

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA CON ÉNFASIS EN EPIDEMIOLOGÍA

RELACIÓN ENTRE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA INTRADOMICILIARIA CON LA PRESENCIA DE SINTOMATOLOGÍA RESPIRATORIA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS.

ANÁLISIS SECUNDARIO DE LA V ENCUESTA NACIONAL DE SALUD MATERNO INFANTIL  
GUATEMALA 2008/2009. GUATEMALA, 2018.

TESIS DE POSGRADO

**YESENIA ALEJANDRA MORI GÁMEZ**

CARNET 20224-07

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA CON ÉNFASIS EN EPIDEMIOLOGÍA

RELACIÓN ENTRE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA INTRADOMICILIARIA CON LA PRESENCIA DE SINTOMATOLOGÍA RESPIRATORIA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS.

ANÁLISIS SECUNDARIO DE LA V ENCUESTA NACIONAL DE SALUD MATERNO INFANTIL GUATEMALA 2008/2009. GUATEMALA, 2018.

TESIS DE POSGRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD

POR

**YESENIA ALEJANDRA MORI GÁMEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN SALUD PÚBLICA CON ÉNFASIS EN EPIDEMIOLOGÍA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

DECANO: DR. EDGAR MIGUEL LÓPEZ ÁLVAREZ  
SECRETARIA: LIC. JENIFFER ANNETTE LUTHER DE LEÓN  
DIRECTOR DE CARRERA: DR. DANIEL ELBIO FRADE PEGAZZANO

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
MGTR. CANDELARIA GUILLERMINA LETONA BERGANZA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

DR. DANIEL ELBIO FRADE PEGAZZANO  
MGTR. ANA VICTORIA ARREAZA MORALES DE FRANCO  
MGTR. JUDITH MARINELLY LOPEZ GRESSI

Guatemala, 13 de junio del 2018

**Dr. Daniel Frade**

Director Departamento de Postgrados

Facultad Ciencias de la Salud

Universidad Rafael Landívar

Estimado Dr. Frade.

Por medio de la presente y en mi calidad de asesora, le informo que se ha concluido la revisión del trabajo de investigación **“RELACIÓN ENTRE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA INTRADOMICILIARIA CON LA PRESENCIA DE SINTOMATOLOGÍA RESPIRATORIA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS”**, realizado por la estudiante de postgrado Dra. Yesenia Alejandra Mori Gámez, carné 2022407.

La Dra. Mori, ha cumplido a satisfacción con todas las recomendaciones y sugerencias propuestas para el mejoramiento del trabajo final de investigación, por lo que agradezco se le brinden las orientaciones subsiguientes a efecto de completar las gestiones administrativas y académicas hasta completar el proceso final de tesis en la Maestría en Salud Pública.

Sin otro particular, Atte.



Dra. Candelaria G. Letona Berganza

Magister en Salud Pública: Epidemiología y Gerencia

**Dra. Candelaria G. Letona B.**  
MÉDICO Y CIRUJANO  
Colegiada No. 8200



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Posgrado de la estudiante YESENIA ALEJANDRA MORI GÁMEZ, Carnet 20224-07 en la carrera MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA CON ÉNFASIS EN EPIDEMIOLOGÍA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 09340-2018 de fecha 29 de junio de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

RELACIÓN ENTRE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA INTRADOMICILIARIA CON LA PRESENCIA DE SINTOMATOLOGÍA RESPIRATORIA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS. ANALISIS SECUNDARIO DE LA V ENCUESTA NACIONAL DE SALUD MATERNO INFANTIL GUATEMALA 2008/2009. GUATEMALA, 2018.

Previo a conferírsele el grado académico de MAGÍSTER EN SALUD PÚBLICA CON ÉNFASIS EN EPIDEMIOLOGÍA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 3 días del mes de septiembre del año 2018.



  
LIC. JENIFFER ANNETTE LUTHER DE LEÓN, SECRETARIA  
CIENCIAS DE LA SALUD  
Universidad Rafael Landívar

## RESUMEN EJECUTIVO

**INTRODUCCION.** Cocinar con combustibles sólidos con cocinas tradicionales o a fuego propicia a elevar los niveles de contaminación aérea intradomiciliaria. Se estima que a nivel mundial la contaminación aérea dentro de los hogares es causante de 1,5 millones de muertes anuales<sup>1</sup>, afectando a aproximadamente el 50% de la población mundial<sup>2</sup>. A nivel Centroamericano, Guatemala ocupa el tercer lugar respecto al consumo de leña como combustible, según la V Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil (ENSMI), 2008/2009 en el país, 61.1% de las familias utilizan leña como combustible para cocinar (82.6% en el área rural), y en el año 2002 se produjeron 3,300 muertes relacionadas al uso de combustibles sólidos: 1,610 muertes en menores de 5 años debidas a infecciones respiratorias agudas. **METODOS.** Se analizó la base de datos de la ENSMI 2008/09. Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión se trabajó con una muestra de 11, 536 casos. Debido a que no se contaba con una variable que identificase claramente los casos de infecciones respiratorias aguda, se crearon 7 indicadores Proxy para la sintomatología respiratoria con los que se generaron 127 combinaciones para determinar la severidad de la sintomatología respiratoria. Se establecieron 3 indicadores predictores (por la exposición), y se consideró que los indicadores Proxy de infecciones respiratorias agudas, pudiesen explicarse por otros indicadores que no fueran necesariamente los de exposición, por lo tanto, se formularon 5 indicadores *Confounder*. Posteriormente se procedió a establecer la asociación entre los indicadores *Proxy* de infección respiratoria aguda y los indicadores de exposición al humo, tomando en cuenta los otros indicadores; a través de modelos estadísticos utilizando regresión logística. Se consideró que los indicadores de exposición o *Confounder* tienen asociación con los Indicadores *Proxy* de infección respiratoria aguda cuando la significancia fuese de  $p < 0.05$ . **RESULTADOS Y CONCLUSIONES.** De los 11,536 casos seleccionados, 64.2% pertenecían al área urbana, 49.9% eran de sexo masculino, con una distribución homogénea en los rangos de edad. Respecto al material empleado para cocinar, 80.8% de los hogares encuestados emplean leña para cocinar o la combinación de leña y gases. En el caso de niños que viven en hogares donde se usa combustible que produce humo y además no poseen cuarto para cocinar, se encontró que tienen 1.7 veces (OR = 1.669,  $p = 0.000$ ) probabilidad de presentar sintomatología respiratoria, que niños donde no se consume este tipo de combustible y/o poseen un cuarto para cocinar. Niños que viven en hogares donde se usa combustible que produce humo, y además no poseen cuarto para cocinar, y comparten la cocina, tienen 3.4 veces (OR = 3.409,  $p = 0.000$ ) más probabilidad de presentar sintomatología respiratoria. Por lo tanto, si existe relación entre la combustión de biomasa intradomiciliaria con el apareamiento de sintomatología respiratoria en niños y niñas menores de 5 años.

*Palabras clave:* ENSMI, humo de leña, contaminación intradomiciliaria, sintomatología respiratoria.

## INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
	<u>PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....</u>	<u>2</u>
III.	MARCO TEORICO.....	3
IV.	ANTECEDENTES.....	14
V.	JUSTIFICACIÓN.....	16
VI.	OBJETIVOS.....	17
VII.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	18
VIII.	METODOLOGÍA.....	19
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
XII.	ANEXOS.....	56
XIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

## I. INTRODUCCION

En el 2005 la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó las Directrices de Calidad del Aire (Air Quality Guidelines) en donde detalla el riesgo asociado a la contaminación intradomiciliaria. Estas directrices se basan en las extensas pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias para la salud.

Cocinar con combustibles sólidos con cocinas tradicionales propicia a elevar los niveles de contaminación aérea intradomiciliaria. Se estima que a nivel mundial la contaminación aérea dentro de los hogares es causante de 1,5 millones de muertes anuales<sup>1</sup>, afectando a aproximadamente el 50% de la población mundial<sup>2</sup> de los cuales la población que más sufre estos efectos es de predominio rural, con un nivel económico precario siendo más vulnerables mujeres, niños y ancianos.

A nivel Centroamericano, Guatemala ocupa el tercer lugar respecto al consumo de leña como combustible, según la V Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil (ENSMI) 2008/2009, en el país, 61.1% de las familias utilizan leña como combustible para cocinar (82.6% en el área rural), y en el año 2002 se produjeron 3,300 muertes relacionadas al uso de combustibles sólidos: 1,610 muertes en menores de 5 años debidas a infecciones respiratorias agudas, lo cual nos lleva a plantearnos si estas muertes en menores de 5 años pudiesen haber tenido asociación con la presencia del humo dentro del hogar, en este contexto, surge la motivación para realizar este trabajo, en el cual, se analiza la relación entre la contaminación intradomiciliaria por la combustión de biomasa intradomiciliaria con la presencia de sintomatología respiratoria en niños menores de 5 años en Guatemala.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación intradomiciliaria constituye un riesgo importante para la salud, tomando en cuenta que la persona promedio permanece 80% del día en ambientes interiores, del cual, 60% es en su hogar<sup>3</sup>. Los efectos de los contaminantes sobre la salud dependen en gran medida del tipo de contaminante, concentración, tiempo de exposición, sus reacciones con otros contaminantes para formar nuevas sustancias tóxicas, así como la idiosincrasia de la persona en términos de metabolismo y susceptibilidad individual.

En países en vías de desarrollo, la contaminación intradomiciliaria se debe en mayor parte por actividades cotidianas como la cocina con combustibles que generan contaminantes de alta toxicidad, aún más, que los contaminantes extradomiciliarios que pudiesen penetrar al interior del hogar.<sup>4</sup> Esto debido a que dichos combustibles son económicamente más accesibles que otras fuentes de combustión y son empleados con mayor periodicidad en zonas donde los niveles de pobreza son considerables. A nivel Centroamericano, Guatemala ocupa el tercer lugar respecto al consumo de leña como combustible<sup>5</sup>, ese gasto supera al uso de la energía eléctrica; cerca de 19 millones de metros cúbicos sólidos de leña son consumidos anualmente en Guatemala, sin tomar en cuenta los productos utilizados en la pequeña y mediana industria.<sup>vi</sup> Es por ello que este estudio analizó la asociación entre la contaminación intradomiciliaria por la combustión de biomasa intradomiciliaria con la presencia de sintomatología respiratoria en niños menores de 5 años en Guatemala.

### **PREGUNTAS DE INVESTIGACION**

¿Existe asociación entre la combustión de biomasa intradomiciliaria con la presencia de sintomatología respiratoria en niños menores de 5 años?

### III. MARCO TEORICO

La contaminación intradomiciliaria en si se forma por una combinación de distintos contaminantes que interactúan simultáneamente y se cuantifican con indicadores específicos. En si se genera principalmente por tres grandes grupos<sup>7</sup>:

- **Biológicos:** los contaminantes de tipo biológico incluyen principalmente los agentes causales de enfermedades transmisibles como alérgenos, hongos o ciertas toxinas virulentas. La enfermedad por factores biológicos depende de la interacción compleja entre el ambiente y las características del organismo, tanto genéticas, el momento de la exposición y la edad, ya que en algunos casos dependiendo de la edad del huésped al momento de la exposición, así va a ser el grado de respuesta del organismo, a temprana edad peor es el resultado tal es el caso de los alérgenos y los pacientes alérgicos. Algunas interacciones dependen de las predisposiciones o características genéticas del individuo y su interacción con su medio.
- **Carcinogénicos:** incluyen algunos compuestos como el asbesto, que forman parte de algunos materiales de construcción que aún son empleados en algunos países a pesar de ya haber sido prohibido su uso. Otro compuesto carcinogénico empleado en materiales de construcción es el radón.
- **Químicos:** estos se componen principalmente de la combustión de ciertos productos que liberan partículas al aire como el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), o material particulado como el humo de cigarrillo o formaldehído. El CO es de sumo peligro ya que es inodoro y por lo general el individuo no percibe la exposición como tal hasta que es demasiado tarde.

La difusión del contaminante en espacios cerrados depende del volumen del aire dentro de la habitación, así como su tamaño y diseño de construcción. Por otro lado, su eliminación, depende del grado de aislamiento y opciones de salida al exterior de la habitación como puertas o ventanas, así como la existencia de filtros o chimeneas. La calidad del aire en el espacio intradomiciliario va a depender de múltiples factores como los hábitos del sujeto, el nivel socioeconómico (hacinamiento, combustión de biomasa intradomiciliaria, puertas y ventanas en la construcción, uso de ventilación, filtros o chimeneas, diseño de la construcción) y fuentes de contaminación.

### **Biomasa y material particulado**

Este tipo de material se determina dependiendo del peso molecular de las partículas que se liberan al aire después de su combustión. Usualmente está formado por un núcleo carbonáceo con elementos añadidos como sulfatos, metales e hidrocarburos aromáticos policíclicos adsorbidos a su superficie. Así mismo, se forman partículas secundarias por reacciones químicas de las partículas primarias en la atmósfera con gases fuertemente oxidantes (óxidos de nitrógeno, ozono, óxidos de azufre), llevando a la formación de nitratos y amoníaco. Dichas partículas dependiendo de su tamaño aerodinámico pueden ser PM 10, PM 5, o PM 2,5.

La contaminación particulada de dimensiones PM 2,5 es más nociva ya que por su menor tamaño llega a la vía aérea más distal y es la que produce más patologías, aunque para fines de contaminación ambiental, el estándar internacional cuantifica el PM 10. En niños de países en vías de desarrollo, en áreas rurales con grados de pobreza o pobreza extrema están más expuestos al material particulado derivado de la combustión de la biomasa o combustibles sólidos por sus mismas condiciones de vida<sup>8</sup>.

La biomasa se considera como toda fuente de energía orgánica de origen tanto animal como vegetal que pueda ser utilizada con fines energéticos<sup>9</sup>. Es un tipo de

energía renovable ya que su contenido procede de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético; la cual es liberada al romper los enlaces de los compuestos orgánicos en la combustión, generando CO<sub>2</sub> y agua como productos finales. Los productos derivados del uso de las biomásas se emplean como: biocombustibles sólidos, con fines térmicos y eléctricos y como biocombustibles líquidos.

La combustión de la leña es un fenómeno químico que consiste en una reacción exotérmica entre elementos químicos y oxígeno. Si no se produce la combustión completa de la leña, se pierde el 70% de la energía y se liberan al aire sustancias como monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poliaromáticos y otros compuestos peligrosos para la salud.<sup>10</sup> Se calcula que la energía producida por la combustión de la biomasa es casi una décima parte de la demanda energética humana mundial.

Al incinerar la leña, se genera una combustión incompleta lo que genera la parcial oxidación de compuestos orgánicos, partículas ultrafinas (< 0,1 µm), que les permite atravesar las membranas mucosas y alojarse en los bronquiolos y alvéolos venciendo las barreras de protección del cuerpo llegando al torrente sanguíneo. Se han realizado estudios en voluntarios en donde se evidencia que, al momento de ingresar a las vías respiratorias, estas partículas ultrafinas son capaces de desencadenar una respuesta inflamatoria sistémica.

Otros estudios epidemiológicos realizados en países desarrollados y países en vías del desarrollo han revelado que en la población infantil los efectos son mayores a los atribuidos al material particulado atmosférico<sup>xi</sup>; otros estudios han demostrado los compuestos de hidrocarburos aromáticos policíclicos derivados de la combustión de la leña en experimentación in vitro pueden ser mutagénicos<sup>12</sup>.

La biomasa es ampliamente utilizada ya que es una excelente alternativa energética por dos razones: la primera ya que a partir de ella se pueden obtener diversos productos, y la segunda es que se adaptan a todos los campos de utilización que se requieran. Según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles”.

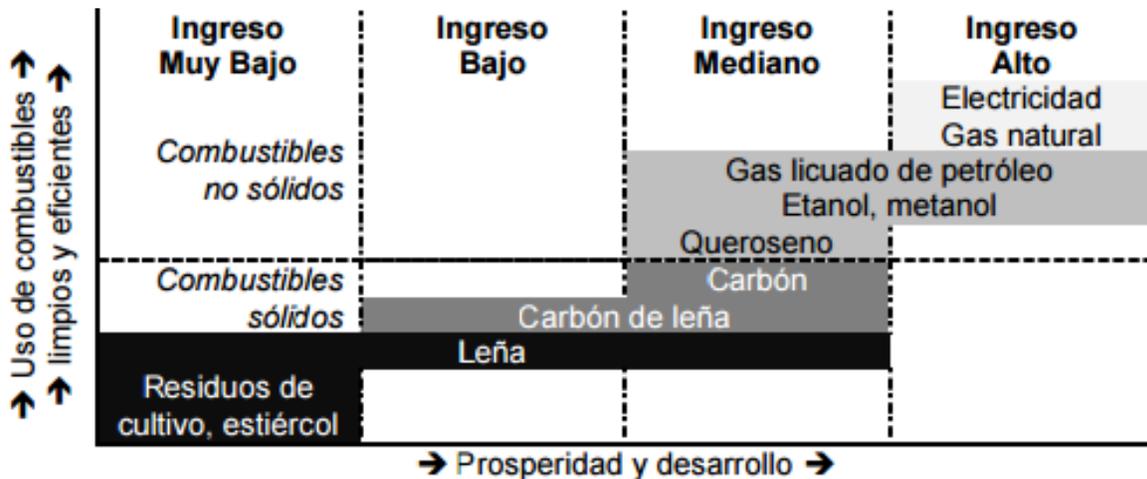
Aproximadamente el 50% de los hogares a nivel mundial emplean la combustión de biomasa, específicamente leña para cocinar<sup>13</sup>. El 30% de los hogares en áreas urbanas emplean la combustión de leña para cocinar, y en áreas rurales, esto aumenta al 90% de hogares.<sup>14</sup> En Latinoamérica la biomasa representa aproximadamente una tercera parte del consumo energético y por lo general es fuente importante de energía en casa como combustible para cocinar y para la calefacción. Aunque, es empleada de manera indiscriminada y desorganizada, en el afán de la búsqueda de energía económica, lo cual genera una deforestación innecesaria e irracional ocasionado erosiones y desgastes al suelo y subsuelo, a pesar, que uno de los Objetivos del desarrollo sostenible en el 2015 es “erradicar la pobreza y el hambre y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente”.<sup>15</sup>

### **Economía y uso de biomasa como combustible**

La utilización de biomasa alrededor del mundo como medio de combustible implica un impacto en la economía, ya que cuando se requiere combustible, grandes sumas económicas son gastadas en combustibles ineficientes lo que limita severamente el presupuesto familiar. En el gráfico No, 1 se puede observar cual es la relación entre el nivel socioeconómico y el tipo de combustible empleado, donde claramente se puede apreciar que, dependiendo del estrato socioeconómico y la capacidad adquisitiva del sujeto, así es la fuente de combustible empleada. Grupos económicamente vulnerables suelen gastar en energía un porcentaje más grande de sus ingresos que los hogares afluentes.

Gráfico No. 1

Desarrollo económico y energía domestica



Fuente: Adaptado de: Rehfuess E. *Energía doméstica y salud: Combustibles para una vida mejor.* Francia: OMS; 2007

**Asociación entre combustión intradomiciliaria y diversas patologías en humanos**

Los efectos de los contaminantes sobre la salud se han estudiado a través de diversos modelos experimentales y epidemiológicos. La respuesta del cuerpo ante la contaminación intradomiciliaria ha sido descrita y comparada como una pirámide de cinco peldaños, en la cual, el primer peldaño corresponde a toda la población expuesta, continuada por un porcentaje de esta población expuesta que ha acumulado contaminantes en su organismo. El tercer peldaño estaría compuesto por la población que presenta cambios bioquímicos de significado incierto; el cuarto peldaño serán los individuos que presentan ya cambios funcionales precursores de la enfermedad, escalando al quinto y sexto peldaño conformados por la población expuesta que presenta ya morbilidad y los pacientes fallecidos a causa de la contaminación, respectivamente<sup>16</sup>.

El humo causante de la quema de la biomasa genera una mezcla de aerosoles y gases que contiene varios contaminantes relevantes para la salud de las personas que los inhalan. Investigaciones han demostrado la asociación entre la exposición

doméstica crónica al humo y enfermedad pulmonar crónica, principalmente del tipo de la bronquitis crónica en países de la India, Nepal y Nueva Guinea<sup>17</sup> otros estudios han reunido información acerca de los efectos no respiratorios de los contaminantes atmosférico (imagen No.1), siendo estos múltiples y capaces de afectar sistemas y órganos con varios grados de intensidad. Del mismo modo, la literatura considera a las siguientes defunciones parte de las 3.8 defunciones prematuras atribuibles a la exposición crónica de la contaminación del aire intradomiciliaria por humo de la combustión de biomasa<sup>18</sup>:

- La cuarta parte de las defunciones debidas a accidentes cerebrovasculares (aproximadamente 1.4 millones de muertes)
- 15% de las defunciones por cardiopatía isquemia
- 17% de las defunciones prematuras causadas cada año por el cáncer de pulmón en adultos son atribuibles a la exposición a los carcinógenos del aire de interiores contaminado.
- 27% se deben a neumonía
- 18% a accidente cerebrovascular
- 27% a cardiopatía isquémica
- 20% a neumopatía obstructiva crónica,
- 8% a cáncer de pulmón.

Resumiendo, que los contaminantes atmosféricos son responsables de contribuir al aumento de la mortalidad general, la mortalidad infantil, la mortalidad en mayores de 65 años y de las hospitalizaciones debidas a enfermedades respiratorias y cardiovasculares<sup>19</sup>.

**Imagen No. 1**  
**Efectos no respiratorios de los contaminantes atmosféricos\***

Órganos / Sistemas	Contaminantes	Efectos
Cardiovascular	Material particulado	Disminución de la variabilidad en la frecuencia cardíaca ante el estrés
	Monóxido de carbono	Interfiere el transporte de O <sub>2</sub> por la hemoglobina
	Plomo / Vanadio	Mayor frecuencia de hipertensión arterial en población adulta
	Ozono (O <sub>3</sub> )	Comunicación interventricular (administración prenatal en ratas)
Unidad materno-fetal	Monóxido de carbono y PM <sub>2,5</sub> (hidrocarburos aromáticos policíclicos: HAP)	Bajo peso de nacimiento Baja talla al nacer
Sistema nervioso central y autonómico	Monóxido de carbono	Cefalea, irritabilidad, disminución de percepción auditiva y visual. Compromiso progresivo y letal de conciencia en concentraciones altas
	Plomo	Hiperquinesia, trastornos del aprendizaje; encefalopatía; cólicos intestinales
	Ozono (O <sub>3</sub> )	Daño cerebeloso en células de Purkinje (administrado prenatalmente en ratas)
Renal	Cadmio y Vanadio Plomo	Toxicidad renal Tubulopatía
Hematopoyético	Plomo	Anemia
Óseo	Plomo	Reemplazo del Ca <sup>+2</sup> en los huesos produciendo descalcificación

\* Fuente: Adaptada de: Oyarzun, M. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Rev Chil Enf Respir* 2010; 26: 16-25

Además, de los aproximadamente 17 millones de muertes anuales en menores de cinco años<sup>20</sup>, las infecciones respiratorias agudas, son responsables de un tercio de ellas, de éstas, 98% provienen de países en vías de desarrollo<sup>21</sup>, de estas se entra en detalle a continuación.

## **Asociación entre combustión intradomiciliaria y patologías respiratorias**

Diversas enfermedades respiratorias pueden ser desencadenadas o empeoradas por la contaminación intradomiciliaria, coadyuvado por factores como la genética del sujeto, agentes infecciosos y deficiencias nutricionales e inmunitarias<sup>22</sup>.

Los efectos de la contaminación intradomiciliaria en la salud se han evaluado a través de modelos experimentales y epidemiológicos, tomando en cuenta que cada tipo de modelo posee fortalezas y debilidades por lo que como norma internacional se asume el daño del contaminante intradomiciliario en base a los efectos encontrados.

Los efectos de estos contaminantes dependen de la concentración, duración de la exposición y susceptibilidad del sujeto expuesto tal como se muestra en la imagen No. 2 a continuación.

## Imagen No. 2

### Efectos adversos de los contaminantes aéreos sobre el sistema respiratorio\*

Contaminante	Efecto a corto plazo	Efecto a largo plazo
Material particulado "respirable" (PM <sub>10</sub> ) y fino (PM <sub>2,5</sub> )	Aumento de morbimortalidad respiratoria Disminución en la función pulmonar Interferencia en mecanismos de defensa pulmonar: fagocitosis y depuración mucociliar Síndrome bronquial obstructivo	Menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio  Mayor riesgo de cáncer en la edad adulta (HAPs)
Particulado ultrafino (PM <sub>0,1</sub> )	Mayor respuesta inflamatoria. (comparado con PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> ) Pasaje rápido a la circulación y a otros órganos	
Ozono (O <sub>3</sub> )	Disminución de frecuencia respiratoria y disminución de CVF y VEF <sub>1</sub> Alveolitis neutrofílica, aumento de permeabilidad e hiperreactividad bronquial Alteración del epitelio alveolar (células tipo II)	Daño de células epiteliales, "bronquiolización" alveolar Disminución del desarrollo de CVF y VEF <sub>1</sub>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Obstrucción bronquial Hipersecreción bronquial	Bronquitis crónica
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Hiperreactividad bronquial Aumento de síntomas respiratorios y exacerbaciones de asma Aumenta la respuesta a la provocación con alérgenos Disminución de la actividad mucociliar	Posible decremento del desarrollo pulmonar
Monóxido de carbono (CO)	Disminución en la capacidad de ejercicio	
Plomo (Pb)	Alteración del epitelio bronquiolar (células de Clara)	

CVF: Capacidad vital forzada; VEF<sub>1</sub>: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo. HAPs: hidrocarburos aromáticos policíclicos.

\* Fuente: Adaptada de: Oyarzun, M. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Rev Chil Enf Respir* 2010; 26: 16-25

La dosis efectiva recibida del contaminante depende de la concentración, duración de la exposición y ventilación minuto del sujeto. Los niños y adultos mayores son susceptibles a estos efectos tal como se muestra en el cuadro No. 1.

## Cuadro No. 1

### Factores que explican la mayor susceptibilidad del sistema respiratorio a los contaminantes atmosféricos en la infancia

Menor efectividad de la tos por menor desarrollo de la musculatura respiratoria
Mayor ventilación por mayor frecuencia respiratoria en reposo aumenta la dosis efectiva de contaminantes
Ausencia de ventilación colateral agrava la obstrucción de vías aéreas periféricas (< 2 mm de diámetro)
Mayor resistencia de las vías aéreas periféricas genera el 50% de la resistencia total, al flujo aéreo (en el adulto es < 20%)
Menor volumen pulmonar y menor superficie alveolar
Mecanismos defensivos no plenamente desarrollados y mayor dificultad en la eliminación de partículas desde las vías aéreas

*Fuente: Adaptada de: Oyarzun, M. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 16-25*

Por otra parte, la presencia de enfermedades respiratorias o cardiovasculares aumentan la vulnerabilidad a los contaminantes aéreos, ya que estas patologías suelen acompañarse de disnea, o dificultad de depuración de las vías respiratorias por edema, inflamación, limitación del flujo aéreo o por disminución de la capacidad de movilización de volúmenes pulmonares. Las patologías respiratorias comunes a la exposición ambiental son: neumonías, infecciones respiratorias agudas altas y bajas, otitis media aguda, asma y broncoespasmos.<sup>23</sup>

La exposición prenatal a contaminantes intradomiciliarios se asocia a efectos adversos en el desarrollo fetal, lo cual aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias en la infancia o asma más adelante, así como bajo peso al nacer, restricción del crecimiento intrauterino, partos pre termino, o abortos espontáneos.<sup>24</sup>

El humo derivado de la combustión de materiales sólidos y/o biomasa como factor de riesgo para el apareamiento de enfermedades respiratorias agudas, representa el 7% de la carga de enfermedad global<sup>25</sup>. Específicamente los afectados en la contaminación intradomiciliaria son quienes pasan la mayor parte de su tiempo en espacios cerrados, es decir, los niños menores de 2 años, los ancianos y los enfermos<sup>26</sup>

Varios estudios concluyen en la existencia de una asociación entre la exposición a los contaminantes intradomiciliarios como por ejemplo la combustión de la biomasa y las Infecciones Respiratorias Agudas Bajas (IRAB)<sup>27</sup>, punto importante ya que a nivel global las IRAB forman el 98% de las muertes por IRA.

Otros estudios analizados exponen una fuerte asociación entre el humo por combustión de biomasa intradomiciliaria y las IRAB en niños menores de cinco años (RR 2.3 IC 95% 1.9-2.7).<sup>28</sup>

#### IV. ANTECEDENTES

Los usuarios de combustibles sólidos en los países en desarrollo suelen ubicarse en estratos económicos rodeados de pobreza o pobreza extrema en áreas marginadas o rurales, con pocas probabilidades de vivir cerca de establecimientos de asistencia sanitaria, así como una limitada disponibilidad económica para tratamiento médico<sup>29</sup>.

Las modalidades poco eficientes de generación de energía doméstica son de particular importancia para la salud de las mujeres embarazadas y para el feto en gestación, debido al extenuante esfuerzo físico realizado durante la recolección del material de combustión como la leña, lo que las pone en riesgo de padecer complicaciones durante el embarazo o las vuelve susceptibles a partos pre termino<sup>30</sup>. Hablando propiamente del feto, su salud se ve igualmente afectada, no solo por los factores perinatales ya descritos, sino que la exposición del embrión en desarrollo a los contaminantes secundarios a la combustión de la leña puede conducir a peso bajo al nacer e incrementar el riesgo de mortalidad neonatal, así como precipitarlos a padecer enfermedades respiratorias frecuentes debido al agravio hacia sus sistemas respiratorio e inmunológico inmaduros<sup>31</sup>.

En países en vías de desarrollo, las mujeres por lo general llevan a los recién nacidos o lactantes sobre sus espaldas mientras cocinan o permanecen cerca del fogón caliente mientras realizan sus tareas domésticas; por lo tanto, la presencia de los infantes en un ambiente contaminado es considerable. Esto ocasiona que los niños pasen gran parte de su infancia inhalando aire contaminado, etapa crucial en el desarrollo de sus vías respiratorias y sistemas inmunitarios, los que hacen que sean una población especialmente vulnerable.

Algunos estudios demostraron que leña, parafina o carbón como combustibles, aumentan la morbilidad de enfermedades respiratorias.<sup>32</sup> En un metaanálisis el cual incluía inicialmente 2717 estudios, demostraron asociaciones significativas

entre la combustión intradomiciliaria de biomasa con IRA en niños (OR 3.53, IC 95%: 1,94 a la 6.43), concluyendo que la exposición de combustible de biomasa se asocia con diversas enfermedades respiratorias en la población rural<sup>33</sup>.

A nivel mundial, la neumonía es considerada una causa importante de morbilidad infantil niños originando cerca de 2 millones de defunciones anualmente y la contaminación de humo por combustión de leña intradomiciliaria es calificada como una causa subyacente a la cual se le acreditan aproximadamente ocho mil defunciones infantiles al año.<sup>34</sup>

## V. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades más comunes asociadas a la contaminación por combustión de leña son: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) en mujeres, e infecciones respiratorias agudas en niños con menos de cinco años<sup>35</sup>. En general estos dos grupos, mujeres y niños, están más expuestos al humo por pasar más tiempo en la cocina<sup>36</sup>. En muchos casos, el humo es un factor que agudiza la enfermedad, más que el causante de esta. Una investigación reciente descubrió que una disminución, aunque fuere moderada de la contaminación intradomiciliaria lograría una disminución de la enfermedad cardiovascular en un 30%<sup>37</sup> y otras morbilidades. En Guatemala, la leña como combustible es utilizada en forma ineficiente, por cuanto el 81% de los hogares que la consumen para diversos fines, desaprovechando casi el 90% de la energía consumida<sup>38</sup>.

Investigadores llevaron a cabo una revisión sobre el impacto de las cocinas mejoradas de combustión de biomasa en la salud de niños de áreas de escasos recursos<sup>39</sup>, sin embargo, no encontraron suficiente evidencia sobre el impacto de las cocinas mejoradas en la salud infantil, por otra parte sí evidenciaron importantes estudios que miden el efecto de la contaminación intradomiciliaria por combustión de leña en las infecciones respiratorias agudas, concluyendo que la contaminación intradomiciliaria es una causa importante de morbimortalidad y los más grandes impactos en la salud ocurren en las poblaciones más pobres y vulnerables. El número de años de vida sana perdidos por habitante debido a factores de riesgo ambientales es aproximadamente cinco veces mayor entre los niños de 0 a 5 años que en la población en general<sup>33</sup>, es por ello por lo que en el presente trabajo se enfocó en las variables: combustión intradomiciliaria de leña y sintomatología respiratoria en niños y niñas menores de 5 años en Guatemala.

## VI. OBJETIVOS

### **General**

Determinar la relación entre la combustión de biomasa intradomiciliaria, con la presencia de sintomatología respiratoria en niños menores de 5 años.

## **VII. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **1. Tipo de estudio**

El presente es un estudio descriptivo – transversal realizado en base a un análisis secundario de la base de datos de la V ENSMI 2008/2009.

### **2. Población**

Población menor de 5 años de la V ENSMI 2008/2009 representativa de los 22 departamentos de Guatemala.

### **3. Unidad de análisis**

Hogares de niños y niñas menores de 5 años de la base de datos de la V ENSMI 2008/2009

### **4. Muestra**

Ya que se trabaja con la base de datos de la V ENSMI 2008/2009, no se realizó un proceso de muestreo; pues la encuesta tiene una representatividad nacional, regional, departamental y rural – urbana. El muestreo de dicha encuesta se llevó a cabo por medio del censo 2002 del INE, seleccionando 26 hogares por cada sector teniendo un promedio de 936 hogares por departamento y 22308 hogares a nivel nacional.

### **5. Criterios de inclusión y exclusión**

#### **a. Criterios de inclusión:**

- i. Niño o niña menor de 5 años del cual se posea la información sobre tipo de combustible empleado para cocinar en su hogar y sintomatología respiratoria.

#### **b. Criterios de exclusión**

- i. Que no estuviera la información completa en la base de datos

## VIII. METODOLOGÍA

### 1. Recolección de datos

Se analizó la base de datos de la V ENSMI 2008/2009 realizada a nivel nacional durante el periodo de octubre del 2008 a julio de 2009.

### 2. Instrumento

Se tabuló la información recolectada del “cuestionario de la mujer” que maneja la V ENSMI 2008/2009, en un cuestionario individual por medio de una técnica de recolección de datos de tipo documental ya que se trabajó con datos secundarios. Las secciones específicas que se emplearon del cuestionario de la mujer de la V ENSMI 2008/2009 fueron:

- **“Generalidades: preguntas relacionadas con la casa de habitación” de esta se utilizó la información de las preguntas:**
  - Pregunta 4: ¿Es (NOMBRE) hombre o mujer?
  - Pregunta 5: ¿Cuántos años cumplidos tiene (NOMBRE)?
  - Pregunta 18 ¿En total cuántos cuartos tiene en su casa? ¿Y cuántos cuartos (habitaciones) usan para dormir?
  - Pregunta 19: ¿Tiene en su casa un lugar (cuarto) que usan solo para cocinar?
  - Pregunta 20: ¿El lugar que usan para cocinar lo usan solo los miembros de su hogar o lo comparten?
  - Pregunta 21V: material principal del piso
  - Pregunta 22v: material principal del techo
  - Pregunta 23v: material principal de las paredes
  - Pregunta 27: ¿Qué tipo de combustible usan en su casa para cocinar?
  
- **Sección 5: vacunación y salud del niño/a**
  - Pregunta 525: ¿Ha estado (NOMBRE) enferm@ con **fiebre** en las últimas 2 semanas?

- Pregunta 526: ¿Ha estado (NOMBRE) enferm@ con **tos** en las últimas 2 semanas?
- Pregunta 527: ¿Cuántos días ha estado enfermo con tos y/o fiebre?
- Pregunta 528: ¿Cuándo (NOMBRE) estaba enferm@ de la **tos**, respiraba más rápido que de costumbre, (con respiraciones cortas y rápidas)?

En el cuadro No. 2 se puede observar un resumen de las variables que se tomaron de la V ENSMI 2008/2009 junto a su codificación para realizar el análisis secundario competente para este estudio:

**Cuadro No. 2**  
**Variables utilizadas de la V ENSMI 2008/2009 con su codificación correspondientes**

Variables	Pregunta	Código de la pregunta
<b>Características generales</b>	Edad	MHP05_01
	Sexo	MHP04_01
<b>Sintomatología respiratoria</b>	¿Ha estado (NOMBRE) enferm@ con <b>fiebre</b> en las últimas 2 semanas?	MP525_1
	¿Ha estado (NOMBRE) enferm@ con <b>tos</b> en las últimas 2 semanas?	MP526_1
	¿Cuántos días ha estado enfermo con tos y/o fiebre?	MP527_1
	¿Cuándo (NOMBRE) estaba enferm@ de la <b>tos</b> , respiraba más rápido que de costumbre, (con respiraciones cortas y rápidas)?	MP528_1
<b>Condiciones de la vivienda</b>	¿En total cuántos cuartos tiene en su casa? ¿Y cuántos cuartos (habitaciones) usan para dormir?	MHP18A MHP18B
	¿Tiene en su casa un lugar (cuarto) que usan solo	

para cocinar?	MHP19
¿El lugar que usan para cocinar lo usan solo los miembros de su hogar o lo comparten?	
Material principal del piso	MHP20
Material principal del techo	
Material principal de las paredes	MHP21V
¿Qué tipo de combustible usan en su casa para cocinar?	MHP22V
	MHP23V
	MHP27A,
	MHP27B
	MHP27C
	MHP27D
	MHP27E
	MHP27F
	MHP27H
	MHP27X

Fuente: codificación V ENSMI 2008/2009

### 3. Procesamiento

Se tomó la base de datos completa de la V ENSMI 2008/2009 en la cual se encuestaron 22,308 hogares a nivel nacional, en los que habitaban al momento de la encuesta 158,428 personas de todas las edades, siendo 13.2% de la población niños menores de 5 años. En base a los criterios de inclusión y exclusión del trabajo de investigación, se formuló una base de datos únicamente con la información de los niños menores de 5 años y sus hogares, creando de esta manera un listado de 11,536 casos.

La base de datos de la V ENSMI 2008/2009 no maneja una variable que identifique claramente los casos de infecciones respiratorias aguda, sino que para generar la prevalencia de infección respiratoria aguda combina el porcentaje de niños y niñas menores de 5 años que estuvieron enfermos con tos acompañada

de respiración agitada en las últimas 2 semanas. Sin embargo, la encuesta maneja en esta sección, variables como si ha padecido fiebre las últimas dos semanas y la severidad de sintomatología presentada, por lo tanto, a partir de la información de variables con sintomatología respiratoria, y partiendo de la premisa que un indicador Proxy es una medición o señal indirecta que aproxima o representa un fenómeno en la ausencia de una medición o señal directa, se crearon los siguientes indicadores Proxy para la sintomatología respiratoria:

**a. Indicadores Proxy de sintomatología respiratoria o respuesta:**

**i. Sintomatología:**

1. **INDC1:** Niños con fiebre en las últimas dos semanas
2. **INDC2:** Niños con tos en las últimas dos semanas
3. **INDC3:** Niños con fiebre/tos severa (por 5 o más días)
4. **INDC4:** Niños con dificultad para respirar
5. **INDC5:** Niños con respiración ruidosa
6. **INDC6:** Niños incapaces de beber, o que no beben/comen bien
7. **INDC7:** Niños con respiración agitada

Con base a estos 7 indicadores de sintomatología creados en base a los indicadores de la ENSMI 2008/2009, se procedió a combinarlos entre ellos, de tal manera que, en su conjunto o combinación, dieran una imagen más precisa de lo que podría ser una infección respiratoria aguda. Del mismo modo se trabajaron nuevos indicadores para determinar la severidad de la sintomatología. La ENSMI 2008/2009 emplea únicamente la presencia o no de respiración agitada, en este trabajo se tomaron los 7 indicadores y se combinaron entre ellos asumiendo que, a mayor cantidad de síntomas combinados, se podría decir que era la severidad era mayor:

**1. Ejemplo de las combinaciones de dos síntomas creadas:**

1. **i1y2:** Niños que tuvieron fiebre en las últimas dos semanas (INDC1) y tos en las últimas dos semanas (INDC2)

2. **i1y2:** Niños que tuvieron fiebre en las últimas dos semanas (INDC1) y fiebre/tos severa –por 5 días o más- (INDC3)
3. **i1y4:** Niños que tuvieron fiebre en las últimas dos semanas (INDC1) y con dificultad para respirar (INDC4)

Para la combinación de dos síntomas, se generaron en total 28 combinaciones de parejas

## 2. Ejemplo de las combinaciones de tres síntomas:

4. **i123:** Niños que tuvieron fiebre en las últimas dos semanas (INDC1) y tos en las últimas dos semanas (INDC2) y fiebre/tos severa –por 5 días o más- (INDC3)
5. **i124:** Niños que tuvieron fiebre en las últimas dos semanas (INDC1) y tos en las últimas dos semanas (INDC2) y con dificultad para respirar (INDC4)
6. **i345:** Niños con fiebre/tos severa-5 o más días- (INDC3) y con dificultad para respirar (INDC4) y con respiración ruidosa (INDC5)

Para la combinación de tres síntomas, se generaron en total 35 combinaciones de parejas. De igual forma se crearon combinaciones de 4, 5, 6 y 7 síntomas. Las combinaciones creadas de 4 síntomas fueron 35 combinaciones, las combinaciones creadas de 5 síntomas fueron 21 combinaciones, las combinaciones creadas de 6 síntomas fueron 7 combinaciones, y la combinación de los 7 síntomas generó una combinación.

En total se crearon 120 combinaciones para determinar la severidad de la sintomatología, y tomando en cuenta las siete variables creadas con anterioridad, se trabajó con 127 formas de medir *Proxys* de infecciones respiratorias agudas, las cuales se engloban en el cuadro No. 3, junto con el número de casos encontrado para cada una de las combinaciones:

## **b. Indicadores de exposición**

A partir de la base de datos de la ENSMI 2008/2009 se crearon los siguientes indicadores predictores (por la exposición):

1. **Inde11:** Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas
2. **Inde12:** Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar (véase el indicador Inde11), y que además no poseen un cuarto específico para cocinar.
3. **Inde13:** Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar (véase el indicador Inde11), y que además no poseen un cuarto específico para cocinar, y que comparten la cocina.

**Cuadro No 3: Cantidad de casos encontrados para cada una de las combinaciones con los indicadores proxí de IRA**

	Indicador PROXI de IRA	No. Casos		Indicador PROXI de IRA	No. Casos		Indicador PROXI de IRA	No. Casos	Indicador PROXI de IRA	No. Casos	
Variables individuales	indc1	7,883	3 síntomas combinados	i123	2,298	4 síntomas combinados	i1234	663	i12345	59	
	indc2	5,524		i124	1,178		i1235	321	i12346	109	
	indc3	2,868		i125	584		i1236	494	i12347	46	
	indc4	3,467		i126	890		i1237	215	i12356	40	
	indc5	1,738		i127	605		i1245	111	i12357	24	
	indc6	2,467		i134	663		i1246	191	i12367	25	
	indc7	1,003		i135	321		i1247	119	i12456	3	
	i1y2	4,191		i136	494		i1256	61	5 síntomas combinados	i12457	11
	i1y3	2,298		i137	215		i1257	65		i12467	10
	i1y4	2,134		i145	184		i1267	60		i12567	5
	i1y5	1,100		i146	315		i1345	59		i13456	1
	i1y6	1,635		i147	119		i1346	109		i13457	3
	i1y7	605		i156	100		i1347	46		i13467	5
	i2y3	2,868		i157	65		i1356	40		i13567	2
2 síntomas combinados	i2y4	1,692		i167	60		i1357	24	i14567	2	
	i2y5	819		i234	903		i1367	25	i23456	4	
	i2y6	1,166		i235	420		i1456	6	i23457	6	
	i2y7	1,003		i236	621		i1457	11	i23467	5	
	i3y4	903		i237	279		i1467	10	i23567	3	
	i3y5	420		i245	177		i1567	5	i24567	3	
	i3y6	621		i246	286		i2345	89	i34567	0	
	i3y7	279	i247	230	i2346	150	6 síntomas combinados	i123456	1		
	i4y5	353	i256	88	i2347	62		i123457	3		
	i4y6	551	i257	122	i2356	53		i123467	5		
	i4y7	230	i267	115	i2357	33		i123567	2		
	i5y6	190	i345	89	i2367	37		i124567	2		
	i5y7	122	i346	150	i2456	9		i134567	0		
	i6y7	115	i347	62	i2457	23		i234567	0		
			i356	53	i2467	21	Todos los síntomas	i1234567	0		
			i357	33	i2567	8					
			i367	37	i3456	4					
			i456	18	i3457	6					
			i457	23	i3467	5					
			i467	21	i3567	3					
			i567	8	i4567	3					

### c. Indicadores predictores tipo “*Confounder*”

Se consideró que los indicadores Proxy de infecciones respiratorias agudas o indicadores respuesta que se enlistaron anteriormente, pudieran explicarse por otros indicadores o variables que no fueran necesariamente los de exposición, partiendo de la premisa que un indicador *Confounder* es una variable cuya presencia afecta las variables que se estudian para que los resultados no reflejen la relación real; por lo tanto, se crearon los siguientes indicadores *Confounder* para este estudio:

- El primer grupo de indicadores *Confounder* se creó en base a las condiciones de la vivienda que pudiesen en cierta manera afectar la salud de los niños y niñas que en ellas habitan.
  1. **Inde1:** Vivienda con piso de tierra
  2. **Inde2:** Vivienda con agua entubada
  3. **Inde3:** Hogar que consume agua filtrada o embotellada
  4. **Inde4:** Vivienda con servicio sanitario (inodoro o letrina)
  5. **Inde5N Índice socioeconómico según la vivienda:** Se pretendió evaluar si el factor socioeconómico podría afectar a las variables de la investigación, que se deseaban estudiar. Para evaluar dicho factor, se creó el indicador “índice socioeconómico” basado en las condiciones de la vivienda que enlista la V ENSMI 2008/2009 que fueron: material de construcción del piso, techo y paredes, número de habitaciones en cada hogar y las condiciones de propiedad de la vivienda. Una vez depurada esta información, se generó una escala que iba desde el 0 hasta los 100 puntos, en donde 100 puntos significa el nivel socioeconómico más alto.
    - i. La estructura en base a los materiales de construcción de la vivienda aportó un máximo de 60 puntos de la puntuación total, siendo esta puntuación distribuida de la

siguiente manera (20 del piso, 20 del techo y 20 de las paredes):

1. Piso: madera lustrada 20 puntos, cerámico 17 puntos, ladrillo de cemento/granito 14 puntos, torta cemento 11 puntos, ladrillo de barro 9 puntos, tablas 6 puntos, otros 3 puntos, natural 1 punto.
  2. Techo: concreto 20 puntos, teja 16 puntos, lámina de asbesto 12 puntos, lámina metálica 8 puntos, paja, 4 puntos, otros 2 puntos
  3. Pared: block 20 puntos, ladrillo de barro 18 puntos, plancha concreto 16 puntos, bajareque 14 puntos, madera 12 puntos, lámina 10 puntos, adobe 8 puntos, piedra 6 puntos, caña 4 puntos, otros 2 puntos.
- ii. La cantidad de habitaciones aportó hasta un máximo de 20 puntos, distribuida de la siguiente manera:
1. Viviendas con 7 a 12 habitaciones: 20 puntos
  2. Vivienda con 4 a 6 habitaciones 15 puntos
  3. Vivienda 2 a 3 habitaciones 10 puntos
  4. Vivienda de 1 habitación 5 puntos.
- iii. La propiedad de la vivienda aportó hasta un máximo de 20 puntos distribuidos de la siguiente manera:
1. Vivienda propia y pagada: 20 puntos
  2. Vivienda propia y pagando 15 puntos
  3. Vivienda alquilada 15 puntos
  4. Vivienda prestada 5 puntos
    - a. Otros 2 puntos.
6. **Inde7:** Sexo del menor de 5 años.
7. **Inde8N:** Edad en meses del menor de 5 años.
8. **Inde9:** Vivienda sin cuarto para cocinar
9. **Ind10:** Vivienda sin cuarto para cocinar y es compartido

10. **Ind14:** Número de hijo que es el menor de 5 años, con respecto a los hijos que ha tenido la señora
11. **Ind15:** Edad en años, de la madre.
12. **Ind16:** Idioma materno de la madre es español.
13. **Ind17:** Madre trabajadora.
14. **Ind18N:** Nivel educativo alcanzado por la madre (nivel y grado)
15. **Ind19:** Mujer con pareja (casada o unida).
16. **Inde20N:** Razón del total de hijos que murieron entre el total de nacidos vivos.
17. **Inde21:** Madre con buen conocimiento del manejo de la IRA: Dan de beber y/o comer igual o más que de costumbre.
18. **Inde22N:** Índice de hacinamiento: cantidad de personas en la vivienda / cantidad de habitaciones para dormir.

De estos 18 indicadores en total, dado al tipo de análisis del estudio y que cabía la posibilidad de mal interpretar los datos y cometer un error de tipo I al atribuirle a alguno de ellos una relación con la sintomatología respiratoria, se minimizó la lista a 5 indicadores prioritarios, los cuales fueron:

1. **Inde5N** Índice socioeconómico según la vivienda
2. **Inde7:** Sexo del menor de 5 años.
3. **Inde9:** Vivienda sin cuarto para cocinar
4. **Ind10:** Vivienda sin cuarto para cocinar y es compartido
5. **Inde22N:** Índice de hacinamiento: cantidad de personas en la vivienda / cantidad de habitaciones para dormir.

#### **a. Estableciendo la asociación**

Usando el software EPI INFO 6.04d, se construyeron los indicadores mencionados anteriormente. Y a través del software SPSS versión 18 se procedió a establecer la asociación entre los indicadores *Proxy* de infección respiratoria aguda y los indicadores de exposición al humo, tomando en cuenta los otros indicadores; a

través de modelos estadísticos utilizando regresión logística. Los modelos evaluados siguen la siguiente ecuación:

$$\text{Indicadores Proxy de infección respiratoria aguda} = \text{constante} + \text{Indicador de exposición} + \text{indicadores tipo Confounder}$$

Se consideró que los indicadores de exposición o *Confounder* tienen asociación con los Indicadores *Proxy* de infección respiratoria aguda cuando la significancia fue  $p < 0.05$ . Para evaluar los modelos, primero se descartaron los correspondientes a los indicadores *Proxy* de infección respiratoria aguda que presentaron menos de 30 casos. Luego, se procedió a evaluar el modelo tomando en cuenta a todos los indicadores *Confounder* que presentaban información para el total de muestra (11,536)

#### **4. Operacionalización y conceptualización de variables**

Posteriormente a la depuración de las variables necesarias de la base de datos de la V ENSMI 2008/2009, y tras generar las variables de indicadores *Proxy* de sintomatología respiratoria, y los indicadores de exposición *Confounder*, se pudo crear el cuadro de operacionalización de las variables propias de este estudio, el cual se muestra en el cuadro No. 4 a continuación.

**Cuadro No. 4. Operacionalización y conceptualización de variables**

	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Escala
Indicadores Proxy de sintomatología respiratoria	<b>INDC1:</b> Niños con fiebre en las últimas dos semanas	Niños y niñas que refiera la madre que hayan presentado fiebre en las últimas dos semanas	Registro de Niños y niñas que hayan presentado fiebre en las últimas dos semanas	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>INDC2:</b> Niños con tos en las últimas dos semanas	Niños y niñas que refiera la madre que presentaron tos en las últimas dos semanas	Registro de niños y niñas que hayan presentado tos en las últimas dos semanas	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>INDC3:</b> Niños con fiebre/tos severa (por 5 o más días)	Niños y niñas que refiera la madre que presentaron fiebre y tos severa por 5 días o mas	Registro de niños y niñas que hayan presentado fiebre y tos severa por 5 días o mas	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>INDC4:</b> Niños con dificultad para respirar	Niños y niñas que refiera la madre que presentaron dificultad para respirar	Registro de niños y niñas que hayan presentado dificultad para respirar	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>INDC5:</b> Niños con respiración ruidosa	Niños y niñas que refiera la madre que presentaron respiración ruidosa	Registro de niños y niñas que hayan presentado respiración ruidosa	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>INDC6:</b> Niños incapaces de beber, o que no beben/comen bien	Niños y niñas que refiera la madre que fueran incapaces de beber, o que no beben/comen bien	Registro de niños y niñas que hayan sido incapaces de beber, o que no beben/comen bien	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>INDC7:</b> Niños con respiración agitada	Niños y niñas que refiera la madre con respiración agitada	Registro de niños y niñas que hayan presentado respiración agitada	Cualitativa, nomina	Si No
<b>Indicadores de exposición</b>	<b>Inde11:</b> Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas	Hogares que empleen combustible que produzca humo para cocina (entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas)	Registro de los hogares que emplean combustible que produzca humo para cocina (entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas)	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>Inde12:</b> Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar (entre ellos	Hogares que empleen combustible que produzca humo para cocina (entre ellos se incluyen: Leña, carbón de	Registro de los hogares que emplean combustible que produzca humo para cocina (entre ellos se incluyen:	Cualitativa, nomina	Si No

	se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas), y que además no poseen un cuarto específico para cocinar.	leña y residuos agrícolas), que no posean cuarto específico para cocinar	Leña, carbón de leña y residuos agrícolas), que no posean cuarto específico para cocinar		
	<b>Inde13:</b> Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar (entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas), y que además no poseen un cuarto específico para cocinar, y que comparten la cocina	Hogares que empleen combustible que produzca humo para cocina (entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas), que no posean cuarto específico para cocinar y compartan la cocina con otras familias	Registro de los hogares que emplean combustible que produzca humo para cocina (entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas), que no posean cuarto específico para cocinar y compartan la cocina con otras familias	Cualitativa, nomina	Si No
<b>Indicadores predictores tipo “Confounder”</b>	<b>Inde5N</b> Índice socioeconómico según la vivienda	Condiciones de la vivienda que pudiesen indirectamente afectar la salud de los niños y niñas	Condiciones de la vivienda documentadas por el entrevistados, que, de acuerdo con los criterios del investigador, pudiesen en cierta manera afectar la salud de los niños y niñas.  Material de construcción del piso, techo y paredes, número de habitaciones en cada hogar y las condiciones de propiedad de la vivienda	Cuantitativo, Continuo	0 a 100 puntos  (100 puntos significan el nivel socioeconómico más alto)
	<b>Inde7:</b> Sexo del menor de 5 años.	Caracterización biológica o fisiológica que define a hombres y mujeres	Sexo registrado en la base de datos	Cualitativa Dicotómica Nominal	Masculino Femenino
	<b>Inde9:</b> Vivienda sin cuarto para cocinar	Hogar en el cual no se cuente con cuarto específico para las tareas de cocina	Hogares que de acuerdo con el registro no posea un cuarto específico para		Cualitativa, nomina

			cocinar		
	<b>Ind10:</b> Vivienda sin cuarto para cocinar y es compartido	Hogar en el cual no se cuente con cuarto específico para las tareas de cocina y que el área destinada para la cocina sea compartida con otras familias	Hogares que de acuerdo con el registro no posean un cuarto específico para cocinar y el espacio que posean para cocinar lo compartan con otra familia.	Cualitativa, nomina	Si No
	<b>Inde22N:</b> Índice de hacinamiento: cantidad de personas en la vivienda / cantidad de habitaciones para dormir.	Relación entre personas habitando una vivienda / número de dormitorios en la vivienda	Cociente obtenido del número de personas que habitan en el hogar y la cantidad de habitaciones para dormir.  Total, de personas que viven en el hogar Cantidad de habitaciones para dormir	Cuantitativo nomina	Índice menor o igual a dos

## **5. Aspectos éticos**

Al realizarse un análisis de datos secundarios, se trabajó de una manera totalmente confidencial, ya que la V ENSMI 2008/2009 no maneja información personal de los individuos y sus hogares. Tampoco se realizaron modificaciones a los registros de la base de datos ni a las publicaciones de esta encuesta.

## **6. Limitaciones del estudio**

Al tratarse de un análisis secundario de información, la calidad de la información recolectada no depende de este investigador, por lo que únicamente se puede realizar análisis con los datos ya recolectados, hecho el cual afectó esta investigación al momento de hacer valer los criterios de inclusión y exclusión, no se contaba con toda la información requerida por lo que el listado de sujetos con los cuales se trabajó disminuyó. La V ENSMI 2008/2009 no maneja el indicador de IRA, por lo que en su momento se consideró adecuado manejar las prevalencias de IRA que posee el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), pero se encontró la limitante que ellos no manejan el registro de las condiciones de los hogares de los niños, por lo que no podíamos conocer las prácticas sobre el material de combustión intradomiciliario empleado para cada niño. Se deseó también cruzar la información de la V ENSMI 2008/2009 con la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI), sin embargo, esto no fue posible ya que ambos datos no son extrapolables.

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 11,536 casos seleccionados, tal como se muestra en el cuadro No. 5. La distribución de frecuencias de cada individuo por región fue del 46.4% en la región central del país, seguido por la región metropolitana con 31.4%, región nor oriente con 13% y región sur oriente con 9.3%. Cabe la pena mencionar, tal como se describe en las limitaciones del estudio, que, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión de este, no se contó con población de todas las regiones del país.

**Cuadro No. 5**  
**Distribución de frecuencias de individuos por región.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido METROPOLITANA	3617	31.4	31.4
NOR ORIENTE	1495	13.0	13.0
SUR ORIENTE	1068	9.3	9.3
CENTRAL	5356	46.4	46.4
Total	11536	100.0	100.0

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Únicamente se pudo trabajar con 6 departamentos de los 22 planteados originalmente, estos fueron Guatemala, El Progreso, Sacatepéquez, Chimaltenango, Escuintla y Santa Rosa. Pudiendo observarse en el Cuadro No. 6, que la mayor cantidad de individuos se concentró en el departamento de Guatemala con 31.4%, seguidos de Chimaltenango y Escuintla con 16% cada uno. Respecto al área, 64.2% correspondió al área urbana y 35.8% al área rural (Ver Cuadro No. 7)

**Cuadro No. 6.**  
**Distribución de frecuencias de individuos por departamento.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Guatemala	3617	31.4	31.4	31.4
El Progreso	1495	13.0	13.0	44.3
Sacatepéquez	1645	14.3	14.3	58.6
Chimaltenango	1867	16.2	16.2	74.8
Escuintla	1844	16.0	16.0	90.7
Santa Rosa	1068	9.3	9.3	100.0
Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro No. 7.**  
**Distribución de frecuencias de individuos por área**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido URBANO	7401	64.2	64.2	64.2
RURAL	4135	35.8	35.8	100.0
Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

En el cuadro No. 8 se puede observar la distribución etaria, en la cual se evidencia una distribución homogénea, estando entre 19% y 18% todos los rangos de edad comprendidos entre los 0 y 5 años. Debido a que la V ENSMI comprende los años 2008 y 2009, aún hay un porcentaje pequeño, de 3.6% de niños nacidos en el 2003 en el grupo de menores de 5 años.

**Cuadro No. 8**  
**Distribución de frecuencia por año de nacimiento**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 2003.00	411	3.6	3.6	3.6
2004.00	2231	19.3	19.3	22.9
2005.00	2145	18.6	18.6	41.5
2006.00	2155	18.7	18.7	60.2
2007.00	2094	18.2	18.2	78.3
2008.00	2071	18.0	18.0	96.3
2009.00	429	3.7	3.7	100.0
Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

En cuanto a sexo, 50% de la población fueron hombres y 50% mujeres, demostrando una homogeneidad en los datos (ver Cuadro No.9).

**Cuadro No. 9**  
**Distribución de frecuencias para el sexo de los niños menores de 5 años**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Válido	Hombre	5761	49.9	49.9
	Mujer	5775	50.1	50.1
	Total	11536	100.0	100.0

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro No. 10**  
**Distribución de frecuencias del material empleado para cocinar**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Biomasa (leña, carbón de leña y/o residuos agrícolas)	4924	42.7	42.7	42.7
	Gases	2198	19.1	19.1	61.7
	Biomasa + Gases	4398	38.1	38.1	99.9
	No cocinan	16	.1	.1	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Al analizar el material empleado para cocinar (Ver Cuadro No. 10), se determinó que 42.7% de los hogares de los cuales se recolectó información, combustionan biomasa (que incluye: leña, carbón de leña y/o residuos agrícolas), para cocinar, seguidos del 38.1% que combinan la combustión de biomasa y gas. Únicamente el 19.1% reportó no combustionar biomasa para cocinar.

Debido que la V ENSMI 2008/2009 no especifica que cantidad de tiempo o en que proporciones se emplea la biomasa o el gas para cocinar en los hogares que reportaron utilizar la combinación de ambos, se decidió tomar este 38.1% de los hogares en conjunto con los hogares que reportaron únicamente emplear la combustión de biomasa; suponiendo que la exposición al humo ya se dio en el hogar, indiferentemente que se comparta el tiempo con una estufa con gas.

61% de la población del estudio poseen un cuarto que dediquen únicamente a las labores de cocina, lo cual podría disminuir la inhalación del humo generado por la combustión de leña, carbón de leña y/o residuos agrícolas, tal como se muestra en el cuadro No. 11 a continuación.

**Cuadro No. 11**  
**¿Tienen algún cuarto que utilicen únicamente para cocinar?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	7086	61.4	61.4	61.4
	No	4449	38.6	38.6	100.0
	No cocinan	1	.0	.0	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Ahondando más en las prácticas del cuarto que usen para cocinar, 74% refirió que era de uso exclusivo de la familia, mientras que 15% lo compartían con otras familias, esto supone que, en estos casos, se genere más humo del material empleado como combustible, por demandarse más su uso (Ver Cuadro No. 12).

**Cuadro No. 12**  
**¿El lugar que usan para cocinar lo usan solo los miembros del hogar o lo comparten?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Privado	8576	74.3	74.3	74.3
	Compartido	1790	15.5	15.5	89.9
	No cocinan	1170	10.1	10.1	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Al momento de analizar la presencia de sintomatología respiratoria, se evaluaron las respuestas dadas respecto a si el niño tuvo fiebre o tos en las últimas dos semanas (Ver Cuadros No. 13 y 14). 30% reporto si haber tenido fiebre las últimas 2 semanas y 43.3% tos.

**Cuadro. No. 13**  
**Distribución de frecuencias de la pregunta ¿Ha tenido fiebre las últimas 2 semanas?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	3461	30.0	30.0	30.0
	No	8014	69.5	69.5	99.5
	No sabe	61	.5	.5	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro. No. 14**  
**Distribución de frecuencias de la pregunta ¿Ha tenido tos las últimas 2 semanas?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	4998	43.3	43.3	43.3
	No	6504	56.4	56.4	99.7
	No sabe	34	.3	.3	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

En base al porcentaje de niños que hubiesen presentado fiebre y/o tos en las últimas dos semanas, se estudió la severidad de los síntomas referidos por los individuos que contestaran la encuesta. Estos síntomas se presentan en los cuadros del 15 al 22.

**Cuadro. No. 15**  
**¿Cuántos días ha tenido tos y/o fiebre?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5 días o menos	2597	23.8	51.8	52.0
	6 a 10 días	1783	15.9	36.8	88.8
	11 a 15 días	432	3.8	8.7	97.5
	16 a 20 días	47	.4	.9	98.4
	21 a 25 días	11	.0	.2	98.6
	26 a 30 días	58	.5	1.1	99.8
	Mas de 30 días	4	.0	.1	99.9
	No sabe	6	.1	.1	100.0
	Total	4998	43.3	100.0	
	Sin síntomas	6538	56.7		
Total		11536	100.0		

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Al indagar respecto a la sintomatología respiratoria según se muestra en el Cuadro No. 15, 43% de los niños y niñas respondieron haber presentado tos y/o fiebre. De este total de casos afirmativos, 52% refirieron haber tenido tos y/o fiebre durante 5 días o menos, 37% tuvieron de 6 a 10 días y 9% durante un máximo de 15 días. En total, 98% de los niños y niñas que respondieron haber tenido tos y/o fiebre durante un periodo de tiempo de 1 a 15 días. Partiendo de la premisa, que la definición de infección respiratoria aguda presenta una temporalidad de sintomatología menor a 15 días, se puede suponer que estos niños y niñas que respondieron haber tenido tos y/o fiebre, se debiese a una infección respiratoria aguda.

**Cuadro. No. 16**  
**¿Se restableció o curo de la tos?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	3270	28.3	65.4	65.4
	No	1681	14.6	33.6	99.1
	Sin información	47	.4	.9	100.0
	Total	4998	43.3	100.0	
Perdidos	Sn síntomas	6538	56.7		
Total		11536	100.0		

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

En el Cuadro No. 16 podemos observar que del 43% de los niños y niñas que respondieron afirmativamente a haber tenido tos en las últimas 2 semanas, 65% refirió haberse reestablecido de la tos en este lapso.

**Cuadro. No. 17**  
**Niños y niñas que presentaron respiración agitada**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	1003	8.7	8.7	8.7
	No	10533	91.3	91.3	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Del total de la información recadaba de los niños y niñas menores a 5 años, el 91% no refirió haber presentado en algún momento respiración agitada (Cuadro No. 17), el 70% no refirió haber tenido dificultad para respirar (Cuadro No. 18), 85% no presentaban respiración ruidosa (Cuadro No. 19), el 98% eran capaces de beber líquidos sin que la tos les afectase (Cuadro No, 21) y 80% no presentaron dificultad para respirar. En base a estos resultados no se puede menospreciar la sintomatología respiratoria presentada, ya que no se evaluó al individuo por un profesional médico para obtener dichos datos, sino fue el resultado de tabular lo referido en base a la percepción de la madre.

**Cuadro. No. 18**  
**Niños y niñas que tuvieron dificultad para respirar**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	3467	30.1	30.1	30.1
	No	8069	69.9	69.9	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro. No. 19**  
**Niños y niñas que tuvieron respiración ruidosa**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	1738	15.1	15.1	15.1
	No	9798	84.9	84.9	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro. No. 20**  
**Niños y niñas presentaron además de tos, fiebre**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	6298	54.6	54.6	54.6
	No	5238	45.4	45.4	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro. No. 21**  
**Niños y niñas que eran incapaces de beber**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	183	1.6	1.6	1.6
	No	11353	98.4	98.4	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

**Cuadro. No. 22**  
**Niños y niñas que presentaban dificultad para respirar**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	2326	20.2	20.2	20.2
	No	9210	79.8	79.8	100.0
	Total	11536	100.0	100.0	

Fuente: Base de datos creada en base a la V ENSMI 2008/2009

Recordando que se partió de 7 variables creadas respecto a la sintomatología respiratoria (**INDC1**: Niños con fiebre en las últimas dos semanas, **INDC2**: Niños con tos en las últimas dos semanas, **INDC3**: Niños con fiebre/tos severa (por 5 o más días), **INDC4**: Niños con dificultad para respirar, **INDC5**: Niños con respiración ruidosa, **INDC6**: Niños incapaces de beber, o que no beben/comen bien y **INDC7**: Niños con respiración agitada), en base a las cuales, se generaron 120 combinaciones para determinar la severidad de la sintomatología, se trabajó con un total de 127 formas de medir *Proxys* de infecciones respiratorias agudas.

Se generaron también tres indicadores predictores de la enfermedad asociados a la exposición del humo de material combustionado (**Inde11**: Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas, **Inde12**: Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas y que además no poseen un cuarto específico para cocinar e **Inde13**: Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas y que además no poseen un cuarto específico para cocinar, y que comparten la cocina.

Para limitar el riesgo que los indicadores *Proxy* de infecciones respiratorias agudas, pudieran explicarse por otros indicadores o variables que no fueran necesariamente los de exposición, se crearon 22 indicadores *Confounder* para este estudio de los cuales, 5 fueron elegibles para su análisis, estos fueron: **Inde5N** Índice socioeconómico según la vivienda, **Inde7**: Sexo del menor de 5 años, **Inde9**: Vivienda sin cuarto para cocinar, **Ind10**: Vivienda sin cuarto para cocinar y es compartido e **Inde22N**: Índice de hacinamiento: cantidad de personas en la vivienda / cantidad de habitaciones para dormir.

De las 127 variables para medir *Proxy* de infecciones respiratorias agudas, fueron elegibles 79 para su análisis combinándolas con los indicadores de la enfermedad de acuerdo con la exposición, obteniendo un total de 279 modelos estadísticos para cada variable. (Ver Cuadro No. 23 en anexos), en donde se menciona para cada uno: su significancia, Odd Ratio (OR), e indicadores *Confounder* elegidos para el análisis que hayan presentado una asociación ( $p < 0.05$ ).

Sobre los 279 modelos predictivos generados, se aplicaron modelos de factores asociados a la exposición (ver Tablas No, 1, 2 y 3 a continuación), para cada uno de los tres modelos planteados de la siguiente manera:

- **Modelo a:** combinando las variables para medir *Proxy* de infecciones respiratorias agudas, los indicadores de exposición *Confounder* y el indicador predictor de la enfermedad: Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas.
- **Modelo b:** combinando las variables para medir *Proxy* de infecciones respiratorias agudas, los indicadores de exposición *Confounder* y el indicador predictor de la enfermedad: Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas y que además no poseen un cuarto específico para cocina.

- **Modelo c:** combinando las variables para medir *Proxy* de infecciones respiratorias agudas, los indicadores de exposición Confounder y el indicador predictor de la enfermedad: Hogares que usen combustible que produce humo para cocinar, entre ellos se incluyen: Leña, carbón de leña y residuos agrícolas y que además no poseen un cuarto específico para cocinar, y que comparten la cocina.

**Tabla No. 1**

**Resultado del modelo de factores asociados a la exposición para el Modelo a**

*	Coefficiente B	Error estándar	Wald	df	Sig.	Exp(B) – OR (IC95%)
INDE1	.145	.045	10.131	1	.001	1.156
INDE3	.111	.046	5.879	1	.015	1.117
INDE7	-.086	.040	4.537	1	.033	.918
INDE9	.108	.044	6.040	1	.014	1.114
INDE10	.430	.095	20.546	1	.000	1.537
INDE11	.383	.050	57.720	1	.000	1.467
Constant	.455	.078	34.316	1	.000	1.577

\*Variable(s) entered on step 1: INDE1, INDE3, INDE7, INDE9, INDE10, INDE11

**Tabla No. 2**

**Resultado del modelo de factores asociados a la exposición para el Modelo b**

*	Coefficiente B	Error estándar	Wald	df	Sig.	Exp(B) – OR (IC95%)
INDE1	.146	.045	10.385	1	.001	1.158
INDE3	.126	.046	7.699	1	.006	1.135
INDE7	-.086	.040	4.584	1	.032	.918
INDE9	-.307	.082	13.843	1	.000	.736
INDE10	.473	.098	23.380	1	.000	1.604
INDE12	.512	.084	37.209	1	.000	1.669
Constant	.759	.068	124.868	1	.000	2.135

\*Variable(s) entered on step 1: INDE1, INDE3, INDE7, INDE9, INDE10, INDE12

**Tabla No. 3**

**Resultado del modelo de factores asociados a la exposición para el Modelo c**

*	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
INDE1	.142	.045	9.772	1	.002	1.153
INDE3	.132	.046	8.453	1	.004	1.142
INDE7	-.086	.040	4.619	1	.032	.917
INDE9	.124	.044	8.037	1	.005	1.132
INDE10	-.280	.121	5.355	1	.021	.756
INDE13	1.226	.181	45.813	1	.000	3.409
Constant	.759	.068	124.909	1	.000	2.135

\*Variable(s) entered on step 1: INDE1, INDE3, INDE7, INDE9, INDE10, INDE12

Con el resultado de dichos modelos de factores asociados a la explosión, se evaluaron los modelos de acuerdo con la ecuación planteada en la metodología (Indicadores *Proxy* de infección respiratoria aguda = constante + Indicador de exposición + indicadores tipo *Confounder*), generando el resumen de los coeficientes B que se muestra en la tabla No. 4 a continuación.

**Tabla No. 4**

**Análisis de los modelos predictivos\***

	<b>Variable: INDC1 (niños con fiebre en las últimas dos semanas)</b>
<b>Modelo a</b>	0.455 + 0.145(Inde1) + 0.111(Inde3) -0.086(Inde7) + 0.108(Inde9) + 0.430(Inde10) + 0.383 (Inde11)
<b>Modelo b</b>	0.759 + 0.146(Inde1) + 0.126(Inde3) -0.086(Inde7) – 0.307(Inde9) + 0.473(Inde10) + 0.512 (Inde12)
<b>Modelo c</b>	0.759 + 0.142(Inde1) + 0.132(Inde3) -0.086(Inde7) + 0.124(Inde9) -0.280(Inde10) + 1.226 (Inde13)

\*Coeficiente B tomados de las tablas No. 1, 2 y 3.

De este modo, específicamente para la variable: INDC1 (niños con fiebre en las últimas dos semanas), la forma sugerida de analizar e interpretar cada uno de estos modelos es la siguiente:

- **Del modelo a, respecto al indicador Inde11:** se obtuvo en dicho modelo predictivo, un OR = 1.467, con un valor  $p=0.000$ , OR: 1.33 a 1.62. Esto quiere decir que los niños que viven en hogares donde se usa combustible que produce humo (leña, carbón de leña, residuos agrícolas), tienen 1.5 veces (OR) probabilidad de presentar fiebre, que niños donde no se consume este tipo de combustible.
- **Del modelo b respecto al indicador Inde12:** se obtuvo en dicho modelo predictivo, un OR = 1.669, con un valor  $p=0.000$ , OR: 1.42 a 1.97. Esto quiere decir que los niños que viven en hogares donde se usa combustible que produce humo y además no poseen cuarto para cocinar, tienen 1.7 veces (OR) probabilidad de presentar fiebre, que niños donde no se consume este tipo de combustible y/o poseen un cuarto para cocinar.
- **Del modelo c respecto al indicador Inde13:** se obtuvo en dicho modelo predictivo, un OR = 3.409, con un valor  $p=0.000$ , OR: 2.39 a 4.82. Esto quiere decir que los niños que viven en hogares donde se usa combustible que produce humo, y además no poseen cuarto para cocinar, y comparten la cocina, tienen 3.4 veces (OR) probabilidad de presentar fiebre, que niños donde no se consume este tipo de combustible y/o poseen un cuarto para cocinar y/o no comparten la cocina.
- Analizando la relación de los indicadores tipo *Confounder* de los modelos a, b y c para la variable INDC1: niños con fiebre en las últimas dos semanas; a pesar de que los indicadores: Índice socioeconómico según la vivienda (Inde5N), Sexo del menor de 5 años (Inde7) y

Vivienda sin cuarto para cocinar y es compartido (Ind10), tienen relación con la sintomatología, esta relación no es lo suficientemente fuerte para ser considerada significativa, por lo que se puede considerar que, a pesar de la presencia de estos, el humo del material combustionado continúa siendo el que, por asociación, es el responsable de la presencia de los síntomas respiratorias en esto los niños menores de 5 años que habitan estos hogares.

En anexos, en el cuadro No. 23 se resumen de hallazgos encontrados con todos los modelos que presentaron alguna asociación entre el indicador *Proxy* de infecciones respiratorias agudas y alguno de los indicadores de exposición. Para cada resultado, se sugiere analizarse de la manera ejemplificada con la variable INDC1 (niños con fiebre en las últimas dos semanas), antes mencionadas.

## X. CONCLUSIONES

1. Si existe relación entre la combustión de biomasa intradomiciliaria con el apareamiento de sintomatología respiratoria en niños y niñas menores de 5 años.
2. Existe alta heterogeneidad en los datos en relación con: región, departamento, género y edad.
3. Se debe tener cuidado al interpretar los resultados de los modelos analizados en conjunto con los *Confounder*, ya que puede abrir el paso a errores tipo I al atribuirle a una variable ser la causante de la sintomatología respiratoria.
4. De acuerdo con la OMS, entre las enfermedades con la mayor carga absoluta atribuible a factores ambientales modificables figuraban: la diarrea, las infecciones de las vías respiratorias inferiores, «otras» lesiones accidentales, y el paludismo<sup>41</sup>, dicho postulado se logró evidenciar en el presente trabajo, ya que existe una relación entre la combustión de biomasa intradomiciliaria con la presencia de sintomatología respiratoria en niños. Dicha relación se incrementa a medida que los condicionantes de vida son más precarios ya que partimos desde un OR de 1.5 en hogares con contaminación, avanzando a un OR de 1.7 en hogares en donde no solo hay contaminación sino que no poseen un cuarto designado para la cocina incrementando la presencia de humo dentro del hogar, hasta alcanzar un alarmante OR de 3.4 en donde no solo hay contaminación, sino que no hay un cuarto para cocinar exclusivamente, y además este es compartido lo cual incrementa el tiempo de uso de las quemadoras y así se incrementa la cantidad de humo.

5. Los niños con tos en las últimas dos semanas que viven en hogares donde se usa combustible que produce humo (leña, carbón de leña, residuos agrícolas), tienen 1.56 veces (OR) probabilidad de presentar tos, que niños donde no se consume este tipo de combustible, aumentando el riesgo a 1.6 en los hogares en donde no poseen un cuarto designado para la cocina y a 1.76 en los hogares en donde no solo hay contaminación, sino que no hay un cuarto para cocinar exclusivamente.
6. Los niños que presentaron fiebre/tos severa (por 5 o más días) de los hogares en donde se emplea combustible que produce humo (leña, carbón de leña, residuos agrícolas), tienen 1.5 veces más probabilidad de presentar esta sintomatología, que los niños de hogares en donde no se consume este tipo de combustible. Aumentando de igual manera el riesgo a 1.7 en los hogares en donde no poseen un cuarto designado para la cocina.
7. Los niños de los hogares en los cuales se usa combustible que produce humo (leña, carbón de leña, residuos agrícolas), que refirieron ser incapaces de beber, o que no beben/comen bien a causa de la sintomatología respiratoria presentan 1.2 más probabilidad de padecer estos síntomas que los niños en donde no se consume este tipo de combustible.
8. Los indicadores específicos de sintomatología respiratoria INDC 4, 5 y 7 no mostraron asociación directa con la presencia de humo dentro del hogar; pudiendo esto deberse a que son síntomas inespecíficos de la patología respiratoria pudiéndose verse explicados por otras variables ajenas a las evaluadas en este estudio.
9. De acuerdo con una tesis magisterial publicada en la Universidad San Carlos de Guatemala, se indica que: “En Guatemala todavía no se han realizado

estudios epidemiológicos que comprueben la relación directa que podría existir entre la contaminación del aire y las enfermedades respiratorias, pero con la experiencia acumulada en otros países, en los que se han hecho amplios estudios al respecto, se puede considerar que si existe relación...<sup>42</sup> El presente trabajo llena el vacío informático que desde ese año se tenía.

## XI. RECOMENDACIONES

1. El presente estudio evaluó únicamente la asociación entre la inhalación de humo intradomiciliario por leña y la sintomatología respiratoria, sin embargo, se sabe que la inhalación de humo intradomiciliario es dañina para otros aspectos de la salud de la población los cuales también valdría la pena que fueran estudiados.
2. Según la OMS, 1,6 millones de personas cada año mueren prematuramente debido a la inhalación de grandes cantidades de humo intradomiciliario, siendo mujeres y niños los más afectados<sup>43</sup>. Correspondería ahora considerar ampliar el grupo muestral a niños mayores de 5 años y mujeres para evaluar su salud, tal como se evaluó la salud de los niños menores de 5 años en este estudio.
3. Valdría la pena analizar la posibilidad de realizar un estudio de cohorte en base a la información recolectada en este estudio para mejorar la especificidad de la información
4. En la década de los noventa, la OMS organizó el Sistema de Información sobre la Gestión de la Calidad del Aire (AMIS por sus siglas en inglés)<sup>44</sup>. En 1997, el programa del Sistema Mundial de Monitoreo del Medio Ambiente (GEMS por sus siglas en inglés)<sup>45</sup>, se incorporó al AMIS. Actualmente, el AMIS trabaja para brindar información necesaria para el impulso de programas de calidad del aire como: monitoreo de la concentración de contaminantes del aire; desarrollo de instrumentos para elaborar inventarios de emisiones y modelos de calidad del aire; estimación de los efectos sobre la salud pública a través de estudios epidemiológicos y la propuesta de planes de acción detallados para mejorar la calidad del aire. Sin embargo, no toman en cuenta la calidad del aire intradomiciliario que como vemos, es de vital importancia para los efectos en la salud de la población, por lo que

nuevamente se hace la recomendación de generar programas que evalúen el saneamiento y pureza del aire intradomiciliario

5. Para reducir la prevalencia de hogares que posean contaminación intradomiciliaria por el humo y disminuir las enfermedades asociadas. Se debiese de satisfacer las necesidades básicas de los usuarios, y pasar del uso de la leña, carbón de leña o residuos agrícolas, a métodos más eficaces y modernos como el empleo de queroseno, biogás o gas licuado del petróleo con los cuales se podría generar una reducción considerable del humo intradomiciliario, sin alterar las tradiciones de la gastronomía de los individuos.
6. El uso de las estufas ahorradoras de leña es una salida eficiente para la combustión intradomiciliaria de biomasa, sin embargo, estas estufas están sujetas a las necesidades de las familias y el presupuesto con que se cuenta. Por lo tanto, recomendar únicamente su uso es ineficiente si no se recomienda que al momento de su elaboración: se genere un programa de capacitación y seguimiento de los equipos técnicos capaces de realizar evaluaciones del consumo de leña para determinar su eficiencia y aceptación dentro de las comunidades.

## XII. ANEXOS

**Cuadro No. 23**

**Resumen de hallazgos encontrados con todos los modelos que presentaron alguna asociación entre el indicador proxy de IRA y alguno de los indicadores de exposición.**

Proxy de IRA	Exposición DR (valor-p)			Indicadores de exposición ( <i>Confounder</i> )				
	Inde11	Inde12	Inde13	Inde5N	Inde7	Inde9	Inde10	Inde22N
<b>Indc1</b>	1.467 (0.000)	1.669 (0.000)	3.409 (0.000)		123	123	123	
<b>indc2</b>	1.569 (0.000)	1.606 (0.000)	1.766 (0.000)		123	2	12	123
<b>indc3</b>	1.477 (0.000)	1.661 (0.000)	1.633 (0.000)			12	12	
<b>indc6</b>	1.242 (0.000)	1.143 (0.006)		12		1		
<b>i1y2</b>	2.031 (0.000)	2.318 (0.000)	3.209 (0.000)			2	12	
<b>i1y3</b>	1.843 (0.000)	2.110 (0.000)	1.996 (0.000)			2	12	3
<b>i1y5</b>	1.209 (0.025)					1		
<b>i1y6</b>	1.504 (0.000)	1.290 (0.000)	1.316 (0.000)			13		2
<b>i1y7</b>			1.546 (0.000)		3			
<b>i2y3</b>	1.477 (0.000)	1.661 (0.000)	1.633 (0.000)			2	12	
<b>i2y4</b>	1.238 (0.002)	1.303 (0.023)				12		12
<b>i2y6</b>	1.508 (0.000)	1.326 (0.000)				1		
<b>i3y4</b>	1.428 (0.000)	1.636 (0.003)				2		
<b>i3y6</b>	1.549 (0.000)	1.330 (0.007)				1		
<b>i123</b>	1.843 (0.000)	2.112 (0.000)	1.996 (0.000)			2	12	2
<b>i124</b>	1.622 (0.000)	1.712 (0.000)				12	12	12
<b>i125</b>	1.282 (0.035)							
<b>i126</b>	2.074 (0.000)	1.827 (0.000)	1.699 (0.001)				23	
<b>i127</b>			1.546 (0.023)		1			

<b>i134</b>	1.799 (0.000)	2.478 (0.000)	2	2
<b>i136</b>	2.131 (0.000)	1.279 (0.000)		12
<b>i146</b>	1.676 (0.003)		1	
<b>i234</b>	1.428 (0.000)	1.636 (0.003)	2	
<b>i236</b>	1.549 (0.000)	1.330 (0.000)	1	
<b>i246</b>	1.432 (0.035)		1	
<b>i1234</b>	1.799 (0.000)	2.478 (0.000)	2	2
<b>i1236</b>	2.131 (0.000)	1.279 (0.011)		12
<b>i1246</b>	2.315 (0.001)	1.686 (0.000)	1	
<b>i1346</b>	2.648 (0.005)	1.694* (0.000)		

\* Si se toma en cuenta la edad del niño (Inde8N), la asociación se anula, sin encontrarse asociación tampoco con la edad; lo mismo sucede al tomar en cuenta las tres variables antropométricas del niño.

*El valor "1" presenta la asociación del Confounder en el modelo para nde11 El valor "2" presenta la asociación del Confounder en el modelo para Inde12 El valor "3" presenta la asociación del Confounder en el modelo para Inde13*

### XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 
- <sup>1</sup> World Health Organization, contaminación del aire de interiores y salud. Mayo 2018
- <sup>2</sup> World Health Organization, Informe 2015 del PCM sobre el acceso a agua potable y saneamiento: datos esenciales.
- <sup>3</sup> Cáceres A, Adonis M, Retamal C, Ancic P, Valencia M et al. Contaminación intradomiciliaria en un sector de extrema pobreza de la comuna de La Pintana. *Rev Méd Chile* 2001; 129, 1: 33-42
- <sup>4</sup> Gil L, Cáceres D, Adonis M. Influence of atmospheric air pollution on indoor air quality. Comparison of chemical pollutants and mutagenicity levels in Santiago (Chile). *Indoor + Built Environment* 1997; 6: 320-30.
- <sup>5</sup> Guatemala. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta nacional de condiciones de vida 2006: resultados nacionales. Guatemala: INE, 2009. [accesado 5 de febrero de 2016] Disponible en: [http://www.ine.gob.gt/descargas/EANCOVI2006/Resultados\\_Nacionales.pdf](http://www.ine.gob.gt/descargas/EANCOVI2006/Resultados_Nacionales.pdf)
- <sup>6</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000: informe principal. Roma: FAO, 2002.
- <sup>7</sup> Linares M. Indoor air pollution. *Medwave* 2009 Ene;09(1): e3697 doi: 10.5867/medwave.2009.01.3697
- <sup>8</sup> Gavidia, T. Pronczuk, J. Sly, P.D. Environmental impacts on the respiratory health of children: global burden of paediatric respiratory diseases linked to the environment. *Rev chil enf respir* 2009; 25: 99-108
- <sup>9</sup> Greenpeace. La Biomasa, Ficha número 11, solarízate.
- <sup>10</sup> De Koning HW, Smith KR, Last JM. Biomass fuel combustion and health. *Bull World Health Organ* 1985; 63(1): 11-26.
- <sup>11</sup> american academy of pediatrics. Ambient air pollution: Health Hazard to Children. *Pediatrics* 2004; 114: 1600-707.
- <sup>12</sup> Pino P, Walter T, Oyarzun M, Villegas R, Romieu I. Fine particulate levels and the incidence of wheezing illnesses in the first year of life. *Epidemiology* 2004; 15: 702-8.
- <sup>13</sup> Manuales sobre energía renovable: biomasa. [monografía en línea] Costa Rica: Biomass Users Network BUN-CA, 2002.

- 
- <sup>14</sup> Alfaro M, Hidalgo M. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina: informe subregional Centroamérica y México. Roma: FAO; 2005.
- <sup>15</sup> Organización Naciones Unidas, Asamblea Nacional, Documento final del acto especial de seguimiento de la labor realizada para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio
- <sup>16</sup> Oyarzun, M. contaminación aérea y sus efectos en la salud, Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 16-25
- <sup>17</sup> Pandey MR. Domestic smoke pollution and chronic bronchitis in a rural community of the hill region of Nepal. Thorax 1984; 39:337.
- <sup>18</sup> WHO, contaminación del aire de interiores y salud. Mayo 2018
- <sup>19</sup> OSTRO B, SÁNCHEZ J M, ARANDA C, ESKELAND G. Air pollution and mortality. Results from study from Santiago Chile. J Expo Anal Environ Epidemiol 1996; 6: 97-114
- <sup>20</sup> WHO, Departamento de salud pública, medio ambiente y determinantes sociales de la salud de la OMS, Osseiran, Nada. 2017
- <sup>21</sup> Graham NMH. The epidemiology of acute respiratory infections in children and adults: a global perspective. Epidemiologic Reviews 1990;12:149
- <sup>22</sup> WHO, Effects of Air Pollution on Children's Health and Development: A review of the evidence. World Health Organization Special Programme on health and Environment. European Centre for Environment and Health 2005.
- <sup>23</sup> Etzel R A, Balakrishnan K. Chapter 10: Air, in Children's health and the environment - A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector, J. P. d. Garbino, Editor. 2004, WHO: Geneva. p. 107-132.
- <sup>24</sup> Liu S, Krewski D, Shi Y, Chen Y, Burnett R T. Association between maternal exposure to ambient air pollutants during pregnancy and fetal growth restriction. J Expo Sci Environ Epidemiol 2007; 17: 426-32.
- <sup>25</sup> WHO (2001) The world health report. Geneva, World Health Organization. 2001
- <sup>26</sup> Samet M, Marbut M C, Spengler M. Health effects and sources of indoor air pollution (Part I). Am Rev Respir Dis 1987; 136: 486-508. Part II Am Rev Respir Dis 1987; 137: 221-42.

- 
- <sup>27</sup> Guzmán, N. de la Hoz Restrepo, F, Contaminación del aire domiciliario y enfermedades respiratorias (infección respiratoria aguda baja, epoc, cáncer de pulmón y asma): evidencias de asociación. Rev.Fac. Med 2008 Vol. 56 No. 1
- <sup>28</sup> Smith KR, Mehta S, Feuz M. Indoor smoke from household solid fuels. In: Ezzati M, Rodgers AD, Lopez AD, Murray CJL (eds) Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease due to selected major risk factors, Geneva: World Health Organization. 2004; Vol 2
- <sup>29</sup> Bruce N, et al. Indoor air pollution. In : Jamison DT et al, eds. Disease control priorities in developing countries. 2nd Ed. New York, Oxford University Press, 2006.
- <sup>30</sup> Energía doméstica y salud, combustibles para una vida mejor. Organización mundial de la salud. 2007.
- <sup>31</sup> Gordon B, Mackay R, Rehfuess E. Inheriting the world: the atlas of children's health and the environment. Geneva, World Health Organization, 2004.
- <sup>32</sup> Leslie GB, Haraprasad V. Indoor air pollution from combustion sources in developing countries. *Indoor Environ* 1993; 2: 4-13.
- <sup>33</sup> June Y T Po, J Mark FitzGerald, Chris Carlsten, Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. *Thorax* published online January 19, 2011. Downloaded from <http://thorax.bmj.com/> on February 12, 2016
- <sup>34</sup> Smith KR, Mehta S, Feuz M. Indoor air pollution from household use of solid fuels. In: Ezzati M et al., eds. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva, World Health Organization, 2004.
- <sup>35</sup> Juneman, A., & Legarreta, G. (2007). Inhalación de humo de leña: una causa relevante pero poco reconocida de enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista Argentina de Medicina Respiratoria*, (2), 51-57. Retrieved from [http://www.ramr.org.ar/archivos/numero/ano\\_7\\_2\\_dic\\_2007/mere2\\_3.pdf](http://www.ramr.org.ar/archivos/numero/ano_7_2_dic_2007/mere2_3.pdf)
- <sup>36</sup> Moreira, Maria Auxiliadora Carmo et al. Comparative study of respiratory symptoms and lung function alterations in patients with chronic obstructive pulmonary disease related to the exposure to wood and tobacco smoke. *J. bras. pneumol.* [En línea]. 2008, vol.34, n.9 [consultado 15 – 01 - 2016], pp. 667-674.
- <sup>37</sup> Smith KR, Pillarissetti A. A Short History of Woodsmoke and Implications for Chile. *Estudios Públicos*, 126 (otoño 2012): 163-179.

---

<sup>38</sup> FAO. Memoria - Reunión regional sobre generación de electricidad a partir de biomasa. Dirección de productos forestales, FAO, Roma. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe

<sup>39</sup> Velasquez A. Zavala, R. Impacto de las cocinas mejoradas de combustión de biomasa en la salud de niños de áreas de escasos recursos. Ministerios de salud, Perú.

<sup>40</sup> Organización Mundial de la Salud. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente: resumen de orientación. A. Prüss-Üstün, C. Corvalán.

<sup>40</sup> Oliva Soto, Pablo Ernesto. Calidad del aire en Guatemala, compilación de la información existente. Tesis para obtener el grado académico de Magister en docencia universitaria con especialización en evaluación educativa. Universidad San Carlos de Guatemala, octubre 2008.

<sup>42</sup> PCIA, Alianza para Aire Limpio Intradomiciliario, mayo 2005

<sup>43</sup> Schwella D. The Air Management Information System (AMIS) and a global air quality partnership. Ginebra: OMS; 1997.

<sup>44</sup> OMS, PNUMA, GEMS/AIRE Programa Mundial de Vigilancia y Evaluación de la Calidad del Aire Urbano. Ginebra, OMS, 1993.