblo y Conkal; al sur con los municipios de Abalá, Timucuy y Umán; al este con los municipios de Conkal, Yaxkukul, Tixkokob, Tixpéhual, Kanasín y Timucuy y al oeste con los de Ucú y Umán (INAFED, 2010), tiene una extensión territorial de 883 km^2 , que corresponde al 2.36 % de la superficie del estado, lo que lo hace que califique como un municipio urbano grande; cuenta con 124 localidades (INEGI, 2010a).

POBLACIÓN

Cuenta con una población total de 830,732 habitantes de los cuales 401,340 son varones y 429,392 son mujeres, lo que representa el 42.5 % del total de la población en el Estado de Yucatán. Tiene una tasa media anual de crecimiento del 1.8 %, esto de acuerdo con los datos arrojados en el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Del total de la población el 32.94 % tiene de 0 a 19 años de edad; el 55.29 % tiene el 20 a 59 años; el 10.62 % tiene más de 60 años y un 1.15 % no especificó (INEGI, 2010a). La densidad de población del municipio para el 2010 era de 941.12 Hab/km^2 .

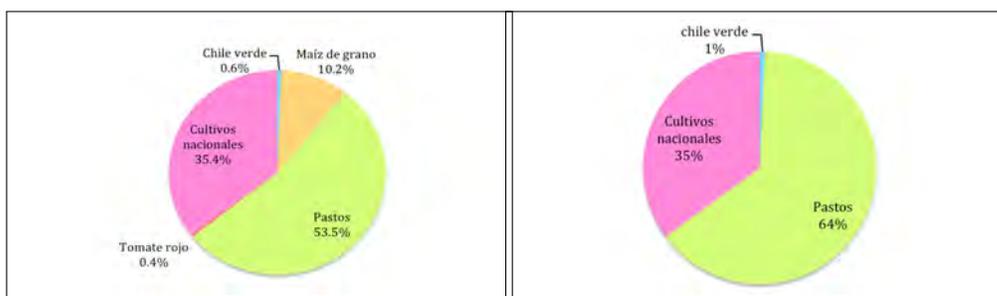
EDUCACIÓN

El municipio cuenta con 447 escuelas preescolares (37.7 % del total estatal), 418 primarias (30.3 % del total estatal), una primaria indígena(0.6 %), y 159 secundarias (27.8 % del total estatal). Además, el municipio cuenta con 122 bachilleratos (50.8 % del total estatal), cinco escuelas de profesional técnico (83.3 %) y 120 escuelas de formación para el trabajo (67.8 % del total estatal), en el año 2011; 13,504 del total fueron alumnos egresados de preescolar; 13,715 del total de la población fueron egresados de primaria; 15,149 fueron alumnos egresados de la secundaria, 88 contaban con una carrera técnica y 8,276 fueron alumnos egresados del bachillerato (INEGI, 2010a).

ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Sector primario

Yucatán cuenta con un total de 778,297 hectáreas de superficie sembrada y 766,668 de superficie cosechada; en total el municipio de Mérida cuenta con 1,317 hectáreas de superficie sembrada y 1,236 hectáreas de superficie cosechada. Ver figura 5.3, de las cuales 134 hectáreas son superficie sembrada de grano de maíz, 704 hectáreas de superficie sembrada de pastos, 5 hectáreas de superficie sembrada de tomate rojo, 466 hectáreas de superficie sembrada del resto de cultivos nacionales. Ver figura 5.3a, 8 hectáreas de superficie cosechada de chile verde, 704 hectáreas de superficie cosechada de pastos, 385 hectáreas de superficie cosechada de cultivos nacionales, 90 toneladas de volumen de producción de chile verde, 103 toneladas de volumen de producción de grano de maíz. Ver figura 5.3b; 13,164 toneladas de volumen de producción de pastos y 66 toneladas de volumen de producción de tomate rojo (INEGI, 2010a).



(a) Superficie sembrada total para el municipio de Mérida

(b) Superficie cosechada total para el municipio de Mérida

Figura 5.3: Producción del sector primario en Mérida.

También hay producción de carne en canal de bovino (229 toneladas), producción de carne en canal de porcino (9366 toneladas), carne en canal de ovino (63 toneladas), carne en canal de gallináceas (2373 toneladas), producción de carne de guajolote (1897 toneladas) y carne de ovino (58 toneladas), producción de leche de bovino (384 miles de litros), producción de huevo para plato (315 toneladas), producción de miel (100 toneladas) y cera en greña (2 toneladas) (INEGI, 2010a; INAFED, 2010; Araujo Lara, 2011) .

Sector secundario

Está representado principalmente por la generación y transmisión de energía eléctrica y en segundo lugar por la construcción e industria extractiva.

La minería es la menos representativa en la composición interna del sector industrial en Mérida, considerando que sólo 0.28 % y 0.20 % de su producción y 0.80 % y 0.31 % del valor agregado respectivamente, emanan del sector minero. Las actividades se orientan en su totalidad a la extracción de minerales no metálicos, como son la extracción de arena, grava, arcilla y otros materiales refractarios y en menor medida piedra caliza, mármol y otras piedras dimensionadas. En cuanto a la industria eléctrica para el 2011, 323,394 usuarios contaban con acceso al servicio eléctrico, por lo que el volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora) fue de 1,938,189, siendo el valor de las ventas de energía eléctrica de 3,051,957 de pesos (INEGI, 2010a).

Sector terciario

El sector terciario en el municipio de Mérida está representado principalmente por el comercio al por menor, seguido de los servicios relacionados con el turismo. Las unidades económicas se concentran principalmente en los servicios de

alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas; sin embargo, los sectores que más aportan a la economía en cuanto a producción bruta total (41,064,832 de pesos) y valor agregado censal bruto (21,012,989 de pesos) son el de medios de información masiva y el de transportes, correos y almacenamiento (INEGI, 2010a).

5.2.2. NIVEL SOCIOECONÓMICO

En el año 2010 de acuerdo con cifras del INEGI, 263,837 individuos (29.4% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 243,263 (26.1%) presentaban pobreza moderada y 29,574 (3.3%) estaban en pobreza extrema (INEGI, 2010b).

5.3. PROGRESO

5.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Progreso está localizado en la región litoral norte, queda comprendido entre los paralelos 21° 10' y 21° 19' latitud norte y los meridianos 89° 34' y 89° 57' longitud oeste; con una altitud de 2 metros sobre el nivel del mar. Este municipio limita al norte con el Golfo de México; al sur con Ucú y Mérida, al este con Ixil y Chicxulub y al oeste con Sisal. El municipio de Progreso tiene una superficie de 270.10 km^2 lo que representa alrededor del 0.40% respecto a la superficie total del estado. Progreso está clasificado como un municipio semiurbano (INAFED, 2010; INEGI, 2010a).

5.3.2. POBLACIÓN

La población total del municipio en 2010 fue de 53,958 personas, lo que representa el 2.8% de la población en el estado de Yucatán. Del total de la población 26,925 son varones y 27,033 son mujeres; la densidad de población del municipio para el 2010 era de 125.3 Hab/km^2 . Cuenta con un total de 15 localidades (INEGI, 2010a).

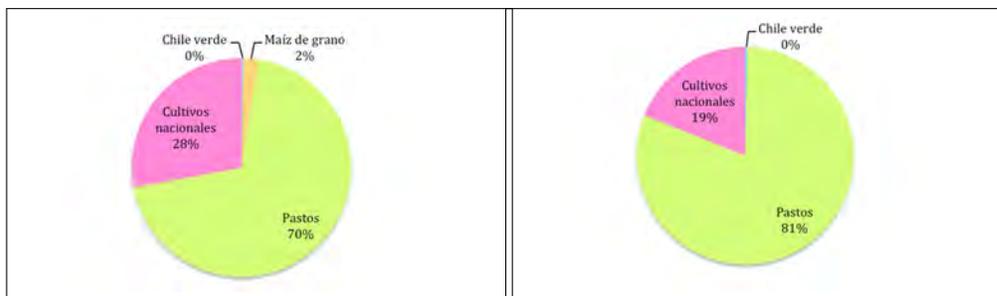
5.3.3. EDUCACIÓN

En 2011 el municipio contaba con 69 escuelas de educación básica y media superior; 944 del total fueron alumnos egresados de precolar; 949 del total de la población fueron egresados de primaria; 1,168 fueron alumnos egresados de la secundaria y 452 fueron alumnos egresados del bachillerato.

5.3.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Sector primario

Progreso cuenta con 362 hectáreas de superficie sembrada y 319 hectáreas de superficie cosechada. Ver figura 5.4, de las cuales 1 hectárea es superficie sembrada de chile verde, 8 hectáreas de superficie sembrada de grano de maíz, 252 hectáreas de superficie sembrada de pastos, 101 hectáreas de superficie sembrada del resto de cultivos nacionales. Ver figura 5.4a, 1 hectárea de superficie cosechada de chile verde, 252 hectáreas de superficie cosechada de pastos, 59 hectáreas de superficie cosechada de cultivos nacionales, por lo que para el año 2010 se obtuvieron 16 toneladas de volumen de producción de chile verde, 5 toneladas de volumen de producción de grano de maíz y 4.945 toneladas de volumen de producción de pastos. Ver figura 5.4b, obteniéndose un valor de la producción agrícola de 11,544 (miles de pesos) y un valor de la producción de grano de maíz de 18 (miles de pesos), un valor de producción de pastos de 2,946 (miles de pesos)(INEGI, 2010a).



(a) Superficie sembrada total para el municipio de Progreso

(b) Superficie cosechada total para el municipio de Progreso

Figura 5.4: Producción del sector primario en Progreso.

También hay producción de carne en canal de bovino (80 toneladas), producción de carne en canal de porcino (2,385 toneladas), carne en canal de ovino (63 toneladas), carne en canal de gallináceas (386 toneladas), producción de carne de guajolote (7 toneladas) y carne de ovino (4 toneladas), producción de leche de bovino (301 mil litros), producción de huevo para plato (2,445 toneladas) y producción de miel (4 toneladas) (INAFED, 2010).

Sector secundario

Está representado principalmente por la generación y transmisión de energía eléctrica. 26,167 usuarios tienen acceso al servicio eléctrico, por lo que el volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora) fue de 101466, siendo el valor de las ventas de energía eléctrica de 166,428 miles de pesos.

Sector terciario

El sector terciario en el municipio de Progreso está representado principalmente por el comercio y transportes con una producción bruta total de 496,336 miles de pesos y acervo total de activos fijos de 343,572 miles de pesos (INEGI, 2010a).

5.3.5. NIVEL SOCIOECONÓMICO

En 2010, 24,754 individuos (50.1% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 22,309 (45.2%) presentaban pobreza moderada y 2,445 (5%) estaban en pobreza extrema.

5.4. TICUL

5.4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Ticul está localizado en la región centro del Estado. Queda comprendido entre los paralelos 20° 15' y 20° 28' de latitud norte y los meridianos 89° 25' y 89° 37' de longitud oeste; posee una altitud de 30 metros sobre el nivel del mar. El municipio de Ticul ocupa una superficie de 355.12 km^2 , alrededor del 0.85% de la superficie del estado, Ticul limita al norte con Sacalum-Chapab, al sur con Oxkutzcab, al este con Dzan y al oeste con Santa Elena-Muna (INEGI, 2010a).

5.4.2. POBLACIÓN

Cuenta con una población total de 37,685 habitantes, de los cuales 18,593 son varones y 19,092 son mujeres, lo que representa el 42.5 % del total de la población en el Estado de Yucatán, con una tasa media anual de crecimiento del 1.8 %, esto de acuerdo con los datos arrojados en el Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Del total de la población el 29.1 % tiene de 15 a 29 años de edad; el 9.4 % tiene más de 60 años (INEGI, 2010b). La densidad de población del municipio para el 2010 era de 941.12 *hab/km*².

5.4.3. EDUCACIÓN

El municipio cuenta con 40 escuelas de educación básica y media superior en el año 2011; 700 del total de la población fueron alumnos egresados del preescolar; 690 del total de la población fueron egresados de primaria; 560 fueron alumnos egresados de la secundaria, 433 fueron alumnos egresados del bachillerato (INEGI, 2010a).

5.4.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Respecto a las actividades que se realizan en la zona se encuentran la agricultura, ganadería, caza y pesca; como actividad secundaria se tiene la minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad con un 41.05 %, y como actividad terciaria está el comercio, turismo y servicios (SEDESOL y CONEVAL, 2010).

Sector primario

Ticul cuenta con 4,095 hectáreas de superficie sembrada y 4,095 hectáreas de superficie cosechada. Ver figura 5.5, de las cuales 11 hectáreas son superficie sembrada de chile verde, 1,119 hectáreas de superficie sembrada de grano de maíz, 1,103 hectáreas de tomate rojo, 1,860 hectáreas de superficie sembrada del resto de cultivos nacionales. Ver figura 5.5a, 11 hectáreas de superficie cosechada de chile verde, 1,103 hectáreas de superficie cosechada de pastos, 2 hectáreas de superficie cosechada de tomate rojo y 1,860 hectáreas de superficie cosechada de cultivos nacionales, por lo que para el año 2010 se obtuvieron 16 toneladas de volumen de producción de chile verde, 5 toneladas de volumen de producción de grano de maíz y 4,945 toneladas de volumen de producción de pastos. Ver figura 5.5b, obteniéndose un valor de la producción agrícola de

63,144 (miles de pesos) y un valor de la producción de grano de maíz de 5,950 (miles de pesos), un valor de producción de pastos de 6,378 (miles de pesos) (INEGI, 2010a).



(a) Superficie sembrada total para el municipio de Mérida

(b) Superficie cosechada total para el municipio de Mérida

Figura 5.5: Producción del sector primario en Ticul.

En Ticul también hay producción de carne en canal bovino(400 toneladas), producción de carne en canal de porcino (640 toneladas), de carne en canal de ovino (63 toneladas), de carne en canal de gallináceas (39 toneladas), producción de carne de guajolote (13 toneladas) y carne de ovino (6 toneladas), producción de leche de bovino (247 miles de litros), producción de huevo para plato (90 toneladas) y producción de miel (237 toneladas) y producción de cera en greña (5 toneladas) (INEGI, 2010a).

Sector secundario

Está representado principalmente por la generación y transmisión de energía eléctrica; 11,053 usuarios tienen acceso al servicio eléctrico, por lo que el volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora) para el 2010 fue de 32,688 siendo el valor de las ventas de energía eléctrica de ese mismo año de 49,865 miles de pesos, por la alfarería y la producción de calzado.

Sector terciario

El sector terciario está representado por los servicios y el turismo, como restaurantes y hoteles.

5.4.5. NIVEL SOCIOECONÓMICO

En 2010, 23,421 individuos (61.8 % del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 18,568 (49 %) presentaban pobreza moderada y 4,853 (12.8 %) estaban en pobreza extrema.

Capítulo 6

METODOLOGÍA UTILIZADA

6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio transversal

6.2. UNIVERSO DEL ESTUDIO

Estuvo conformado por niños de entre 6 y 9 años de edad que asistieran a escuelas públicas en tres comunidades (Norte - Progreso, Centro - Mérida y Sur - Ticul) del Estado de Yucatán.

6.3. TAMAÑO MUESTRAL

Se obtuvieron 33 datos de niños para el municipio de Mérida, 35 datos de niños para el municipio de Progreso y 35 datos de niños para el municipio de Ticul, por lo que se obtuvo un tamaño muestral de 103 niños.

6.4. MUESTREO

El muestreo se realizó de manera aleatoria en tres sitios de estudio elegidos con base en sus características geográficas (norte – Progreso-, centro –Mérida- y sur –Ticul-del Estado de Yucatán), así como de las distintas fuentes probables de metales en cada uno de ellos, de esta manera: en la zona norte de Progreso las principales fuentes puntuales son la industria marítima y los basureros clandestinos; en Mérida se tiene todo un desarrollo industrial en la zona sur de la ciudad, basureros, talleres de cromado, etc.; en Ticul, la zona sur hace uso de agroquímicos y de alimentos balanceados para animales. Mérida y Progreso se seleccionaron por el método de muestreo aleatorio estratificado por zona geográfica, en el que se pidió una lista de todas las escuelas primarias de la zona, de las tres zonas urbanas de la SEP y se estratificó la lista en escuelas matutinas y vespertinas eliminándose las escuelas vespertinas, para el caso de Ticul no fue estratificado en zonas geográficas. Posteriormente, sólo con las escuelas matutinas se utilizó una tabla de números aleatorios para la selección de 3 escuelas en cada una de las comunidades mencionadas con anterioridad. En el caso de Mérida, se dividió en 3 zonas. La escuela seleccionada debía cumplir con el número requerido de muestra (10 infantes) y que además cumpliera con los criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión para los niños participantes fueron los siguientes:

1. Niños de entre 6 y 9 años de edad que acudieran a escuelas públicas.
2. Haber residido toda su vida o al menos durante los 3 últimos años en forma continua (Díaz-Barriga, 2004) en la comunidad y con el consentimiento informado de sus padres o tutores. Ver Anexos C, D, E.
3. Que estuvieran aparentemente sanos.

Para asegurar el estado saludable de los niños, se realizó la encuesta de “Monitoreo de metales y daño a la salud en población infantil de Yucatán”. Ver Anexo F, que cubrió tópicos del perfil socioeconómico y de salud, tales como los antecedentes heredo-familiares de enfermedades, antecedentes personales patológicos, un interrogatorio médico que exploraba la salud e integridad de los aparatos y sistemas corporales, exploración física y las posibles fuentes de exposición a metales. Una vez corroborado el estado adecuado de salud, se realizó la colecta de muestras biológicas por parte del personal de la Facultad de Química de la UNAM Unidad Sisal y del IMSS durante los meses de octubre a noviembre de 2011.

6.5. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SANGRE

Se recolectó muestras de sangre (10 mL promedio) de niños y niñas entre 6 y 9 años en las que se determinó el Cd, reportando los resultados en $\mu\text{g mL}^{-1}$. Las muestras de sangre se obtuvieron por punción venosa, en estado de ayuno y por personal especializado para ello, empleando material nuevo y estéril. Las muestras se colocaron inmediatamente en hielo y se mantuvieron a 4°C hasta su llegada al laboratorio donde fueron procesadas mediante digestión ácida con ácido nítrico concentrado grado puro (99.999 % libre de metales) en un horno de microondas modelo “*Synthos3000*” de la marca Anton Paar. Las muestras se vaciaron a tubos de centrífuga graduados a -20°C para su almacenamiento. De estos digeridos se tomaron 2 mL que fueron llevados a 10 mL con agua desionizada para poder realizar por triplicado la medición de Cd. Se preparó una curva de calibración de 0,5 a 2 ppm de Cd. Las muestras y la curvas fueron leídas en un espectrómetro de absorción atómica *EAAPerkinElmer Analyst800* utilizando lámpara de descarga sin electrodos y horno de grafito.

6.6. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE ORINA

Para el caso de la toma de muestras de orina se pidió a los participantes que recolectaran la primera orina de la mañana en frascos estériles especiales para toma de muestra de orina, las muestras se colocaron inmediatamente en hielo y se mantuvieron a 4°C hasta su llegada al laboratorio donde fueron procesadas mediante digestión ácida con ácido nítrico concentrado grado puro (99.999 % libre de metales), mediante un sistema de digestión por microondas “*Synthos3000*” Anton Paar. Las muestras se vaciaron en tubos de centrífuga graduados y fueron almacenadas a -20°C hasta su análisis. De estos digeridos se tomaron 2 mL que fueron llevados a 10 mL con agua desionizada para poder realizar por triplicado la medición de Cd. Se preparó una curva de calibración de 0,5 a 2 ppm de Cd. Las muestras y la curvas fueron leídas en un espectrómetro de absorción atómica *EAAPerkinElmer Analyst800* utilizando lámpara de descarga sin electrodos y horno de grafito.

6.7. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA

A los participantes del estudio se les dieron dos botellas de plástico previamente lavadas para su llenado con agua de beber y agua de cocinar. Así también se preguntó en la encuesta realizada el tipo de agua de beber y de cocinar, es decir, si era de garrafón, de la llave, de pozo, si el agua purificada se compraba con repartidores oficiales o no oficiales, etc. El agua fue recolectada en la época de lluvias ya que se espera en caso de uso de agua de pozo, una mayor concentración de metales dada por la lixiviación y transporte de los materiales hacia el acuífero. Posteriormente las muestras fueron procesadas mediante digestión ácida con ácido nítrico concentrado grado puro (99.999% libre de metales), mediante un sistema de digestión por microondas “*Synthos3000*” Anton Paar. Las muestras se vaciaron en tubos de centrifuga graduados y fueron almacenadas a -20°C hasta su análisis. De estos digeridos se tomaron 2 mL que fueron llevados a 10 mL con agua desionizada para poder realizar por triplicado la medición de Cd. Se preparó una curva de calibración de 0,5 a 2 ppm de Cd. Las muestras y la curvas fueron leídas en un espectrómetro de absorción atómica *EAAPerkinElmerAanalyt800* utilizando lámpara de descarga sin electrodos y horno de grafito.

6.8. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

1. Para el análisis de las muestras se mantuvo un esquema bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994 para establecer el método de absorción atómica con espectrometría, la cual está relacionada con la medición de espectros, a través de un análisis instrumental de forma que se observe, seleccione y se mida el espectro de absorción de cada muestra.
2. Para asegurar la calidad de los resultados obtenidos, se utilizaron materiales de referencia internacionales. Para el caso de la sangre se utilizó el material de referencia 955c Toxic elements in caprine blood del NIST; para el caso de la orina se utilizó el 2668 Toxic elements in frozen human urine del NIST, y para el control de calidad de los resultados obtenidos en agua se utilizó el material de referencia estándar 1640a de elementos traza en agua de NIST. Los resultados de control de calidad se presentan a continuación. Ver Tabla 6.1.

Tabla 6.1: Materiales de referencia para muestras de sangre, orina y agua.

Nivel 1		
SRM 955C		
	Concentración esperada $\mu\text{g/L}$	Concentración media obtenida $\mu\text{g/L}$
Cd	5.201 ± 0.038	5.23 ± 0.25
Nivel 2		
SRM 2668		
Cd	16.4 ± 0.25	17.1 ± 0.95
Nivel 3		
SRM 1640a		
Cd	4.00 ± 0.07	4.20 ± 0.09

- Para la determinación de cadmio se realizó una curva de calibración de 0.5 a 2 *ppb* ($r^2 = 0.999982$) y se tomaron como válidos los resultados que después de dos réplicas presentaran un coeficiente de variación menor al 10 % (siguiendo las recomendaciones del fabricante Perkin Elmer).

6.9. RECOPIACIÓN DE DATOS

La recopilación:

1. Se elaboraron bases de datos con el fin de recaudar la información que se obtuvo durante el análisis.
2. Se tomaron fotos para caracterizar el contexto biosocial y corroborar los escenarios de exposición al cadmio (a qué están expuestos. Por ejemplo si fuma, a pintura, a madera barnizada, a agroquímicos, plásticos, etc.)

6.10. TRATAMIENTO DE DATOS

Se construyó una base de datos general en la que se tomaron en cuenta variables que estuvieran relacionadas con la exposición al cadmio de la población en estudio considerando variables de tipo ambiental, alimenticias y socioeconómicas del contexto biosocial. A estas variables se les asignaron códigos que después ayudaron a la creación de factores de riesgo, respectivamente. Ver Anexo H.

6.11. VARIABLES DE EXPOSICIÓN AL CADMIO

Del cuestionario realizado se obtuvieron variables:

6.11.1. VARIABLES DEPENDIENTES

Se clasifican de la siguiente manera:

- Concentración de cadmio en sangre ($\mu\text{g mL}^{-1}$): variable continua.
- Concentración de cadmio en orina ($\mu\text{g mL}^{-1}$): variable continua.
- Concentración de cadmio en agua de uso y consumo para beber ($\mu\text{g mL}^{-1}$): variable continua.

- Concentración de cadmio en agua de uso y consumo para cocinar ($\mu\text{g mL}^{-1}$): variable continua.

6.11.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Se clasificaron de la siguiente manera:

- Variables socioeconómicas: nivel socioeconómico.
- Variables educativas: nivel educativo de los padres
- Hábitos de vida: consumo de tabaco (tabaquismo).
- Ambiente:
 - Tipo de agua utilizado tanto para beber como para cocinar.
 - Metales en patio.
- Alimento:
 - Consumo de alimentos: del cuestionario se obtuvo información sobre cuántas veces al mes los niños comían cierto tipo de alimentos como leche, frutas, verduras, carnes magras (cerdo, res y pollo), así como el consumo de vísceras en general (carne, res y pollo), consumo de embutidos, pescado fresco, mariscos, arroz y enlatados.
 - Variables relacionadas con la utilización de utensilios de cocina y materiales con los que estos estaban fabricados como: cerámicas, aluminio, teflón, peltre, vidrio, acero inoxidable, etc.

6.12. CODIFICACIÓN Y TABULACIÓN

La codificación se realizó para todas aquellas variables que entran en el análisis como numéricas en función del tipo:

- Las variables dicotómicas de presencia ausencia de la característica como $1 = \text{si}$, $2 = \text{no}$.
- Las variables cualitativas de varias categorías en orden ascendente a partir de 1.

- Las variables cuantitativas en su valor numérico.

6.12.1. VARIABLES SOCIOECONÓMICA

Es una variable cualitativa, ordinal, entendida como atributo del hogar, compartido y extensible a todos sus miembros. Definido como la capacidad económica y social de un hogar.

Se clasificó como:

- Nivel socioeconómico: Variable cualitativa ordinal 1 = *alto*, 2 = *medio*, 3 = *medio/baja*, 4 = *pobre*, 5 = *pobreza extrema*.

Para la determinación del nivel socioeconómico se tomaron como referencia los criterios establecidos por la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado y Opinión Pública A.C., que clasifica a los hogares en seis niveles, de la siguiente manera: A-B (Clase rica), C+(Clase media alta), C(Clase media), D+ (Clase media baja), D(Clase pobre), E(Pobreza extrema), considerando 8 características de posesión del hogar y la escolaridad del jefe de familia o persona que más aporta al gasto dentro de la familia; para la asociación con los diferentes factores de riesgo el nivel socioeconómico se clasificó de la siguiente manera: A-B(Clase alta), C+(Clase media), D+(Clase media - baja), D(clase pobre), E (pobreza extrema).

6.12.2. NIVEL EDUCATIVO

Se clasificó como:

- Eduación del padre y/o de la madre: Variable cualitativa 1 = *preparatoria*, licenciatura y una carrera técnica, 2 = *secundaria*, 3 = *primaria o sin estudios*.

6.12.3. HÁBITOS DE VIDA (TABAQUISMO)

Se clasificaron como:

- Fumador padre y/o madre . Variable cualitativa. 3 = *si*, 0 = *no*. En caso de que el padre y/o madre fumaran se le asignó a la variable un valor de 3 y un valor de cero(0) si los padres no fumaban. Si los dos padres fumaban se les asignó un valor de 2 y si sólo uno de los padres fumaba se le asignó un valor de 1.
- Lugar donde fuma padre y/o madre. Variable cualitativa *dentro* = 2, *fuera* = 1. En caso de que el padre y/o madre fumaran dentro del hogar se le asignó un valor de 2 y si los padres no fumaban dentro del hogar se le asignó un valor de 1.
- Años fumando. Variable cuantitativa. $\geq 3\text{meses}$ = 2 (alta exposición al metal), $\leq 3\text{meses}$ = 1 (baja exposición al metal). En esta variable se tomó en cuenta el tiempo que los padres llevaban fumando, se consideró un alto valor de exposición 2 cuando el padre y/o madre llevaban fumando más de tres meses y una baja exposición(1) al metal cuando el tiempo que llevaban fumando fuera menor a tres meses.

6.12.4. VARIABLE AMBIENTE

Se clasifican como:

- Tipo de agua para beber y para cocinar. Variable cualitativa si el agua era purificada se le asignó un valor de 1, si era de la llave se le asignó un valor de 2 y si el agua era de pozo se le asignó un valor de 3. Esto se validó con fotografías del sitio.

- Metales en patio. Variable cualitativa, si el niño tenía una menor exposición al metal ya que había poca o nula presencia de desechos metálicos en el patio, se le asignó un valor de 1, si estaba medianamente expuesto se le asignó un valor de 2 y si la exposición era mayor se le asignó un valor de 3. Cabe mencionar que esta asignación de valores se validó con fotografías en donde se apreció la presencia de metales oxidados en el patio.

6.12.5. VARIABLE ALIMENTACIÓN

Se clasifican como:

- Consumo de alimentos: del cuestionario se obtuvo información sobre cuántas veces al mes los niños consumían cierto tipo de alimentos como leche, frutas, verduras, carnes magras(cerdo, res y pollo), así como el consumo de vísceras en general(carne, res y pollo), consumo de embutidos, pescado fresco, mariscos, arroz y enlatados y de los mismos datos se obtuvo el consumo por día.

En caso de que los niños no consumieran el alimento(leche, fruta, verduras, carnes magras, vísceras, embutidos, pescado, mariscos, arroz o enlatados) se le asignó un valor de 0.

- Variables relacionadas con la utilización de utensilios de cocina y materiales con los que estos estaban fabricados como: cerámicas, aluminio, teflón, peltre, vidrio, acero inoxidable, etc.; los utensilios y materiales que presentaban un desgaste visible y estaban en malas condiciones fueron considerados los de mayor exposición(óxido, peltre, pigmentos en la cerámica, etc.)y se les asignó el máximo valor(3), se asignó un valor de 2 si eran considerados utensilios de mediana exposición y se le asignó el valor de 1 si eran considerados utensilios de menor exposición.

6.13. FACTORES DE RIESGO

En la misma base de datos general explicada en la sección 6.10 se analizaron variables de tipo cualitativo haciéndose una sumatoria de los valores obtenidos durante la codificación de las variables cualitativas. Ver Anexo H. Consúltese la sección 6.12 para ver los criterios de codificación de las variables .

Según la Organización Mundial de la Salud un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. Entre los factores de riesgo que se tomaron en cuenta durante el análisis cabe mencionar los siguientes.

factor de riesgo del nivel socioeconómico: variable cualitativa, ordinal, para determinarlo se tomaron en cuenta variables como la educación, trabajo del jefe del hogar, etc.

factor de riesgo educativo: variable cualitativa, ordinal para determinarlo se tomaron variables como la educación del padre y/o madre.

factor de riesgo ambiental: Para la construcción de este factor se tomó la variable ambiente. Consúltese la sección 6.12.3.

factores de riesgo alimenticio: Para la construcción de este factor se tomó la variable alimentación. Consúltese la sección 6.12.4.

factor de riesgo por consumo de tabaco: Para la construcción de este factor se tomó en cuenta la sección 6.12.2 de hábitos de vida (tabaquismo) este factor se construyó con el tiempo y cantidad de cigarros consumidos diariamente por el padre y/o madre o cuidador del menor, y si fuma dentro o fuera del hogar.

6.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.14.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El estudio de la normalidad de las variables cuantitativas continuas se realizó mediante el test de bondad de ajuste de *Kolmogorov-Smirnov* y *Lilliefors*. Dicho estudio se completó mediante la inspección gráfica de histogramas y de diagramas de caja (box-plot) de cada una de las variables cuantitativas. Además se realizó el análisis visual de las posibles anomalías de la distribución observada respecto a la normal mediante los diagramas cuantil-cuantil (qqplot).

De no contar con los criterios de normalidad se utilizó como alternativa a la prueba de *t* de Student, la prueba de *Kruskal Wallis* para evaluar diferencias significativas en cuanto a concentraciones de cadmio, además se realizó una prueba de intervalos y medias. Cabe destacar que para la realización de esta prueba se utilizaron datos no estandarizados ya que todas las muestras estaban en el mismo orden de magnitud.

6.14.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO

Se realizó un análisis multivariado exploratorio en donde se analizaron las bases de datos con el fin de determinar la relación entre la concentración de Cd en sangre, orina y agua con el contexto biosocial, en la población infantil de Mérida, Ticul y Progreso.

Se realizó un análisis de factores (AF) que muestra la asociación y el peso de las variables cualitativas y cuantitativas que mejor explican la relación del contexto Biosocial con los niveles de cadmio en población infantil de Mérida, Progreso y Ticul, ya que por ser una técnica de interdependencia el análisis multivariante ayudó al estudio e interpretación de las covarianzas o correlaciones que existían entre las variables. El objetivo principal para realizar el AF fue la identificación y cuantificación de dichos factores; además dentro del mismo análisis multivariado se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP).

Capítulo 7

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y NIVEL SOCIOECONÓMICO

Las características de la distribución de la población de estudio por edad, género y nivel socioeconómico se observan en la tabla siguiente. Ver tabla 7.1.

Tabla 7.1: Características de la distribución de la población de estudio por edad, género y nivel socioeconómico.

Municipios	MÉRIDA	PROGRESO	TICUL
PARTICIPANTES	33 (32.0%)	35 (34.0%)	35 (34.0%)
SEXO			
Masculino	15 (45.5%)	16 (45.7%)	19 (54.3%)
Femenino	18 (54.5%)	19 (54.3%)	16 (45.7%)
EDAD*	Mediana = 8	Mediana = 8	Mediana = 8
	Intervalo = 6 - 9	Intervalo = 7 - 9	Intervalo = 7 - 9
NIVEL SOCIOECONÓMICO			
Alto	9 (27.3%)	2 (5.7%)	1 (2.9%)
Medio	13 (39.4%)	13 (37.1%)	12 (34.3%)
Bajo	11 (33.3%)	20 (57.1%)	22 (62.9%)
*Edad en años			

En el estudio participó un total de 103 niños de entre 7 y 9 años de edad, divididos en tres zonas de la Península de Yucatán, siendo el 32 % de los participantes de la Ciudad de Mérida, el 34 % del Municipio de Progreso y 34 % del Municipio de Ticul. Del total de participantes el 49 % fue del género masculino y el 51 % fue del género femenino. Se obtuvo que para el nivel socioeconómico de las tres comunidades el 51 % contaba con un nivel socioeconómico bajo, el 37 % medio y el 12 % alto. Cabe destacar que a pesar de que el modelo no es un modelo del todo balanceado y el tamaño de las muestras en cada comunidad fue diferente, no modificaron el modelo experimental ya que el análisis realizado se hizo por población.

7.2. TABACO

Las características sobre el consumo de tabaco se recogen en la siguiente tabla. Ver tabla 7.2.

Tabla 7.2: Hábito tabáquico de los padres de la población en estudio de Mérida, Progreso y Ticul.

	Mérida	Progreso	Ticul
Fumador	14 (42%)	14 (40%)	6 (17%)
No fumador	19 (58%)	21 (60%)	29 (83%)
Total	33 (100%)	35 (100%)	35 (100%)
Niños expuestos al humo del tabaco	2 (6%)	3 (9%)	0 (0%)

El análisis nos indicó el tiempo en años en el que los padres expusieron a los niños al cadmio del tabaco tomando en cuenta que entre más tiempo se esté expuesto al humo del tabaco, más expuesto están los niños al metal (Galvano y Gorey, 1987), ya que como se mencionó anteriormente, el humo del tabaco es una de las principales

fuentes puntuales de exposición al cadmio, además de que los niños podrían estar presentando daños a nivel celular por la exposición al humo del tabaco (Martín Ruiz et al., 2004).

En Mérida el 42 % de los padres de la población en estudio declaró ser fumadora y 58 % no fumadora; en Progreso el 40 % declaró ser fumadora y el 60 % no fumadora; en Ticul el 17 % declaró ser fumadora y el 83 % no fumadora. Además para Mérida se obtuvo que el 6 % de la población infantil se vio expuesta al cadmio, para Progreso se obtuvo que 9 % de los niños se vio expuesto al cadmio a través del humo del tabaco y del hábito tabáquico de los padres, para Ticul se obtuvo que el 0 % fuman dentro del hogar por lo que se puede decir que la población en estudio de Ticul no se vio expuesta al metal por hábito tabáquico de los padres.

7.3. ALIMENTACIÓN

Las características sobre el consumo de alimentos de la población en estudio se muestran en la siguiente tabla. Ver tabla 7.3.

Tabla 7.3: Consumo de alimentos de la población en estudio.

ALIMENTOS							
Tipo de alimento	Mérida		Progreso		Ticul		
	Consumen	No consumen	Consumen	No consumen	Consumen	No consumen	
Lácteos	30 (92%)	3 (9%)	31 (89%)	4 (11%)	29 (83%)	6 (17%)	
Frutas	33 (100%)	0 (0%)	35 (100%)	0 (0%)	34 (97%)	1 (3%)	
Verduras	31 (94%)	2 (6%)	35 (100%)	0 (0%)	34 (97%)	1 (3%)	
Carne	Cerdo	29 (88%)	4 (12%)	34 (97%)	1 (3%)	34 (97%)	1 (3%)
	Res	25 (76%)	8 (24%)	32 (92%)	3 (8%)	25 (72%)	10 (28%)
	Pollo	32 (97%)	1 (3%)	35 (100%)	0 (0%)	34 (97%)	1 (3%)
Embutidos	32 (97%)	1 (3%)	34 (97%)	1 (3%)	32 (92%)	3 (8%)	
Visceras	2 (6%)	31 (94%)	4 (6%)	32 (92%)	5 (14%)	30 (86%)	
Pescado	14 (42%)	19 (58%)	33 (94%)	2 (6%)	21 (60%)	14 (40%)	
Mariscos	21 (64%)	2 (36%)	31 (89%)	4 (11%)	20 (57%)	15 (43%)	
Cereales	30 (92%)	3 (9%)	35 (100%)	0 (0%)	34 (97%)	1 (3%)	
Enlatados	31 (94%)	2 (6%)	33 (94%)	2 (6%)	34 (97%)	1 (3%)	

En Mérida se obtuvo que el 92 % de los niños consumen lácteos, el 100 % consume frutas, el 94 % consume verduras, el 88 % consume carne de cerdo, el 76 % carne de res, el 97 % carne de pollo, el 97 % de los niños consume embutidos, el 6 % consume vísceras, el 42 % consume pescado y el 64 % mariscos, el 92 % consume cereales y el 94 % consume alimento enlatado.

En Progreso se obtuvo que el 89 % de los niños consume lácteos, el 100 % consume frutas, el 100 % consume verduras, el 97 % de la población estudiada consume carne de cerdo, el 92 % consume carne de res y el 100 % consume pollo, el 97 % consume embutidos, el 6 % consume vísceras, el 94 % consume pescado, el 89 % consume mariscos, el 100 % consume cereales y el 94 % consume alimentos enlatados.

En Ticul se obtuvo que el 83 % de la población consume lácteos, el 97 % consume frutas, el 97 % consume verduras, el 97 % consume carne de cerdo, el 72 % consume carne de res, el 97 % consume pollo, el 92 % consume embutidos, el 14 % consume vísceras, el 60 % consume pescado, 57 % consume mariscos, el 97 % consume cereales y el 97 % consume alimentos enlatados.

7.4. AMBIENTE

7.4.1. CADMIO EN AGUA

En el estudio se consideró como agua purificada al uso de botellones de agua producida por alguna empresa que es tratada adecuadamente y cumple con las normas para ser utilizada de manera segura para beber y cocinar, y se consideró agua de la llave al agua potable que es agua producida por una empresa, que proviene de una fuente, es tratada en una planta con adecuado diseño, construcción y operación, desinfectada y entregada al consumidor a través de un sistema de distribución protegido, en cantidad y presión adecuadas que puede usarse de manera segura para beber y cocinar (WHO, 2008).

Al realizar la encuesta se preguntó qué tipo de agua consumía la población en estudio, Las figuras 7.1 muestran que para el municipio de Ticul el 23 % de la población en estudio bebe agua de la llave (agua potable). Fig. 7.1a y el 77 % agua purificada, para el municipio de Progreso el 97 % de la población en estudio bebe agua purificada y el 3 % bebe agua de la llave. Fig. 7.1b y para el municipio de Mérida el 100 % de la población en estudio bebe agua purificada. Fig. 7.1c.

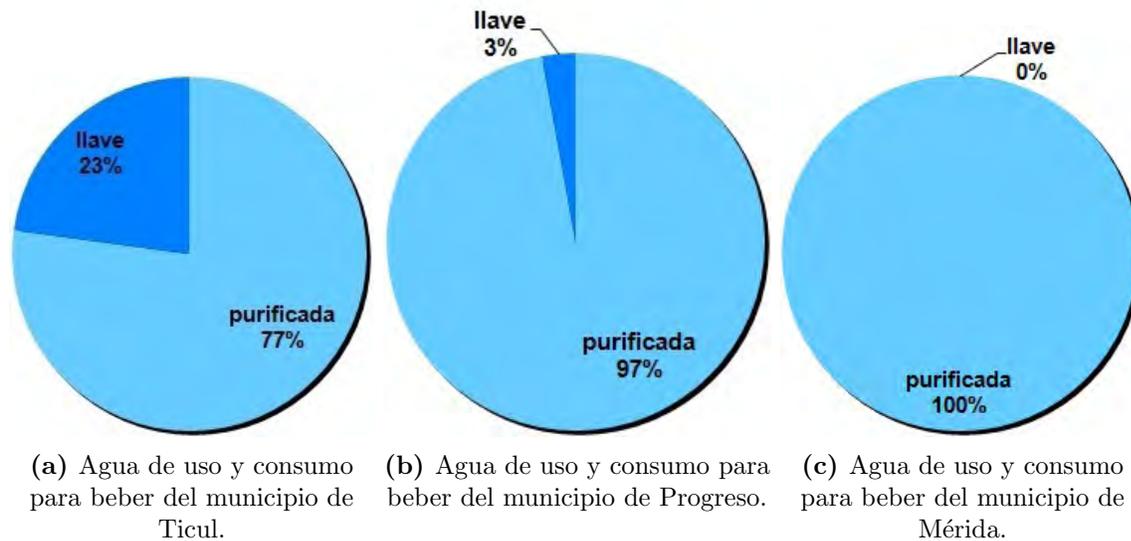


Figura 7.1: Gráficas circulares de agua de uso y consumo para beber de los tres municipios analizados.

Las gráficas circulares de la figura(7.2) muestran que la población de estudio en el municipio de Ticul utiliza el 74 % de agua de llave para cocinar y el 26 % utiliza agua purificada para cocinar, para el municipio de Progreso. Fig. 7.2b se obtuvo que el 57 % utiliza agua de la llave para cocinar y el 43 % utiliza agua purificada. Fig. 7.2a)y que en el municipio de Mérida. Fig. 7.2c el 76 % de la población analizada utiliza agua de la llave para cocinar y el 24 % agua purificada.

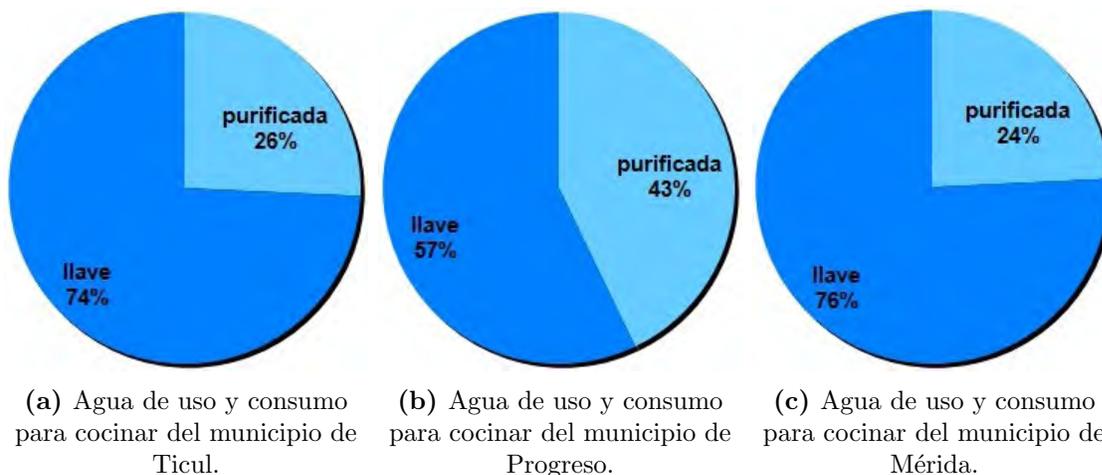


Figura 7.2: Gráficas circulares de agua de uso y consumo para cocinar de los tres municipios analizados.

Para las concentraciones de cadmio obtenidas de la población en estudio se consideraron como límites permisibles los valores establecidos por la EPA (Environmental Protection Agency) que ha establecido que la exposición de por vida a concentraciones de cadmio de hasta 0.005 mg/L no causará efectos adversos y la FDA (Food and Drugs Administration) que determina que los niveles de cadmio en el agua en botella no deben exceder 0.005 mg/L (ATSDR, 2012; WHO, 2011).

La concentración de cadmio en agua de beber y cocinar por individuo por municipio se muestra de forma desglosada en el Anexo G, tablas G.1, G.2 y G.3, en la tabla los valores no detectados se consideraron con un valor de $0.000001 \text{ } \mu\text{g/L}$.

Para facilitar la lectura del presente trabajo se mostrarán los resultados resumidos de la concentración de cadmio en agua de beber y de cocinar. Ver tabla (7.4).

Tabla 7.4: Concentraciones de cadmio encontradas en agua para consumo humano de la población en estudio expresadas en $\mu\text{g/L}$.

	Cd en agua de beber			Cd en agua de cocinar		
	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max
Mérida	0.000001	0.000001	0.071	0.000001	0.000001	0.107
Progreso	0.000001	0.000001	0.596	0.000001	0.000001	0.01
Ticul	0.000001	0.000001	0.041	0.073	0.006	0.975

Para el municipio de Mérida se obtuvo que el 100 % cumplió con los valores establecidos por la EPA y FDA para el agua de uso y consumo para beber. En el agua de uso y consumo para cocinar, el 5.71 % rebasa los límites impuestos por la EPA y FDA para el uso del agua de uso y consumo para cocinar (ATSDR, 2012).

Para el municipio de Progreso se obtuvo que el 25.7 % de la población en estudio rebasa los límites permisibles establecidos por la EPA y la FDA para el uso y consumo de agua para beber y el 2.85 % rebasó los límites permisibles establecidos por la EPA y la FDA para las concentraciones de agua de uso y consumo para cocinar.

Para el municipio de Ticul el 2.86 % de la población en estudio rebasó los límites permisibles establecidos por la EPA y FDA para el uso y consumo de agua para beber y el 100 % rebasó los límites permisibles establecidos por la EPA y FDA para el uso y consumo de agua para cocinar.

Con base en estos resultados podemos observar que las zonas rurales, específicamente Ticul, es la que presenta la menor calidad de agua para cocinar. Esto puede estar indicando que en esta área se conserva la costumbre de cocinar con agua de la llave o de pozo. Aunque el 23 % de la población confirmó que utiliza agua de la llave para cocinar, es probable que el agua de cocinar provenga de los pozos de las casas. Es decir, debido a las campañas del Gobierno donde se menciona que para consumir el agua se debe hervir y/o clorar, es probable que el razonamiento en esta zona sea de cocinar con agua del pozo ya que de todas formas va a hervir. Sin embargo, para comprobar esta hipótesis sería necesario llevar a cabo un muestreo donde la recolección del agua sea en el domicilio y documentando las fuentes de la misma, incluyendo información sobre el origen del agua de la llave, es decir, ¿es de pozo? o ¿es de la red municipal? es decir, se requiere más investigación al respecto para poder clarificar este resultado.

7.5. CADMIO EN SANGRE Y ORINA

A continuación se presentan los resultados de la concentración de cadmio en sangre y orina y se comparan con los límites establecidos por la ATSDR en el año 2012 (ATSDR, 2012). Para facilitar la lectura del presente documento, los resultados desglosados por individuo y por municipio se muestran en el Anexo G, tablas G.1, G.2y G.3. Los resultados resumidos por municipio se muestran en la siguiente tabla. Ver tabla 7.5. En la tabla los valores no detectados se consideraron con un valor de $0.000001 \mu\text{g/L}$.

Tabla 7.5: Concentraciones de cadmio en sangre y orina de las tres comunidades de estudio expresadas en $\mu\text{g/L}$.

Municipios	Cd en sangre			Cd en orina		
	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max
Mérida	4.91284	0.000001	7.71017	0.79857	0.0350089	10.09187
Progreso	0.63512	0.000001	65.95908	0.525375	0.00934	5.4639
Ticul	5.44522	0.000001	10.44212	0.0467	0.000001	28.08538

Las concentraciones usuales de cadmio encontradas en el organismo humano son, tanto en sangre como en orina, menores de $1 \mu\text{g/L}$ en no fumadores y menores de $2 \mu\text{g/L}$ en fumadores (WHO, 1980; Galvano y Gorey, 1987). Sin embargo, para el análisis se tomaron los valores establecidos por la ATSDR en el año 2012 en donde se establece que el valor límite permisible para la población en general (≥ 1 año de edad) para sangre es de $0.3 \mu\text{g/L}$ y el valor límite permisible para orina en la población en general (≥ 6 años de edad) es de $0.193 \mu\text{g/g}$ creatinina ($0.185 \mu\text{g/L}$) (ATSDR, 2012).

Para el municipio de Mérida se obtuvo que el 100 % de la población en estudio rebasó los límites establecidos por la ATSDR para cadmio en sangre y el 97.14 % rebasó el límite permisible para cadmio en orina.

Para el municipio de Progreso se obtuvo que el 71.43 % de la población en estudio rebasó los límites permisibles establecidos para cadmio en sangre y el 80 % los rebasó para cadmio en orina.

Para el municipio de Ticul el 100 % de la población en estudio rebasó los límites permisibles de cadmio en sangre establecidos y el 41.66 % rebasó los límites permisibles en orina.

Los resultados muestran que la mayoría de los individuos de los tres municipios presentaron valores que rebasan los límites permisibles; sin embargo, este comportamiento no se corresponde directamente con el observado para el agua de beber y de cocinar. Esto indica que si bien el agua principalmente la de cocinar puede estar contribuyendo a la exposición a Cd de los menores, no es la vía principal. Deben existir otros factores que estén contribuyendo a la exposición a Cd; dichos factores serán analizados posteriormente.

Se sabe que el cadmio se acumula principalmente en riñón e hígado con una vida media de 10 - 30 años (Nava Ruíz y Méndez Armenta, 2011). El cadmio urinario es considerado como un biomarcador de exposición de larga duración en población no expuesta laboralmente, siempre que no exista daño renal (Nordberg, 1998) o episodios de exposición a altos niveles de cadmio. En esta situación los sitios de unión del cadmio (en hígado y riñón) no están saturados, y el cadmio urinario aumenta proporcionalmente con la cantidad del mismo almacenada en el organismo (Gallagher y Meliker, 2010). Cuando existe daño renal, la reabsorción tubular se ve disminuida y por lo tanto disminuye la cantidad de cadmio en orina (Díaz Díaz, 2014).

El cadmio en sangre total se considera como el marcador más válido de exposición reciente. No obstante, la vida media del cadmio en sangre tiene dos componentes, uno rápido de 3 a 4 meses, y uno lento de alrededor de 10 años debido a la influencia de la acumulación de cadmio en el organismo (Jarup et al., 1983). Así, tras la exposición de larga duración a bajos niveles de cadmio, el cadmio en sangre puede servir como un buen reflejo de la carga corporal del mismo (Järup et al., 1998).

Con base en lo anterior, en Mérida y Progreso se observa que existe una componente de exposición de larga duración o crónica al igual que una de corta duración o aguda, ya que las concentraciones en orina y sangre son similares. Esto indica que los menores están expuestos de forma crónica y aguda al Cd. De forma crónica es probable que sea a través de la ingesta de agua o alimentos y de forma aguda es probable que sea a través del humo de cigarro. Estas hipótesis se analizan posteriormente.

7.5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO UNIVARIADO

Para determinar si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos de Cd en aguas, orina y sangre, se llevó a cabo una serie de pruebas estadísticas que a continuación se presentan, además se siguió parte de la metodología utilizada por (Árcega Cabrera y Fargher, 2016) . Todos los resultados se introdujeron al programa Statistica versión 7.

7.5.2. KRUSKAL - WALLIS

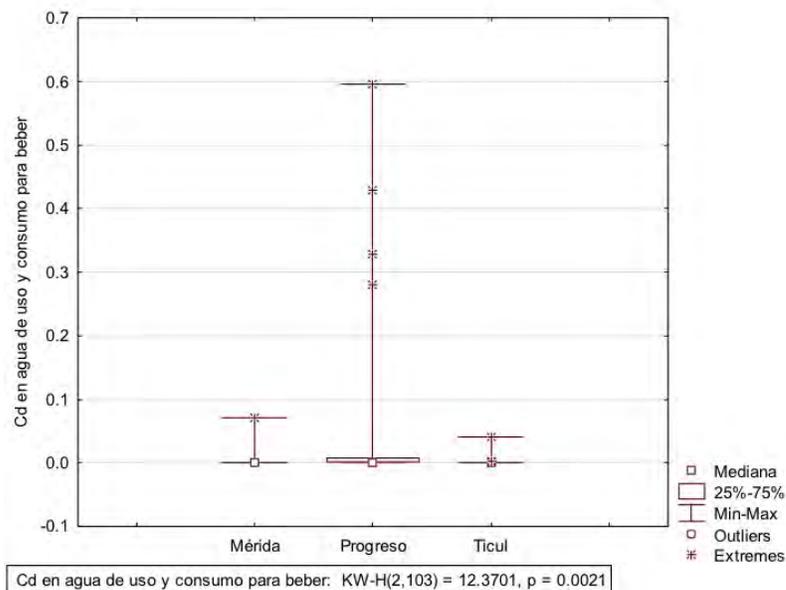


Diagrama 7.3: Diagrama de cajas y bigotes de Cd en agua de uso y consumo para beber de los tres municipios de estudio

En la figura 7.3 observamos el diagrama de cajas y bigotes del Cd en agua de uso y consumo para beber de los tres municipios. Este diagrama de cajas y bigotes muestra la dispersión de la población así como su mediana, valores extremos y anómalos. De igual manera se presenta el resultado de la prueba *Kruskal-Wallis* para identificar si existen diferencias significativas entre los tres municipios y cuál entre ellos es diferente. En este caso si existen diferencias significativas para el cadmio en agua de beber entre Ticul, Mérida y Progreso, siendo Progreso la población diferente. En

Mérida y Ticul observamos que la concentración de Cd en agua es baja y presenta poca dispersión y valores extremos, en ausencia de valores anómalos, esto nos habla de poblaciones poco expuestas por esta vía y sin diferencias en el tipo de exposición para los diferentes casos estudiados. El caso de Progreso es diferente, aunque la concentración general se mantiene baja y similar a Mérida y Ticul, son los casos particulares los que muestran que existen concentraciones de Cd anómalas y extremas en la población analizada, indicando procesos de exposición individuales que probablemente estén asociados con la compra de agua embotellada cuya calidad no es regulada ya que es distribuida por particulares(triciclos) u ofertada en establecimientos sin control de calidad.

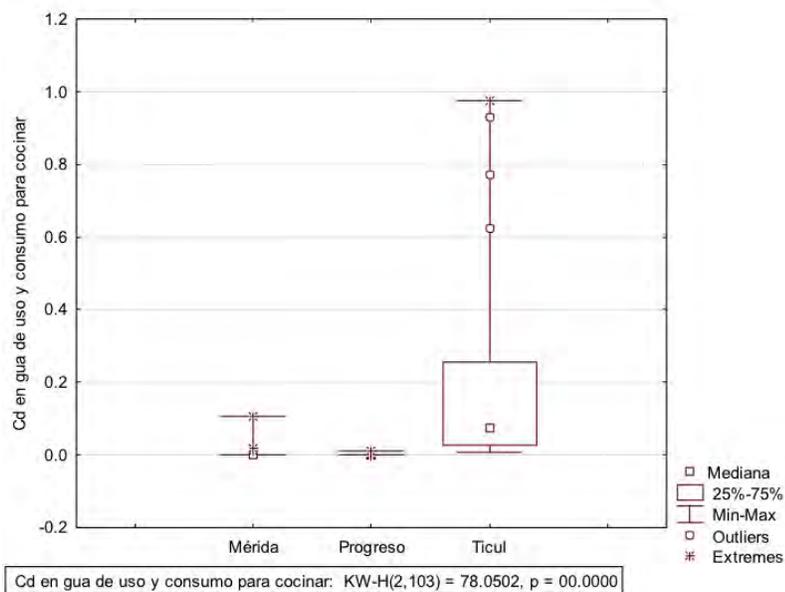


Diagrama 7.4: Diagrama de cajas y bigotes de Cd en agua de uso y consumo para cocinar de los tres municipios de estudio

En el caso del Cd en agua de uso y consumo que utilizan para cocinar 7.4 nuevamente se presentan diferencias significativas entre las poblaciones de estudio, siendo en este caso Ticul la población diferente. Para Mérida y Progreso se observa una baja concentración poblacional con ausencia de datos anómalos y menos de tres datos extremos lo que indica una similitud en formas y vías de exposición al Cd en el agua que utilizan para cocinar. El caso de Ticul en cambio nos muestra una población donde la concentración promedio es casi el doble de los encontrado en Mérida y Progreso, y además existen casos que se comportan como anómalos y extremos presentando

una concentración casi diez veces mayor a la poblacional. Esto nos indica que en Ticul se utiliza agua con Cd para cocinar que probablemente esté relacionado con la costumbre de usar agua de pozo o por el uso de agua cuya calidad no está regulada, constituyéndose el uso de esta agua como una vía de exposición a Cd en los casos anómalos y extremos.

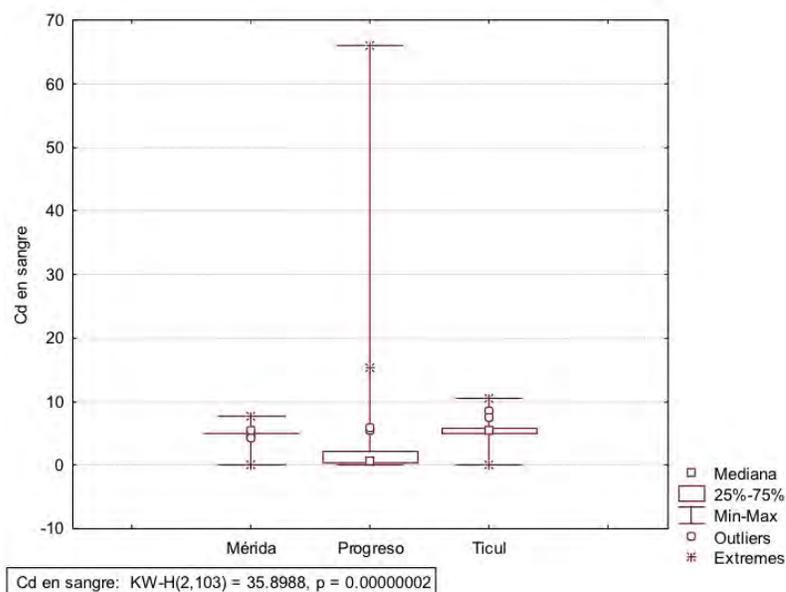


Diagrama 7.5: Diagrama de cajas y bigotes de Cd en sangre de los tres municipios de estudio

Para Cd en sangre 7.5 observamos que existen diferencias significativas entre los municipios de estudio y estas diferencias están dadas principalmente por los casos extremos presentes. Es importante mencionar que la concentración en la cual ya se reportan daños al individuo es $5 \mu\text{g L}^{-1}$ y Mérida y Ticul muestran medianas similares que rebasan este valor y aunque tiene una baja dispersión existe una exposición que es similar en ambas poblaciones. En Progreso tenemos una situación particular, por un lado la concentración de Cd en sangre en la mayoría de la población es menor que en Mérida y Ticul, y no rebasa el valor de daño al individuo, sin embargo, los casos anómalos y extremos presentes en esta población muestran una concentración que rebasa, en un caso hasta en más de 10 veces el valor de norma, lo que nos indica que en estos casos particulares hubo una exposición a Cd que puede generar daño y los patrones o vías de exposición pueden ser diferentes entre los casos extremos y anómalos y el resto de la población.

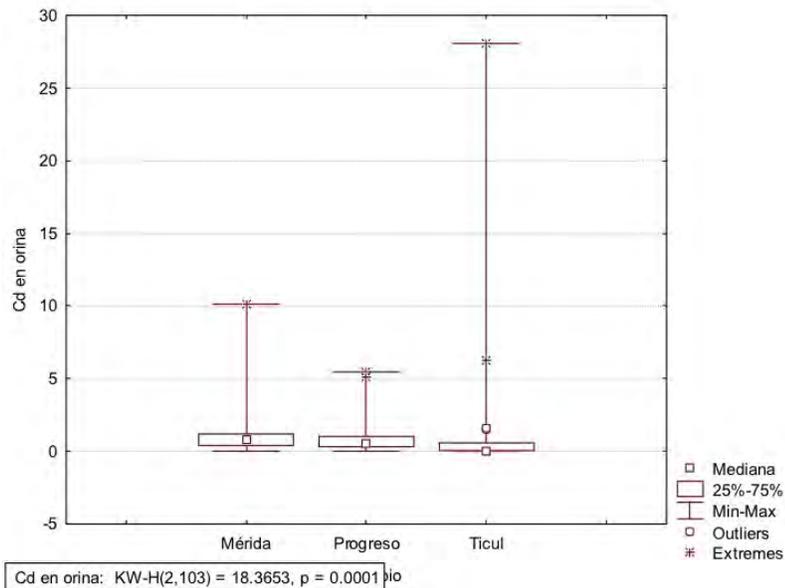


Diagrama 7.6: Diagrama de cajas y bigotes de Cd en orina de los tres municipios de estudio

El Cd en orina 7.6 nos muestra que las medianas y la mayoría de los datos presentan concentraciones similares entre las tres poblaciones, sin embargo, la población de Ticul, nuevamente es la que se presenta como significativamente diferente principalmente por un valor extremo. Las concentraciones en las tres poblaciones rebasan la concentración promedio de población no expuesta laboralmente que es de $0.185 \mu\text{g L}^{-1}$ (ATSDR, 2012), lo que indica que en todas las poblaciones la carga corporal de Cd es similar a la de una población laboralmente expuesta siendo el caso de Ticul el de mayor preocupación.

En resumen existen diferencias significativas entre las tres poblaciones para las cuatro matrices analizadas que indican una diferencia de niveles y probablemente de tipos y tiempos de exposición. El agua de cocinar se muestra como una vía probable de exposición para la población de Ticul, sin embargo para los tres municipios deben existir otras vías de exposición, ya que en algunos casos se presentaron elevados niveles de Cd en sangre y casi todos los casos de los tres municipios muestran concentraciones de Cd en orina que indica una población expuesta. Probablemente este resultado esté relacionado con el contexto biosocial de los casos.

Sin embargo, la estadística univariada no nos permite analizar la relación entre las diferentes variables, la cual podría dar información sobre los procesos que afectan a la población de estudio, para poder inferir estos procesos se utilizó el análisis multivariado que a continuación se presenta.

7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO

Para llevar a cabo este análisis se utilizaron los factores de riesgo previamente definidos en la sección 6.13. de metodología. Esto, con el fin de identificar el factor del contexto biosocial que coadyuva en mayor medida a la exposición a Cd en los menores. La creación de estos factores evita el sesgo del análisis al eliminar unidades y diferencias en magnitud. Esto hace más robusto el análisis y permite identificar en mejor medida el factor relevante en la exposición al Cd.

7.7. ANÁLISIS DE FACTORES

Se realizó un análisis de factores que muestra la asociación de las variables cualitativas y cuantitativas que mejor explican la relación del contexto Biosocial con los niveles de cadmio en población infantil de Ticul, Mérida y Progreso.

7.7.1. ANÁLISIS DE FACTORES PARA MÉRIDA

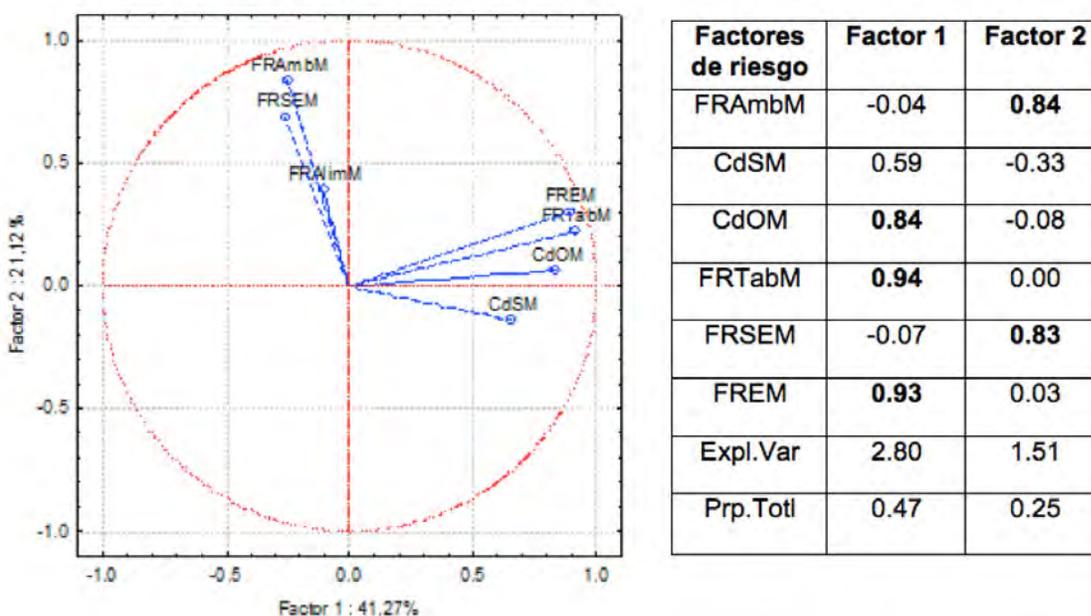


Figura y tabla 7.7: Análisis de componentes principales y de factores del municipio de Mérida, se eliminó el factor de riesgo alimentario ya que probó ser no significativo. Valor significativo ≥ 0.70 .

En la figura 7.7 anterior se observa que para el municipio de Mérida el Cd en sangre (CdSM) y en orina (CdOM) están asociados con los factores de riesgo por tabaquismo (FRTabM) y factor de riesgo educativo (FREM), indicando que estos dos factores son los que contribuyen en mayor medida a la presencia de Cd en los niños. La relación entre la exposición al humo de cigarro y el Cd en humanos ya ha sido previamente informada (Díaz Díaz, 2014; Godoy, 2011) y ha sido mencionado como una de las principales fuentes de Cd para la población en general (Martín Ruiz et al., 2004), por lo que es probable que una de las principales vías de exposición al Cd en niños en el municipio de Mérida sea a través del tabaquismo de padres o cuidadores (Ruiz de Larramendi, 2003; Camean y Repetto, 1995; Zayas y Cabrera, 2007). La relación con el nivel educativo no es clara aunque podría relacionarse con un mayor consumo de tabaco en personas con mejor trabajo dado su nivel educativo pero con un mayor stress laboral. Sin embargo, esta particular relación debe investigarse más a fondo.

Para conocer el peso de la relación entre las variables medidas se llevó a cabo el análisis de factores mostrado en la tabla 7.7, se observa que mediante dos factores se explica el 72% de la variabilidad observada. En el primer factor se asocia de forma directa y significativa el Cd en orina con el factor de riesgo por tabaquismo y el factor de riesgo educativo. Así también se observa que el Cd en sangre está presente en este factor, si bien no es significativo también se ve afectado, aunque no exclusivamente, por los factores de riesgo anteriormente mencionados. En el factor dos tenemos asociados a los factores de riesgo ambiental y socio-económico, la relación entre ambos factores al ser analizada por un análisis canónico se obtuvo como resultado un valor de 0.87 lo que indica que si existe un aporte a la concentración de Cd en los niños por estos factores, pero esta se ve afectada por otras variables no medidas que evitan que se presente una relación directa.

7.7.2. ANÁLISIS DE FACTORES PARA PROGRESO

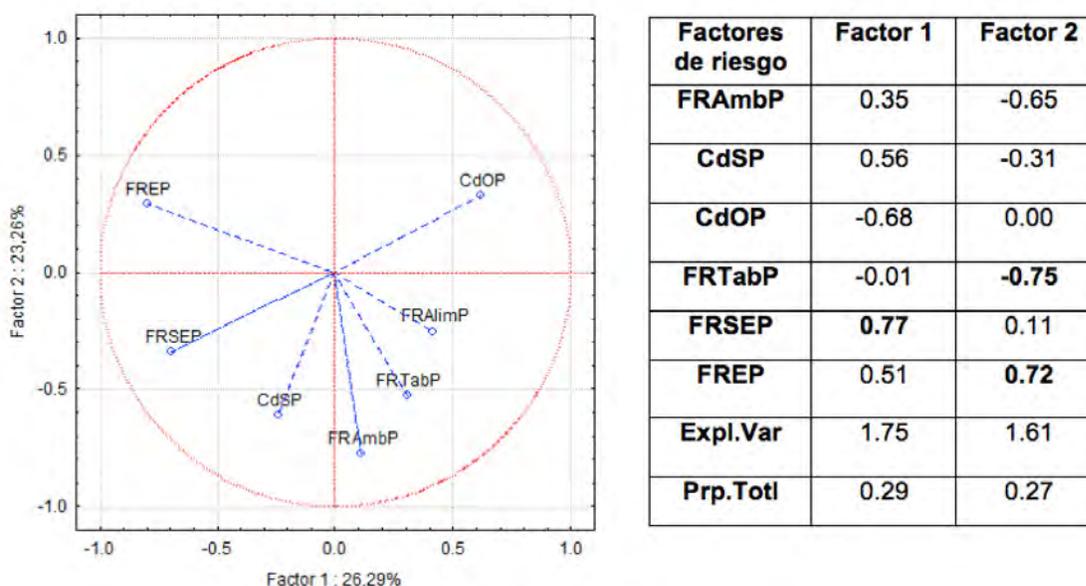


Figura y tabla 7.8: Análisis de componentes principales y factores del municipio de Progreso, valor significativo ≥ 0.70 .

En la Figura 7.8 anterior se puede observar que la presencia de Cd en sangre, es decir lo que podría entenderse como exposición aguda a Cd, está relacionada con los factores de riesgo aquí estudiados, es decir, cada uno de los aspectos de la vida cotidiana del niño están aportando a la concentración de Cd presente en su sangre, siendo el alimentario y el educacional los de menor significancia y el ambiental, tabaquismo y socioeconómico los de mayor significancia. El Cd en orina, es decir la exposición crónica (Bernard, 2008) esta relacionada con los factores alimentario, tabáquico y ambiental con ese orden en significancia, lo que indica que estos tres aspectos son los que aportan a la exposición a Cd en el tiempo. El factor socioeconómico es de hecho inverso a la concentración de Cd en orina, indicando que a mayor nivel socioeconómico se evita la exposición en el tiempo (crónica) en los menores, sin embargo no sucede lo mismo con la exposición aguda.

En la tabla 7.8 se muestra que mediante dos factores se explica el 56 % de la variación observada. En cada uno de los factores sólo una variable es significativa, sin embargo, en el primer factor podemos observar que el Cd en orina es casi significativo e inverso con respecto al factor de riesgo socio-económico, probablemente asociado con mejores

condiciones de vida y vivienda. En el factor 2 tenemos al factor educativo asociado en forma inversa con el tabaquismo y de forma inversa pero no significativa con las condiciones ambientales, es decir, en Progreso es probable que exista una mayor conciencia con respecto al daño producido por el tabaco y se evite este vicio, así también es probable que las condiciones de la vivienda sean mejores o sean tales que no aporten a la exposición al Cd en los niños.

7.7.3. ANÁLISIS DE FACTORES PARA TICUL

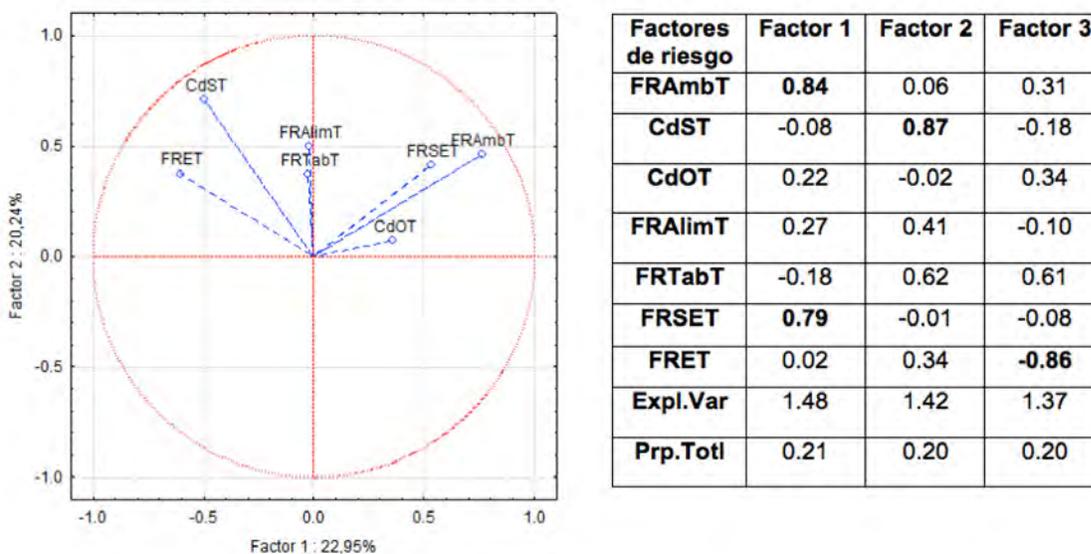


Figura y tabla 7.9: Análisis de componentes principales y de factores del municipio de Ticul, valor significativo ≥ 0.70 .

Para el caso de Ticul tenemos que el Cd en sangre está asociado con el factor educacional principalmente mientras que el Cd en orina se asocia con el factor socioeconómico y ambiental. Los factores tabáquico y ambiental al parecer aportan Cd a los niños tanto en sangre como en orina, es decir influyen en la exposición aguda así como en la crónica. Ver figura 7.9.

En la tabla 7.9 observamos que la formación de 3 factores explica el 61% de la variabilidad observada. En el primer factor tenemos asociados al factor de riesgo ambiental y el socioeconómico, los cuales al parecer no tienen un papel significativo en la exposición a Cd. En el segundo factor tenemos al Cd en sangre asociado no significativamente con el factor de riesgo por tabaquismo, indicando que la exposición aguda en los menores en esta zona se debe principalmente a este hábito, aunque la influencia de otros factores también está presente pero en menor medida. En el tercer factor tenemos asociados el factor de riesgo educativo en forma inversa pero no significativa con el factor de riesgo por tabaquismo. Como ya se había mencionado anteriormente esto puede estar mostrando un estado de mayor conciencia de la población hacia los perjuicios al fumar.

En resumen, para Mérida están presentes tanto la exposición aguda como la crónica al Cd siendo la principal fuente para ambas el hábito tabaquico. Para Progreso la mayoría de los aspectos analizados a través de los factores de riesgo aportan o influyen en mayor o menor medida a la concentración de Cd en sangre y orina, es decir a la exposición aguda y crónica, sin embargo, en términos generales, el factor de riesgo por tabaco y el ambiental pueden estar contribuyendo a la exposición crónica, mientras que el nivel socio-económico es el que al parecer determina la exposición aguda.

Una situación similar tenemos para Ticul donde la relación entre los factores analizados y la concentración de Cd en los menores no puede ser totalmente explicada. Se muestra una exposición aguda que está relacionada también con el hábito tabaquico pero que es afectada por los demás aspectos analizados y en cuanto a la exposición crónica no se encuentra una relación clara.

Con base en los resultados se realizó una tabla que concentra los resultados obtenidos con respecto a los factores de riesgo que coadyuvan a la exposición a Cd en cada uno de los municipios de estudio. Ver tabla 7.6.

Municipios	cadmio en sangre	cadmio en orina	cadmio en agua de uso y consumo para beber	cadmio en agua de uso y consumo para cocinar	Factor de riesgo NSE	Factor de riesgo educativo	Factor de riesgo tabaquismo	Factor de riesgo ambiente	Factor de riesgo alimentación
Mérida	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Progreso	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ticul	■	■	■	■	■	■	■	■	■

> 80	riesgo alto	■
60 - 70	riesgo medio	■
< 60	riesgo bajo	■

Tabla 7.6: Tabla de visualización de factores de riesgo que coadyuvan a la exposición de cadmio de los tres municipios.

Capítulo 8

CONCLUSIONES

La población infantil de Ticul, Mérida y Progreso presentó niveles detectables de Cd en sangre y orina. La mayoría de los individuos presentó concentraciones de Cd que rebasan los niveles permisibles de la ATDSR. Así también se encontró que para Mérida y Progreso hay una exposición crónica y aguda, mientras que en Ticul la exposición es principalmente crónica.

Los niveles de Cd en los menores estuvieron relacionados con su contexto biosocial, siendo los factores de riesgo que más coadyuvan a la exposición a Cd el tabaquismo, el nivel socio-económico y nivel educativo de los padres. Sin embargo, el factor ambiente, si bien no contribuye significativamente a la exposición al Cd, no puede descartarse que también sea un factor que en el tiempo pueda hacerlo.

Las vías de exposición no fueron particulares para cada comunidad y/o individuo, como lo mostró el análisis de diferencias significativas; sin embargo, el nivel socioeconómico y el municipio son determinantes en la calidad del agua que consumen los menores vía bebida o comida.

El cadmio es un tema relevante y urgente a nivel internacional ya que los daños que causa son severos y en ocasiones ausentes de síntomas, por lo que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil a estos elementos tóxicos. Sin embargo en México los estudios acerca de los efectos sobre la salud en poblaciones expuestas a tóxicos ambientales son mínimos.

Para solucionar la problemática de la contaminación por metales habría que traba-

jar en dos vertientes. La primera para instrumentar medidas que remedien los daños ambientales, y la segunda para definir el riesgo asociado a la contaminación por metales dada por el contexto biosocial de los niños. Concientizar a la población en este aspecto es vital

Capítulo 9

RECOMENDACIONES

A continuación se emite una serie de recomendaciones y/o propuestas sobre cada uno de los temas abordados en este trabajo, bajo la filosofía del manejo sustentable en Yucatán y con la perspectiva dada por la Licenciatura en Manejo Sustentable de Zonas Costeras (Facultad de Ciencias, UNAM) y el grupo de investigación de Ciencias Ambientales Costeras (Facultad de Química, UNAM).

9.1. SALUD HUMANA

Se recomienda capacitar a la población y autoridades para desarrollar una campaña encaminada a mejorar los hábitos higiénico - dietéticos de los pobladores de las tres comunidades, así como hábitos nutrimentales para prevenir el incremento en los niveles de cadmio en sangre y orina.

Algunas acciones concretas a llevar a cabo son:

- Identificar las posibles fuentes de cadmio en el hogar, en el trabajo y en los lugares donde juegan los niños.
- Hacer un inventario de los productos que contienen cadmio en el hogar del infante (p. ej., baterías, metales, tintura de tela, barniz de cerámica y o vidrio, fertilizantes) y guardarlos adecuadamente (lejos del alcance de los niños).
- Mantener a los niños alejados de las potenciales fuentes de cadmio.

- Alimentar a los infantes con una dieta equilibrada que le proporcione suficiente calcio, hierro, proteínas y zinc.
- Consumir agua purificada para bebida y cuando se preparen alimentos.
- Disminuir el consumo de vísceras, alimentos enlatados y alimentos procesados.
- Lavar frutas y verduras con agua purificada y preferentemente acidificada con vinagre al 10 %.
- No fumar o evitar el hábito de fumar en padres para que la población infantil no se vea expuesta al cadmio.

Considerando los valores de cadmio encontrados, se debe iniciar la comunicación de riesgos acerca de los hallazgos hechos durante la investigación.

Que la Secretaría de Salud inicie de manera emergente con el control de los casos detectados con altos niveles de cadmio en sangre y orina y el seguimiento de los mismos.

Para el caso de las mujeres embarazadas y sus bebés, realizarles un control de cadmio en sangre y orina, así como la modificación de los hábitos higiénico - dietéticos.

Se identifica la necesidad de evaluar los riesgos potenciales para la salud mediante la realización de estudios epidemiológicos.

9.2. MEDIO AMBIENTE

Es necesario trabajar profundamente en el marco legal, educativo y tecnológico del país para enfrentar los grandes problemas ambientales. El aspecto legal es sustancial ya que norma las actividades potencialmente contaminantes. La educación ambiental es el principio para la corrección de malos hábitos culturales de las comunidades estudiadas y la parte tecnológica es la herramienta para dar solución a los actuales problemas de contaminación de agua, sobreexplotación, erosión, etc.

Se requieren implementar políticas y lineamientos más estrictos con respecto al manejo de cadmio en México, incrementando una mayor participación del gobierno estatal en cuestión de vigilancia.

9.3. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA.

La contaminación natural es casi imposible de combatir y por eso nos referiremos a la contaminación provocada artificialmente. La contaminación subterránea presenta, en comparación con la superficial, aspectos peculiares que la hacen más peligrosa.

Mientras que el agua de los ríos circula rápidamente, con una velocidad del orden de m/s, las aguas subterráneas se mueven muy lentamente, a velocidades del orden de m/d. La contaminación avanza lentamente pero igualmente hace falta mucho tiempo para eliminarla.

Como consecuencia de la capacidad de retención del subsuelo, los contaminantes químicos o físicos quedan en parte fijados a los acuíferos. Por esto los ríos son siempre regenerables, pero los acuíferos en cierta forma quedan destruidos, de manera que en la práctica la contaminación es irreversible. Por lo anterior se recomienda que la protección de acuíferos deba incluir el componente no sólo de control de contaminación sino la implementación en el sector industrial, doméstico y de transporte de tecnologías limpias y empleo de productos biodegradables.

Así también se identifica la necesidad de monitorear constantemente los niveles de contaminantes que se mueven en el sistema de agua potable.

Bibliografía

- Åkesson, A., Lundh, T., Vahter, M., Bjellerup, P., Lidfeldt, J., Nerbrand, C., Samsioe, G., Strömberg, U., y Skerfving, S. (2005). Tubular and glomerular kidney effects in Swedish women with low environmental cadmium exposure. *Environmental Health Perspectives*, 113 (11) : 1627–1631.
- Araujo Lara, A. (2011). I Informe del Gobierno Municipal de Mérida 2010-2011. Reporte tecnico:, Ayuntamiento de Mérida., Mérida, Yucatán, México. Disponible en: http://www.merida.gob.mx/municipio/portal/informes/2010/1er-informe/1{_}Informe.pdf.
- Árcega Cabrera, F. E. y Fargher, L. F. (2016). Education, dis consumption, well water, chicken coops, and cooking fires: Using biogeochemistry and ethnography to study exposure of children from Yucatàn, México to metals and arsenic. 568: 75–82.
- ATSDR (1999). Resumen de Salud Pública Cadmio. Reporte tecnico:, Atlanta.USA. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es{_}phs5.pdf.
- ATSDR (2012). Resumen de Salud Pública Cadmio. Reporte tecnico:, Atlanta. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>.
- Badillo Francisco, J. G. (1985). Cadmio. capítulo 12, , página 205–29. Metepec. Estado de México. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/016750/016750-cadm.pdf>.
- Bauer-Gottwein, P., Gondwe, B., Charvet, G., Marín, L., Rebolledo-Vieyra, M., y Merediz, G. (2011). Review : The Yucatán Peninsula karst aquifer , Mexico. (130) : 507–524.
- Bernard, A. (2008). Cadmium & its adverse effects on human health. *The Indian journal of medical research*, 128 (4) : 557–564.

- Bolt, H. M. (2002). Occupational versus environmental and lifestyle exposures of children and adolescents in the European Union. *Toxicology Letters*, 127 (1-3) : 121–126. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S037842740100491X/1-s2.0-S037842740100491X-main.pdf?{_}tid=035a9df6-0cf1-11e6-8b1e-00000aacb361{\&}acdnat=1461814176{_}c12f1a5e1f2a2b4d1fec4e3a83d8a675.
- Brent, R. L. y Weitzman, M. (2004). The Current State of Knowledge About the Effects, Risks, and Science of Children's Environmental Exposures. *Pediatrics*, 113 (4) : 1158–1166. Disponible en: http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/113/Supplement{_}3/1158.full.pdf.
- Camean, A. M. y Repetto, M. (1995). *Toxicología avanzada*. Díaz de sa edition. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=opad2FFk9g0C{\&}pg=PA557{\&}dq=clasificaci{\%}C3{\%}B3n+plaguicidas{\&}hl=es{\&}sa=X{\&}ved=0ahUKEwiRkPPU4PTLAhWBa5oKHT2eDdUQ6AEIUjAJ{\#}v=onepage{\&}q=clasificaci{\%}C3{\%}B3nplaguicidas{\&}f=false>.
- Castro, J. C., Londoño, V. J., y Morales, T. J. (2004). *Efecto de los metales pesados cadmio y níquel sobre la producción de metano en un lodo anaerobio a escala laboratorio*. Tesis, Universidad de Antioquia de Colombia, Medellín, Antioquia, Colombia. Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/135/1/EfectoMetalesPesadosCadmioNiquel.pdf>.
- CCME (1999). *Recommandations canadiennes pour la qualité des sols : environnement et santé humaine - Cadmium*. Reporte tecnico:, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg, Canadá. Disponible en: <http://www.ccme.ca/files/ceqg/fr/173.pdf>.
- CDC (2003). *Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*. Reporte tecnico:, National Center for Environmental Health (NCEH), Atlanta. USA. Disponible en: http://www.jhsph.edu/research/centers-and-institutes/center-for-excellence-in-environmental-health-tracking/Second{_}Report.pdf.
- CDC (2012). *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*. Reporte tecnico:, National Center for Environmental Health (NCEH), Atlanta. USA. Disponible en: <http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/fourthreport.pdf>.
- Díaz Díaz, M. A. (2014). *Concentración de cadmio en la sangre en una población*

- laboral hospitalaria y su relación con factores asociados*. Tesis, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, FACULTAD DE MEDICINA. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/24537/1/T35084.pdf>.
- Durán García, R. y Méndez González, M. E., editores (2010). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, Mérida, Yucatán, México.
- Feenstra, O., Pridnig, G., Drasch, G., y Roider, G. (1996). Association of blood cadmium levels to cigarette smoking in an environmentally cadmium-exposed population. En Collery, P., Corbella, J., Domingo, J. L., Etienne, J.-C., y Llobet, J. M., editores, *Metal Ions in Biology and Medicine-International Symposium*, página , 517–518, Barcelona, España. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=MQ3WneF3PAsC{\&}printsec=frontcover{\&}hl=es{\&}source=gb{\&}ge{\&}summary{\&}r{\&}cad=0>.
- Fernández, A. M. C. y Jiménez, M. R. (2012). *Toxicología alimentaria*. Ediciones Díaz de Santos. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es{\&}lr={\&}id=SbUticcNWoMC{\&}oi=fnd{\&}pg=PA29{\&}dq=Toxicolog\ '{i}a+alimentaria++Ana+Mar{\ '{i}a+CAMEAN+FERN{\ '{A}}NDEZ,+Manuel+REPETTO+JIM{\ '{E}}NEZ{\&}ots=rkxum05BrN{\&}sig=ONIJ--VOAtOuqAF4IQad{\&}nVR4yg{\#}v=onepage{\&}q{\&}f=false>.
- Ferrer Dufol, A. (2003). Intoxicación por metales. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26 (Suplemento 1) : 141–153. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci{\&}arttext{\&}pid=S1137-66272003000200008{\&}lng=en{\&}nrm=iso{\&}tlng=en>.
- Gallagher, C. M. y Meliker, J. R. (2010). Blood and urine cadmium, blood pressure, and hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 118 (12) : 1676.
- Galvano, L. A. C. y Gorey, G. (1987). Cadmio. capítulo 4, , página 2–47. Metepec. Estado de México. Disponible en: <http://bvsper.paho.org/bvsacd/eco/004663.pdf>.
- Garbisu, C. y Alkorta, I. (2001). Phytoextraction: a cost-effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Bioresource technology*, 77 (3) : 229–236. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11272009>.
- Godoy, E. (2011). México esconde el cadmio debajo de la alfombra. Reporte técnico:, Agencia de Noticias Inter Press Service (IPS),

- México. Disponible en: <http://www.ipsnoticias.net/2011/11/mexico-esconde-el-cadmio-debajo-de-la-alfombra/>.
- Gonzales, P. L. A. y Osorio, F. J. (2014). *Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la concentración de cadmio y arsénico en aguas de consumo humano de la comunidad urbana de Chuquitanta - Distrito de San Martín de Porres*. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos., Lima, Perú. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3844>.
- González, S. C. y Eixarch, P. A. (2004). Guía sobre suelos contaminados. *CEPYME Aragón / Gobierno de Aragón*, 7: 109. Disponible en: http://www.conectapyme.com/files/medio/guia{_}suelos{_}contaminados.pdf.
- Graza, E. F. W. y Quispe, P. R. (2015). *Determinación de Pb, Cd, As en aguas del río Santa en El Pasivo Minero Ambiental de Recuay, Ticapampa; Recuay-Ancash*. tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos., Lima, Perú. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4205/1/Quispe{_}pr.pdf.
- Harte, J., Holdren, C., Schneider, R., y Shirley, C. (1995). *Guía de las sustancias contaminantes: el libro de los tóxicos de la A a la Z*. Grijalbo, México, D.F.
- Hongbo, S., Liye, C., Gang, X., Kun, Y., Lihua, Z., y Junna, S. (2011). Progress in Phytoremediating Heavy-Metal Contaminated Soil. capítulo 4, , página 73–90. Springer Science & Business Media., Berlin. Heidelberg., springer edition. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es{\&}lr={\&}id=8cpgCtbTGGOC{\&}oi=fnd{\&}pg=PR3{\&}dq=Detoxification+of+Heavy+Metals{\&}ots=DCWcQMIBUF{\&}sig=v89mah6BfuHNea03u7{_}X7usLxzQ{\#}v=onepage{\&}q{\&}f=false.
- INAFED (2010). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Reporte técnico:, El Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/index.html>.
- INEGI (2010a). Censo de Población y Vivienda 2010. Reporte técnico:, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, D.F. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27302>.
- INEGI (2010b). México en cifras. Reporte técnico:, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, D.F. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=31>.
- Järup, L., Alfvén, T., Persson, B., Toss, G., y Elinder, C. G. (1998). Cadmium

- may be a risk factor for osteoporosis. *Occupational and Environmental Medicine*, 55 (7) : 435–439. Disponible en: <http://oem.bmj.com/content/55/7/435.full.pdf+html>.
- Jarup, L., Rogenfelt, A., Elinder, C. G., Nogawa, K., y Kjellström, T. (1983). Biological half-time of cadmium in the blood of workers after cessation of exposure. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 9 (4) : 327–331.
- Jin, T., Nordberg, G., Wu, X., Ye, T., Kong, Q., Wang, Z., Zhuang, F., y Cai, S. (1999). Urinary N-acetyl-beta-D-glucosaminidase isoenzymes as biomarker of renal dysfunction caused by cadmium in a general population. *Environmental research*, 81 (2) : 167–73. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S0013935199939592/1-s2.0-S0013935199939592-main.pdf?{_}tid=0bef7d10-0d55-11e6-9b8b-00000aacb35d{\&}acdnat=1461857140{_}93b43fc85bae69549b7e55cbbb1c3242.
- Kabata Pendias, A. (1986). *Trace Elements in Soils and Plants*, volumen 4. Crc pres, edition. Disponible en: http://www.petronet.ir/documents/10180/2323242/Trace{_}Elements{_}in{_}Soils{_}and{_}Plants.
- Kido, T., Honda, R., Tsuritani, I., Yamaya, H., Ishizaki, M., Yamada, Y., y Nogawa, K. (1988). Progress of renal dysfunction in inhabitants environmentally exposed to cadmium. *Environ Health*, 43 (3) : 213–217. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039896.1988.9934935>.
- Kido, T., Shaikh, Z. A., Kito, H., Honda, R., y Nogawa, K. (1991). Dose-response relationship between urinary cadmium and metallothionein in a Japanese population environmentally exposed to cadmium. *Toxicology*, 65 (3) : 325–332. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1992563>.
- Kjellström, T. y Nordberg, G. F. (1978). A kinetic model of cadmium metabolism in the human being. *Environmental Research*, 16 (1-3) : 248–269. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0013935178901603>.
- Lauwerys, R. R. (1986). L'impact sanitaire de la pollution par le cadmium en Belgique: État de la question. *Mémoires de l'Académie Royale de Médecine de Belgique*, 141: 453–459. Disponible en: <http://www.armb.be/index.php?id=5004>.
- Lerner, S., Hong, C. D., y Bozian, R. C. (1979). Cadmium nephropathy—a clinical evaluation. *Journal of occupational medicine. : official publication of the Industrial Medical Association*, 21 (6) : 409–12. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/224157>.

- Llobet, J. M., Granero, S., Schuhmacher, M., Corbella, J., y Domingo, J. L. (1998). Biological monitoring of environmental pollution and human exposure to metals in Tarragona, Spain. II. Levels in autopsy tissues. *Trace elements and electrolytes*, 15 (1) : 44–49. Disponible en: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN{\&}cpsidt=2135475>.
- López, A. M., Soria, M. L., Cameán, A., y Repetto, M. (1993). Cadmium in the diet of the local population of Seville (Spain). *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 50 (3) : 417–424. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.490.2838{\&}rep=rep1{\&}type=pdf>.
- Madeddu, R. B. G. (2005). *Estudio de la influencia del cadmio sobre el medio ambiente y el organismo humano: perspectivas experimentales , epidemiológicas y morfofuncionales en el hombre y en los animales de experimentación*. Tesis, Universidad de Granada. Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/728/1/15518231.pdf>.
- Martín Ruiz, A., Rodríguez Gómez, I., Rubio, C., Revert, C., y Hardisson, A. (2004). Efectos tóxicos del tabaco. *Revista de toxicología, Asociación Española de Toxicología*, 21 (2-3) : 64–71. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/919/91921302.pdf>.
- Mas, A. y Azcue, J. M. (1993). *Metales en sistemas biológicos*. Promociones y Publicaciones Universitarias, PPU, illustrate edition. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=EinPAAAACAAJ>.
- Mate Barrero, A. y Vázquez Cueto, C. M. (2012). *Principales mecanismos de absorción de tóxicos presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria*. Madrid. España, díaz de santos edition. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es{\&}lr={\&}id=bqaheXACEWsC{\&}oi=fnd{\&}pg=PA33{\&}dq=Barrero,+Alfonso+Mate+Cueto,+Carmen+Mara+Vzquez+Principales+mecanismos+de+absorción+de+tóxicos+presentes+en+los+alimentos:+Toxicología+alimentaria+{\&}ots=A1Xdck6dWt{\&}sig=P2uuFaLfQ2>.
- Medina, J. A., Vallejo, S. A. A., y Rocha, M. J. (2001). *Bases de política para la prevención de la contaminación del suelo y su remediación*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México. Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/343.pdf>.
- Nathaniel Mead, M. (2011). Confusión por el cadmio: ¿Los consumidores necesitan protección? *Salud Publica de Mexico*, 53 (2) : 178–186. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v53n2/a11v53n2.pdf>.

- Nava Ruíz, C. y Méndez Armenta, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). *Archivos de Neurociencias*, 16 (3) : 140–147. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane113f.pdf>.
- Navas-Acien, A., Silbergeld, E. K., Sharrett, R. A., Calderon-Aranda, E., Selvin, E., y Guallar, E. (2005). Metals in Urine and Peripheral Arterial Disease. *Environmental health perspectives*, 113 (2) : 164–169. Disponible en: <http://search.proquest.com/docview/222630247/fulltextPDF/A6B42C806FE24720PQ/1?accountid=14598>.
- Noël, L., Guérin, T., y Kolf-Clauw, M. (2004). Subchronic dietary exposure of rats to cadmium alters the metabolism of metals essential to bone health. *Food and Chemical Toxicology*, 42 (8) : 1203–1210. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S0278691504000651/1-s2.0-S0278691504000651-main.pdf?{_}tid=9f2ebace-006b-11e6-9d03-00000aacb35d{\&}acdnat=1460437471{_}15875ed9d930ac2916ced86748b776d5.
- NOM (1994). NOM-127-SSA1-1994. Norma Oficial Mexicana. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización. Reporte técnico, México. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html>.
- NOM (1999). NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. Reporte técnico, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/147ssa16.html>.
- Nordberg, G. (1998). Encyclopedia of occupational health and safety. *Metal Chemical Properties and Toxicity*, 4: 63.2–63.45.
- Nordberg, G. F. (1996). Current issues in low-dose cadmium toxicology: Nephrotoxicity and carcinogenicity. *Environmental Sciences*, 4 (3) : 133–147. Disponible en: https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference{_}id/2591.
- Nordberg, G. F. (2009). Historical perspectives on cadmium toxicology. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 238 (3) : 192–200. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0041008X09001331>.

- Oleru, U. G. (1976). Kidney, liver, hair and lungs as indicators of cadmium absorption. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 37 (11) : 617–621. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0002889768507533>.
- Ortega, J. A., Ferrís, J., Cánovas, A., Claudio-Morales, L., Berbel, O., y Lupíñez, P. (2005). Environmental neurotoxins (III). Organochlorines, organobromines and bisphenol A: Adverse effects on the fetal and postnatal nervous systems. *Acta Pediátrica Española*, 63 (10) : 429–436. Disponible en: <http://search.proquest.com/openview/4448d992f5fdb8d2892e03ffc46a35ba/1?pq-origsite=gscholar>.
- Pacheco Avila, J. y Cabrera Sansores, A. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Revista UADY Ingeniería*, 8 (2) : 165–179. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46780214>.
- Pacheco Ávila, J., Cabrera Sansores, A., Barceló Quintal, M., Alcocer Can, L., y Pacheco Perera, M. (2006). Diseño de un estudio ambiental para la determinación de cadmio en el agua subterránea del estado de Yucatán. capítulo 1, , página 1–12. Facultad de Ingeniería, Cuernavaca: UNAM, México. Disponible en: http://www.crim.unam.mx/drupal/crimArchivos/Colec{_}Dig/2011/Ursula{_}Oswald/31{_}Pacheco.pdf.
- Pérez García, P. E. y Azcona Cruz, M. I. (2012). Los efectos del Cadmio en la salud. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 17 (3) : 199–205. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47324564010>.
- Piotrowsky, K. y Coleman, D. O. (1980). Environmental hazards of heavy metals: summary evaluation of Lead, Cadmium and Mercury. Reporte técnico. Disponible en: <http://trove.nla.gov.au/work/18446386?selectedversion=NBD4359306>.
- PNUMA (2010). Estudio sobre los posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente en América Latina y el Caribe del comercio de productos que contienen cadmio, plomo y mercurio. Reporte técnico. Disponible en: http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Lead{_}Cadmium/docs/Trade{_}Reports/LAC/Trade{_}report{_}LAC{_}Spanish{_}and{_}English.pdf.
- Porta, C. J., Lopez-Acevedo, R. M., y Roquero, d. L. C. (1994). *Pedology: for agriculture and the environment*. Madrid. España, mundi-pren edition. Disponible en: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19951905962.html;jsessionid=B014046F361B6E1B7328B0C88349C401>.

- Price, M. (2003). *Agua subterránea*, volumen 2. Instituto de Geografía, UMAM, México, D.F., limusa, s. edition. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=8mI6-CCzRSgC{\&}printsec=frontcover{\&}hl=es{\&}source=gbs{\&}ge{\&}summary{\&}r{\&}cad=0{\&}v=onepage{\&}q{\&}f=false>.
- Pronczuk, J., Akre, J., Moy, G., y Vallenás, C. (2002). Global perspective in breast milk contamination: Infectious and toxic hazards. *Environmental Health Perspectives*, 110 (6) : 349–351. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240889/pdf/ehp0110-a00349.pdf>.
- Ramírez, V. A. (2002). Toxicología del cadmio. Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental u ocupacional con indicadores biológicos. *Anales de la Facultad de Medicina*, 63 (1) : 51–64. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v63{\&}n1/pdf/toxicologia{\&}cadmio.pdf>.
- Rimblas Corredor, E. (2004). *Los compuestos químicos en los alimentos desde la perspectiva de la seguridad alimentaria*. Consejería de Sanidad, Región de Murcia. Disponible en: <http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/82501-alimentos.pdf>.
- Ruiz de Larramendi, J. I. (2003). Metales tóxicos pesados y sus efectos sobre la salud. capítulo 36, , página 275–292. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, Universidad del País Vasco. Disponible en: <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/4.{\&}Contaminacion{\&}Quimica/9{\&}metales.pdf>.
- Saldívar, O. L., Tovar, T. A., y Fortoul, v. d. G. T. (1997). Cadmio. capítulo 13, , página 211–226. México. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-03a13.pdf>.
- Schettler, T., Stein, J., Reich, F., y Valenti, M. (2000). In Harm's Way: Toxic threats to child development. *Developmental & Behavioral Pediatrics*, 23: 10. Disponible en: <http://journals.lww.com/jrnldbp/pages/articleviewer.aspx?year=2002{\&}issue=02001{\&}article=00004{\&}type=fulltext>.
- Scheuplein, R., Charnley, G., y Dourson, M. (2002). Differential Sensitivity of Children and Adults to Chemical Toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 35 (3) : 429–447. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S027323000291559X>.
- Seaton, A. (1989). Occupational medicine. Principles and practical applications, 2nd

- edition. 5 (3) : 205–205. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1002/smi.2460050317>.
- SEDESOL y CONEVAL (2010). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social Yucatán informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social Yucatán. Reporte tecnico:, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), México, D.F. Disponible en: http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes{_}pobreza/2014/Estados/Yucatan.pdf.
- Téllez Plaza, M., Ación Navas, A., y Guallar, E. (2010). Cadmium as a novel cardiovascular risk: Supportive evidence and future directions. Reporte tecnico: July, Nat Rev Cardiol. Disponible en: http://www.npgiberoamerica.com/images/stories/CNIC/PDF/Julio-2010/Section{_}1.pdf.
- UNICEF., UNEP., y WHO. (2002). Children in the new millennium: environmental impact on health. Reporte tecnico:, United Nations Environment Programme. Children's Rights & Emergency Relief Organization. World Health Organization, Nairobi, Kenya. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/42506>.
- USEPA (2016). Cadmio. Reporte tecnico:. Disponible en: <https://safewater.zendesk.com/hc/en-us/sections/202366508>.
- USGS (2016). Mineral commodity summaries. Reporte tecnico:, Science for a Changing World, Virginia. Disponible en: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf>.
- Vuori, E., Huunan Seppala, A., y Kilpio, J. O. (1978). Biologically active metals in human tissues. I. The effect of age and sex on the concentration of copper in aorta, heart, kidney, liver, lung, pancreas and skeletal muscle. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 4 (2) : 167–175. Disponible en: http://www.sjweh.fi/show{_}abstract.php?abstract{_}id=2670<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/684390>.
- Waalkes, M. P. (2003). Cadmium carcinogenesis. *Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 533 (1-2) : 107–120. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0027510703002112>.
- Waalkes, M. P., Ward, J. M., Liu, J., y Diwan, B. A. (2003). Transplacental carcinogenicity of inorganic arsenic in the drinking water: Induction of hepatic, ovarian, pulmonary, and adrenal tumors in mice. *Toxi-*

- cology and Applied Pharmacology*, 186 (1) : 7–17. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S0041008X02000224/1-s2.0-S0041008X02000224-main.pdf?{_}tid=b4052712-0cf0-11e6-8d2b-00000aab0f27{\&}acdnat=1461814043{_}e11495e0701db933f42be456f267423a.
- Waisberg, M., Joseph, P., Hale, B., y Beyersmann, D. (2003). Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Toxicology*, 192 (2-3) : 95–117. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X03003056?via=ihub>.
- WHO (1980). Límites de exposición profesional a los metales pesados que se recomiendan por razones de salud. Reporte tecnico: 126, World Health Organization (WHO), Ginebra, Suiza. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41251/1/WHO{_}{_}{_}TRS{_}{_}{_}647{_}{_}{_}spa.pdf.
- WHO (1984). Límites de exposición profesional que se recomiendan por razones de salud: Sustancias irritantes de las vias respiratorias. Reporte tecnico:, Ginebra, Suiza. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/40230/1/WHO{_}{_}{_}TRS{_}{_}{_}707{_}{_}{_}spa.pdf.
- WHO (2008). Guías para la calidad del agua potable. Reporte tecnico:, Organización Mundial de la Salud. Disponible en: http://www.who.int/water{_}{_}{_}sanitation{_}{_}{_}health/dwq/gdwq3rev/es/.
- WHO (2011). Guidelines for Drinking-water Quality. Reporte tecnico: 3, World Health Organization (WHO). Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151{_}{_}{_}eng.pdf.
- Wong, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere*, 50 (6) : 775–780. Disponible en: http://ac.els-cdn.com/S0045653502002321/1-s2.0-S0045653502002321-main.pdf?{_}tid=9e03ac30-0b57-11e6-8229-00000aacb361{\&}acdnat=1461638342{_}5b420592daaa5938a1b7d3db8184f88f.
- Wu, X., Jin, T., Wang, Z., Ye, T., Kong, Q., y Nordberg, G. (2001). Urinary calcium as a biomarker of renal dysfunction in a general population exposed to cadmium. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 43 (10) : 898–904. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11665459>.
- Zayas, M. R. y Cabrera, C. U. (2007). Los tóxicos ambientales y su impacto en la salud de los niños. *Revista Cubana de Pediatría*, 79 (2) . Disponi-

ble en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci{_}arttext{\&}pid=S0034-75312007000200006.

Anexos

Anexos A

Estudios de exposición ambiental al cadmio, de la población en general y la población infantil.

Tabla A.1: Estudios de exposición ambiental al cadmio.

EXPOSICIÓN AMBIENTAL AL CADMIO								
Referencia	Muestra	Año	Tipo de estudio	N	Técnica analítica	Cd	Media-med	Factores asociados
Perú								
Graza E. y Quispe R.	Río Santa	2015	transversal	9 zonas 3 blancos	EAA	agua	0.039 µg/L	contaminación ambiental
España								
Hernández Blanco A., et al.	Provincia de Salamanca	1998	transversal observacional descriptivo	180	AA	agua		contaminación ambiental
México								
Pacheco Ávila J., et al.	Península de Yucatán	2006	descriptivo		EAA con horno de grafito	agua subterránea		estudio ambiental

Tabla A.2: Estudios de exposición al cadmio de la población en general.

EXPOSICIÓN AL CADMIO DE POBLACIÓN EN GENERAL									
Referencia	Muestra	Año	Tipo de estudio	N	Edad(años)	Técnica analítica	Cd	Media-mediana	Factores asociados
España									
Díaz M.	Población laboral(Madrid)	2014	transversal	375	47	ETAAS	sangre y orina	0.29 µg/L	Monitorización concentraciones
Jareño E. , et al.	fumadores, ex fumadores no fumadores	2013		89	49	Desorción térmica Cromatografía de gases Espectrometría de masas	aire		Tabaquismo, estrés oxidativo
Madeddu R.	(Granada)fumadores exfumadores no fumadores	2004-2005	transversal	251	18-35 36-60 < 60	EEAA con horno de grafito	sangre	0.31µg/L	concentraciones altas de cadmio en fumadores
Suecia									
Akesson A. , et al.	Nacional WHILA Población General (Mujeres)	1999-2000	transversal	725	53-64	ICP-MS	sangre	0.38 µg/L	EFG,aclaramiento,creatinina, proteínas urinarias
Alemania									
Becker K., et al.	Nacional GerESIII Población General	1998	transversal	4741	18-69	ETAAS	orina	0.23µg/L	Monitorización concentraciones
Estados Unidos de América									
Navas Acien A., et al.	Población General	2005	transversal	790	>40	ICP-MS	orina	0.36µg/L	niveles de cadmio
Wu X., et al.	Población general	2001	transversal	499		AA	orina	3.71 mg/kg	disfunción renal

Tabla A.3: Estudios de exposición al cadmio de la población infantil.

EXPOSICIÓN AL CADMIO EN POBLACIÓN INFANTIL									
Referencia	Muestra	Año	Tipo de estudio	N	Edad(años)	Técnica analítica	Cd	Media-mediana	Factores asociados
Polonia									
Szkup-Jabłońska M., et al.	niños	2010	transversal	78	2-5	GFAAS/AAS	sangre	0.21 µg/L	desarrollo neurológico comportamiento
China									
Jiang HM., et al.	niños	1990	transversal	415(normales) 85(deficiencias)			cabello	0.23 µg/g	desarrollo neurológico comportamiento
Reino Unido									
Capel ID., et al.	niños	1981	transversal	73 disléxicos 44 controles	11-15	AA de flama	cabello		discapacidad en el aprendizaje
España									
Rodríguez-Barranco M., et al.	niños	2014	transversal	261	6-8	AAS	orina cabello	0.75 µg/g 0.01 µg/g	desarrollo neuropsicológico
Hrubá F., et al.	niños	2012	transversal		7-11	(ICP-MS)	sangre		comparación de concentraciones de cadmio en sangre
Estados Unidos de América									
Mead M.	niños	2011	Artículo científico						estrategias de manejo de cadmio salud pública
Brasil									
Carvalho F., et al.	niños	1984	transversal	396	1-9	AAS	sangre	0.087 µg/L	concentraciones de cadmio

Anexos B

Tabla de la producción mundial de cadmio refinado.

Tabla B.1: Producción mundial de cadmio refinado (USGS, 2016).

País	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
China	1100	1200	1150	1160	1280	1450	1570	1980	2130	2150	2370	2510	2440	2710	2800	4080	3790	4210	6960	7050	7360	7000	7300	7000	7300	8090
República de Corea	750	750	750	400	400	1670	501	570	1180	1790	1910	1880	1830	2180	2360	2580	3320	2850	3090	2500	4170	3010	3000	4000	4090	4250
Japón	2450	2890	2990	2830	2630	2650	2340	2470	2340	2570	2470	2460	2440	2500	2230	2300	2290	1940	2130	1820	2050	1760	1800	1830	1790	1970
Canadá	1470	1830	1960	1940	2170	2350	2540	2260	2090	1910	1940	1490	1710	1760	1880	1730	2090	1390	1410	1300	1360	1200	1100	1400	1310	1480
México	882	688	602	797	646	689	784	1220	1220	1280	1270	1420	1380	1590	1620	1650	1400	1620	1550	1510	1460	1490	1620	1490	1440	1460
Kazajistán	XX	XX	1000	800	1100	794	800	745	1620	1250	1250	1250	1300	1350	1900	2000	2000	1300	1100	1300	1400	1300	1300	1200	1200	1190
Rusia	XX	XX	800	700	600	725	730	790	800	900	925	950	950	629	532	621	690	810	800	700	700	700	700	1200	1200	1170
Perú	265	138	399	472	510	560	405	474	535	466	483	485	422	529	532	481	416	347	371	289	357	572	684	695	710	750
Países Bajos	590	549	594	526	307	704	603	718	739	731	628	455	485	480	493	494	524	495	530	490	560	570	560	560	570	640
Polonia	373	364	132	149	61	--	--	22	--	--	6	330	440	375	356	408	373	421	603	534	451	526	530	400	400	640
India	277	271	313	255	216	254	271	298	304	269	314	436	466	477	489	409	457	580	599	627	632	616	620	500	380	460
Australia	638	1080	1000	951	910	838	639	632	585	462	552	378	370	560	347	358	329	351	350	370	350	390	380	380	350	380
Bulgaria	309	232	194	265	286	250	250	280	250	150	331	333	345	307	356	319	363	459	460	420	420	420	420	400	400	340
Otras ciudades	11096	10908	7916	7155	7084	7166	7467	7841	6407	6072	5851	5623	3222	2953	2705	2670	1858	1927	1647	1390	1430	846	886	945	860	1380
Total Mundial	20200	20900	19800	18400	18200	20100	18900	20300	20200	20000	20300	20000	17800	18400	18600	20100	19900	18700	21600	20300	22700	20400	20900	22000	22000	24200

Anexos C

**Carta de consentimiento
informado para participar en un
estudio de investigación médica.**

Consentimiento informado para participar en un estudio de investigación médica

Título del protocolo: Monitoreo de metales y daño a la salud en población infantil de Yucatán

Investigador principal: Dra. Flor Elisa del Rosario Árcega Cabrera

Sede donde se realizará el estudio: _____

Nombre del paciente: _____

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO. En México se han llevado a cabo diversos estudios sobre la presencia y concentración de metales en sangre y orina de niños, pero en su mayoría han estado localizados en zonas con fuentes puntuales claras como son la Cd. de México y zonas del norte del país que tiene una historia de minería de siglos y en Yucatán carecemos de dicha información por lo que se requiere determinar además de la concentración de metales, el peso que el ambiente y el microambiente (hábitos, costumbres, estilo de vida) juegan en la exposición de los niños, los daños a la salud presentes y así proponer instrumentos de mitigación y/o prevención para su aplicación. Lo anteriormente mencionado contribuirá a mejorar el sistema de vigilancia en salud ambiental en el Estado de Yucatán.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO. A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos: Monitorear las concentraciones de metales, caracterizar la exposición a metales y evaluar su efecto en la salud de población infantil del estado de Yucatán para generar instrumentos de prevención acordes a la región. La participación del niño(a) consiste en donar dos muestras de sangre venosa una de 3mL y otra de 7mL, una muestra de orina de 50 mL, una muestra de células de raspado de mucosa bucal; la aplicación de una serie de pruebas para medir el desarrollo del aprendizaje y psicomotricidad; contestar un cuestionario dirigido a obtener información sobre la exposición a metales, la historia clínica, se le practicará un examen médico y antropométrico, que en conjunto permitirá tener un perfil del estado de salud del niño(a).

3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO. Como principal beneficio será el tener de manera gratuita un perfil bastante completo de la salud del niño(a), sin afectar su integridad y confidencialidad. Asimismo, recibiré reportes por escrito de los resultados que se le practiquen al niño(a) los cuales pueden ser útiles para su expediente clínico, como son: la biometría hemática y el examen general de la orina, que junto con el examen médico, el antropométrico, las pruebas del desarrollo psicomotriz y del aprendizaje integran el perfil de salud.

Así también estoy consciente de que este estudio generará información relevante y necesaria para determinar los niveles de metales y su relación con la salud de los niños en Yucatán.

4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO. Se me ha informado que durante todo el curso del trabajo el niño(a) será tratado(a) con decoro, dignidad y discreción. Asimismo, todos los estudios correspondientes al trabajo de investigación serán sin costo y en el remoto caso de sufrir algún daño resultado de los procedimientos empleados en el estudio, la atención profesional para su resolución será gestionada sin costo. Este proyecto no involucra las pruebas de productos o medicinas que pueden tener un impacto nocivo en el salud de los participantes. Además los métodos para recolectar muestras de sangre, orina y células bucales implican el mínimo de intervención y serán de acuerdo a las prácticas y normas clínicas de medicina para diagnosticar el estado de salud del paciente. El riesgo es comparable con una visita al doctor y un examen rutina. Es de esperar que con la aplicación de estos métodos no se cause ningún daño al participante, aparte de la incomodidad que provoca la donación de sangre y el raspado en la boca. En el caso remoto de que la recolección de muestras cause un daño inesperado, los médicos encargados de la recolección tomarán las medidas necesarias para remediar el daño y proteger la salud del participante. El procedimiento resumido consiste en lo siguiente: se iniciará con la toma de dos muestras de sangre venosa una de 10mL y otra de 6mL, se recolectará la muestra de orina de 50 mL, se obtendrá una muestra de células de raspado de mucosa bucal; se hará la aplicación de una serie de pruebas para medir el desarrollo del aprendizaje y psicomotricidad; se contestar un cuestionario dirigido a obtener información sobre la exposición a metales, la historia clínica y finalmente se le practicará un examen médico y antropométrico, que en conjunto permitirá tener un perfil del estado de salud del niño(a).

5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO. Se me ha informado y acepto los riesgos a los que se someterá el niño(a) al participar en el estudio, los cuales son clasificados como mínimos, consistiendo en algunas molestias como consecuencia de la toma de la muestra de la sangre venosa necesaria en el curso de la investigación.

En caso de que el niño desarrolle algún efecto adverso secundario o requiera otro tipo de atención como consecuencia de la toma de sangre venosa, ésta se le brindará en los términos que siempre se le ha ofrecido.

6. ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- En caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario no previsto, tiene derecho a una indemnización, siempre que estos efectos sean consecuencia de su participación en el estudio.
- Usted también tiene acceso a las Comisiones de Investigación y Ética de la Facultad de Medicina de la UNAM en caso de que tenga dudas sobre sus derechos como participante del estudio a través de:

Dr. Guillermo Robles Díaz

Secretario Técnico de las Comisiones de Investigación y Ética de la Facultad de Medicina.

Teléfono: 5623 2298

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

7. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante o del padre o tutor

Fecha

Testigo 1

Fecha

Testigo 2

Fecha

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

Anexos D

Carta de consentimiento informado para menores de edad I.

Carta de consentimiento informado para menores de edad e Incapaces

(No necesaria para sujetos mayores de 16 años de edad, emancipados y competentes)

Yo [Sr.(a), _____, responsable directo del (la), Niño(a)] _____, de _____ años de edad, manifiesto que se ha obtenido mi consentimiento y otorgo de manera voluntaria mi permiso para que se le incluya como sujeto de estudio en el Proyecto de investigación "Monitoreo de metales y daño a la salud en población infantil de Yucatán", luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto y sobre los riesgos y beneficios directos e indirectos de su colaboración en el estudio, y en el entendido de que:

- no habrá ninguna consecuencia desfavorable para ambos en caso de no aceptar la invitación.
- puedo retirarlo del proyecto si lo considero conveniente a sus intereses, aún cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión en la **Carta de Revocación** respectiva.
- no haremos ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por la colaboración en el estudio.
- se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la colaboración.
- en caso de que se presentaran efectos adversos para la salud de mi representado, recibirá la atención médica requerida de forma gratuita, siempre que éstos sean producto de su colaboración en el estudio.
- puedo solicitar, en el transcurso del estudio, información actualizada sobre el mismo al investigador responsable, o bien llamar a la Coordinación de Investigación de la Facultad de Medicina de la UNAM, al teléfono 5623-2298.

Lugar fecha _____

Nombre y firma del responsable _____

Parentesco o relación con el participante _____

Nombre y firma del médico que proporcionó la información para fines de consentimiento

TESTIGO 1

TESTIGO 2

Anexos E

Carta de revocación del
consentimiento informado para
menores de edad.

**Carta de revocación del consentimiento informado para menores de edad e
incapaces**

Yo [Sr(a), _____, responsable directo del
(la), Niño(a)] _____, de _____ años de edad, he decidido excluirlo(a) del
Proyecto de investigación "**Monitoreo de metales y daño a la salud en población
infantil de Yucatán**", por las siguientes razones:

Lugar fecha _____

Nombre y firma del responsable _____

Parentesco o relación con el participante _____

Nombre y firma del médico que recibe la revocación del consentimiento -

TESTIGO 1

TESTIGO 2

NOMBRE: _____

NOMBRE. _____

FECHA: _____

FECHA: _____

Anexos F

Encuesta de "Monitoreo de metales y daño a la salud en población infantil de Yucatán."

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
FACULTAD DE MEDICINA
“MONITOREO DE METALES Y DAÑO A LA SALUD EN POBLACIÓN INFANTIL DE YUCATÁN”
CUESTIONARIO

FOLIO: _____

FECHA DE ELABORACIÓN DE LA HISTORIA CLÍNICA: (Día/Mes/año)					
HORA DE INICIO: (Hora/Minutos)		HORA DE TERMINO: (Hora/Minutos)			
TIPO DE INTERROGATORIO:		Directo	Indirecto	Mixto	
NOMBRE DEL FAMILIAR RESPONSABLE DE LA INFORMACION:					
PARENTESCO CON EL SUJETO DE ESTUDIO:					

NOTA: LLENAR LA TOTALIDAD DEL CUESTIONARIO. NO DEJAR PREGUNTAS SIN CONTESTAR.

A continuación le voy a hacer preguntas sobre sus datos generales, historia de exposición a metales así como una historia clínica que consta de 10 secciones, donde se realizará una encuesta de salud así como exploración física completa del participante, toda la información recabada será utilizada para realizar un diagnóstico de su estado de salud actual y será totalmente confidencial. Si desea hacer preguntas o comentarios adicionales le pido que los manifieste ahora o al final de la entrevista.

SECCIÓN I: FICHA DE IDENTIFICACIÓN.

1. Nombre:		Apellido paterno		Apellido materno		Nombre (s)	
2. Edad (Años/meses):		3. Fecha de nacimiento:(Día/Mes/año)					
4. Sexo:		M	F	5. Lugar de nacimiento:			
6. Dirección:		Calle		Número		Cruzamientos	
				.Col./Fraccionamiento.		Localidad	
7. Teléfono del domicilio:				8. Teléfono Celular:			
9. Correo Electrónico:				10. Tiempo de residir en el domicilio (años/meses)			

SECCIÓN II: NIVEL SOCIOECONOMICO (CUESTIONARIO REGLA AMAI NSE 8X7)

11. ¿Cuál es el total de cuartos, piezas o habitaciones con que cuenta su hogar?, por favor no incluya baños, medios baños, pasillos, patios y zotehuelas.	
Respuesta	Puntos
1	0
2	0
3	0
4	0
5	8
6	8
7 o más	14

12. ¿Cuántos baños completos con regadera y excusado hay para uso exclusivo de los integrantes de su hogar?	
Respuesta	Puntos
0	0
1	16
2	36
3	36
4 o más	52

13. ¿En hogar cuenta con regadera funcionado en alguno de los baños?	
Respuesta	Puntos
No tiene	0
Si tiene	10

14. Contando todos los focos que utiliza para iluminar su hogar, incluyendo los de techos, paredes y lámparas de buró o piso, dígame ¿cuántos focos tiene su vivienda?	
Respuesta	Puntos
0-5	0
6-10	15
11-15	27
16-20	32
21 o más	46

15 ¿El piso de su hogar es predominantemente de tierra, o de cemento, o de algún otro tipo de acabado?	
Respuesta	Puntos
Tierra o cemento	0
Otro tipo de material o acabado	11

16. ¿Cuántos automóviles propios, excluyendo taxis, tienen en su hogar?	
Respuesta	Puntos
0	0
1	32
2	41
3 o más	58

17. ¿En este hogar cuentan con estufa de gas o eléctrica?	
Respuesta	Puntos
No tiene	0
Si tiene	20

18. Pensando en la persona que aporta la mayor parte del ingreso en este hogar, ¿cuál fue el último año de estudios que completó? (espere respuesta, y pregunte) ¿Realizó otros estudios? (reclasificar en caso necesario).	
Respuesta	Puntos
No estudio	0
Primaria Incompleta	0
Primaria Completa	22
Secundario Incompleta	22
Secundaria completa	22
Carrera comercial	38
Carrera Técnica	38
Preparatoria Incompleta	38
Preparatoria Completa	38
Licenciatura Completa	52
Licenciatura Incompleta	52
Diplomado o Maestría	72
Doctorado	72

19.- Tabla de puntos por nivel			
NIVEL	PUNTOS	NIVEL	PUNTOS
AB	193+	D+	80-104
C+	155-192	D	33-79
C	128-154	E	0-32
D-	105-127		

20.- Ocupación u Oficio de la madre	
21.- Tiempo desde que realiza esa actividad (Años/Meses)	
22.- Historia laboral de la madre (últimos 5 años)	

23.- Ocupación u Oficio del padre	
24.- Tiempo desde que realiza esa actividad (Años/Meses)	
25.- Historia laboral de la padre (últimos 5 años)	

Características de su vivienda

26. Cuenta con Agua potable:	1) Si	2) No	26.1 Cuenta con luz eléctrica		1) Si	2) No
27. Cuenta con recolecta de basura:	1) Si			2) No		
28.-¿Quema la basura del hogar ?	1) Si			2) No		
29.-Tipo de material de las paredes de la vivienda:	1) Block	2) Mampostería	3) Madera	4) Cartón	5) Otro _____	
30.- Número de personas que viven en el domicilio (Incluyendo al participante)						
31. Tipo de agua que utilizan para consumo personal	1) Potable	2) Purificada	3) Pozo		4) Otro _____	
32. Disposición de excretas	1) Letrina	2) Baño con Drenaje	3) Defecación al aire libre.		4) Otro _____	
33. Tipo de familia	1) Nuclear	2) Extensa	3) Reconstruida		4) Otro _____	
34. Tipo seguridad social que posee:	1) IMSS		2) ISSSTE		3) Seguro Popular	
	5) SEDENA		6) Ninguno		7) Otro _____	

SECCIÓN III: ANTECEDENTES HEREDO-FAMILIARES

Ahora realizaré preguntas acerca de los antecedentes familiares de su hijo.

35.-Abuelo materno	SI	NO		SI	NO
35.1. Diabetes			35.5. Antecedentes fímicos		
35.2. Hipertensión			35.6. Antecedentes luéticos		
35.3. Dislipidemia			35.7. Antecedentes cardiopatías		
35.4. Oncológicos. Especificar: _____			35.8. Alergias. Especificar: _____		

36.- Abuela materna	SI	NO		SI	NO
36.1. Diabetes			36.5. Antecedentes fímicos		
36.2. Hipertensión			36.6. Antecedentes luéticos		
36.3. Dislipidemia			36.7. Antecedentes cardiopatías		
36.4. Oncológicos. Especificar: _____			36.8 Alergias. Especificar: _____		

37.- Abuelo paterno	SI	NO		SI	NO
37.1. Diabetes			37.5. Antecedentes fímicos		
37.2. Hipertensión			37.6. Antecedentes luéticos		
37.3. Dislipidemia			37.7. Antecedentes cardiopatías		
37.4. Oncológicos. Especificar: _____			37.8. Alergias. Especificar: _____		

38.- Abuela paterna	SI	NO		SI	NO
38.1. Diabetes			38.5. Antecedentes fímicos		
38.2. Hipertensión			38.6. Antecedentes luéticos		
38.3. Dislipidemia			38.7. Antecedentes cardiopatías		
38.4. Oncológicos. Especificar: _____			38.8. Alergias. Especificar: _____		

39.-Madre -----	Edad de la madre: _____ (años)			SI	NO
39.1. Diabetes	SI	NO	39.7. Antecedentes fímicos		
39.2 Hipertensión			39.8. Antecedentes luéticos		
39.3 Dislipidemia			39.9. Antecedentes cardiopatías		
39.4. Oncológicos. Especificar: _____			39.10. Alergias. Especificar: _____		
39.5. Alcoholismo			39.11. Tabaquismo (No fuma, pase a la 40)		
39.6. Drogadicción			39.12. Fuma dentro del domicilio		

Si la madre fuma:	
39.13.-¿Cuántos cigarrillos fuma cada día?	
39.14.- Número de veces por semana	
39.15 Numero de años que lleva fumando:	

40.-Padre -----	Edad del padre: _____ (años)				
	SI	NO		SI	NO
40.1. Diabetes			40.7. Antecedentes fímicos		
40.2 Hipertensión			40.8. Antecedentes luéticos		
40.3 Dislipidemia			40.9. Antecedentes cardiopatías		
40.4. Oncológicos. Especificar: _____			40.10. Alergias. Especificar: _____		
40.5. Alcoholismo			40.11. Tabaquismo (No fuma, pase a la 41)		
40.6. Drogadicción			40.12. Fuma dentro del domicilio		

Si el padre fuma:	
40.13.- Cuántos cigarrillos fuma cada día?	
40.14.- Número de veces por semana	
40.15 Numero de años que lleva fumando:	

41.-Hermanos	SI	NO		SI	NO
41.1. Diabetes			41.7. Antecedentes fímicos		
41.2 Hipertensión			41.8. Antecedentes luéticos		
41.3 Dislipidemia			41.9. Antecedentes cardiopatías		
41.4. Oncológicos. Especificar: _____			41.10. Alergias. Especificar: _____		
41.5. Alcoholismo			41.11. Tabaquismo (No fuma, pase a la 41)		

Si los Hermanos fuman:	
41.13.- Cuántos cigarrillos fuma cada día?	
41.14.- Número de veces por semana	
41.15 Numero de años que lleva fumando:	

42.- Si algún otro habitante de la casa fuma conteste lo siguiente (Si la respuesta es no pase a la sección IV)

Fuma dentro del domicilio	1) SI	2) NO
42.1.- Cuántos cigarrillos fuma cada día?		
42.2.- Número de veces por semana		
42.3.- Numero de años que lleva fumando:		

SECCIÓN IV: ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS
Antecedentes prenatales

43.- Producto de la gesta		
44.- La madre, ¿Recibió atención prenatal?:	SI	NO
45.- Número de consultas Prenatales		
46.- Existieron complicaciones durante el embarazo:	SI	NO
47.- ¿Se realizó Radiografías durante el embarazo?:	1) Si Núm. de veces: _____	2) No

Antecedentes perinatales

48.- Lugar de atención de la resolución del embarazo	1) Hogar	2) Hospital	3) Clínica rural	4) Vía Pública
	5) Otro		Cual: _____	
49.- ¿Curso con trabajo de parto?	1) SI Tiempo: _____		2) NO	
50.- Tipo de trabajo de parto:	1) Eutócico	2) Distócico	3) Cesárea: Motivo _____	
51.- Semanas de gestación al nacimiento: _____				
52.- ¿Tiempo en que el niño lloro y respiro al nacer?	1) Inmediato		2) Prolongado	3) No se
53.- ¿Ameritó maniobras de reanimación especiales?	1) Oxígeno a flujo libre	2) Ventilación con ambú	3) Intubación	
	4) Ninguno		5) No se	

54.- Somatometría al nacimiento:	Peso: _____ grs	Talla: _____ cm
	PC: _____ cm	PA: _____ cm

Antecedentes postnatales

55.- ¿Requirió Incubadora?:	1) SI _____ Motivo: _____	2) NO _____
56.- Existió alguna secuela o daño en su hijo:	1) SI _____ Cual: _____	2) NO _____

SECCIÓN V: DESARROLLO PSICOMOTOR

57.- Motor fino	SI	NO		SI	NO
57.1. ¿A los 12 meses hacía una pinza con los dedos?			57.4. ¿A los 2 años podía dibujar una línea horizontal?		
57.2. ¿A los 3 años podía dibujar un círculo?			57.5. ¿A los 4 años podía seguir una secuencia?		
57.3. ¿A los 5 años completaba un laberinto simple?			57.6. ¿A los 6 años, dibujaba una figura proporcionada?		

Actividad Física					
	SI	NO		SI	NO
58.1. ¿A los 3 meses era capaz de sostener la cabeza?			58.6. ¿A los 12-15 meses Caminaba?		
58.2. ¿A los 4 meses era capaz de Rodar?			58.7. ¿A los 2 años subía y bajaba escaleras sin alternar pies?		
58.3. ¿A los 4 meses era capaz de Sentarse con ayuda?			58.8. ¿A los 2 años era capaz de Brincar en dos pies?		
58.4. ¿A los 6 meses era capaz de Sentarse solo?			58.9. ¿A los 4 años subía y bajaba escaleras alternando pies?		
58.5. ¿A los 8-10 meses era capaz de Gatear?			58.10. ¿A los 4 años era capaz de Brincar en un pie?		
59.- ¿Practica algún deporte?	1) SI Cual: _____		2) NO (pase a la 62)		
60.- ¿Cuánto tiempo al día					
61.- ¿Cuántas veces por semana?					

SECCIÓN VI: ALIMENTACIÓN

63.- ¿Recibió seno materno?:	1) SI _____ Tiempo: _____ (Años/Meses)	2) NO _____
64.- ¿Recibió fórmulas lácteas complementarias?	1) SI _____ Tiempo: _____ (Años/Meses)	2) NO _____
65.- Edad de la ablactación:		
66.- Edad a la que se integro a la dieta familiar		
67.- Edad de inicio de la dentición:	_____ (Años/Meses)	
68.- Edad de pérdida de piezas dentales:	_____ (Años/Meses)	

69.-En los últimos tres meses, ¿que tan frecuentemente ha consumido los siguientes alimentos o productos?:

ALIMENTO	(1) NUNCA	(2) Menos de una vez al mes	(3) Veces al mes	(4) Días a la semana	·Núm. de veces al día			
					1 (5)	2-3 (6)	4-5 (7)	6 (8)
a) Un vaso de leche								
b) Un huevo de gallina								
c) Una fruta								
d) Una porción de verdura								
e) Un plato de carne de cerdo								
f) Un plato de carne de res								
g) Una pieza de pollo con piel								
h) Visceras (hígado, riñón, etc)								
i) Embutidos (salchicha, jamón)								
j) Un plato de pescado fresco								
k) Un plato de sardinas								
k) Media taza de mariscos								
l) Una porción de atún								
m) Un plato de chivitas								
n) Una taza de champiñones								
o) Una taza de arroz								
p) Quesos (oaxaca, panela, etc)								

70.-En los últimos tres meses, ¿que tan frecuentemente ha consumido las siguientes bebidas?:

ALIMENTO	(1) NUNCA	(2) Menos de una vez al mes	(3) Veces al mes	(4) Días a la semana	·Núm. de veces al día			
					1 (5)	2-3 (6)	4-5 (7)	6 (8)
a) Un refresco de cola								
b) Un refresco de sabor								
c) Un refresco dietético								
d) Una taza de café								

71.- En los últimos 3 meses ¿consumió suplementos o complementos alimenticios?	1) SI _____ Cual: _____	2) NO _____		
72.- ¿Con que realiza la cocción de los alimentos que se consumen?	1) Estufa de gas	2) Parrilla eléctrica	3) Leña	4) Otro: Cual: _____
73.- Su hijo ¿Tiene el hábito de Pica?	1) SI _____ ¿Qué come?: _____	2) NO _____		

SECCIÓN VII: ANTECEDENTES GINECOLÓGICOS (UNICAMENTE SEXO FEMENINO) (Si es Masculino pase a la sección VIII)

74.- Edad de la menarca: _____ (años)	
75.- Ciclo Menstrual:	
75.1 Frecuencia	
75.2 Duración	

SECCIÓN VIII: ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

76.- ¿Cuál e las siguientes enfermedades le ha sido diagnosticada a su hijo (a) por un médico?					
ENFERMEDAD	SI (1)	NO (2)	No se (3)	Si su respuesta es SI, su padecimiento es	
				Actual (1.1)	Pasado (1.2)
a) Alergias					
b) Anemia					
c) Artritis					
d) Cáncer					
e) Dengue (Hemorrágico/No hemorrágico)					
f) Depresión					
g) Diabetes					
h) Enfermedades del hígado					
i) Enfermedades Renales					
j) Enfermedades Respiratorias					
k) Enfermedades cardiacas					
l) Enfermedades del SNC					
m) Obesidad					
n) Osteomielitis					
o) Problemas de tiroides/paratiroides					
p) Problemas de hipófisis					

77.- Internamientos o intervenciones quirúrgicas:	1) SI	2) NO	Lo ignora
78.- Ha sufrido accidentes	1) SI	2) NO (pase a la 79)	3) Lo ignora
Si la respuesta es SI, especificar	1) Quemaduras	2) Envenenamiento	3)Traumatismos graves
	4) Fracturas	5) Otro:	

79.- ¿En los últimos 3 meses se han realizado estudios de rayos x?	1) SI	2) NO	3) Lo ignora
80.- Hemotransfusiones:	1) SI	2) NO	3) Lo ignora
81.- Alergias:			
81.1.- Medicamentos	1) SI	2) NO (pase a la 81.2)	3) Lo ignora
Si la respuesta es SI especificar:			
81.2.- Alimentos:	1) SI	2) NO (pase a la 82)	3) Lo ignora
Si la respuesta es SI especificar:			
Otros:			

82.- Cuenta con esquema de inmunizaciones completo para la edad:	1) SI	2) NO (pase a la 83)	3) Lo ignora
83.-Vacunas que faltan por aplicar para la edad:			

84.- En los últimos 3 meses ¿Ha consumido algún tipo de vitamínicos orales o inyectados?	1) SI	2) NO (pasar a la pregunta 85)	3) Lo ignora
84.1 Especificar nombre (s) comercial (es)			

85.- ¿En los últimos 3 meses ha tomado alguno e los siguientes medicamentos o tratamientos?					
MEDICAMENTO O TRATAMIENTO	SI (1)	NO (2)	No sé (3)	Si su respuesta es SI, su padecimiento es	
				Actual (1.1)	Pasado (1.2)
a) Antibióticos					
Especifique: _____					
b) Antipiréticos					
Especifique: _____					

c) Analgésicos Especifique: _____					
d) Esteroides Especifique: _____					
e) Antitusígenos Especifique: _____					
f) Anti diarreicos Especifique: _____					
g) Otros medicamentos o tratamientos Especifique: _____					

SECCIÓN IX: INTERROGATORIO POR APARATOS Y SISTEMAS

86.- Síntomas Generales. Presenta o ha presentado:

86.1.- Astenia:	1) Si	2) No	86.3.- Adinamia:	1) Si	2) No
86.2.- Hiporexia	1) Si	2) No	86.4.- Pérdida de Peso	1) Si	2) No

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

87.- Órganos de los sentidos. Presenta

	1) SI	2) NO		1) SI	2) NO
87.1.- Disminución de la agudeza Visual			87.4.- Visión borrosa		
87.2.- Disminución de la audición			87.5.- Pérdida del gusto		
87.3.- Pérdida del olfato			87.6 Pérdida de sensibilidad		

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

88.- Aparato Digestivo. Presenta:

	1) SI	2) NO		1) SI	2) NO		1) SI	2) NO
88.1 Halitosis			88.9 Aerofagia			88.17 Constipación		
88.2 Disfagia			88.10 Vomito			88.18 Flatulencia		
88.3 Anorexia			88.11 Regurgitación			88.19 Meteorismo		
88.4 Polifagia			88.12 Hematemesis			88.20 Borborigmos		
88.5 Bulimia			88.13 Pirosis			88.21 Cólico		
88.6 Nausea			88.14 Acolia			88.22Pujo		
88.7 Hipo			88.15 Tenesmo			88.23 Hematoquizia		
88.8 Polidipsia			88.16 Diarrea			88.24 Melena		

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

89.- Aparato cardiorespiratorio. Presenta:

	1) SI	2) NO		1) SI	2) NO		1) SI	2) NO
89.1 Obstrucción Nasal			89.7 Epistaxis			Disfonía		
89.2 Tos			89.8 Hemoptisis			89.13 Expectoración		
89.3 Fosfenos			89.9 Acufenos			89.14 Algias torácicas		
89.4 Palpitaciones			89.10 Cianosis			89.15 Diaforesis		
89.5 Fiebre			89.11 Edema			89.16 Anasarca		
89.6 Fatiga			89.12 Disnea					

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

90.- Aparato Urinario. Presenta:

	1) SI	2) NO		1) SI	2) NO		1) SI	2) NO
90.1 Anuria			90.4 Oliguria			90.7 Nicturia		
90.2 Retención de orina			90.5 Poliuria			90.8 Polaquiuria		
90.3 Tenesmo vesical			90.6 Coluria			90.9 Incontinencia		

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

91.- Sistema Nervioso. Presenta:

	1) SI	2) NO		1) SI	2) NO		1) SI	2) NO
91.1 Hiperactividad			91.7 Somnolencia			91.12 Irritabilidad		
91.2 Parestesias			91.8 Paresias			91.13 Anestesia		
91.3 Hipoestesia			91.9 Hiperestesia			91.14 Cefalea		
91.4 Síncope			91.10 Vértigo			91.15 Confusión		
91.5 Insomnio			91.11 Depresión			91.16 Pérdida de memoria		
91.6 Ataxia						91.17 Cambios de personalidad		

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

92.- Aparato Musculo esquelético. Presenta:

	1) SI	2) NO		1) SI	2) NO
92.1 Alteraciones en la marcha			92.3 Limitación de movimientos		
92.2 Pérdida de fuerza muscular			92.4 Deformidades		

Resultado del interrogatorio	1) Normal	2) Anormal
------------------------------	-----------	------------

EXPLORACIÓN FÍSICA

93.- Inspección General

93.1 Sexo	1) Masculino	2) Femenino
93.2 Edad aparente a la cronológica	1) SI	2) NO
93.3 Disposición	1) Cooperador	2) No cooperador
		3) Poco cooperador

93.4 Somatometría				
Peso	Talla	IMC	Cintura	
Cadera	TA	FC	FR	Temperatura

94.- Piel

	SI (1)	NO (2)		SI (1)	NO (2)		SI (1)	NO (2)
94.1 Palidez			94.5 Lesiones visibles			94.9 Exantema		
94.2 Enantemas			94.6 Hipocromias			94.10 Hiperchromias		
94.3 Dermatitis			94.7 Micosis			94.11 úlceras		
94.4 Nódulos			94.8 Petequias			94.12 Equimosis		

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

95.- Cabeza

95.1 Cuero cabelludo:	1) Bien implantado	2) Mal implantado
-----------------------	--------------------	-------------------

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

96.- Ojos

96.1 Conjuntivas:	1) normal	2) ictéricas	3) hiperémicas	
96.2 Pupilas:	1) normales	2) anisocóricas	3) mióticas	4) midriáticas
96.3 Fondo de ojo	1) normal	2) anormal		
96.4 Campo visual	1) normal	2) disminuido		

96.5 Movimientos oculares	1) normal	2) nistagmo	3) estrabismo		
96.6 Párpados	1) normal	2) eversión	3) Ptosis		

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

97.- Oídos

97.1 Pabellón:	1) normal	2) anormal
97.2 Conducto auditivo:	1) Permeable	2) Impermeable

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

98.- Nariz

98.1 Tabique nasal:	1) normal	2) desviado
98.2 Narinas	1) permeables	2) no permeables
98.3 Mucosa:	1) normal	2) hiperémica

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

99.- Boca

99.1 Mucosa:	1) hidratada:	2) deshidratada	3) hiperémica
99.2 Dentadura:	1) completa	2) incompleta	
99.3 Amalgamas:	1) SI	2) NO	Pieza dentales:
99.4 Caries:	1) SI	2) NO	Piezas dentales:
99.5 Lengua:	1) normal	2) anormal	
99.6 Percepción del gusto:	1) normal	2) anormal	
99.7 Reflejo nauseoso:	1) normal	2) aumentado	3) disminuido
99.8 Encías:	1) tróficas	2) atróficas	
99.9 Faringe:	1) normal	2) hiperémica	

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

100.- Sentidos

100.1 Percepción olfato	1) buena	2) disminuida	3) nula
100.2 Percepción gusto	1) buena	2) disminuida	3) nula

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

101.- Cuello

101.1 Longitud	1) normal	2) largo	3) corto
101.2 Tráquea	1) central	2) desplazada	
	3) móvil	4) no móvil	
101.3 Ganglios	1) presentes	2) no presentes	
	3) móvil	4) no móvil	

Resultado de la exploración	1) Normal	1) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

102.- Tórax

102.1 Forma	1) simétrico	2) asimétrico	
102.2. Movimiento	1) adecuado	2) anormal	
102.3. Mamas	1) simétricas	2) asimétricas	
102.4 Pezón	1) normal	2) anormal	
102.5 Campos pulmonares	1) limpios	2) estertores	3) sibilancias
102.6 Sonidos cardiacos	1) rítmicos	2) arrítmicos	3) soplos

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

103.- Abdomen

103.1 Anormalidades visibles	1) ausentes	2) presentes	
103.2 Tipo de abdomen	1) plano	2) globoso	3) excavado
103.3 peristalsis	1) normal	2) aumentada	3)disminuida
103.4 Megalias	1) ausentes	2) presentes	
103.5 Borde hepático	1) palpable	2) no palpable	
103.6 Percusión	1) timpanico	2) matidez	

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

104.- Miembros superiores

104.1 Forma	1) bien conformados	2) mal conformados	
	3) Simétricos	4) asimétricos	
104.2 Articulaciones	1) móviles	2) no móviles	
104.3 Tono muscular	1) normal	2) disminuido	3) aumentado

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

105.- Reflejos

	1) Normal	2) Aumentado	3) Disminuido
105.1 Reflejo Estilordial			
105.2 Reflejo Bicipital			
105.3 Sensibilidad			

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

106.- Manos

	1) Normal	2) Aumentado	3) Disminuido
106.1 Alteraciones Térmicas			
106.2 Vibración			
106.3 Tacto Grueso			
106.4 Tacto Fino			

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

107.- Miembros inferiores

107.1 Forma	1) bien conformados	2) mal conformados	
	3) Simétricos	4) asimétricos	
107.2 Articulaciones	1) móviles	2) no móviles	
107.3 Tono muscular	1) normal	2) disminuido	3) aumentado

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

108.- Reflejos

	1) Normal	2) Aumentado	3) Disminuido
108.1 Reflejo Aquileo			
108.2 Reflejo Rotuliano			
108.3 Sensibilidad			
108.4 Babinski	1) ausente	2) Presente	

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

109.- Pies

	1) Normal	2) Aumentado	3) Disminuido
109.1 Alteraciones Térmicas			
109.2 Vibración			

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

110.- Genitales

110.1 Genitales Externos	1) bien conformados	2) mal conformados
110.2 Testículos	1) descendidos	2) criptorquidea

Resultado de la exploración	1) Normal	2) Anormal
-----------------------------	-----------	------------

SECCIÓN XI. FUENTE DE EXPOSICIÓN A METALES.

ALIMENTARIAS

111.-¿Cuántas veces por semana consume pescado?
111.1.-Indicar tipo de pescado: _____
112.- ¿Cuántas veces por semana consume crustáceos o moluscos (pulpo, calamar, jaiba, camarones)?
112.1-Indicar tipo de crustáceos o moluscos: _____

OCUPACIONAL (PARA: HABITANTES DEL HOGAR)

113.-De la siguiente lista de empleos señale si alguno de los familiares del participante los desempeña o ha desempeñado en los últimos 3 años.				
EMPLEO		1) SI	2) NO	1) NO SE
113.1	Realiza mantenimiento o reparación copiadoras.			
113.2	Pintor			
113.3	Fábrica de baterías			
113.4	Fabrica de velas			
113.5	Fabrica de colorantes			
113.6	Fabrica de caucho			
113.7	Fábrica de vidrio			
113.8	Trabajador en la industria del cemento			
113.9	Empleado en la construcción o reparación de carreteras			
113.10	Carpintero			
113.11	Realiza soldaduras			
113.12	Serigrafía			
113.13	Impresión en textiles			
113.14	Acabado de Muebles			
113.15	Reparación de aparatos eléctricos			
113.16	Reparación automotriz			
113.17	Fábrica de pesas o señuelos para pescar			
113.18	Cargando casquillos o balas en escopeta, disparando armas			
113.19	Importación de juguetes y/o juguetes antiguos			
113.20	Haciendo cerámica			
113.21	Agricultor			
Especificar lugar donde realiza estas actividades:				
		NOTA: EN CASO NEGATIVO PASAR A LA PREG. 115.		

114.-¿Cuántas veces por semana cambia de ropa de trabajo?			
114.1.-¿Lleva habitualmente a lavar la ropa de trabajo a casa?			
Nunca	A veces	Frecuentemente/Siempre	
114.2.-¿En su casa como se lava la ropa de trabajo?			
1) A mano	2) En lavadora automática de uso exclusivo para esa ropa	3) En lavadora no automática de uso exclusivo para esta ropa.	4)En lavadora automática para lavar la ropa de toda la familia.
5) En lavadora no automática para lavar la ropa de la familia	6) Otra: _____ Especifique: _____		

POR CONTACTO DIRECTO

115.-En los últimos 3 meses, el niño ¿ha estado en contacto con alguna de las siguientes sustancias u objetos?		1) SI	2) NO	3) NO SE
115.1	Gasolina			
115.2	Insecticidas Indicar Marca _____			
115.3	Jabones			
115.4	Metales. Especifique _____			
115.5	Pinturas			
115.6	Plásticos			
115.7	Solventes			
115.8	Herbicidas: Indicar marca: _____			
115.9	Baterías			
115.10	Usa trastes cristalinos o de cerámica, para comer o beber			
115.11	Plaguicidas			
115.12	Herbicidas			

EXPOSICIÓN EN EL ENTORNO

116.-¿Tiene un pariente con un alto nivel de metales en la sangre?	1) SI	2) NO	3) NO SE
117.-¿Vive o visita regularmente éste niño (a) alguna casa construida antes de 1978			
118.-¿Desde el año pasado, este niño (a) ha sido expuesto a reparaciones, pinturas, o remodelaciones de la casa construida antes de 1978?			

119.-¿A vivido cerca de alguna.....	1) SI	2) NO	3) NO SE
119.1 Fundidora de Plomo			
119.2 Planta de Baterías			
119.3 Reparación de auto/ exterior de auto			
119.4 Producción de cables			
119.5 Producción de cerámica			
119.6 Rango de disparos			
119.7 Fábrica de vidrio			
119.8 Maquinaria/equipo industrial			
119.9 Maquinaria o Reparación de joyas			
119.10 Fábrica de pintura/pigmento			
119.11 Plomería			
119.12 Reparación de radiador			
119.13 Fundidoras de metal o hierro			

Anexos G

Concentraciones de Cd en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina.

Tabla G.1: Concentraciones de cadmio en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina expresadas en $\mu\text{g/L}$. del municipio de Mérida.

#	Participante	agua para beber	agua para cocinar	Cd en sangre	cd en orina
1	M01	0.000	0.000	7.710	10.092
2	M02	0.000	0.000	4.918	0.691
3	M03	0.000	0.000	4.352	1.004
4	M04	0.000	0.000	4.805	1.023
5	M05	0.000	0.000	5.002	0.799
6	M06	0.000	0.000	5.095	0.406
7	M07	0.000	0.000	4.815	1.382
8	M08	0.000	0.000	5.240	0.850
9	M09	0.000	0.000	4.829	1.023
10	M10	0.000	0.000	4.833	1.532
11	M11	0.000	0.000	5.020	1.303
12	M12	0.000	0.000	4.707	1.438
13	M13	0.000	0.000	5.053	1.975
14	M14	0.000	0.107	5.095	0.462
15	M15	0.000	0.013	4.759	0.215
16	M16	0.000	0.000	4.675	0.710
17	M17	0.000	0.000	4.670	1.214
18	M18	0.000	0.000	5.571	1.107
19	M19	0.000	0.000	5.048	0.504
20	M20	0.000	0.000	5.109	0.598
21	M21	0.000	0.000	5.034	1.266
22	M22	0.000	0.000	0.000	0.219
23	M23	0.000	0.000	4.922	2.270
24	M24	0.000	0.000	4.918	0.332
25	M25	0.000	0.000	5.230	1.845
26	M26	0.000	0.000	4.801	0.112
27	M27	0.000	0.000	4.913	0.845
28	M28	0.000	0.000	5.240	0.672
29	M29	0.071	0.000	4.749	0.785
30	M30	0.000	0.000	4.837	0.240
31	M31	0.000	0.000	4.824	0.172
32	M32	0.000	0.000	4.810	0.103
33	M33	0.000	0.017	4.797	0.035

Tabla G.2: Concentraciones de cadmio en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina expresadas en $\mu\text{g/L}$. del municipio de Progreso.

n	Participante	agua para beber	agua para cocinar	Cd en sangre	Cd en orina
1	P01	0.017	0.000	0.000	0.584
2	P02	0.005	0.000	0.486	0.943
3	P03	0.015	0.000	1.709	1.280
4	P04	0.009	0.000	0.859	0.504
5	P05	0.021	0.000	1.060	1.144
6	P06	0.329	0.000	0.971	1.144
7	P07	0.000	0.000	0.570	1.055
8	P08	0.000	0.000	4.380	1.742
9	P09	0.000	0.000	0.537	5.464
10	P10	0.000	0.000	1.728	1.032
11	P11	0.000	0.000	1.452	0.313
12	P12	0.000	0.000	0.593	1.228
13	P13	0.000	0.000	0.196	0.187
14	P14	0.280	0.000	0.234	0.518
15	P15	0.428	0.000	65.959	0.159
16	P16	0.000	0.000	0.817	0.009
17	P17	0.596	0.000	0.000	0.883
18	P18	0.000	0.000	0.051	0.392
19	P19	0.000	0.000	0.318	0.219
20	P20	0.000	0.000	0.318	0.967
21	P21	0.000	0.000	2.368	0.532
22	P22	0.000	0.000	0.327	5.128
23	P23	0.000	0.000	0.953	0.467
24	P24	0.000	0.000	0.005	0.504
25	P25	0.000	0.000	0.271	0.392
26	P26	0.000	0.000	0.406	0.486
27	P27	0.000	0.000	0.635	0.827
28	P29	0.000	0.000	0.523	0.640
29	P30	0.000	0.000	0.584	0.981
30	P31	0.000	0.000	5.128	0.392
31	P32	0.000	0.000	15.290	0.509
32	P33	0.000	0.000	5.072	0.103
33	P34	0.000	0.000	5.585	0.117
34	P35	0.000	0.010	5.553	0.140
35	P36	0.012	0.000	5.856	0.000

Tabla G.3: Concentraciones de cadmio en agua de uso y consumo para beber, Cd en agua de uso y consumo para cocinar, sangre y orina expresadas en $\mu\text{g/L}$. del municipio de Ticul.

#	Participante	agua para beber	agua para cocinar	Cd en sangre	Cd en orina
1	T-01	0.000	0.037	5.511	1.135
2	T-02	0.000	0.015	5.436	0.556
3	T-03	0.000	0.009	5.020	0.953
4	T-04	0.003	0.047	8.434	1.560
5	T-05	0.000	0.041	5.445	0.616
6	T-06	0.000	0.034	5.142	0.845
7	T-07	0.000	0.007	5.090	0.252
8	T-08	0.000	0.332	4.861	1.574
9	T-09	0.000	0.015	0.000	0.000
10	T-10	0.000	0.017	7.024	0.047
11	T-11	0.000	0.050	5.389	0.000
12	T-12	0.000	0.006	4.824	0.383
13	T-13	0.000	0.024	4.810	0.000
14	T-14	0.000	0.975	4.773	0.350
15	T-15	0.000	0.158	4.824	0.000
16	T-16	0.000	0.325	4.796	0.140
17	T-17	0.000	0.347	4.749	28.085
18	T-18	0.000	0.072	4.829	0.000
19	T-19	0.041	0.256	7.570	0.000
20	T-20	0.000	0.074	6.328	0.000
21	T-21	0.000	0.073	5.880	6.234
22	T-22	0.000	0.081	5.333	0.668
23	T-23	0.000	0.015	5.604	0.000
24	T-24	0.000	0.074	6.435	0.000
25	T-25	0.000	0.027	7.243	0.182
26	T-26	0.000	0.089	5.978	0.000
27	T-28	0.000	0.035	5.389	0.000
28	T-29	0.000	0.119	5.749	0.383
29	T-30	0.000	0.624	5.473	0.000
30	T-31	0.000	0.141	5.361	0.271
31	T-32	0.000	0.772	5.492	0.000
32	T-33	0.000	0.449	5.487	0.000
33	T-34	0.000	0.093	5.894	0.000
34	T-35	0.000	0.043	10.442	0.000
35	T-36	0.000	0.929	5.697	0.000

Anexos H

Base de datos general

Tabla H.1: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo ambiente del municipio de Mérida.

#	Participante	edad años	tipo de agua		Metales en el patio	Factor de riesgo ambiente
			beber	Cocinar		
1	M01	8	1	2	1	4
2	M02	8	1	2	1	4
3	M03	8	1	1	2	4
4	M04	7	1	2	3	6
5	M05	8	1	2	3	6
6	M06	8	1	2	3	6
7	M07	7	1	2	2	5
8	M08	6	1	2	1	4
9	M09	8	1	2	1	4
10	M10	8	1	2	2	5
11	M11	6	1	1	1	3
12	M13	8	1	1	3	5
13	M14	8	1	2	3	6
14	M15	8	1	2	1	4
15	M16	8	1	2	3	6
16	M17	7	1	2	1	4
17	M19	9	1	2	3	6
18	M20	9	1	2	3	6
19	M21	7	1	2	3	6
20	M22	9	1	2	1	4
21	M23	7	1	2	2	5
22	M24	7	1	2	3	6
23	M25	9	1	2	2	5
24	M26	8	1	2	1	4
25	M27	8	1	2	1	4
26	M28	9	1	2	1	4
27	M29	8	1	2	1	4
28	M30	9	1	2	1	4
29	M31	8	1	1	2	4
30	M33	9	1	1	3	5
31	M34	9	1	1	3	5
32	M35	9	1	1	2	4
33	M36	8	1	1	1	3

Tabla H.2: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo ambiente del municipio de Progreso.

#	Participante	edad años	tipo de agua		Metales en el patio	Factor de riesgo ambiente
			beber	Cocinar		
1	P01	7	1	1	1	3
2	P02	7	1	1	1	3
3	P03	8	1	1	2	4
4	P04	8	1	1	3	5
5	P05	8	1	2	1	4
6	P06	8	1	2	1	4
7	P07	8	1	2	3	6
8	P08	8	1	1	1	3
9	P09	8	1	1	1	3
10	P10	8	1	2	3	6
11	P11	8	1	1	1	3
12	P12	9	1	2	1	4
13	P13	8	1	2	3	6
14	P14	8	1	2	3	6
15	P15	7	2	2	3	7
16	P16	8	1	2	3	6
17	P17	8	1	2	1	4
18	P18	7	1	2	2	5
19	P19	8	1	2	1	4
20	P20	8	1	2	2	5
21	P21	9	1	1	3	5
22	P22	8	1	2	3	6
23	P23	8	1	1	1	3
24	P24	9	1	2	1	4
25	P25	9	1	2	2	5
26	P26	8	1	1	3	5
27	P27	8	1	2	1	4
28	P29	8	1	1	1	3
29	P30	8	1	1	2	4
30	P31	8	1	2	2	5
31	P32	9	1	1	1	3
32	P33	8	1	1	2	4
33	P34	8	1	2	1	4
34	P35	9	1	1	1	3
35	P36	8	1	2	1	4

Tabla H.3: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo ambiente del municipio de Ticul.

#	Participante	edad años	tipo de agua		Metales en el patio	Factor de riesgo ambiente
			beber	Cocinar		
1	T-01	8	1	2	2	5
2	T-02	8	1	1	2	4
3	T-03	8	1	2	1	4
4	T-04	8	2	2	2	6
5	T-05	8	2	2	1	5
6	T-06	8	1	2	3	6
7	T-07	8	2	2	2	6
8	T-08	8	1	2	1	4
9	T-09	7	1	2	1	4
10	T-10	8	2	2	3	7
11	T-11	8	2	2	2	6
12	T-12	9	1	2	2	5
13	T-13	7	1	2	1	4
14	T-14	8	1	1	1	3
15	T-15	9	1	2	2	5
16	T-16	8	1	2	2	5
17	T-17	8	1	2	3	6
18	T-18	8	1	1	1	3
19	T-19	7	1	1	1	3
20	T-20	8	1	1	2	4
21	T-21	8	2	2	3	7
22	T-22	7	1	1	1	3
23	T-23	7	2	2	1	5
24	T-24	7	1	2	2	5
25	T-25	9	1	2	3	6
26	T-26	8	1	2	2	5
27	T-28	8	1	2	1	4
28	T-29	9	2	2	2	6
29	T-30	8	1	2	1	4
30	T-31	8	1	2	1	4
31	T-32	8	1	1	3	5
32	T-33	8	1	2	2	5
33	T-34	8	1	1	1	3
34	T-35	8	1	1	1	3
35	T-36	8	1	2	1	4

Tabla H.4: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Mérida
Parte 1.

#	Participante	edad años	leche veces al mes	leche por día	fruta veces al mes	fruta por día	verdura veces al mes	verdura por día	carne de cerdo veces al mes
1	M01	8	32	1.1	12	0.4	12	0.4	8
2	M02	8	20	0.7	20	0.7	8	0.3	12
3	M03	8	60	2.0	4	0.1	4	0.1	8
4	M04	7	60	2.0	4	0.1	1	0.0	1
5	M05	8	60	2.0	8	0.3	4	0.1	1
6	M06	8	60	2.0	56	1.9	8	0.3	12
7	M07	7	0	0.0	4	0.1	0	0.0	4
8	M08	6	60	2.0	28	0.9	28	0.9	8
9	M09	8	60	2.0	28	0.9	28	0.9	8
10	M10	8	28	0.9	28	0.9	12	0.4	8
11	M11	6	30	1.0	30	1.0	12	0.4	8
12	M12	8	60	2.0	30	1.0	12	0.4	12
13	M13	8	60	2.0	20	0.7	12	0.4	12
14	M14	8	30	1.0	30	1.0	8	0.3	8
15	M15	8	12	0.4	8	0.3	16	0.5	20
16	M17	7	30	1.0	20	0.7	4	0.1	8
17	M18	9	2	0.1	12	0.4	4	0.1	8
18	M19	9	90	3.0	30	1.0	12	0.4	8
19	M20	7	90	3.0	30	1.0	12	0.4	8
20	M21	9	60	2.0	30	1.0	8	0.3	0
21	M22	7	30	1.0	4	0.1	4	0.1	8
22	M23	7	30	1.0	20	0.7	4	0.1	20
23	M24	9	30	1.0	8	0.3	12	0.4	12
24	M25	8	60	2.0	12	0.4	12	0.4	8
25	M26	8	60	2.0	4	0.1	8	0.3	4
26	M27	9	8	0.3	30	1.0	16	0.5	4
27	M28	8	60	2.0	25	0.8	8	0.3	2
28	M29	9	30	1.0	2	0.1	12	0.4	4
29	M30	8	60	2.0	30	1.0	16	0.5	2
30	M31	9	60	2.0	30	1.0	30	1.0	16
31	M32	9	60	2.0	30	1.0	30	1.0	16
32	M33	9	30	1.0	12	0.4	12	0.4	4
33	M34	8	60	2.0	30	1.0	30	1.0	0

Tabla H.5: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Mérida
Parte 2.

carne de cerdo por día	carne de res veces al mes	carne de res por día	pollo veces al mes	pollo por día	visceras veces al mes	visceras por día	embutidos veces la mes	embutidos por día	pescado veces al mes
0.3	12	0.4	16	0.5	16	0.5	8	0.3	2
0.4	4	0.1	4	0.1	0	0.0	12	0.4	1
0.3	0	0.0	4	0.1	0	0.0	4	0.1	4
0.0	1	0.0	1	0.0	0	0.0	4	0.1	1
0.0	3	0.1	24	0.8	1	0.0	12	0.4	1
0.4	8	0.3	4	0.1	0	0.0	16	0.5	2
0.1	0	0.0	24	0.8	0	0.0	8	0.3	2
0.3	1	0.0	12	0.4	0	0.0	8	0.3	1
0.3	1	0.0	12	0.4	0	0.0	8	0.3	1
0.3	4	0.1	12	0.4	0	0.0	4	0.1	8
0.3	4	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	2
0.4	2	0.1	16	0.5	0	0.0	24	0.8	4
0.4	4	0.1	12	0.4	0	0.0	8	0.3	2
0.3	4	0.1	8	0.3	0	0.0	12	0.4	0
0.7	4	0.1	8	0.3	0	0.0	20	0.7	0
0.3	1	0.0	12	0.4	0	0.0	8	0.3	1
0.3	4	0.1	8	0.3	0	0.0	30	1.0	0
0.3	8	0.3	8	0.3	1	0.0	12	0.4	1
0.3	8	0.3	8	0.3	1	0.0	12	0.4	1
0.0	12	0.4	12	0.4	0	0.0	12	0.4	7
0.3	4	0.1	8	0.3	0	0.0	20	0.7	1
0.7	1	0.0	2	0.1	0	0.0	8	0.3	1
0.4	3	0.1	8	0.3	0	0.0	60	2.0	3
0.3	4	0.1	12	0.4	0	0.0	8	0.3	0
0.1	4	0.1	4	0.1	4	0.1	1	0.0	0
0.1	16	0.5	12	0.4	0	0.0	16	0.5	8
0.1	3	0.1	12	0.4	0	0.0	8	0.3	2
0.1	12	0.4	12	0.4	0	0.0	8	0.3	2
0.1	1	0.0	30	1.0	0	0.0	4	0.1	1
0.5	8	0.3	4	0.1	0	0.0	12	0.4	1
0.5	8	0.3	4	0.1	0	0.0	12	0.4	1
0.1	2	0.1	12	0.4	12	0.4	16	0.5	0
0.0	4	0.1	30	1.0	8	0.3	8	0.3	4

Tabla H.6: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Mérida
Parte 3.

pescado por día	mariscos veces al mes	mariscos por día	arroz veces al mes	arroz por día	enlatados veces al mes	preparación de alimentos	consumo de alimentos			factor de riesgo alimento
							material	Trastos de cocina		
0.1	1	0.0	1	0.0	3	3	3	1	14.0	
0.0	1	0.0	12	0.4	3	3	3	1	13.1	
0.1	1	0.0	4	0.1	3	3	3	1	13.1	
0.0	0	0.0	1	0.0	3	3	3	3	14.5	
0.0	4	0.1	4	0.1	0	3	3	3	13.1	
0.1	1	0.0	4	0.1	3	3	3	3	17.7	
0.1	0	0.0	12	0.4	3	3	3	1	11.8	
0.0	0	0.0	12	0.4	3	3	3	1	15.3	
0.0	0	0.0	12	0.4	3	3	3	1	15.3	
0.3	1	0.0	4	0.1	0	3	3	1	10.6	
0.1	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	14.1	
0.1	2	0.1	1	0.0	3	3	3	2	16.4	
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	1	14.8	
0.0	4	0.1	30	1.0	3	3	3	2	15.5	
0.0	0	0.0	12	0.4	3	3	3	2	14.3	
0.0	0	0.0	8	0.3	3	3	3	1	13.1	
0.0	0	0.0	8	0.3	3	3	3	3	14.5	
0.0	1	0.0	12	0.4	3	3	3	3	18.1	
0.0	1	0.0	12	0.4	3	3	3	3	18.1	
0.2	0	0.0	4	0.1	3	3	3	2	15.8	
0.0	2	0.1	8	0.3	3	3	3	1	13.0	
0.0	1	0.0	12	0.4	3	3	3	3	15.3	
0.1	0	0.0	12	0.4	3	3	3	1	14.9	
0.0	1	0.0	30	1.0	3	3	3	1	14.9	
0.0	1	0.0	2	0.1	3	3	3	3	12.1	
0.3	0	0.0	30	1.0	3	3	3	1	14.7	
0.1	1	0.0	4	0.1	3	3	3	1	14.2	
0.1	1	0.0	16	0.5	3	3	3	1	13.3	
0.0	1	0.0	4	0.1	3	3	3	2	16.0	
0.0	1	0.0	16	0.5	3	3	3	3	17.9	
0.0	1	0.0	16	0.5	3	3	3	3	17.9	
0.0	0	0.0	8	0.3	3	3	3	1	13.6	
0.1	0	0.0	8	0.3	3	3	3	1	16.1	

Tabla H.7: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Progreso Parte 1.

#	Participante	edad años	leche veces al mes	leche por día	fruta veces al mes	fruta por día	verdura veces al mes	verdura por día	carne de cerdo veces al mes
1	P01	7	60	2.0	16	0.5	30	1.0	16
2	P02	7	30	1.0	24	0.8	16	0.5	12
3	P03	8	30	1.0	12	0.4	12	0.4	4
4	P04	8	12	0.4	2	0.1	8	0.3	12
5	P05	8	30	1.0	12	0.4	12	0.4	8
6	P06	8	20	0.7	8	0.3	12	0.4	28
7	P07	8	28	0.9	8	0.3	8	0.3	8
8	P08	8	24	0.8	28	0.9	2	0.1	4
9	P09	8	4	0.1	12	0.4	8	0.3	8
10	P10	8	28	0.9	24	0.8	8	0.3	4
11	P11	8	24	0.8	28	0.9	30	1.0	12
12	P12	9	2	0.1	24	0.8	28	0.9	8
13	P13	8	30	1.0	8	0.3	2	0.1	12
14	P14	8	30	1.0	16	0.5	4	0.1	4
15	P15	7	4	0.1	16	0.5	4	0.1	12
16	P16	8	30	1.0	30	1.0	4	0.1	8
17	P17	8	12	0.4	8	0.3	12	0.4	12
18	P18	7	20	0.7	30	1.0	30	1.0	4
19	P19	8	16	0.5	30	1.0	30	1.0	4
20	P20	8	12	0.4	12	0.4	16	0.5	8
21	P21	9	12	0.4	20	0.7	20	0.7	8
22	P22	8	30	1.0	16	0.5	12	0.4	1
23	P23	8	12	0.4	4	0.1	4	0.1	8
24	P24	9	16	0.5	12	0.4	4	0.1	4
25	P25	9	2	0.1	2	0.1	20	0.7	8
26	P26	8	30	1.0	30	1.0	12	0.4	4
27	P27	8	30	1.0	8	0.3	4	0.1	12
28	P29	8	30	1.0	10	0.3	4	0.1	2
29	P30	8	16	0.5	16	0.5	4	0.1	2
30	P31	8	8	0.3	12	0.4	8	0.3	8
31	P32	9	0	0.0	2	0.1	4	0.1	4
32	P33	8	30	1.0	8	0.3	12	0.4	4
33	P34	8	30	1.0	12	0.4	8	0.3	4
34	P35	9	8	0.3	4	0.1	8	0.3	4
35	P36	8	30	1.0	12	0.4	12	0.4	8

Tabla H.8: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Progreso Parte 2.

carne de cerdo por día	carne de res veces al mes	carne de res por día	pollo veces al mes	pollo por día	visceras veces al mes	visceras por día	embutidos veces la mes	embutidos por día	pescado veces al mes
0.5	8	0.3	16	0.5	0	0.0	16	0.5	2
0.4	4	0.1	12	0.4	0	0.0	4	0.1	0
0.1	4	0.1	30	1.0	0	0.0	30	1.0	2
0.4	0	0.0	8	0.3	0	0.0	30	1.0	1
0.3	4	0.1	16	0.5	1	0.0	12	0.4	4
0.9	4	0.1	8	0.3	2	0.1	12	0.4	8
0.3	4	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	2
0.1	4	0.1	8	0.3	0	0.0	16	0.5	12
0.3	12	0.4	8	0.3	0	0.0	20	0.7	2
0.1	4	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	8
0.4	4	0.1	12	0.4	0	0.0	20	0.7	4
0.3	4	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	12
0.4	4	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	2
0.1	2	0.1	8	0.3	2	0.1	12	0.4	8
0.4	8	0.3	8	0.3	0	0.0	12	0.4	2
0.3	2	0.1	8	0.3	0	0.0	30	1.0	12
0.4	16	0.5	8	0.3	0	0.0	30	1.0	2
0.1	2	0.1	4	0.1	2	0.1	20	0.7	4
0.1	4	0.1	16	0.5	0	0.0	0	0.0	8
0.3	2	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	8
0.3	8	0.3	12	0.4	0	0.0	12	0.4	8
0.0	1	0.0	25	0.8	0	0.0	28	0.9	8
0.3	4	0.1	8	0.3	0	0.0	20	0.7	4
0.1	4	0.1	8	0.3	1	0.0	8	0.3	8
0.3	4	0.1	12	0.4	1	0.0	30	1.0	4
0.1	8	0.3	12	0.4	0	0.0	12	0.4	4
0.4	2	0.1	12	0.4	0	0.0	12	0.4	2
0.1	8	0.3	4	0.1	0	0.0	12	0.4	12
0.1	2	0.1	30	1.0	0	0.0	16	0.5	2
0.3	2	0.1	20	0.7	0	0.0	8	0.3	2
0.1	2	0.1	8	0.3	0	0.0	24	0.8	4
0.1	4	0.1	8	0.3	0	0.0	2	0.1	2
0.1	1	0.0	12	0.4	0	0.0	12	0.4	12
0.1	4	0.1	8	0.3	8	0.3	8	0.3	4
0.3	8	0.3	12	0.4	0	0.0	12	0.4	2

Tabla H.9: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Progreso Parte 3.

pescado por día	mariscos veces al mes	mariscos por día	arroz veces al mes	arroz por día	anillados veces al mes	preparación de alimentos	consumo de alimentos		factor de riesgo alimento
							material	Trastos de cocina	
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	2	16.9
0.0	1	0.0	4	0.1	3	3	3	1	13.6
0.1	2	0.1	4	0.1	3	3	3	1	14.3
0.0	0	0.0	4	0.1	0	3	3	1	9.6
0.1	4	0.1	20	0.7	3	3	3	1	14.1
0.3	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	13.9
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	2	14.2
0.4	2	0.1	16	0.5	3	3	3	1	13.9
0.1	2	0.1	16	0.5	3	3	3	3	15.1
0.3	2	0.1	24	0.8	3	3	3	3	16.2
0.1	4	0.1	12	0.4	3	3	3	1	15.0
0.4	1	0.0	12	0.4	3	3	3	1	13.8
0.1	0	0.0	8	0.3	3	3	3	3	15.0
0.3	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	13.3
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	3	14.6
0.4	2	0.1	12	0.4	3	3	3	2	15.6
0.1	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	13.8
0.1	1	0.0	20	0.7	3	3	3	2	15.6
0.3	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	14.1
0.3	1	0.0	12	0.4	3	3	2	2	13.2
0.3	2	0.1	8	0.3	3	3	2	1	12.7
0.3	1	0.0	20	0.7	3	3	3	2	15.7
0.1	1	0.0	8	0.3	3		3	1	9.4
0.3	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	12.6
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	2	14.2
0.1	0	0.0	12	0.4	0	3	3	2	12.1
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	2	2	13.2
0.4	2	0.1	12	0.4	3	3	3	1	13.2
0.1	2	0.1	12	0.4	3	3	3	2	14.4
0.1	2	0.1	8	0.3	3	3	3	2	13.6
0.1	4	0.1	4	0.1	3	3	3	2	12.9
0.1	1	0.0	16	0.5	3	3	3	2	13.9
0.4	1	0.0	16	0.5	3	3	3	1	13.6
0.1	0	0.0	4	0.1	3	3	3	2	13.0
0.1	8	0.3	12	0.4	3	3	3	2	14.9

Tabla H.10: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Ticul
Parte 1.

#	Participante	edad años	leche veces al mes	leche por día	fruta veces al mes	fruta por día	verdura veces al mes	verdura por día	carne de cerdo veces al mes
69	T-01	8	30	1.0	8	0.3	8	0.3	1
70	T-02	8	12	0.4	28	0.9	12	0.4	12
71	T-03	8	28	0.9	16	0.5	12	0.4	12
72	T-04	8	0	0.0	12	0.4	8	0.3	12
73	T-05	8	1	0.0	12	0.4	8	0.3	12
74	T-06	8	4	0.1	12	0.4	4	0.1	12
75	T-07	8	0	0.0	4	0.1	0	0.0	12
76	T-08	8	28	0.9	28	0.9	28	0.9	2
77	T-09	7	0	0.0	4	0.1	4	0.1	8
78	T-10	8	28	0.9	8	0.3	8	0.3	2
79	T-11	8	3	0.1	1	0.0	4	0.1	4
80	T-12	9	0	0.0	12	0.4	12	0.4	16
81	T-13	7	28	0.9	12	0.4	8	0.3	16
82	T-14	8	28	0.9	28	0.9	28	0.9	4
83	T-15	9	28	0.9	12	0.4	8	0.3	16
84	T-16	8	28	0.9	4	0.1	4	0.1	8
85	T-17	8	28	0.9	8	0.3	12	0.4	12
86	T-18	8	28	0.9	12	0.4	8	0.3	8
87	T-19	7	8	0.3	1	0.0	1	0.0	8
88	T-20	8	28	0.9	4	0.1	12	0.4	12
89	T-21	8	12	0.4	28	0.9	8	0.3	12
90	T-22	7	28	0.9	28	0.9	12	0.4	12
91	T-23	7	1	0.0	8	0.3	4	0.1	12
92	T-24	7	8	0.3	6	0.2	4	0.1	8
93	T-25	9	28	0.9	12	0.4	12	0.4	8
94	T-26	8	12	0.4	8	0.3	4	0.1	4
95	T-28	8	28	0.9	28	0.9	12	0.4	8
96	T-29	9	0	0.0	20	0.7	4	0.1	28
97	T-30	8	28	0.9	12	0.4	4	0.1	12
98	T-31	8	28	0.9	16	0.5	20	0.7	12
99	T-32	8	12	0.4	12	0.4	8	0.3	8
100	T-33	8	28	0.9	28	0.9	12	0.4	12
101	T-34	8	20	0.7	28	0.9	12	0.4	8
102	T-35	8	28	0.9	8	0.3	8	0.3	16
103	T-36	8	28	0.9	4	0.1	8	0.3	4

Tabla H.11: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Ticul Parte 2.

carne de cerdo por día	carne de res veces al mes	carne de res por día	pollo veces al mes	pollo por día	visceras veces al mes	visceras por día	embutidos veces la mes	embutidos por día	pescado veces al mes
0.0	8	0.3	0	0.0	0	0.0	12	0.4	0
0.4	4	0.1	8	0.3	0	0.0	4	0.1	8
0.4	8	0.3	4	0.1	0	0.0	8	0.3	4
0.4	4	0.1	8	0.3	0	0.0	12	0.4	4
0.4	4	0.1	4	0.1	0	0.0	8	0.3	1
0.4	4	0.1	12	0.4	0	0.0	8	0.3	2
0.4	1	0.0	4	0.1	0	0.0	28	0.9	1
0.1	1	0.0	16	0.5	0	0.0	20	0.7	12
0.3	2	0.1	8	0.3	0	0.0	1	0.0	0
0.1	4	0.1	16	0.5	1	0.0	12	0.4	2
0.1	1	0.0	4	0.1	4	0.1	4	0.1	2
0.5	4	0.1	4	0.1	0	0.0	12	0.4	1
0.5	0	0.0	28	0.9	0	0.0	0	0.0	0
0.1	12	0.4	8	0.3	0	0.0	12	0.4	8
0.5	8	0.3	4	0.1	1	0.0	12	0.4	2
0.3	1	0.0	12	0.4	0	0.0	4	0.1	1
0.4	4	0.1	12	0.4	0	0.0	8	0.3	4
0.3	4	0.1	8	0.3	0	0.0	16	0.5	1
0.3	0	0.0	8	0.3	0	0.0	0	0.0	4
0.4	12	0.4	8	0.3	0	0.0	8	0.3	1
0.4	8	0.3	12	0.4	0	0.0	13	0.4	4
0.4	1	0.0	16	0.5	8	0.3	12	0.4	2
0.4	12	0.4	12	0.4	0	0.0	16	0.5	1
0.3	8	0.3	8	0.3	0	0.0	8	0.3	2
0.3	1	0.0	12	0.4	1	0.0	12	0.4	4
0.1	4	0.1	4	0.1	1	0.0	12	0.4	2
0.3	4	0.1	12	0.4	1	0.0	12	0.4	1
0.9	1	0.0	8	0.3	4	0.1	8	0.3	4
0.4	2	0.1	8	0.3	1	0.0	4	0.1	1
0.4	8	0.3	8	0.3	4	0.1	8	0.3	2
0.3	4	0.1	8	0.3	0	0.0	16	0.5	0
0.4	0	0.0	8	0.3	0	0.0	8	0.3	4
0.3	12	0.4	8	0.3	8	0.3	4	0.1	4
0.5	4	0.1	12	0.4	0	0.0	8	0.3	4
0.1	8	0.3	16	0.5	0	0.0	12	0.4	0

Tabla H.12: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo alimento para el municipio de Ticul
Parte 3.

pescado por día	mariscos veces al mes	mariscos por día	arroz veces al mes	arroz por día	enlatados veces al mes	preparación de alimentos	consumo de alimentos		factor de riesgo alimento
							materia	Trastos de cocina	
0.0	0	0.0	12	0.4	3	3	3	2	13.6
0.3	4	0.1	12	0.4	3	3	3	2	14.5
0.1	1	0.0	4	0.1	3	3	3	1	13.2
0.1	0	0.0	16	0.5	3	3	3	2	13.5
0.0	0	0.0	12	0.4	3	3	3	1	12.1
0.1	0	0.0	8	0.3	3	3	3	2	13.2
0.0	0	0.0	4	0.1	3	3	3	2	12.8
0.4	4	0.1	28	0.9	3	3	3	1	15.6
0.0	0	0.0	12	0.4	3	3	2	1	10.3
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	3	15.1
0.1	0	0.0	12	0.4	3	3	3	3	13.3
0.0	2	0.1	8	0.3	3	3	3	3	14.4
0.0	0	0.0	8	0.3	3	3	3	1	13.3
0.3	1	0.0	8	0.3	3	3	3	1	14.6
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	2	14.5
0.0	1	0.0	2	0.1	3	3	3	3	14.2
0.1	0	0.0	8	0.3	3	3	3	1	13.2
0.0	1	0.0	12	0.4	3	3	3	1	13.3
0.1	0	0.0	4	0.1	3	3	3	1	8.1
0.0	1	0.0	20	0.7	3	3	3	1	13.5
0.1	1	0.0	16	0.5	3	3	3	1	13.8
0.1	0	0.0	12	0.4	3	3	3	1	14.4
0.0	1	0.0	16	0.5	3	3	3	3	14.8
0.1	0	0.0	12	0.4	3	3	3	2	13.1
0.1	1	0.0	8	0.3	3	3	3	1	13.3
0.1	2	0.1	4	0.1	0	3	3	2	9.9
0.0	1	0.0	16	0.5	3	3	3	1	14.1
0.1	1	0.0	8	0.3	3	3	3	2	13.9
0.0	0	0.0	0	0.0	3	3	3	1	12.4
0.1	1	0.0	12	0.4	3	3	3	2	15.0
0.0	0	0.0	8	0.3	3	3	3	2	13.5
0.1	0	0.0	4	0.1	3	3	3	2	14.5
0.1	1	0.0	8	0.3	3	3	3	1	13.8
0.1	1	0.0	16	0.5	3	3	2	2	13.5
0.0	1	0.0	8	0.3	3	3	3	2	14.0

Tabla H.13: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo tabaquismo para el municipio de Mérida.

#	Participante	fuma o no fuma	los dos fuman	fuma_dentro_domicilio_madre	años_fumando_madre	fuma_dentro_domicilio_padre	años_fumando	factor de riesgo tabaquismo
1	M01	2	1	1	2	1	2	9
2	M02	1				1	1	3
3	M03	1				1	2	4
4	M04	1				1	2	4
5	M05	1				1	2	4
6	M06	1				1	1	3
7	M07	1				1	1	3
8	M08	1				1	2	4
9	M09	1				1	2	4
10	M10	1				1	2	4
11	M11	1				1	1	3
12	M13	1				1	1	3
13	M14	1				1	2	4
14	M15	1				1	1	3
15	M16	1				1	1	3
16	M17	1				1	1	3
17	M19	2	1	2	2	2	2	11
18	M20	1				1	1	3
19	M21	1				1	1	3
20	M22	2	1	1	2	1	2	9
21	M23	1				1	2	4
22	M24	1				1	1	3
23	M25	1				1	1	3
24	M26	1				1	1	3
25	M27	2	1	2	2	2	2	11
26	M28	1				1	1	3
27	M29	1				1	1	3
28	M30	1				1	2	4
29	M32	1				1	2	4
30	M33	1				1	1	3
31	M34	1				1	1	3
32	M35	1				1	1	3
33	M36	1				1	1	3

Tabla H.14: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo tabaquismo para el municipio de Progreso.

#	Participante	fuma o no fuma	los dos fuman	fuma_dentro_domicilio_madre	años_fumando_madre	fuma_dentro_domicilio_padre	años_fumando	factor de riesgo tabaquismo
1	P01	1				1	1	3
2	P02	1				1	2	4
3	P03	1				1	2	4
4	P04	1				1	1	3
5	P05	1				1	2	4
6	P06	1				1	2	4
7	P07	1				1	1	3
8	P08	1				1	1	3
9	P09	2		2	2	2	2	10
10	P10	1				1	2	4
11	P11	1				1	1	3
12	P12	1				1	1	3
13	P13	1				1	2	4
14	P14	1				1	1	3
15	P15	1				1	2	4
16	P16	1				1	2	4
17	P17	1				1	1	3
18	P18	1				1	1	3
19	P19	1				1	1	3
20	P20	1				1	1	3
21	P21	1				1	1	3
22	P22	1				1	1	3
23	P23	1				1	1	3
24	P24	2	1	1	2	1	2	9
25	P25	1				1	1	3
26	P26	1				1	1	3
27	P27	1				1	1	3
28	P29	1				1	1	3
29	P30	2	1	1	2	1	2	9
30	P31	1				1	1	3
31	P32	1				1	1	3
32	P33	2	2	1	2	1	2	10
33	P34	2	1	2	2	2	2	11
34	P35	1				1	1	3
35	P36	2	1	2	2	2	2	11

Tabla H.15: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo tabaquismo para el municipio de Ticul.

#	Participante	fuma o no fuma	los dos fuman	fuma_dentro_domicilio_madre	años_fumando_madre	fuma_dentro_domicilio_padre	años_fumando	factor de riesgo tabaquismo
1	T-01	1				1	1	3
2	T-02	1				1	2	4
3	T-03	1				1	1	3
4	T-04	1				1	1	3
5	T-05	1				1	1	3
6	T-06	1				1	1	3
7	T-07	1				1	1	3
8	T-08	1				1	1	3
9	T-09	2	1	1	2	1	2	9
10	T-10	1				1	1	3
11	T-11	1				1	1	3
12	T-12	1				1	1	3
13	T-13	1				1	1	3
14	T-14	1				1	1	3
15	T-15	1				1	1	3
16	T-16	1				1	1	3
17	T-17	1				1	1	3
18	T-18	1				1	1	3
19	T-19	1				1	1	3
20	T-20	1				1	1	3
21	T-21	2	1	1	2	1	2	9
22	T-22	1				1	1	3
23	T-23	1				1	1	3
24	T-24	1				1	1	3
25	T-25	1				1	1	3
26	T-26	1				1	1	3
27	T-28	2	1	1	2	1	2	9
28	T-29	1				1	1	3
29	T-30	1				1	1	3
30	T-31	1				1	1	3
31	T-32	1				1	1	3
32	T-33	2	1	1	2	1	2	9
33	T-34	1				1	1	3
34	T-35	1				1	1	3
35	T-36	2	1	1	2	1	2	9

Tabla H.16: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo educativo y socioeconómico para el municipio de Mérida.

#	Participante	Educación madre	Educación padre	Factor de riesgo educativo	Factor de riesgo socioeconómico
1	M01	2	2	4	3
2	M02	2	2	4	3
3	M03	3	2	5	5
4	M04	3	0	3	5
5	M05	1	3	4	4
6	M06	1	2	3	4
7	M07	3	2	5	5
8	M08	2	2	4	5
9	M09	2	2	4	5
10	M10	3	2	5	5
11	M11	2	1	3	4
12	M13	1	1	2	2
13	M14	1	1	2	2
14	M15	2	2	4	4
15	M16	2	1	3	4
16	M17	2	3	5	4
17	M18	3	3	6	5
18	M20	3	2	5	5
19	M21	3	2	5	5
20	M22	1	1	2	2
21	M23	2	3	5	4
22	M24	2	2	4	5
23	M25	1	2	3	3
24	M26	1	1	2	2
25	M27	2	2	4	3
26	M28	2	1	3	2
27	M29	1	1	2	2
28	M30	1	1	2	2
29	M32	1	1	2	1
30	M33	2	2	4	5
31	M34	2	2	4	4
32	M35	2	2	4	4
33	M36	2	3	5	1

Tabla H.17: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo educativo y socioeconómico para el municipio de Progreso.

#	Participante	Educación madre	Educación padre	Factor de riesgo educativo	Factor de riesgo socioeconómico
1	P01	1	2	3	2
2	P02	3	2	5	4
3	P03	3	3	6	4
4	P04	1	1	2	2
5	P05	2	0	2	4
6	P06	3	3	6	4
7	P07	3	3	6	6
8	P08	2	3	5	5
9	P09	3	2	5	4
10	P10	2	0	2	5
11	P11	2	2	4	4
12	P12	3	2	5	4
13	P13	3	3	6	5
14	P14	2	3	5	4
15	P15	3	2	5	5
16	P16	2	2	4	5
17	P17	2	2	4	5
18	P18	3	2	5	4
19	P19	2	3	5	5
20	P20	3	3	6	5
21	P21	2	0	2	5
22	P22	2	2	4	3
23	P23	3	0	3	5
24	P24	3	2	5	4
25	P25	3	1	4	5
26	P26	2	3	5	5
27	P27	1	1	2	5
28	P29	3	3	6	4
29	P30	1	1	2	4
30	P31	3	3	6	5
31	P32	3	0	3	6
32	P33	3	0	3	5
33	P34	3	3	6	5
34	P35	2	3	5	5
35	P36	2	3	5	5

Tabla H.18: Base de datos general de variables cualitativas y construcción de factor de riesgo educativo y socioeconómico para el municipio de Ticul.

#	Participante	Educación madre	Educación padre	Factor de riesgo educativo	Factor de riesgo socioeconómico
1	T-01	2	3	5	5
2	T-02	1	2	3	5
3	T-03	3	2	5	5
4	T-04	3	3	3	5
5	T-05	3	3	6	6
6	T-06	3	3	6	6
7	T-07	2	3	5	6
8	T-08	2	3	2	5
9	T-09	3	3	6	6
10	T-10	3	3	3	6
11	T-11	3	2	5	6
12	T-12	3	2	5	5
13	T-13	3	1	4	4
14	T-14	3	3	6	4
15	T-15	3	3	3	4
16	T-16	2	3	5	5
17	T-17	3	1	4	4
18	T-18	3	1	4	4
19	T-19	3	3	3	3
20	T-20	1	3	4	5
21	T-21	2	2	4	5
22	T-22	1	3	4	4
23	T-23	3	3	6	5
24	T-24	3	3	6	5
25	T-25	3	3	6	4
26	T-26	3	3	6	5
27	T-28	1	1	2	2
28	T-29	3	3	6	5
29	T-30	1	3	4	4
30	T-31	1	3	4	4
31	T-32	3	2	5	3
32	T-33	3	3	6	5
33	T-34	2	1	3	4
34	T-35	2	3	5	5
35	T-36	3	3	6	5