



## Capítulo 2

**Género, leña y salud: el caso de una  
comunidad rural en el estado de  
Jalisco, México**





*Kenia Marcela González Pedraza*<sup>1</sup>

*Martha Georgina Orozco Medina*<sup>2</sup>

*Arturo Figueroa Montaño*<sup>3</sup>

*Miriam Sarahí Noriega Moreira*<sup>4</sup>

---

## Introducción

Los estudios a nivel mundial sobre calidad de aire de interiores y quema de leña utilizada por mujeres de zonas rurales para cocinar involucran la recopilación de informaciones distintas, y pueden ser clasificados en tres grandes grupos. El primer grupo establece una asociación directa entre el uso de biomasa y efectos en la salud (síntomas respiratorios, EPOC, asma, cataratas, alteración de la función pulmonar), sin entrar a detalle con el tipo de contaminante generado, el espacio en que se encuentra la cocina y las características de la residencia, permite que a través de encuestas se estudie qué personas estuvieron expuestas a biomasa, por cuánto tiempo (uso diario y años de realizar esta actividad), y

---

<sup>1</sup> Maestra en Ciencias de la Salud Ambiental. Docente Fundación Universitaria Unihorizonte. Correo electrónico: marcegonzalez2005@hotmail.com

<sup>2</sup> Doctora en Ciencias Biológicas en el área de Contaminación. Directora del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. Departamento de Ciencias Ambientales. CUCBA – Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: martha.orozco@academicos.udg.mx

<sup>3</sup> Doctor Regional en Ciencias de la Tierra. Docente investigador. Departamento de Salud Pública. CUCS – Universidad de Guadalajara. Correo: arturo.figueroa@cucei.udg.mx

<sup>4</sup> Licenciada en Biología. Egresada CUCBA – Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: sarami\_1992@hotmail.com

relacionarlo así con algunas valoraciones médicas o bien con información de fuentes secundarias de los que se obtienen datos de hospitalización, morbilidad y/o mortalidad (Carmo Moreira *et al.*, 2013; Kwas *et al.*, 2017; Montes de Oca *et al.*, 2017). Un segundo grupo en donde, además de conocer que se hace la cocción de alimentos a partir de energía suministrada por biomasa, se monitorean contaminantes específicos —en este caso se ha dado especial atención a las propuestas en donde se hizo medición de material particulado (MP), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)—, se valoran síntomas como tos, esputo y disnea y se realizan pruebas para diagnosticar enfermedades que pudieran estar directamente relacionadas con estos contaminantes (Guarnieri *et al.*, 2014; Majdan *et al.*, 2015; Medgyesi *et al.*, 2017). Un tercer grupo en el que se ha generado menor evidencia científica, además de la caracterización ambiental, se tienen en cuenta otros elementos como el tipo de combustible (tipo de leña), las características de ventilación, ubicación de la cocina y parámetros meteorológicos como temperatura y humedad relativa, y su relación con la calidad del aire interior y la salud de los encargados de ejecutar la actividad de la cocción de alimentos (Fullerton *et al.*, 2009, Klasen *et al.*, 2015; Bartington *et al.*, 2017).

Así mismo, en México se ha determinado que casi el 80 % de la población rural o aproximadamente 25 millones de personas dependen de la madera para cocinar, calentarse y otras tareas domésticas (Masera *et al.*, 2005; Armendáriz Arnez *et al.*, 2008), lo que resulta en exposiciones significativas de la población rural a contaminantes en el humo de la madera, y una carga de salud significativa (Zuk *et al.*, 2007; Armendáriz Arnez *et al.*, 2008). Con relación a ello se hizo una revisión en la literatura de la última década, las investigaciones identificadas se direccionan en su mayoría a evaluar la contaminación del aire por quema de combustibles sólidos (MP<sub>2.5</sub> y CO), después de realizar la instalación de estufas mejoradas con chimenea con respecto a las estufas tradicionales cuyo fogón está abierto al ambiente, en cuanto a la salud, se valora la exposición personal, síntomas y enfermedades respiratorias y la función pulmonar.

Por otro parte, en Jalisco se cuenta con hallazgos que hacen mención del uso de leña como combustible, usados por las mujeres de la comunidad para la preparación de alimentos, como en comunidades indígenas de los municipios de Mezquitic y Tuxpan; las más recientes (2003, 2008 y 2009) están orientadas hacia el análisis ambiental en el que se compara del uso de estufas tradicionales con estufas mejoradas en poblaciones de Manzanilla de la Paz, Cuautitlán de García Barragán y Juchitlán, cuyo énfasis radica en la disminución de la cantidad de leña utilizada a partir de la implementación de este tipo de estufas; así mismo, se observa debilidad en cuanto a la salud ambiental y uso de leña, debido a que los estudios encontrados son limitados y los resultados no se están relacionando con la salud de las personas expuestas.

En cuanto a Agua Caliente, territorio en el cual se desarrolla el proyecto, los estudios hechos por un grupo de académicos de la Universidad de Guadalajara revelan que en el 94 % de los hogares de esta comunidad rural, se cocina con leña, utilizando alrededor de 2.574 kg diarios de leña, cuyos residuos van al aire y luego se respiran y afectan la salud de gente (Lozano, 2017 citado por Bello, 2017). En general, en esta localidad se han realizado investigaciones para analizar la seguridad alimentaria, la desnutrición y las condiciones ambientales (aire y agua), se han hecho mediciones ambientales de partículas ( $MP_{2.5}$ ), a través de un monitoreo en el que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) encontró que los valores diarios están por encima de los límites propuestos por la OMS; se ha llevado a cabo la cuantificación de pesticidas y de metales pesados en orina y sangre y la interacción de diversos factores que probablemente estén desencadenado la presencia de enfermedad renal.

De la revisión sistemática de investigaciones a nivel global, regional y local, se concluye la importancia de empezar a correlacionar los distintos factores que inciden en la inadecuada calidad del aire de interiores por quema de leña y generar investigación que tenga un enfoque en el cual se visualice y dimensione la complejidad de los problemas de salud relacionados

a la dependencia de gran parte de la población mundial al uso de estos combustibles, es decir, empezar a identificar en un mismo entorno características ambientales (contaminación y calidad del aire interior, tipo de combustible), sociales (marginación, pobreza, acceso a servicios básicos, características de la vivienda), físicas (ventilación, temperatura, humedad), entre otras. Además, es fundamental que a partir de estos estudios se generen propuestas que lleven al cambio real y paulatino de energías más limpias y así documentar los beneficios e impacto originados a partir de la implementación de estas.

En este contexto, el proyecto evalúa las condiciones ambientales del aire de interior por quema de leña (material particulado y sensación térmica) y estima los efectos percibidos por las mujeres con relación a su salud, de este modo a partir de la ejecución de la investigación se pretende generar un precedente para que los datos obtenidos sirvan de apoyo en la implementación de políticas públicas y programas de intervención eficientes y efectivos que respondan adecuadamente a las necesidades de la comunidad.

## **Pobreza energética**

La pobreza energética podría definirse como la “falta de alternativas suficientes para acceder a unos servicios energéticos adecuados, económicos, fiables, seguros y ambientalmente sostenibles que permitan ayudar el desarrollo económico y humano” (González, 2014). Los indicadores internacionales reconocen en la quema de biomasa o combustibles fósiles y en las cocinas de fuego abierto una condición de pobreza energética (Bazilian *et al.*, 2010; Bhatia y Angelou, 2015; Practical Action, 2014 citados por Calvo *et al.*, 2019). El principal efecto negativo del acceso a este servicio energético de baja calidad es la contaminación al interior del hogar por la emisión de gases contaminantes o material particulado, derivado tanto del tipo de artefacto utilizado como de las fuentes de energía (Calvo *et al.*, 2019), la mala calidad de aire, a su vez, conlleva que se generen efectos negativos sobre la población que está expuesta a los compuestos producto del uso de energías contaminantes.



## Salud ambiental

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud. Por consiguiente, queda excluido de esta definición cualquier comportamiento no relacionado con el medio ambiente (OMS, 2017). De este modo, la salud ambiental en el ámbito de la calidad del aire ofrece distintas perspectivas y posibilidades para conocer cómo los contaminantes que influyen en el ambiente intra y extradomiciliario, al estar en niveles críticos, afectan distintas funciones biológicas en las personas expuestas. Tomando como punto de partida las características anteriormente mencionadas, los temas de salud ambiental que se abordan en este proyecto son: calidad de aire de interiores (ambiente físico), uso de combustibles sólidos, vivienda (ambiente social), utilización de diversas especies vegetales (ambiente biológico) y efectos en la salud como consecuencia de los contaminantes presentes al interior de las residencias (salud).

## Género y salud

Los roles de género son construcciones sociales que conforman los comportamientos, las actividades, las expectativas y las oportunidades que se consideran apropiados en un determinado contexto sociocultural para todas las personas. Además, el género hace referencia a las relaciones entre las personas y a la distribución del poder en esas relaciones, es un factor que crea inequidades sanitarias por sí solo y que puede agravar las que son producto de la situación socioeconómica, la edad, la etnia, la discapacidad, la orientación sexual, etc.

El género influye en la salud y el bienestar en tres ámbitos:

1. los determinantes de la salud relacionados con el género, incluida la interacción con otros determinantes sociales y estructurales;
2. las conductas en la esfera de la salud en función del género; y
3. la respuesta del sistema de salud en función del género (OMS, 2018).

Para el caso de la temática energética y los derechos humanos de las mujeres, se considera que el género condiciona el acceso, el uso y el consumo de energía, lo que tiene consecuencias sobre la calidad de vida y salud de las mujeres (Dehays y Schuschny, 2018). En Agua Caliente, comunidad en donde se desarrolla la investigación, en los hogares se ha determinado que las mujeres son las encargadas de llevar a cabo todas las actividades del hogar, dentro de las cuales está la labor de cocinar, rol que les es asignado desde la niñez, por lo cual se exponen a los contaminantes del aire y otros riesgos asociados a dicho trabajo a lo largo de toda su vida.

### **Calidad ambiental asociada a la combustión de leña en los hogares y sus efectos en la salud (MP y confort térmico [T y HR])**

La calidad ambiental interior hace referencia a la armonía de factores térmicos, acústicos, luminosos y del aire que se respira, que no represente un peligro para la salud y el aire interior de un microambiente, no debe contener contaminantes en concentraciones superiores a aquellas que puedan perjudicar la salud o causar malestar a sus ocupantes (Carazo *et al.*, 2013 citado por Sánchez, 2017).

La calidad del aire en espacios cerrados es multifactorial, dependiendo especialmente de los hábitos de los moradores, de su nivel socioeconómico, del intercambio de aire con el exterior y de la remoción de los contaminantes. En términos de emisión, los contaminantes





pueden diferenciarse en productos de la combustión (material particulado, humo de tabaco, humo de leña, entre otros), agentes biológicos (microorganismos y alérgenos); y misceláneos: radón y compuestos orgánicos volátiles (Oyarzún, 2010).

En el estudio fueron de especial interés dos parámetros de calidad ambiental, el material particulado y las condiciones de confort térmico. Las partículas, también conocidas como partículas suspendidas, aeropartículas, material particulado —del inglés *particulate matter*— y aerosoles, que son algunos de los términos utilizados para nombrar una mezcla de compuestos microscópicos o muy pequeños en forma de líquidos y sólidos suspendidos en el aire (por ejemplo, hollín, polvo, humo y neblinas) (Semarnat e INE, 2011).

Algunos de los efectos producto de la contaminación de material particulado son:

- Irritación bronquial, inflamación y mayor reactividad.
- Reducción de la actividad de limpieza mucociliar.
- Sedimentan en los pulmones causando una gran variedad de síntomas respiratorios.
- La exposición prolongada aumenta el riesgo de muerte por enfermedades del corazón y pulmones.
- Sibilancias.
- Exacerbación del asma.
- Infecciones respiratorias.
- Bronquitis crónica y EPOC (Orozco *et al.*, 2014).

Así mismo, se puede decir que existe “confort térmico”, cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan (Instituto

Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 2007), el discomfort térmico se puede manifestar en el cuerpo humano con síntomas tales como fatiga, insolación, golpe de calor, calambres, entre otros (Gadiwala y Sadiq, 2008, citado por Sánchez, 2017).

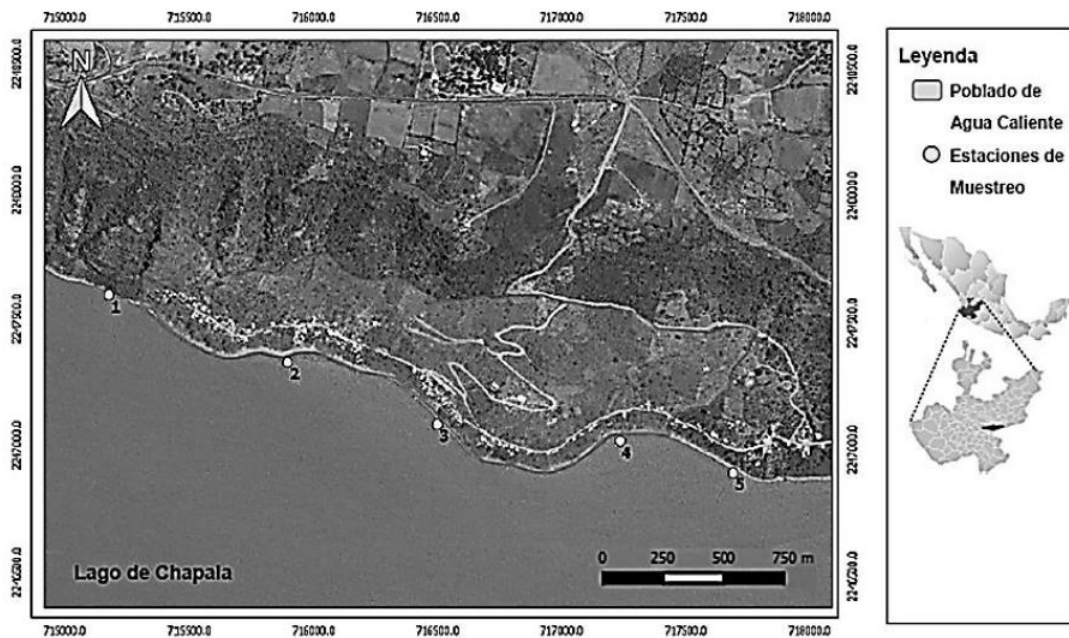
## **Modelo teórico de exposición a contaminación del aire interior**

El modelo teórico que apoya la investigación es el propuesto por Kirk Smith *et al.* en 2012, denominado determinantes macroambientales y microambientales. Según este modelo, la exposición a la contaminación del aire interior en la vivienda debida a la combustión de la leña que se utiliza en la preparación de alimentos está definida por variables que hacen parte del ambiente interior próximo (microambientales) a la persona como lo son la localización de la cocina, características del hogar como ventilación, ubicación y dimensión de las habitaciones, ventilación de la estufa, perfil de actividades o distribución del tiempo de la persona expuesta, tipo y cantidad de combustible utilizado y tipo de estufa; y las variables de influencia indirecta (macroambientales), como la accesibilidad a diferentes fuentes de energía, ingresos, condiciones climáticas, educación, género, edad, hábitos y costumbres que se tienen al cocinar, tamaño de la familia, etnia y prácticas culturales. Finalmente, se debe considerar que cada una de las variables mencionadas aporta en la exposición de la población e influye en una mayor o menor vulnerabilidad de determinados grupos.

## **Método**

El estudio se abordó desde un diseño descriptivo transversal, la unidad de estudio fue la comunidad de Agua Caliente, Poncitlán, Jalisco (ver figura 2-1), la unidad de observación fueron las mujeres que participaron de manera voluntaria en la investigación, por lo tanto, la selección de la muestra fue por conveniencia, debido a que se dependía de la voluntad y disposición de las participantes.

Figura 2-1. Mapa del área de estudio



Fuente: Pérez, García, Orozco y Contreras (2018, p. 16).

La investigación analizó la calidad ambiental (material particulado y confort térmico) en 48 hogares, donde se obtuvieron los resultados de 39 mujeres entrevistadas que fueron interrogadas sobre su percepción, valores, conocimiento, hábitos y costumbres con relación al uso de leña y exposición. Se hizo el reconocimiento y delimitación de la zona de estudio y se identificaron las mujeres que deseaban participar voluntariamente en el proyecto; se monitoreó en el aire que circula en las cocinas la concentración en número de partículas/ $0,03\text{m}^3$  de las partículas con diámetros  $0,3\mu\text{m}$ ,  $0,5\mu\text{m}$ ,  $1\mu\text{m}$ ,  $2,5\mu\text{m}$ ,  $5\mu\text{m}$  y



**Aproximaciones culturales:** una forma de ver y entender la naturaleza

10µm emitidas por las estufas que utilizan leña como combustible (20 con fogón de leña tradicional y 28 con estufas de leña ecológicas), al mismo tiempo se midieron parámetros meteorológicos como humedad relativa, temperatura y velocidad del viento y, por último, se hicieron recorridos para encuestar a las mujeres. En cuanto al tratamiento de los datos para su interpretación se realizaron determinaciones de estadística descriptiva, análisis de factores y análisis de varianza, para analizar calidad del aire interior, el índice de confort térmico y las características sociodemográficas.

Las fases que direccionaron la ejecución de la propuesta se mencionan a continuación:

■ **Tabla 2-1.** Fases de ejecución del proyecto de investigación

<b>Fase de arranque proyecto</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabajo documental, conocimiento de usos y costumbres comunitarios, preparación de técnicas de diálogo con la comunidad, taller de preparación de materiales, instrumentos, cuestionarios y equipos.</li><li>• Fundamentación teórica: antecedentes, descripción del área de estudio a través de información documental, previo a la visita al sitio.</li><li>• Planeación general: definición de objetivos, métodos, información de referencia, alcances y productos, recursos técnicos, humanos y materiales.</li><li>• Selección de métodos y técnicas ambientales, en campo y con la comunidad.</li><li>• Participantes y roles: responsabilidades, tareas y comisiones, jerarquías y flujos.</li></ul>
<b>Fase de trabajo</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reconocimiento del área de estudio.</li><li>• Diálogos con los líderes y representantes comunitarios.</li><li>• Planeación de tareas con la comunidad.</li><li>• Recuperación de información de los habitantes, selección de métodos: talleres, entrevistas, cuestionarios, etc.</li><li>• Trabajo de muestreo ambiental: selección de fechas.</li><li>• Adecuación de responsabilidades y comisiones en atención a la participación comunitaria.</li><li>• Socialización con la comunidad de las fases del proyecto.</li><li>• Firma de consentimientos y programar fecha de presentación de fases de avances y resultado final.</li></ul>

Continúa tabla

### Fase de cierre

- Organización de informes de trabajo ambiental y comunitario.
- Programación de informes a la comunidad (concertar fechas con líderes y formas de organización comunitaria para no intervenir en festividades locales o días de celebraciones religiosas u otras).
- Coordinar sede de presentación única o varias en función de las características del proyecto.
- Diseñar formas innovadoras y creativas de informar a la comunidad, talleres participativos, cenas, desayunos, ferias, etc.
- Diseño de materiales de exposición, carteles, videos, presentaciones, folletos.
- Publicación de resultados, informes técnicos, revistas científicas, revistas de divulgación.

## Instrumentos

Para el monitoreo de material particulado, temperatura y humedad relativa, se utilizaron equipos manuales de medición directa, ya que por las características del estudio se optó por los que fueran de fácil manejo, además de que cuentan con una gran confiabilidad de datos. Las mediciones se llevaron a cabo en cada una de las viviendas seleccionadas (n=48) entre los meses de febrero, marzo, abril y mayo del año 2018.

## Medición de material particulado

Para la medición de partículas se utilizó un video contador de partículas marca Exttech modelo VPC300, el cual realiza conteo de partículas a través de una sonda isocinética y diferencia seis canales de diámetro de partícula o tamaño de partícula siendo estos de 0,3, 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 y 10  $\mu\text{m}$ . Tiene una velocidad de flujo de 2,83 L/min, y cuenta con una eficacia de conteo del 50 % para 0,3  $\mu\text{m}$  y 100 % para partículas > 0,45  $\mu\text{m}$ . Los modos de conteo de partículas son acumulativo, diferencial y de concentración (Sánchez, 2017).

## Medición de parámetros meteorológicos para determinación de valores de sensación térmica

Para la obtención de los valores de sensación térmica se utilizaron los registros de temperatura de aire y humedad relativa (HR), mediante el equipo video contador de partículas, el cual también, realiza mediciones de temperatura y humedad relativa, adicionalmente se contó con las mediciones registradas por la estación meteorológica portátil marca EXTECH.

Los cálculos para determinar el índice de calor y la sensación térmica se obtuvieron aplicando la ecuación que se muestra a continuación:

$$IC = b_0 + b_2 * T + b_3 * HR \text{ (Sánchez 2017).}$$

Donde:

*IC*: índice de calor; *T*: temperatura del aire °C; *HR*: humedad relativa %; coeficientes  
coeficiente  $b_0$ : -35,70978; coeficiente  $b_2$ : 1,949756; coeficiente  $b_3$ : 0,2742717

## Encuesta hábitos, costumbres, uso de leña, exposición y síntomas

Se creó una encuesta constituida por un total de 37 preguntas que conformaron cinco apartados: datos personales y familiares, aspectos ambientales, identificación de problemas ambientales al interior de la vivienda y aspectos de salud; se enfocó en conocer los factores de bienestar subjetivo con respecto al uso de la estufa de leña; el instrumento inicialmente se validó a través de una prueba piloto y se revisó por parte de especialistas en el área de salud ambiental.



El cuestionario contiene información como la siguiente:

- El humo del fogón es bueno para algo.
- Síntomas respiratorios sentidos los últimos meses.
- Momento del día y del año en que se presentan con mayor frecuencia los síntomas.
- Tipo de estufa.
- Veces al día en que se cocina.
- Especie que se utiliza como leña.
- Edad a la que se inicia las labores para cocinar.
- Otros.

Fue recolectada por dos investigadores en el transcurso del año 2018 y parte del 2019, se recibió la capacitación respectiva y la socialización a través de la líder comunitaria, para facilitar el proceso; se llevó a cabo de manera oral y fue contestada por 39 mujeres que participaron voluntariamente del proyecto, el tipo de pregunta fue de opción múltiple con la posibilidad de incluir respuestas dadas por ellas, diferentes a las planteadas en el formato.

## Resultados y discusión

En los resultados se señalan los siguientes apartados: monitoreo ambiental, el cual abarca los parámetros de calidad ambiental asociados a las mediciones de material particulado y los valores de sensación térmica (temperatura y humedad relativa); percepción ambiental y de salud obtenidas a través de la encuesta; y por último características del contexto social comprendidas por los ítems de sociodemográficos, económicos y culturales (ver tabla 2-2).

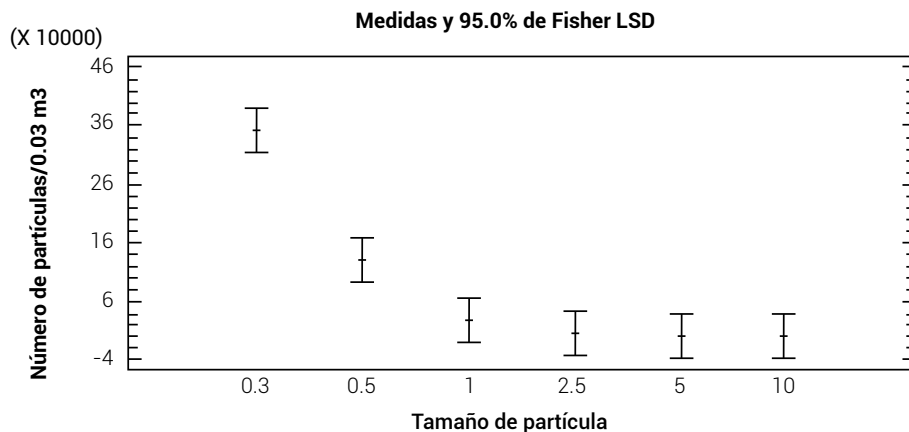
■ **Tabla 2-2.** Resumen de principales resultados del proyecto de investigación

Parámetro	Resultado	
<b>Material particulado</b>	Nivel de riesgo	Como parte del análisis descriptivo, se clasificó el nivel de riesgo según los rangos de referencias que proporciona el manual del equipo videocontador de partículas VPC300 marca EXTECH, catalogados en bueno, precaución y peligro, siendo este último el nivel de riesgo más alto y el más perjudicial para el ser humano, para los tamaños de partícula 0,3, 0,5 y 1 µm la media de la concentración del número de partículas (CNP) está dentro del nivel considerado como peligro, mientras que para los tamaños de partícula 2,5, 5 y 10 µm, la media de la CNP está por encima del rango estimado como peligro.
	Tamaño de partícula (0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5, 10 µm)	Con relación al factor tamaño de partículas, se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los valores de las medias de los tamaños de partículas monitoreados, en donde se destaca con mayor concentración el número de partículas de tamaño 0,3 um (ver figura 2-2).
<b>Sensación térmica</b>	Tipo de estufa (tradicional/ ecológica)	El factor tipo de estufa evidenció un impacto significativo sobre el índice de confort térmico, el mayor valor de índice de calor (IC) se registró para las estufas de tipo tradicional.
<b>Salud de las mujeres</b>	Síntomas	Se encuestó a 39 mujeres de la población de Agua Caliente, el 62 % de ellas refiere no asociar la calidad del aire interior con efectos en su salud, mientras que el 38 % considera que la calidad del aire interior (humo de leña) representa un riesgo para su salud; entre los síntomas y molestias percibidas mencionan la exacerbación del asma (J45), la congestión nasal (R09.81), falta de aire, tos, mareo (R42), visión borrosa, ardor en los ojos y dolor de cabeza (R51).
<b>Características sociales y culturales</b>	Exposición y contaminación del aire interior	En cuanto a los factores sociales y culturales que influyen en la calidad del aire al interior en las viviendas se encontró que las mujeres usan productos como el papel, cartón y plástico para facilitar el encendido del fogón y se deshacen de la basura por medio de la quema.  Se encontró además que los niños y niñas son los principales acompañantes de las cocineras y que la labor de cocinar se empieza desde la niñez.



## Material particulado

**Figura 2-2.** Diferencia de medias globales para cantidad de partículas con relación a los diferentes tamaños de partículas



**Fuente:** elaboración propia.

Los tamaños de partículas más abundantes se encontraron entre los 0,3 µm a 2,5 µm, esto como consecuencia de la combustión incompleta de la leña, lo que coincide con la distribución del tamaño de partícula identificada por Watson y Chow (2000) en su estudio inventario de emisiones, en donde evidencian que los materiales asociados a elementos orgánicos son los principales generadores de material particulado con diámetro entre 0,1 a 2,5 µm.

El comportamiento de la concentración de partículas para todos los tamaños sugiere que en el lugar donde se hace la cocción de alimentos persiste una condición de riesgo para las personas que están expuestas. En la literatura se ha encontrado que los niveles de

contaminación del aire en los hogares donde se quema biomasa (madera, carbón, excremento) para satisfacer las necesidades de energía del hogar son hasta 50 veces mayores que los Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental de los EE. UU. (NAAQS) para niveles de 24 h al aire libre establecidos en  $65 \text{ mg/m}^3$  (USEPA, 2002; Von Schirnding *et al.*, 2002; Saksena *et al.*, 2003 citados por Sukhsohale *et al.*, 2013); varios estudios han demostrado que, en promedio, los niveles de material particulado derivados de la combustión de biomasa de  $2,5 \text{ }\mu\text{m}$  de diámetro (PM 2,5 ) varía de 500 a  $1.500 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ , lo cual es muy alto en comparación al nivel interior de PM 2,5 permitido por la OMS, cuyo rango oscila entre 10 y  $50 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  en un valor medio de 24 horas (Apte y Salvi, 2016), al hacer una comparación con los resultados obtenidos por el estudio se constata que efectivamente los niveles de contaminación del aire interior por presencia de material particulado sobrepasan los límites permisibles lo que implica un riesgo inminente para el ambiente y la salud de las personas.

## **Sensación térmica**

La cocina es parte del mayor factor que influye en la incomodidad, porque a menudo se originan olores cuando se cocina y aumenta el calor que rodea la habitación, además, cocinar es una actividad rutinaria que se realiza desde la mañana hasta la tarde y por tanto es una actividad que implica una constante exposición (Rahmillah *et al.*, 2017).

En este sentido, en los lugares analizados se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de sensación térmica por tipo de estufa, los valores más altos se dieron en las cocinas donde se encuentran estufas de tipo tradicional. El promedio general de sensación térmica en las viviendas en donde se hizo la medición de temperatura y humedad relativa tiene un valor de  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ , el cual se está dentro del rango considerado como precaución y el valor máximo identificado en estufas tradicionales es de  $51 \text{ }^\circ\text{C}$ , considerado dentro de la categoría de peligro; estas categorías fueron establecidas por



los autores Moran y Morgan en su estudio meteorología: la atmósfera y la ciencia del clima (Davydova, 2018), lo anterior significa que las cocinas con estufas tradicionales generaran una mayor exposición a altas temperaturas.

En cuanto a zonas rurales en donde se cocina con biomasa, se encuentra el estudio de Ravindra *et al.* (2019), quienes evaluaron el confort térmico en las cocinas de Punjab, India, en su investigación determinaron que la sensación de confort térmico era ligeramente fría a neutral durante el invierno, neutral durante el preverano y ligeramente cálida durante el verano, llegando a la conclusión de que la utilización de combustible de biomasa sólida no solo causa la contaminación del aire en el hogar sino que también afecta el confort térmico, hallazgos que, según lo descrito anteriormente, coinciden con lo encontrado en el presente estudio.

No obstante, es importante destacar que hay relativamente pocos estudios sobre el confort térmico en la cocina, en la casa o en ambientes al aire libre en general, por lo que esto limitó el estudio en cuanto a la posibilidad de realizar una discusión más profunda para contrastar los resultados.

## Factores de riesgo y síntomas percibidos

Pese a la gravedad de la contaminación del aire y los efectos que se generan sobre la salud de los seres humanos en Temuco debido al extendido uso de estufas de leña, la palabra “contaminación” aparece como un concepto secundario de las representaciones sociales de las estufas. Tanto así que solo para los participantes que residen en el sector alto de la ciudad, la contaminación es un atributo esencial asociado estrechamente con las estufas de leña. Por otro lado, los participantes de otros niveles socioeconómicos percibieron un vínculo más débil, siendo secundario en los del sector medio y periférico para el nivel bajo.

Este hallazgo es relevante para los estudios de percepción de contaminación atmosférica y comunicación del riesgo a la salud, por lo que debe tenerse en consideración dadas sus posibles implicaciones prácticas (Álvarez y Boso, 2017), lo que demuestra la baja percepción que tienen las personas frente al riesgo a la salud que se tiene al existir una exposición continua a los contaminantes ambientales generados por la combustión de la leña.

En lo que respecta a la identificación de signos, quejas y síntomas percibidos por las personas encuestadas para este estudio, se evidenció que en su mayoría no perciben la asociación entre la calidad del aire interior y los efectos en la salud, percepción que se ratifica en el estudio realizado por Ramírez en 2009, denominado *Estrategia para la incorporación de estufas ahorradoras de leña en la comunidad de Villa Morelos Jalisco*, en donde siete de las diez familias encuestadas manifestó no percibir enfermedades relacionados con el humo de la leña.

Adicionalmente, se vislumbraron dos aspectos relacionados con el tiempo de exposición, los cuales dan a conocer si la exposición se está dando en temporadas cortas o largas y si se puede considerar como aguda o crónica. Las mujeres mencionaron que la estufa de leña se enciende todo el día e indicaron estar expuestas desde la niñez, lo que sugiere una exposición continua y prolongada a los contaminantes emitidos por las estufas de leña.

## **Factores sociales y culturales asociadas a la cocina de leña**

Para entender la dinámica social relacionada a las condiciones de calidad de aire interior y salud de las mujeres en la comunidad, se indagó sobre algunos factores en este rubro que inciden de manera directa o indirecta con la problemática, a partir de los datos recolectados de la encuesta aplicada se logró conocer que las mujeres son las personas a



las que se les ha asignado el rol de las actividades del hogar y, por tanto, son las encargadas de la cocción de los alimentos lo que lleva a que sean las más vulnerables y expuestas, la mayoría de ellas tienen un nivel escolar inferior a la primaria y han vivido en la comunidad durante todo el transcurso de su vida.

La Organización Panamericana de la Salud (2003), en su informe *Diagnóstico comparativo de la calidad del aire de los interiores de las viviendas de dos poblaciones indígenas del Perú*, obtuvo que en el 53,84 % de los hogares visitados en ambas comunidades de estudio, las guaguas (niños menores de 5 años) acompañan a las madres a cocinar, en el resto de los hogares acompañan también los hijos mayores o la nuera. Para el caso específico de la comunidad de Agua Caliente, se encontró un comportamiento análogo dado que en las encuestas se reportó que los principales acompañantes de las mujeres cuando están usando la estufa de leña son los niños y niñas, que estas últimas empiezan a cocinar a edades entre los 6 a 15 años de edad, aspectos que sugieren la exposición desde temprana edad a contaminantes del aire generado por este combustible, se observa especial vulnerabilidad y condiciones de riesgo para las niñas, la mayor frecuencia de inicio del uso de la estufa se dio para las mujeres entre los 12 a 15 años de edad, al respecto la OPS y la OMS (2007) hacen referencia a que las mujeres y los niños, que están en el interior de las viviendas y en los alrededores del fogón varias horas al día, tienen un al mayor riesgo de exposición a la nociva contaminación del aire de interiores.

También se obtuvo que la mayoría utiliza productos como el cartón, plástico y papel para facilitar el encendido de la estufa y un gran porcentaje quema los residuos generados en sus casas, actividades que suponen la generación de un sin número de compuestos químicos que se liberan a la atmósfera y que pueden afectar su salud, este comportamiento puede acrecentar el problema de contaminación del aire el cual es muy amplio y complejo, puesto que la dificultad de controlarlo consiste en diversos factores: la cantidad y la variedad de

fuentes contaminantes (quema de basura y encendido de la estufa con plástico, cartón y papel), haciendo que haya una mayor complejidad en las reacciones fotoquímicas de los contaminantes en el aire (Davydova y Figueroa - Montaña, 2017), asimismo, los problemas a la salud relacionados con los contaminantes del aire varían según sus características químicas o físicas, sus fuentes de producción o de emisión, sus niveles de concentración, el tiempo de exposición y las características individuales de los humanos, como susceptibilidad, estado nutricional, factores genéticos, entre otros (Hernández y Rangel, 2015).

## Conclusiones

El contexto de pobreza, marginación y vulnerabilidad de la comunidad de Agua Caliente suscitan el uso de alternativas económicamente viables para poder solventar sus necesidades básicas, ante esta situación el uso de leña extraída de un cerro propiedad de la comunidad que se encuentra a 2 horas caminando desde sus viviendas, es la única opción viable de la que disponen, lo que repercute de manera directa sobre la calidad ambiental de sus hogares y la salud de cada una de las personas. De acuerdo con los hallazgos encontrados, se puede concluir que al interior de las viviendas persisten condiciones de calidad de aire interior asociadas a niveles de material particulado que ponen en riesgo la salud de las mujeres encargadas de la labor de cocinar. Además del consumo de leña se suma a esta problemática de contaminación del aire la quema de basura y el encendido del fogón con materiales como plástico, cartón y papel.

Esta investigación arrojó también que la mayoría de las mujeres no perciben la asociación existente entre la calidad del aire al interior de la vivienda por uso de combustibles sólidos y los efectos en la salud, razón por la cual, no reportan las molestias, síntomas



y/o enfermedades asociados a dicha actividad, se evidencia la necesidad de sensibilizar a la comunidad acerca de la problemática para así poderle dar identidad y de esta manera generar cambios que mejoren las condiciones actuales.

Como resultado del trabajo y como parte de las estrategias de solución a corto plazo a nivel comunitario, se logró llevar a cabo la primera feria ambiental y de salud, cuyo propósito fue fomentar la práctica de hábitos amigables con el medio ambiente que a su vez repercutieran de manera positiva en la calidad de vida y salud de los habitantes; a través de actividades interactivas y juegos, se abordaron temas como el cuidado del agua y manejo de residuos, buenas prácticas de preparación de alimentos, reducción de riesgo de salud, buen manejo de animales de crianza y recreación saludable; también se estableció comunicación con la Asociación Civil Benita Galeana, quienes, motivados por lo evidenciado en el proyecto, a finales de 2019 capacitaron a todas las mujeres sobre la construcción de estufas ahorradoras de leña y les brindaron los materiales necesarios para poder elaborarlas, adicionalmente la asociación se comprometió con seguir haciendo un acompañamiento continuo y suscitar espacios que contribuyan con el bienestar de las pobladoras de la comunidad.

Es importante reconocer algunas de las limitantes de la investigación que pueden permitir continuar con el proyecto en otras localidades o bien profundizar en la misma como la realización del monitoreo ambiental durante todo un año, para valorar el comportamiento estacional, la aplicación de encuestas y medición de parámetros de salud a mayor número de mujeres y caracterizar el material particulado en cuanto a composición y partes por millón para comparar con normas nacionales e internacionales.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez, B. y Boso, A. (2018). Representaciones sociales de la contaminación del aire y las estufas de leña en diferentes niveles socioeconómicos de la ciudad de Temuco, Chile. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(3), 527-540.
- Apte, K. y Salvi, S. (2016). Household air pollution and its effects on health. *F1000Research*, 5. 10.12688/f1000research.7552.1
- Armendáriz Arnez, C., Rufus, E., Johnson, M., Zuk, M., Rojas, L., Díaz Jiménez, R. y Masera, O. (2008). Reduction in personal exposures to particulate matter and carbon monoxide as a result of the installation of a Patsari improved cook stove in Michoacan Mexico. *Indoor Air*, 18(2), 93-105. 10.1111/j.1600-0668.2007.00509.x.
- Bartington, S. E., Bakolis, I., Devakuma, D. y Ayres, J. G. (2017). Patterns of domestic exposure to carbon monoxide and particulate matter in households using biomass fuel in Janakpur, Nepal. *Environmental Pollution*, 220, 38-45. doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.074
- Bello, M. (2017). Asocian contaminación del aire con daño renal en Poncitlán. *Milenio*. <https://www.milenio.com/estados/asocian-contaminacion-aire-dano-renal-poncitlan>
- Calvo, R., Amigo, C., Billi, M., Cortés, A., Mendoza, P., Tapia, R. y Urquiza, A. (2019). *Acceso equitativo a energía de calidad en Chile. Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética*. Red de pobreza energética.



- Carmo Moreira, M. A., Barbosa, M. A., Jardim, J. A., Queiroz, M. C. C. A. M. e Inácio, L. U. (2013). Chronic obstructive pulmonary disease in women exposed to wood stove smoke. *Revista Da Associacao Medica Brasileira*, 59(6), 607-613. [https://doi.org/10.1016/S2255-4823\(13\)70527-7](https://doi.org/10.1016/S2255-4823(13)70527-7)
- Davydova, V. (2018). Confort térmico, bases y técnicas. En: M. G., Orozco (ed.), *Diagnóstico ambiental en ciudades* (pp. 129-147). Universidad de Guadalajara.
- Davydova, V. y Figueroa-Montaño, A. (2017). Una visión histórica de las tendencias de contaminación atmosférica en el Área Metropolitana de Guadalajara. En M. G., Orozco (ed.), *Investigaciones socioambientales, en contaminación y salud ambiental* (pp. 137-158). Universidad de Guadalajara.
- Dehays, J. y Schuschny, A. (2018). Una propuesta de indicadores para medir la pobreza energética en América Latina y el Caribe. ENERLAC. *Revista de Energía de Latinoamérica y el Caribe*, 2(2), 106-124.
- González, M. (2014). *La pobreza energética y sus implicaciones*. España. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14275/BC3WP201408.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fullerton, D. G., Semple, S., Kalambo, F., Suseno, A., Malamba, R., Henderson, G. y Gordon, S. B. (2009). Biomass fuel use and indoor air pollution in homes in Malawi. *Occupational and Environmental Medicine*, 66(11), 777-783. 10.1136/oem.2008.045013
- Guarnieri, M. J., Diaz, J. V., Basu, C., Diaz, A., Pope, D., Smith, K. R. y Balmes, J. R. (2014). Effects of woodsmoke exposure on airway inflammation in rural Guatemalan women. *PLoS ONE*, 9(3), 1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088455>

Hernández, G. y Rangel, R. (2015). La percepción social del riesgo: Estudio de caso por contaminación del aire en una zona urbana. En M.G., Orozco y J., García (eds.), *Estudios ambientales en espacios urbanos: diagnóstico y propuestas* (pp. 11- 46). Universidad de Guadalajara.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007). *Confort térmico*. [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np\\_enot\\_99.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_99.pdf)

Klasen, E. M, Wills, B., Naithani, N., Gilman, R.H., Tielsch, J.M., Chiang, M. y Carter, E.J. (2015). Low correlation between household carbon monoxide and particulate matter concentrations from biomass-related pollution in three resource-poor settings. *Environmental research*, 142, 424-431. 10.1016/j.envres.2015.07.012

Kwas, H., Rahmouni, N., Zendah, I. y Ghédira, H. (2017). Symptômes respiratoires et trouble ventilatoire obstructif chez la femme tunisienne exposée à la biomasse. *Revue de Pneumologie Clinique*, 73(3), 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.pneumo.2017.02.004>

Majdan, M., Svaro, M., Bodo, J., Taylor, M. y Muendo, R. M. (2015). Assessment of the biomass related indoor air pollution in Kwale district in Kenya using short term monitoring. *African Health Sciences*, 15(3), 972-981. 10.4314/ahs.v15i3.35

Masera, O., Edwards, R., Arnez, C. A., Berrueta, V., Johnson, M., Bracho, L. R. y Smith, K. R. (2007). Impact of Patsari improved cookstoves on indoor air quality in 168 Michoacán, Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 11(2), 45-56. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60399-3](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60399-3)

Medgyesi, D. N., Holmes, H. A. y Angermann, J. E. (2017). Investigation of acute pulmonary deficits associated with biomass fuel cookstove emissions in rural Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 641. 10.3390/ijerph14060641

- Montes de Oca, M., Zabert, G., Moreno, D., Laucho-Contreras, M., Varela, M. V. y Surmont, F. (2017). Smoke, biomass exposure, and COPD risk in the primary care setting: the PUMA study. *Respiratory Care*, 62(8), 1058-1066. 10.4187/respcare.05440
- Organización Mundial de la salud y Organización Panamericana de la Salud. (2007). La salud es el fondo del asunto. En: *Energía doméstica y salud. Combustibles para una vida mejor* (pp. 11). OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *La salud ambiental*. [http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Género y salud*. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/gender>
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). Diagnóstico comparativo de la calidad del aire de los interiores de las viviendas de dos poblaciones indígenas del Perú. <http://www.bvsde.paho.org/tutorialin/pdf/diagnos.pdf>
- Orozco, M., Moreno, F., García, J., Zumaya, M., Hernández, G., Rangel, R., Rosas, A., Casas, J., Figueroa, A. y Garibay, C. (2014). *Guía para el diagnóstico de condiciones ambientales en espacios urbanos*. Universidad de Guadalajara.
- Oyarzún, G. M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 26, 16-25. <https://doi.org/10.4067/S0717-73482010000100004>
- Pérez, M., García, J., Orozco, M. y Contreras, S. (2018). Determinación de microcistinas LR y RR en agua del Lago de Chapala y su potencial efecto a la salud. *Revista de Ciencias de la Salud. ECORFAN*, 5(15), 12-20. <https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/>

Ciencias\_de\_la\_Salud/vol5num15/Revista\_Ciencias\_de\_la\_Salud\_V5\_N15\_3.pdf  
[https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_de\\_la\\_Salud/vol5num15/Revista\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Salud\\_V5\\_N15\\_3.pdf](https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_de_la_Salud/vol5num15/Revista_Ciencias_de_la_Salud_V5_N15_3.pdf)

Rahmillah, F. I., Uli Tumanggor, A. H. y Sari, A. D. (2017). The Analysis of Thermal Comfort in Kitchen. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 215, 1-9. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/215/1/012033>

Ramírez, F. (2009). Estrategia para la incorporación de estufas ahorradoras de leña en la comunidad de Villa Morelos Jalisco. [Tesis de pregrado, Universidad de Guadalajara. CUCBA].

Ravindra, K., Agarwal, N., Kaur-Sidhu, M. y Mor, S. (2019). Appraisal of thermal comfort in rural household kitchens of Punjab, India and adaptation strategies for better health. *Environment International*, 124, 431-440. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.12.059>

Sánchez P. (2017). Calidad del aire interior en transporte público y análisis del bienestar subjetivo en estudiantes universitarios del Área Metropolitana de Guadalajara, 2015-2016. [Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara].

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. (2011). *Guía metodológica para la estimación de emisiones de PM2.5*. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/225459.pdf>

Smith, K. R., Balakrishnan, K., Butler, C., Chafe, Z., Fairlie, I., Kinney, P. y Jäger, J. (2012). Energy and Health. En: J. Jäger (ed.), *Global Energy Assessment (GEA)* (pp. 255-324). Cambridge University Press <https://doi.org/10.1017/CBO9780511793677.010>

- Sukhsohale, N., Narlawar, U. y Phatak, M. (2013). Indoor air pollution from biomass combustion and its adverse health effects in central India: An exposure-response study. *Indian Journal of Community Medicine*, 38(3), 162-167. <https://doi.org/10.4103/0970-0218.116353>
- Watson, J. G. y Chow, J. C. (2000). *Reconciling urban fugitive dust emissions inventory and ambient source contribution estimates: Summary of current knowledge and needed research*. [DRI document, (6110.4)], 240.
- Zuk, M., Rojas, L., Blanco, S., Serrano, P., Cruz, J., Angeles, F. y Riojas-Rodriguez, H. (2007). The impact of improved wood-burning stoves on fine particulate matter concentrations in rural Mexican homes. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17(3), 224-232. <https://doi.org/10.1038/sj.jes.7500499>