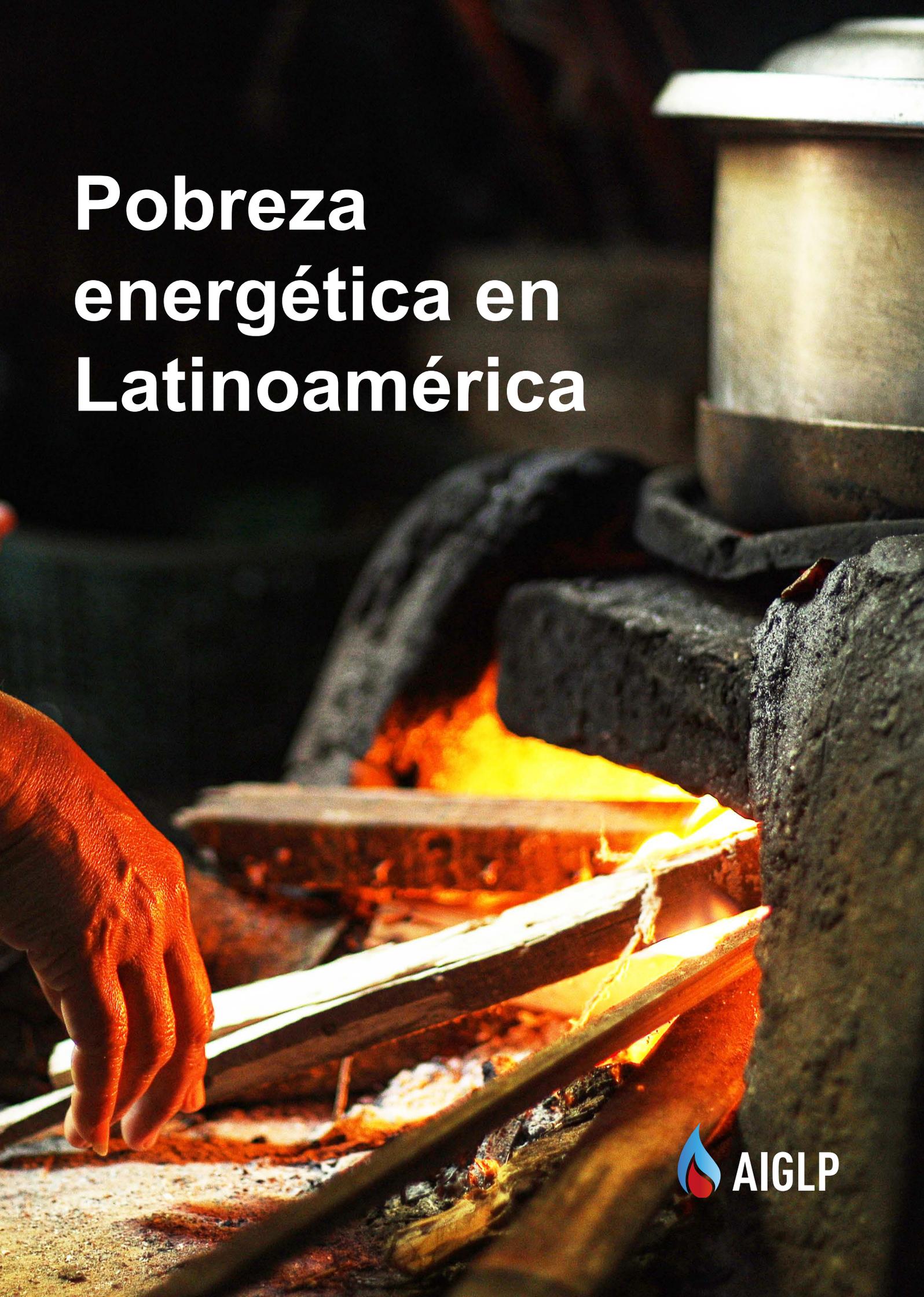


Pobreza energética en Latinoamérica



PARA USO DE LEÑA PARA COCCIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Profa. Dra. Adriana Gioda

Coordenadora do Laboratório de Química Atmosférica (LQA)
Departamento de Química - Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio)

Río de Janeiro, febrero de 2023.

OBJETIVO

El presente estudio tiene como objetivo contribuir a un mayor entendimiento del uso de leña para cocción en América Latina y el Caribe (ALC), con excepción de Brasil, buscando identificar los impactos de su consumo y otros parámetros relevantes, considerando responder a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es el impacto real de *Pobreza energética en Latinoamérica* en la región de estudio?
2. ¿Cuál es el impacto en la salud pública?
3. ¿Cuál es el impacto en la calidad de vida?
4. ¿Cuál es el tamaño de la población afectada por *Pobreza energética en Latinoamérica*?
5. ¿Se ha identificado algún mecanismo de mitigación de *Pobreza energética en Latinoamérica*?
6. ¿Qué países sufren más con el problema?
7. ¿Qué países están más avanzados en el combate a este problema y qué están haciendo para minimizar los riesgos?
8. ¿Cuál es el costo para la sociedad?



1. INTRODUÇÃO

De acuerdo con los últimos datos publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, del inglés, *World Health Organization, WHO*, 2022), alrededor de 2,4 mil millones de personas cocinan de forma poco adecuada, usando cocinas rudimentarias y combustibles contaminantes como querosene, carbón y biomasa (leña, esterco animal y residuos agrícolas). La mayoría de estas personas vive en países de baja y media renta. La contaminación del aire doméstico (del inglés, *Household Air Pollution, HAP*) causada por prácticas ineficientes al cocinar trajo como consecuencia la muerte prematura de 3,2 millones de personas en 2020. La HAP causa enfermedades no transmisibles, incluyendo infección respiratoria (21%), accidente vascular cerebral (23%), enfermedad cardíaca isquémica (32%), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (DPOC) (19%) y cáncer de pulmón (6%) (WHO, 2022). En residencias mal ventiladas, el humo interno puede alcanzar concentraciones de partículas finas muy por encima de los límites recomendados. La exposición es particularmente alta entre mujeres y niños que permanecen la mayor parte del tiempo cerca de la cocina.

Como resultado, alrededor de la mitad de las muertes por neumonía entre niños menores de 5 años son causadas por material particulado inhalado debido a la quema ineficiente de combustibles sólidos (WHO, 2022). Una de las atribuciones de la OMS es garantizar un aire saludable tanto en ambientes internos como externos. Para ello, han sido creadas directrices basadas en los efectos a la salud causados por contaminantes presentes en el aire. En el caso de HAP, la OMS recomienda combustibles y tecnologías adecuadas, así como estrategias para la disseminación de tales tecnologías. La OMS posee un banco de datos de energía usada con fines residenciales, principalmente orientadas a la cocción, que permite monitorear el progreso global en la transición hacia combustibles más limpios y combinaciones de cocinas en las residencias y la carga de enfermedades generada por el uso de combustibles y tecnologías contaminantes (WHO, 2022). La OMS también resalta la importancia de políticas públicas urgentes y substanciales para que sea posible el cambio de tecnologías antiguas por nuevas tecnologías, procurando alcanzar los objetivos de desarrollo sustentable (ODS) previstos en la Agenda 2030.



2. TIPOS DE COMBUSTIBLES Y TECNOLOGÍAS USADOS EN LA COCCIÓN

La combustión incompleta de biomasa produce una mezcla compleja de gases contaminantes y particulados. El material particulado (del inglés, *particulate matter*, PM) y el monóxido de carbono (CO) son los contaminantes comúnmente medidos durante la cocción (Pope et al. 2017). En muchos estudios, el carbono negro (del inglés, *black carbono*, BC), uno de los principales componentes del material particulado (PM_{2.5}) resultante de la combustión incompleta de materiales carbonáceos, también se mide, pues desempeña un papel importante en una serie de efectos a la salud, incluyendo el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, además de efectos en el clima (Kelly y Fussell 2011).

La OMS define combustibles y tecnologías domésticas limpias con base en las emisiones de PM y CO (WHO, 2022b), como se describen a continuación:

Combustibles tecnologías limpias

y

Son aquellos que, no sobrepasan los niveles de material particulado con diámetro igual o menor que $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) y CO recomendados en las Directrices de Calidad del Aire de la OMS (WHO, 2021). Como ejemplo de estos combustibles se puede citar la energía solar y eléctrica, biogás, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP) y combustibles de alcohol, incluyendo al etanol. Las combinaciones de combustible y tecnología se clasifican como limpias si:

las concentraciones promedio anuales de $\text{PM}_{2.5}$ no exceden de $5 \mu\text{g m}^{-3}$ o la meta provisoria (IT-1), $35 \mu\text{g m}^{-3}$ usada para ciudades, regiones y países con altos niveles de contaminación del aire.

las concentraciones promedio diarias de CO no exceden de 4mg m^{-3} o la meta provisoria (IT-1), 7mg m^{-3} usada para ciudades, regiones y países con altos niveles de contaminación del aire.

Combustible y tecnologías de transición

Son aquellos que traen algún beneficio a la salud, aunque la combinación de combustibles y tecnología no alcance los niveles recomendados por la OMS.

Combustibles y tecnologías contaminantes

Son aquellos que no traen beneficio a la salud. La dependencia de combustibles contaminante como leña, carbón y querosene cuando se queman en dispositivos ineficientes traen como consecuencia grandes exposiciones a la contaminación del aire doméstico.

El GLP es el combustible limpio más utilizado en la cocción en países de baja y mediana renta, alcanzando más de 1 mil millones de personas (WHO, 2022). Aunque es un combustible fósil derivado del petróleo, el cambio de combustibles contaminantes como el de la leña al GLP da como resultado una reducción neta de las emisiones que afectan al clima, ya que la biomasa, generalmente, se obtiene de forma insustentable. Además, por quemar de forma más limpia, la transición hacia el GLP puede traer como consecuencia en una menor exposición a HAP y a una reducción del riesgo a la salud (WHO, 2022).

La Tabla 1 del Anexo muestra los datos más recientes (2020) publicados por la OMS sobre la población con dependencia primaria de combustibles y tecnologías limpias utilizados en la cocción. En la mayoría de las regiones urbanas de ALC predomina el uso de tecnologías limpias, al contrario de las regiones rurales donde hay una fuerte dependencia de la leña. Entre los países que más usan leña están Haití, Nicaragua y Guatemala.

La Tabla 2 del Anexo, muestra los datos más recientes (2020) publicados por la OMS sobre la población en ALC con dependencia primaria de la leña para cocción. La leña es el combustible primario para más de 58 millones de persona, siendo principalmente usada en la zona rural (41 millones). Brasil no ha sido incluido en esta sumatoria, pero se le cita en la tabla para fines comparativos.



3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sustentable, adoptada por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015, proporciona un plan compartido para la paz y la prosperidad para las personas y el planeta, ahora y en el futuro. Los países signatarios se comprometieron a cumplir 17 objetivos, conocidos como Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS, del inglés *sustainable development goals*, ESG), incluyendo acabar con la pobreza extrema, ofrecer a las personas mejores cuidados de salud, alcanzar la igualdad para las mujeres, además de proteger el medio ambiente, el clima y garantizar la prosperidad de todos. El 7º objetivo pretende garantizar energía barata, fiable, sostenible y moderna para todos. Este objetivo es relevante ya que 2,4 mil millones de personas usan leña (combustible sólido) para cocinar y cerca de 1,3 mil

millones de personas aún dependen de leña, carbón u otra fuente para obtener calefacción y 760 millones de personas aún no tienen acceso a la energía eléctrica. Por tanto, proporcionar energía limpia disminuye los problemas de salud, así como los efectos ambientales, calentamiento global y cambios climáticos. Actualmente, la pobreza no se entiende sólo como tener una baja remuneración, pero sí como algo más amplio que involucra la calidad de vida en su conjunto. En este sentido, la energía cumple un papel fundamental para vincular el crecimiento económico, la igualdad social y el desarrollo inclusivo, tal y como lo destacó el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-moon, en la conferencia Río+20 (Goozee, 2017).

La pobreza energética (PE del inglés *Energy Poverty, EP*) ha recibido una atención creciente en las políticas públicas desde que forma parte del 7°. ODS. EP se define de muchas maneras, por ejemplo, Che y colaboradores (2021), la definieron como la falta de acceso de las familias a niveles de energía suficientes y asequibles para vivir y prosperar. García Ochoa y Graizbord (2016) sugiere que las familias que no cuentan con suficientes recursos energéticos modernos para satisfacer sus necesidades energéticas, por ejemplo, cocinar con GLP, sufren de pobreza energética. La Agencia Internacional de Energía (del inglés, *International Energy Agency, IEA*), por su parte, considera que las familias altamente dependientes de materiales combustibles tradicionales, como la leña, también dependientes de EP. Por otro lado, Boardman (2009) clasifica a las familias que son incapaces de cubrir sus necesidades de energía con el 10% de su renta, sufren de EP. En resumen, el bienestar de estas personas se ve afectado por el bajo consumo de energía, el uso de combustibles contaminantes y el excesivo tiempo dedicado a biomasa para satisfacer sus necesidades básicas. La EP tiene efectos directos en la pérdida de calidad de vida, en el deterioro de la salud física y psicoló-

gica de los habitantes de un domicilio y en la falta de oportunidades de desarrollo económico y social. La EP no debe tratarse como un fenómeno aislado, sino en sinergia con temas de transición energética y cambios climáticos (Urquiza et al., 2019). En este contexto, es importante considerar las condiciones de pobreza energética, es decir, la falta de acceso equitativo a servicios energéticos de alta calidad, en los procesos de transición tecnológica para garantizar que las familias mejoren su acceso a los servicios energéticos y también mitiguen las emisiones de contaminantes y, por lo tanto, ayuden a mejorar la calidad del aire (Urquiza et al., 2019). Según la ONU, la energía limpia es clave para combatir la pobreza energética y los cambios climáticos.

Un estudio realizado recientemente en México estimó que, 7,2 millones de familias sufren de pobreza energética, ya que hacen uso de leña y cocinas rudimentarias (Pérez et al., 2022). En Chile se realizó una prospección de las emisiones de material particulado (PM_{2.5}) en el aire ambiente (externo) debido a la quema de leña para calefacción y cocción y la relación con la pobreza energética (Calvo et al., 2022). En este país, alrededor del 50% de la población (~10 millones de personas) vive en ciudades donde las concentraciones anuales de PM_{2.5} superan las directrices nacionales, provocando problemas de salud y, en promedio, 4.000 muertes prematuras anuales (Ministerio del Medio Ambiente, 2014). Debido a estos altos niveles, las ciudades más contaminadas ubicadas en el sur y centro de Chile han implementado Planes de Descontaminación Atmosférica. Sin embargo, las concentraciones de PM_{2.5} se mantuvieron por encima de los valores recomendados, principalmente, debido a la quema de leña para calefacción y cocción. La leña se utiliza en el 80% de los domicilios en esa región, ya que los precios de las energías alternativas más limpias (electricidad, GLP) son mucho más caros (Urquiza et al., 2019). Utilizando datos oficiales más recientes sobre consumo de leña

y características socioeconómicas de las familias en Chile se estimaron las emisiones de PM_{2.5} causadas por la quema de leña en diferentes escenarios entre 2017 y 2050 (Calvo et al., 2022). En un primer escenario, si no se logra ninguna mejora, las emisiones de PM_{2.5} crecerán un 16% a lo largo del tiempo. En otro escenario, si se realizan mejoras térmicas, ya que no todas las viviendas poseen aislamiento y sustituciones de cocinas/calentadores, las emisiones de PM_{2.5} podrían reducirse en torno al 5-6% en el sur y el centro de Chile si solo se incluyen ciudades con Planes de Descontaminación Atmosférica; y una reducción del 54-56% de las emisiones de PM_{2.5} si estas políticas incluyen a otras ciudades en crecimiento. Sin embargo, el efecto de la pobreza energética reduce potencialmente la eficacia de estas medidas en un 25% (Calvo et al. 2022).



4. QUEMA DE LA LEÑA Y EL IMPACTO EN LA SALUD

Muchos estudios relacionados con la salud en años recientes han sido desarrollados en países de América Latina y el Caribe, en especial en México, Perú y Chile. A continuación, se presentarán los estudios recientes (2016 a 2022) encontrados en la literatura.

4.1. Enfermedades respiratorias

La exposición crónica a contaminantes debido a la quema de leña causa enfermedades debido a la infección del tracto respiratorio inferior, principalmente en niños menores de 5 años, siendo una de las mayores responsables de la mortalidad en el mundo. Investigaciones de la década del 90 ya indicaban que la reducción del uso de leña es una forma de prevenir y reducir la neumonía en niños (Kirkwood et. al., 1995). Un estudio realizado a partir de la aplicación de cuestionarios no consiguió identificar con claridad la relación de las enfermedades del tracto respiratorio en niños y la exposición a la leña. Pero, indicaron que la quema de leña en cocinas ru-

dimentarias y con poca ventilación, puede aumentar el riesgo de morbilidad perinatal (Rey-Ares et al., 2016). Cocinas con chimeneas resultaron en una reducción en la exposición, pero aun así, no se redujo significativamente la neumonía en niños menores de 18 meses (Smith et al., 2011).

En esta misma línea de investigación, un estudio de cohorte prospectivo de exposición infantil a material particulado respirable (CRECER) acompañó a niños a partir de 5 años, residentes en domicilios con cocinas rudimentarias mejoradas (con chimenea). Para esta evaluación se utilizaron pruebas espirométricas, que tienen como objetivo medir la cantidad de aire en los pulmones al inspirar y exhalar, así como la velocidad con que ese proceso es realizado. Los resultados mostraron que, el pico de crecimiento del flujo espiratorio (PFE) fue menor en niños cuyas familias no recibieron cocina con chimenea hasta los 18 meses, en comparación con niños cuyas familias recibieron la cocina al nacer. Los niños con mayor tiempo de exposición al humo también presentaron menor crecimiento del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), aunque ese efecto no alcanzó un nivel de significación estadística (Heinzerling et al., 2016).

En México, se evaluó el impacto de la introducción de cocinas mejoradas (*Patsari*) en la salud respiratoria de niños menores de 4 años. El uso de la cocina *Patsari* reportado por la madre mostró tener efecto protector, principalmente, en la duración de la infección respiratoria en comparación a los domicilios que usaban solo cocinas rudimentarias. Menos días de enfermedad del niño representa ahorro de tiempo para la mujer y evita costos de tratamiento para la familia, además de disminuir los costos de salud pública debido (Schilmann, et al., 2015).

En Perú también se realizó un estudio para evaluar la asociación entre el uso de leña e infecciones respiratorias agudas (IRA) en niños menores de 5 años (n = 16.043) (Chávez-Zacarías et al., 2022). Los resultados mostraron que, la leña se usó para cocinar en dos de cada diez familias y alrededor del 14% de los niños tenían antecedentes de IRA, es decir, el

uso de leña se asoció con una mayor probabilidad de presentar problemas respiratorios (Chávez-Zacarías et al., 2022).

Otro estudio reciente comparó el riesgo de síntomas respiratorios entre niños menores de 5 años que viven en domicilios que hacen uso de leña y carbón vegetal en 30 países de baja y media renta, entre ellos Perú (Woolley et al., 2021). Entre los 30 países, Indonesia, Afganistán, Perú, Pakistán e India son los que presentaron la mayor proporción de uso de combustible limpio, con bajo uso de carbón. Los datos observacionales de base poblacional indicaron que Asia y en África Oriental existe un mayor riesgo de IRA entre los niños menores de 5 años que viven en domicilios que usan leña en comparación con los que cocinan con carbón (Woolley et al., 2021). La IRA es la principal causa de morbilidad y mortalidad entre niños menores de 5 años en Perú y está directamente relacionada con la contaminación del aire doméstico. Debido al gran porcentaje de usuarios de leña (~71%) en este país, existe un gran impacto en la salud pública, debido a una serie de condiciones médicas además de IRA, como la morbilidad y la mortalidad neonatal, enfermedades cardíacas y neoplasias (Chávez-Zacarías et al., 2022).

No solo los niños, sino también los adultos pueden desarrollar enfermedades del tracto respiratorio cuando están expuestos al humo, tales como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Un estudio reciente realizado en 139 municipios en Chile tuvo como objetivo evaluar la asociación entre la prevalencia del uso doméstico de carbón y leña, y la relación con la salud, incluyendo mortalidad total, respiratoria y cardiovascular, así como las tasas de hospitalización total y respiratoria. La prevalencia de esos combustibles estuvo positivamente correlacionada con la mortalidad respiratoria y hospitalización en las regiones del sur (Paredes et al., 2020).

En un estudio realizado en Colombia, se evaluaron los efectos de la rehabilitación pulmonar en hombres y mujeres con EPOC, consideran-

do varios parámetros, entre ellos el hábito de fumar y la exposición a la quema de leña. Los resultados mostraron que, el tiempo de exposición al humo de la leña fue 5 veces mayor en las mujeres que en los hombres. Sin embargo, los hombres fueron más afectados por el tabaquismo. Ambos presentaron mejoras después de un programa de rehabilitación pulmonar, pero de forma diferenciada (Betancourt-Pena et al., 2021).

En México se realizó un estudio similar con individuos sanos (n = 178), pacientes con EPOC asociada al tabaquismo (EPOC-S, n = 88) y pacientes con EPOC asociada a la contaminación del aire domiciliario (EPOC-HAP, n = 28) (Rodríguez-Aguilar et al, 2020). Los resultados indicaron que la impresión respiratoria de pacientes con EPOC es diferente a la de individuos sanos. Además, la impresión respiratoria del aire exhalado de pacientes con EPOC-S y EPOC-HAP no presentó diferencia, lo que demuestra que esta función está relacionada a la enfermedad y no a la causalidad (Rodríguez-Aguilar et al, 2020).

Otro estudio con 213 participantes de los departamentos de Granada y Managua, en el centro de Nicaragua, se concentró en la salud respiratoria de una población con alta exposición al humo de leña (Maas et al., 2020). Nicaragua es uno de los tres países más pobres de América Latina, donde el 52,7% de las familias utiliza la leña como combustible para cocción. Las causas más comunes de muerte prematura de adultos en Nicaragua, expresadas en años de vida perdidos, son infecciones respiratorias y enfermedades isquémicas del corazón. Los resultados mostraron una alta prevalencia de enfermedades crónicas de las vías respiratorias en la población expuesta al humo de leña. Una mayor prevalencia de bronquitis crónica se ha encontrado en personas que sirven como cocineros (as) (Maas et al., 2020). La prevalencia de EPOC fue del 6,3% tanto para la población general como para el sexo femenino. Este porcentaje es superior a los datos de prevalencia reportados por la OMS

para la población general (2,45%) y para las mujeres (2,56%) (Maas et al., 2020). La prevalencia de bronquitis crónica diagnosticada por médico fue de 9,3%, (Clark et al., 2011). Una prevalencia marcadamente mayor de bronquitis crónica fue observada en el presente estudio, probablemente debido a la diferencia en la metodología, síntomas autorrelatados versus diagnóstico médico (Maas et al., 2020).

En Colombia, una tasa de subdiagnóstico del 50,3% fue reportada en un estudio con 5.539 participantes, comparando diagnósticos de bronquitis crónica diagnosticados por médicos y relatados por síntomas, sin diferencia por sexo, edad o tabaquismo (González-García et al., 2019). Los autores encontraron una prevalencia menor del 5,5% para bronquitis crónica. En otro estudio la prevalencia de EPOC fue del 8,9% (Caballero et al., 2008). En Bolivia también se observó una mayor incidencia de bronquitis crónica en cocineros que usaban leña en cocinas cerradas que al aire libre (Albalak et al., 1999).

La prevalencia y los factores de riesgo para la sobreposición asma-enfermedad pulmonar obstructiva crónica (ACO) entre adultos se evaluó en 6 países de renta baja y media (Morgan et al., 2019). Para ello, se recopilaron datos de 4 estudios poblacionales realizados en algunos países bajo el patrocinio de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos. Estos incluyeron el estudio de cohorte CRÓNICAS en Perú, el estudio *Pulmonary Risk in South America* (PRISA) en Argentina, Chile y Uruguay, un estudio longitudinal en Bangladesh y el estudio *Lung Function in Nakaseke and Kampala* (ENLACE) en Uganda. En total, los datos representan 12 ubicaciones de diferentes geografías y estatus socioeconómico en 6 países diferentes. Los resultados mostraron una alta prevalencia de enfermedad respiratoria grave, marcada por aumento de la hospitalización y déficits en la función pulmonar, que varió de acuerdo con el local y fue mayor con la edad avanzada. Así, los resultados de este análisis indican

que ACO puede ser tan prevalente y los déficits respiratorios asociados más graves en países de renta baja y media, que están experimentando las cargas simultáneas de exposición doméstica a la contaminación del aire y altas tasas de urbanización y expansión, que en países de alta renta (Morgan et al., 2019).

Stabridis y van Gameren, (2018) propusieron un pequeño modelo teórico-económico en el cual un individuo maximiza la utilidad generada por la elección del combustible, consumo, estado de salud y tiempo dedicado a la salud y ocio, bajo restricciones financieras y de tiempo. *Mexican Family Life Survey* (MxFLS) de 2002 se usó para una prueba empírica. Los resultados mostraron que, el uso de la leña como combustible doméstico derivó en el aumento de la prevalencia de problemas respiratorios entre las mujeres (pero, no entre los hombres), probablemente relacionados con las tareas tradicionales de la casa (Stabridis y van Gameren, 2018). En la decisión de participación en el trabajo, se encontró un impacto negativo de los problemas respiratorios, es decir, los problemas de salud tienen como resultado una reducción de la participación de las mujeres en la fuerza de trabajo (Stabridis y van Gameren, 2018). Hay evidencia sobre efectos en el sistema respiratorio y concentraciones altas de PM_{2.5} y CO debido a la quema de leña. Un estudio realizado con la población rural de Colombia encontró asociaciones entre estos contaminantes y alteraciones en los parámetros espirométricos (Piracón et al., 2021). El cincuenta por ciento de las mujeres mayores colombianas de bajo nivel socioeconómico han desarrollado EPOC debido al humo de leña.

El uso de carbón y leña sigue siendo muy frecuente en Paraguay (Trancoso et al., 2018). El análisis de los datos obtenidos en un estudio de 250 domicilios muestra que más del 74% utiliza carbón vegetal, ya sea como combustible principal o secundario; el GLP se utiliza más en la comunidad semiurbana (59% > 43%) y la leña se utiliza más en la comunidad

rural (49,6% > 22,8%). La utilización de leña y carbón vegetal se realiza predominantemente al aire libre (84% de los hogares) en cocinas sin chimenea. El uso de electricidad para cocinar no es muy frecuente (solo el 7% la utilizan como principal combustible). La mayor prevalencia de enfermedades respiratorias se ha encontrado en domicilios que utilizan carbón o leña (45% > 29%). El uso de carbón y leña en las residencias en Paraguay es alto, lo que repercute en la salud y favorece condiciones de desigualdad social en el país. Se considera que una buena alternativa sería la electricidad debido a los grandes recursos hidroeléctricos y a que la red eléctrica cubre casi toda la población (99%) (Trancoso et al., 2018). La OMS estimó 2.800 muertes prematuras atribuidas al uso de combustibles sólidos en Paraguay en 2012, de las cuales cerca de 180 fueron de niños.

4.2. Incomodidades, dolores y disturbios

El proyecto RESPIRE, realizado en una comunidad indígena en el distrito de San Marcos, en la meseta occidental de Guatemala (altitud 2.700–3.000 m), se encontró una alta prevalencia de malestar ocular, dolor de cabeza y dolor de espalda debido a la cocción a leña. Sin embargo, hubo una reducción significativa de ojos doloridos y dolor de cabeza en el grupo que utilizó la cocina mejorada en relación con el grupo de control que utilizó la cocina rudimentaria. El CO mediano en la respiración entre las mujeres en el estudio de intervención fue significativamente menor que los controles (cocina rudimentaria) (Díaz et al., 2007).

También con indígenas, pero de la etnia Saraguro, en Ecuador, fueron evaluados disturbios musculoesqueléticos, enfermedades reumáticas y artritis reumatoide (AR) relacionados con la exposición al humo producido por los hornos de leña. Los resultados mostraron que, el uso diario de leña es un factor de riesgo para el desarrollo de AR y empeora la calidad de vida (Guevara et al., 2020).

La exposición a la contaminación del aire por la quema de leña también se ha relacionado con la función cognitiva. Un estudio realizado con datos de la India, México y China mostró que el uso de combustibles contaminantes para cocinar se asoció consistentemente a un empeoramiento en la función cognitiva en todos los países, independientemente de las características demográficas y socioeconómicas, siendo mayores en las mujeres. A medida que estos países siguen envejeciendo, los esfuerzos en salud pública deben tratar de reducir la dependencia de estos combustibles para evitar un aumento de la demencia en la población (Saenz et al., 2021).

Otra investigación realizada en Perú buscó mostrar los efectos generados por factores socioeconómicos y ambientales a nivel domiciliario sobre la desnutrición infantil crónica. En el estudio se utilizó el Estudio Demográfico y de Salud Familiar (ENDES) correspondiente al año 2018 y un modelo de regresión (Paredes et al., 2020). Los resultados mostraron que, en relación al tipo de combustible usado en la cocción y su relación con la desnutrición crónica infantil, el uso de leña fue altamente significativo como predictor de desnutrición crónica infantil. Esto se debe, probablemente, a los efectos del humo generado por la leña en el peso al nacer o en el riesgo de infecciones respiratorias (Paredes et al., 2020)

4.3. Asociaciones entre material particulado e indicadores de salud cardiometabólica

Una larga investigación se realizó con la Universidad Estatal de Colorado, EUA, *Trees, Water & People* (TWP) en Fort Collins, Colorado, EUA, y la Asociación Hondureña para el Desarrollo (AHDESA) en Tegucigalpa, Honduras. El estudio se realizó en nueve comunidades en los alrededores de la ciudad de La Esperanza, en Honduras. La Esperanza, ubicada en la región montañosa del oeste de Honduras, alberga aproximadamente a 15.000 personas. En 2014 se aplicaron alrededor de 500 cuestionarios con

el objetivo de identificar las características sociodemográficas, tipos de cocina, preferencias de modelos de cocina, obstáculos a la adopción de una nueva cocina, comportamientos de cocción y cocina, percepciones de éxitos y fracasos en intervenciones anteriores. Entre febrero y abril de 2015, se visitaron 170 domicilios. La población seleccionada fue de 150 cocineras no gestantes y no fumadores que usaban cocinas rudimentarias y mejoradas (modelo *Justa*) (Rajkumar et al., 2018; Benka-Coker et al., 2018; Rajkumar et al., 2019; Young et al., 2019a; Young et al., 2019b; Benka-Coker et al., 2021). La mitad de las mujeres estaban usando una cocina *Justa* recibida de proyectos anteriores y la otra mitad cocinaba en cocinas tradicionales (rudimentarias). A lo largo de 3 años, los participantes recibieron 6 visitas. La mitad de las mujeres recibieron la *Justa* después de la visita 2 y la mitad después de la visita 4. Los objetivos generales del estudio fueron explorar las barreras y los facilitadores de la adopción y uso sostenido de nuevas cocinas, comparar los parámetros de salud por tipo de cocina y explorar las asociaciones exposición-respuesta entre material particulado e indicadores de salud cardiometabólica (Young et al., 2019b). Inicialmente, se realizó un estudio transversal en el que se evaluó la asociación entre la exposición a cocinas a leña y los síntomas de salud autorrelatados entre mujeres que usaban la cocina tradicional [n=76] y *Justa* [n=74]) (Walker et al. 2020). Los resultados mostraron una alta prevalencia de síntomas auto referidos en la población estudiada. El 82% de las mujeres relataron al menos un síntoma, el 95% de las usuarias de cocina tradicional y el 69% de las usuarias de cocina *Justa*. Dolor de cabeza (55%) e irritación ocular (53%) fueron los más citados entre los nueve síntomas. La visión borrosa, la irritación de la nariz y garganta y la tos también fueron relatadas durante la cocción por más del 25% de las mujeres. Las exposiciones personales promedio de PM_{2.5}, expresadas como un promedio de 24 horas, en la población del estudio fueron 125 µg m⁻³ para usuarios de cocina tradicional y 66 µg m⁻³ para usuarios de

cocina *Justa* (Walker et al. 2020). Incluso con la incerteza debido a una sola medición de exposición, los niveles personales y de cocina de PM_{2.5} fueron sustancialmente más bajos en los usuarios de cocinas *Justa* en comparación con los usuarios de cocinas tradicionales, demostrando que las cocinas mejoradas tuvieron un resultado como promedio de exposiciones menores en esa población (Walker et al. 2020). Las mujeres que usaban cocinas *Justa* relataron menos síntomas de salud en comparación con las que usaban cocinas a leña tradicionales. También como parte de ese proyecto se midieron, además de las concentraciones de PM_{2.5}, las concentraciones de BC buscando correlacionarlas con los indicadores de salud cardiometabólica (presión arterial, proteína C-reactiva y hemoglobina glicosilada, HbA1c). En el primer estudio publicado, la exposición diaria promedio personal de PM_{2.5} fue de $125 \pm 74 \mu\text{g m}^{-3}$ (18-346 $\mu\text{g m}^{-3}$; cocina tradicional, n=59) y $66 \pm 38 \mu\text{g m}^{-3}$ (18-174 $\mu\text{g m}^{-3}$; cocina *Justa*, n=43). Las concentraciones promedio diarias en la cocina fueron de $367 \pm 378 \mu\text{g m}^{-3}$ (18-1164 $\mu\text{g m}^{-3}$; cocina tradicional, n=59) y $137 \pm 194 \mu\text{g m}^{-3}$ (18-1164 $\mu\text{g m}^{-3}$; cocina *Justa*, n=44) (Rajkumar et al., 2018). Entre tanto, los valores promedio diarios de material particulado, incluso con las cocinas *Justa*, aún estaban por encima de las directrices de calidad del aire de la OMS para concentraciones de 24 horas (25 $\mu\text{g m}^{-3}$ en 2018 e 15 $\mu\text{g m}^{-3}$ actualmente). Los resultados de este estudio mostraron la asociación entre la exposición a la contaminación del aire doméstico y el estado prediabético/diabético (Rajkumar et al. 2018). Casi un tercio (n=46; 32%) de las participantes eran prediabéticas (n=43; 30%) o diabéticas (n=3; 2%) sobre la base de sus niveles de HbA1c (Rajkumar et al. 2018).

En una nueva encuesta, 230 mujeres se dividieron entre los grupos que recibieron la intervención de la cocina *Justa* después de la Visita 2 (Grupo 1) y los participantes que recibieron la intervención de la cocina *Justa* después de la Visita 4 (Grupo 2) (de un total de 6 visitas). Con ello,

hubo un total de 664 visitas concluidas (entre 115 participantes del grupo 1) y 632 visitas concluidas entre 115 participantes del grupo 2 (n=1296 observaciones totales) (Benka-Coker et al., 2021). Durante las 6 visitas se midieron las concentraciones de PM_{2.5} personales y de las cocinas durante 24 horas. La media aritmética de exposición personal al PM_{2.5} fue de 141 ± 281 µg m⁻³ (4-5.509 µg m⁻³; cocina tradicional, n=622) y 83 ± 216 µg m⁻³ (4-3.652 µg m⁻³; cocina *Justa*, n=585). Las concentraciones medias diarias en la cocina fueron de 427 ± 724 µg m⁻³ (4-5.520 µg m⁻³; cocina tradicional, n=629) y 107 ± 211 µg m⁻³ (5-3.358 µg m⁻³; cocina *Justa*, n=578). La intervención con la cocina *Justa* dio lugar a una reducción del 26% en la media personal de material particulado y del 58% en la media de las cocinas (Benka-Coker et al., 2021). En esta misma muestra poblacional se midió además de las concentraciones de m PM_{2.5} (n = 27) el número de partículas (PNC, diámetro promedio 10-700 nm) (n = 44; 24 con PM_{2.5} y PNC emparejados) en el aire tanto para cocinas tradicionales como *Justa* (Benka-Coker et al., 2020). La concentración mediana de PM_{2.5} de 24 horas en cocina tradicional (n=15) fue de 130 µg m⁻³ y para *Justa* (n=12) fue de 66 µg m⁻³. Los resultados señalaron que las correlaciones entre e PM_{2.5} y PNC diferían entre cocinas tradicionales y *Justa*, indicando que investigaciones adicionales son necesarias para entender cómo la correlación entre la masa de PM_{2.5} y las concentraciones de partículas ultrafinas difiere por tipo de cocina. Estos resultados proporcionan informaciones sobre si las mediciones de partículas finas son suficientes para caracterizar la exposición a la contaminación del aire doméstico, en particular para estudios que evalúan varios tipos de cocinas (Benka-Coker et al., 2020). Con esa misma población (n = 150) y niveles de exposición a los contaminantes, se evaluaron los parámetros de salud cardiometabólica tales como: síndrome metabólico, concentraciones de lípidos en la sangre y circunferencia de la cintura (Rajkumar et al. 2019). Los resultados mostraron que, el 40%

de las mujeres cumplían los criterios para el síndrome metabólico. Esta prevalencia es mayor en comparación con las estimaciones globales. Esto sugiere una asociación entre el síndrome metabólico y la exposición a la contaminación del aire domiciliario. Por otro lado, no hubo evidencia entre contaminación del aire doméstico y lípidos en la sangre o circunferencia de la cintura. Los niveles de colesterol total, HDL y LDL calculados fueron bajos, pero los triglicéridos fueron elevados en esta población. Efectos de los contaminantes del aire doméstico en el síndrome metabólico pueden ser más fuertes entre las mujeres ≥ 40 años en comparación con las mujeres < 40 años (Rajkumar et al. 2019).

Otro estudio con esta población se realizó para evaluar la influencia de la contaminación debido a la quema de leña y la presión arterial (Young et al., 2019a). Los resultados mostraron que, los usuarios de cocinas tradicionales o *Justa* no presentaron diferencias significativas en términos de edad, escolaridad, tamaño de la familia, tiempo gastado dentro de la cocina en un día típico, total años cocinando en cocina a leña (Young et al., 2019a). Concentraciones más altas de contaminantes en las cocinas mostraron asociaciones con presión arterial sistólica y diastólica elevadas en mujeres, principalmente las más adultas. El estudio también mostró que las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente pueden representar mejor la exposición a largo plazo a la combustión de leña que las exposiciones personales. Incluso con índices de contaminantes por encima de lo recomendado para la cocina *Justa*, el impacto fue benéfico en la presión arterial con el potencial de disminuir los riesgos de enfermedades cardiovasculares (Young et al., 2019a). También con la misma población, se realizó una investigación para evaluar los niveles de Óxido Nítrico Exhalado Fraccionado (FeNo). La exposición aguda y crónica a la contaminación del aire puede provocar inflamación en las vías respiratorias, lo que puede cuantificarse con la medición de FeNO (Benka-Coker et al., 2018).

Los valores de óxido nítrico exhalado fraccionado variaron de 3,5 ppb a 95 ppb, con un promedio de $17,9 \pm 12,1$ ppb. Entre las usuarias de cocinas tradicionales, el promedio de FeNo fue de $17,4 \pm 10,8$ ppb, mientras que las usuarias de cocinas Justa tuvieron un promedio de $18,59 \pm 13,4$ ppb. Sobre la base de estos resultados, no se observó evidencia de aumento de la inflamación en las vías respiratorias debido a la exposición a la contaminación del aire doméstico (Benka-Coker et al., 2018).

En Perú hubo un estudio similar, comparando cocinas rudimentarias y cocinas mejoradas. En esta investigación se evaluó también la prevalencia del síndrome metabólico (SM) en ocupantes expuestos a la quema de leña en cocinas rústicas y cocinas mejoradas instaladas entre 11 y 14 meses antes del inicio del estudio en las provincias de San Marcos y Cajabamba, en el norte de Perú (Sánchez-Samaniego et al., 2022). Ambas provincias están ubicadas en los Andes rurales entre 1.900 y 3.900 metros sobre el nivel del mar (masl) con una población de más de 134.000 habitantes. El síndrome metabólico está asociado a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV) y diabetes mellitus tipo 2, cinco a diez años después del diagnóstico. La identificación temprana de individuos con SM y estrategias de prevención temprana puede reducir el aumento a largo plazo del riesgo de ECV. SM se define como el conjunto de tres o más anomalías metabólicas que incluyen alta circunferencia de la cintura, presión arterial alta, altos niveles de glucosa y triglicéridos y bajos niveles de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad). La geografía diversificada y las desigualdades socioeconómicas de Perú aumentan las diferencias en la carga de enfermedades dentro del país, desafiando las estrategias de vigilancia y prevención de enfermedades en los niveles subnacional y de atención primaria (Huicho et al, 2009). La falta de recursos, protocolos basados en evidencias, acceso a medicamentos y diagnósticos

son solo algunos de los «cuellos de botella» que enfrenta el sistema de salud peruano (Remais et al., 2013). A través de programas nacionales, organizaciones no gubernamentales y organizaciones privadas, las familias rurales peruanas pueden tener acceso a cocinas mejoradas y combustibles más limpios para cocinar. Los participantes en este estudio respondieron a un cuestionario socioeconómico, un recordatorio alimenticio de 24 horas y se sometieron a examen físico. Se analizaron datos de 385 participantes, 190 (112 mujeres y 78 hombres) usuarios de cocinas mejoradas y 195 (123 mujeres y 72 hombres) usuarios de cocinas rudimentarias. La prevalencia de SM fue del 26,4% en las mujeres y del 13,3% en los hombres. No se encontró ninguna asociación estadísticamente significativa entre el tipo de cocinas y SM. El índice de masa corporal y la altitud fueron determinantes de la SM. El uso de cocinas mejoradas - y la reducción de la contaminación doméstica esperada del aire - no tuvo asociación mensurable significativa con SM entre mujeres y hombres en el ambiente rural andino de elevada altitud (Sánchez-Samaniego et al., 2022). Otro estudio realizado en esas mismas provincias evaluó el desarrollo de la primera infancia en 82 comunidades rurales (Nuño et al., 2022). La mayoría de la población estaba compuesta por pequeños agricultores que vivían en casas de adobe y usaban cocinas a leña tradicionales para cocinar. La estimulación infantil mejoró el desarrollo de los niños, pero no hubo beneficio en la salud asociado a la intervención ambiental domiciliar (Nuño et al., 2022). El acceso limitado durante todo el año al agua corriente y la posible contaminación del agua potable, después de la ebullición, fueron dos factores potenciales ligados a la falta de efecto de la intervención domiciliar-ambiental (Nuño et al., 2022).

4.4. Contaminantes cancerígenos

Además de la exposición al $PM_{2.5}$, su composición química también es estudiada, por el hecho de que algunos componentes son muy tóxicos o cancerígenos, como en el caso de los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA). El 1-hidroxipireno (1-OHP), eliminado por la orina, se usa como biomarcador de exposición a HPA (Ruiz-Vera et al., 2015). Algunos estudios evaluaron la relación entre la exposición a los HPA por humo de leña y disfunción vascular. En el área rural de Guatemala se realizó un monitoreo de la calidad del aire en cocinas que usaban leña en la cocción para evaluar los niveles de exposición de las mujeres embarazadas. Los niveles medidos de $PM_{2.5}$ fueron muy por encima de la meta intermedia de calidad del aire de la OMS ($35 \mu g m^{-3}$) y la concentración total de metabolitos urinarios de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HPA) el doble de fumadores activos que consumían, en promedio, 18 cigarrillos por día. Sin embargo, los niveles se redujeron significativamente con el uso de GLP (Weinstein et al., 2020).

Un grupo de mujeres mexicanas, que utilizaban cocinas a leña como principal fuente de energía dentro de sus hogares, fue seleccionado para evaluar los niveles de 1-OHP. Los resultados demostraron disfunción vascular (disminución de la vasodilatación dependiente del endotelio) en mujeres participantes del estudio con niveles urinarios de 1-OHP elevados. Estos resultados sugieren un aumento del riesgo de salud para las personas que usan la leña como fuente de energía y evidencian la necesidad de implementar programas para reducir ese riesgo de exposición a la HPA en poblaciones rurales en México (Ruíz-Vera et al., 2015). También se encontraron niveles elevados de 1-OHP en muestras de orina (variación de 0,02 a 4,82 pmol/mol de creatinina) de niños residentes en comunidades en Chiapas, México, en comparación con los niveles de referencia para controles no expuestos ocupacionalmente entre no fumadores (0,24 pmol/mol

creatinina) y para fumadores (0,76 pmol/mol creatinina) (Martínez- Salinas, et al., 2012). Mujeres y niños indígenas de Tocoay, San Antonio, San Luis Potosí, México, y poblaciones indígenas de la Huasteca Potosina, México (n=134) también presentaron niveles de 1-OHP en la orina por encima de lo establecido (mujeres - 1,15 (0,28-2,1) y niños - 1,04 (0,28-3,62) pmol/mol creatinina) (Palacios-Ramírez et al., 2018; Rodríguez-Aguilar et al., 2019). Además, las concentraciones medias de PM_{2.5} (93,3 ± 3,6 µg m⁻³) por encima del límite establecido en las normas nacionales e internacionales (Palacios-Ramírez et al., 2018). Efectos perjudiciales sobre la salud respiratoria fueron relatados en alto porcentaje en la población de Huasteca, tales como alteraciones en los parámetros espirométricos indican patrones obstructivos (4,5 a 6,6%) y restrictivos (12,5 a 15,5%) en las categorías leve a moderada. Estos parámetros son indicadores de enfermedades respiratorias crónicas (Rodríguez-Aguilar et al., 2019). Los resultados de la exposición al HAP y a la contaminación interna por partículas indican un serio riesgo a la salud, principalmente en niños y mujeres. Estas comunidades están ubicadas en una región de extrema pobreza multidimensional, según los indicadores del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, siendo un ejemplo de los riesgos de salud asociados a la contaminación del aire interior indicando que se necesitan programas de intervención destinados a reducir la exposición de poblaciones vulnerables a estos contaminantes, empezando por la educación de los cuidadores (Palacios-Ramírez et al., 2018).

Han sido realizados estudios *in vitro* con células para reducir la complejidad experimental y proporcionar informaciones moleculares y celulares más detalladas. Los fibroblastos pulmonares son las principales células involucradas en la remodelación de la matriz extracelular (MEC) durante la respuesta inflamatoria inducida por el humo de la leña. Investigadores de la Universidad de México han utilizado fibroblastos pulmonares humanos normales (NHLEFs) para evaluar los efectos potenciales del

extracto de partículas provenientes de la combustión de leña que contiene HPA. Los resultados sugirieron que las partículas indujeron un mecanismo de remodelación de la MEC en NHLF, donde los HPA pueden tener un papel crucial (Recillas-Román et al. 2021).

Las enfermedades más graves también están relacionadas con la exposición a la quema de leña, por ejemplo, el cáncer de pulmón. Un estudio realizado en la Ciudad de México estimó el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón de acuerdo con el grado de exposición en pacientes que usan leña para cocinar. Se seleccionó caso-control que incluyó a 482 pacientes con cáncer de pulmón y 592 controles hospitalarios (Baez-Saldaña et al., 2021). Los resultados mostraron que, la exposición al humo de leña es un factor de riesgo para cáncer de pulmón, pues el efecto fue mayor que en quien utiliza una forma de energía limpia para cocinar. Además, este efecto mantiene una relación dosis-respuesta que tiene un efecto multiplicativo con el tabaquismo (Baez-Saldaña et al., 2021). También se han realizado estudios genéticos y los cambios muestran relaciones con la exposición al humo (Ortega-Martínez et al., 2020).

4.5. Intervención con GLP y los efectos en la salud

Otros estudios realizados en Perú tuvieron como objetivo medir el efecto de la intervención del GLP en la contaminación del aire domiciliario debido a la quema de leña (Fandiño-del-Río et al., 2022; Fandiño-del-Río et al., 2017; Checkley et al. 2021). El proyecto *Cardiopulmonary and Household Air Pollution (CHAP)* suministró cocinas a GLP, distribución gratuita de este combustible y seguimiento (Fandiño-del-Río et al., 2022; Checkley et al. 2021; Fandiño-Del-Río et al. 2017). El CHAP se realizó en comunidades rurales alrededor de la ciudad de Puno, en el sureste de Perú, cerca de las orillas del Lago Titicaca a 3.825 masl. Los individuos en estas comunidades rurales tradicionalmente usan leña y cocinas rudimentarias para cocinar. Sin embargo, el uso del GLP se ha vuelto más común desde

la introducción en 2012 de un programa gubernamental [conocido como FISE], que subsidió el costo del GLP para familias de baja renta (Pollard et al. 2018). Consecuentemente, algunas familias tenían cocinas a GLP antes de ese estudio. Sin embargo, se observó que >95% de los domicilios con cocinas a GLP utilizaban también cocinas tradicionales, a pesar de la subvención del gobierno (Pollard et al. 2018). El estudio se realizó con 180 mujeres con edad entre 25 y 64 años (Fandiño-del-Río et al., 2022). Durante el primer año, los participantes de la intervención recibieron gratuitamente una cocina a GLP, suministro continuo de combustible y seguimiento, mientras que los controles continuaron sus prácticas de cocción con leña (Fandiño-del-Río et al., 2022). Durante el segundo año, los participantes del control recibieron una cocina a GLP gratuita, seguimiento y *vouchers* para obtener GLP de un distribuidor cercano, mientras que la distribución de combustible se interrumpió para los participantes de la intervención. Se obtuvieron concentraciones de 48 horas de la cocina y exposiciones personales a PM_{2.5}, BC y CO en el período de 3, 6, 12, 18 y 24 meses (Fandiño-del-Río et al., 2022). Considerando la línea de base (inicio del estudio), las concentraciones promedio de PM_{2.5} (cocina 1.220 vs. 1.190 µg m⁻³; personal 126 vs. 104 µg m⁻³), BC (cocina 180 vs. 210 µg m⁻³; personal 19 vs. 21 µg m⁻³) y CO (cocina 53 vs. 50 ppm, personal 6,6 vs. 7:1 ppm), fueron semejantes entre los participantes control e intervención, respectivamente (Fandiño-del-Río et al., 2022).

Sin embargo, las concentraciones post intervención en el primer año fueron menores en las residencias que usaban GLP en comparación a los controles (leña) (Concentraciones de PM_{2.5} de la cocina (58 vs. 1.246 µg m⁻³), BC (5 vs 206 µg m⁻³) y CO (6 vs. 47 ppm)) (Checkley et al. 2021). También se reportaron exposiciones personales más bajas a PM_{2.5} (30 vs. 98 µg m⁻³), BC (2 vs. 16 µg m⁻³) y CO (2,4 vs. 6,6 ppm) en participantes de la intervención (GLP) en comparación a los participantes del control

(leña) (Checkley et al. 2021). La entrega a domicilio de GLP gratis derivó en exposiciones personales en niveles cercanos a los recomendados por la OMS de PM_{2.5} y CO (Fandiño-del-Río et al., 2022). Además, los efectos de la intervención persistieron durante un año tras la interrupción del suministro de combustible. Tales estrategias pueden aplicarse en programas de GLP para reducir la contaminación del aire en domicilios y mejorar, potencialmente, la salud (Fandiño-del-Río et al., 2022). No se encontraron evidencias de diferencia en la presión arterial, función pulmonar o síntomas respiratorios durante la intervención durante un año con GLP (Checkley et al. 2021).

Este mismo grupo de investigadores midió los niveles de NO₂ en las cocinas y las exposiciones personales en domicilios en los que se realizaron las intervenciones con GLP y las cocinas a leña tradicionales (Kephart et al., 2021). Las concentraciones medias de NO₂ de 24 h post intervención fueron de 43 ± 17 ppb en el grupo intervención (GLP) y 77 ± 2 ppb en el grupo control (leña). La media geométrica de 48 h. de exposición personal al NO₂ fue de 5 ± 2 ppb en el grupo GLP y 16 ± 2 ppb en el grupo control. Aunque los niveles de NO₂ emitidos por la cocina a GLP son inferiores a los de la quema de leña, se encuentran sobre los niveles recomendados por la OMS (Kephart et al., 2021).

La exposición a la contaminación por combustión de leña se ha asociado con el bajo peso al nacer. Se realizó un estudio de caso-control a gran altitud en Perú (Huancavelica a 3.680 metros y Junin a 4.105 metros) para evaluar si la contaminación del aire contribuye en el riesgo de fetos pequeños para la edad gestacional (Yucra et al., 2014). El uso de leña durante el embarazo se determinó mediante un cuestionario. Los niveles de CO en las cocinas se midieron durante 48 horas en un subgrupo. Los niveles medios de CO encontrados en las cocinas fueron 4,8, 2,2 y 0,4 ppm para la leña, leña + GLP y GLP, respectivamente (Yucra et al., 2014). A pesar del tamaño limitado de la muestra, los datos sugieren que la expo-

sición materna al humo y al CO, en grandes altitudes, está asociada al bajo peso entre los nacidos (Yucra et al., 2014). Se midieron también exposiciones personales de mujeres embarazadas (N = 100) al humo en Trujillo, Perú (Helen et al., 2015). Se observaron diferencias significativas en las concentraciones PM_{2.5}, CO y NO₂ en la cocina a leña y GLP ($p < 0,05$) (Helen et al., 2015). Las concentraciones medias geométricas de PM_{2.5} fueron de 112 $\mu\text{g m}^{-3}$ (leña) y 42 $\mu\text{g m}^{-3}$ (GLP), es decir, superiores a los estándares, siendo necesaria la atención especial para evitar problemas en el desarrollo del feto (Helen et al., 2015).

Se realizaron exámenes de sangre a 121 participantes y se aplicó un cuestionario en una comunidad en Arequipa, Perú, con el objetivo de determinar la asociación entre parámetros hematológicos, síntomas respiratorios y el tipo de cocina utilizada. Los usuarios de GLP+ leña presentaron más leucocitos y neutrófilos que los usuarios de cocinas a GLP (Ju et al., 2017).

En México también se realizó un estudio similar evaluando los niveles de PM_{2.5} personal y de la cocina antes y después de la intervención con cocinas mejoradas (modelo *Patsari*) y GLP (Cynthia et al., 2008; Schilman et al., 2019; Estévez-García et al., 2020). Los resultados también mostraron una reducción de las concentraciones con *Patsari* en comparación con la tradicional, pero aún no han alcanzado el nivel óptimo. El tamaño de la casa, la ventilación de la cocina, la humedad relativa, la temperatura y la relación de concentración de PM_{2.5} interna/externa fueron predictores significativos de los niveles en las cocinas. La exposición personal diaria de PM_{2.5} se redujo significativamente utilizando *Patsari* en buenas condiciones o GLP (57 $\mu\text{g m}^{-3}$) en comparación con las cocinas a leña tradicionales (86 $\mu\text{g m}^{-3}$) (Estévez-García et al., 2020). Sin embargo, las concentraciones de contaminantes en el medio ambiente y la exposición personal se mantuvieron por encima de los estándares de calidad del aire y representaron un riesgo para la salud de la población rural (Estévez-García et al., 2020).

La dificultad de exponer a los humanos a todos los componentes del humo y en condiciones variables hace que sea ventajoso el uso de un modelo animal, que simule la exposición humana. Es necesario analizar los cambios bioquímicos y fisiopatológicos desde el principio y en exposiciones de corta duración para comprender los efectos sobre el organismo a nivel celular. La exposición a corto plazo al humo de leña se ha relacionado con cambios en la expresión de las metaloproteinasas de matriz humana (MMPs), citoquinas inflamatorias e inhibidores de las metaloproteinasas (TIMPs). En un estudio realizado por investigadores mexicanos con cobayas expuestas a corto plazo, el humo sobre expresaron citoquinas proinflamatorias, MMPs y TIMPs. Esta respuesta celular está relacionada con el desarrollo de procesos inflamatorios pulmonares y sistémicos, favoreciendo el daño pulmonar agudo y la remodelación tisular. Además, el aumento de la concentración de citoquinas en el suero puede estar asociado al desarrollo de inflamación sistémica y, consecuentemente, el daño causado por el humo puede afectar a otros órganos (Ramos et al., 2021).

4.6. DALY

Para comparar mejor las enfermedades entre diferentes países, se propuso la carga global de enfermedades (del inglés, *Global Burden of Disease, GBD*) por los investigadores Christopher Murray y Alan López, de la Universidad de Harvard, (Murray y López, 1996). GBD tiene como objetivo obtener medidas comparables y globales de salud de la población entre los países y contribuir con decisiones estratégicas a nivel mundial, regional y nacional, además de proyectar el futuro. La métrica “años de vida ajustados por discapacidad” (del inglés, *Disability-adjusted life year, DALY*) se aplicó por primera vez en el estudio de Murray y López. DALY es la medida en tiempo del impacto de la enfermedad y combina la canti-

dad de salud perdida debido a la enfermedad (del inglés, *years lived with Disability, YLD*) o a la muerte prematura (del inglés, *years of life Lost, YLL*).

Según los últimos datos publicados por la OMS (2019), Tabla 3 del Anexo, el DALY total asignado a la contaminación del aire doméstico resultante de combustibles sólidos para cocinar en ALC fue alrededor de 1.7 millones de años de vida ajustados por incapacidad. El país con mayor índice fue México (453.758), seguido por Haití (419.541), Guatemala (191.686), Perú (112.147), Honduras (99.622) y Colombia (91.872). En la tabla están las principales enfermedades asociadas a HAP clasificadas por sexo.

En la Tabla 4 del anexo, se enumeran las muertes atribuidas por la quema de combustibles en ALC en 2019. El mayor número de muertes sigue, prácticamente, la misma distribución de DALYs: México (21.639), seguido por Haití (13.323), Guatemala (7.460), Perú (5.345), Colombia (4.935) y Honduras (4.740).

Mejorar las condiciones de cocción mediante el uso de cocinas modernas, con combustibles más limpios y eficientes y una mejor ventilación han mejorado sustancialmente la salud pública (Pachauri et al., 2018).

4.7. Costos

Bjorn Larsen, economista y consultor de HAP por combustibles sólidos, hizo algunas estimativas para México en 2015. Según el Banco Mundial, la contaminación atmosférica mata a unos 33.000 mexicanos cada año. Alrededor de 13.000 muertes son causadas por la contaminación del aire doméstico, debido al uso de leña y otros combustibles sólidos. Esa estimación es menor que la prevista por la OMS para el año 2019, conforme a lo discutido en el ítem 4.1. Las comunidades rurales son las más afectadas. Más de 19 millones de mexicanos cocinan principalmente con leña o carbón y muchas familias los usan como combustibles secundarios. Sobre la base del elevado número de personas que

todavía usan leña, se realizaron algunas estimaciones de costos con el cambio a cocinas mejoradas y GLP. Al sustituir la mitad de las cocinas tradicionales por cocinas mejoradas con chimenea y la otra mitad por cocinas a GLP se aportaría una mejora real en la vida de las personas. La incidencia de muerte y enfermedades se reduciría en un 37% y se salvarían 4.700 vidas al año. El costo total sería de aproximadamente medio millón de dólares por año y los beneficios de alrededor de 1,3 mil millones de dólares. La conversión de cocinas de todas las residencias a GLP reduciría la incidencia de muerte y enfermedades en un 64% y salvaría 8.100 vidas cada año. El costo total sería de aproximadamente 800 millones de dólares al año con beneficios anuales de alrededor de 2 mil millones de dólares. La adopción de cocinas mejoradas con chimenea reduce el riesgo de enfermedad y muerte en aproximadamente un 30% en comparación con la cocina tradicional. La adopción de cocinas a GLP puede reducir las enfermedades y muertes entre el 43 y el 64%, dependiendo del nivel de contaminación local. Alcanzar el estándar de calidad del aire sugerido por la OMS reduciría las enfermedades y muertes en un 90% aproximadamente. Los beneficios de cocinas mejoradas con chimenea y uso de GLP para cocinar superan de sobremano a los costos. Por cada peso mexicano gastado en cocinas mejoradas, los beneficios varían entre 6 a 13 pesos. Por cada peso gastado en cocinas a GLP y combustible, los beneficios varían entre de 1,7 a 3,3 pesos. Estos beneficios son mejoras en la salud, la economía y el menor tiempo de cocción. Los costos incluyen el costo inicial de las cocinas, mantención y reparación, combustible GLP y costo de programas para promover la adopción de cocinas GLP y mejoradas. Los beneficios por peso gastado en el control de la contaminación del aire doméstico son 1-40 veces mayores que los beneficios por peso gastado en varias medidas típicas para controlar la contaminación ambiental de PM_{2.5} en áreas urbanas.

El Ministerio de Medio Ambiente de Chile estimó que la contaminación del aire le cuesta al sector de la salud al menos US\$ 670 millones al año, que está asociado a 127.000 visitas a urgencias y clínicas y más de 4.000 muertes prematuras anualmente (MMA, 2018).

Estimar los costos por muertes o internaciones no es una tarea fácil. Hay diferentes tipos de beneficios que varían de un país a otro y reflejan una variación en la evaluación de la muerte y la enfermedad. Una métrica utilizada es el llamado valor estadístico de vida (del inglés, *Value of a Statistical Life*, VSL) que puede entenderse como el valor monetario de reducir riesgos de vida, o también como, el valor asignado a la prevención de una fatalidad. Este concepto no debe entenderse como la definición de precio para una vida humana, ya que la vida no puede precificarse. VSL es un concepto fundamental utilizado por los economistas ambientales en el análisis de los riesgos fatales de contaminación del aire. Miller (2000) realizó un estudio basado en varios estudios y comparó las variaciones de VSL entre países. La mayoría de los países tenía PIB *per cápita* de por lo menos US\$ 2.000. La Tabla 5 muestra estos valores y presenta, también, un PIB *per cápita*. Zhou y Tol (2005) emplearon técnicas de transferencia de beneficios para estimar las pérdidas de bienestar relacionadas con la mortalidad derivadas de la contaminación del aire por partículas en Tianjin, China, en 2003. Ellos estimaron el costo en US\$ 1,1 mil millones, con la mortalidad representando el 80% de ese valor y el resto atribuible al costo de morbilidad debido al tratamiento de la bronquitis crónica, asma y neumonía, entre otras enfermedades relacionadas con la contaminación del aire por partículas. Este valor representaba el 3,7% del PIB de Tianjin en 2003. Estas pérdidas sustanciales de bienestar relacionadas con la mortalidad implican que la mitigación de la contaminación por partículas puede generar ganancias sustanciales de bienestar que son iguales a un porcentaje significativo del PIB.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) aprobó administrativamente el VSL de US\$ 5,5 millones (dólares de 1999) para el análisis de la mortalidad reducida por reglamentos de la contaminación del aire (USEPA 2004). Esa estimación se aproximó a los US\$ 6,655 millones en dólares en 2006 y US\$ 9,1 millones en 2010. El VSL promedio en Reino Unido, Canadá, Suecia, India, Nueva Zelanda, Corea del Sur y Tailandia son, respectivamente, \$ 6,7, \$ 8,2, \$ 4,3, \$ 0,3, \$ 2,2, \$ 1,2 y \$ 1,1 millones de dólares. Para México y Chile se estimó entre 0,3 y 0,5 millones de dólares (Yaduma et al. 2013). Algunos países fijaron recientemente el VSL: AU\$ 222.000 por año (2021) en Australia, US\$ 0,64 millón (2018) en la India, NZ\$ 4,14 millones (2016) en Nueva Zelanda, € 2,4 millones en Suecia, US\$ 59.000 (2016) en Turquía, US\$ 71.500 (2015) en Rusia.

Otra métrica usada para evaluar costos de salud es DALY. El costo por DALY evitado ha sido usado para estimar los umbrales de costo-efectividad para intervenciones de salud. Las estimaciones de un DALY pueden variar según los factores abordados como la esperanza de vida estándar, la ponderación de la edad, la preferencia temporal y la tasa de descuento, el cálculo de los pesos de incapacidad y la selección del método de estimación. Cada uno de estos enfoques de estimación refleja diferentes perspectivas sobre la carga de la enfermedad utilizando características únicas, con base en las cuales la selección de un enfoque adecuado puede variar de acuerdo con el objetivo del estudio. Cada enfoque tiene ventajas y desventajas, y la elección de un método depende del objetivo del estudio de la carga de la enfermedad y del uso planificado de los resultados de los estudios. No es el objetivo de este estudio profundizar la discusión de DALY, sino usar valores disponibles en la literatura para tener un orden de magnitud de costos.

Brent (2011) estimó el precio de un DALY utilizando un criterio de costo-beneficio que exige que el precio del DALY exceda la relación costo-efectividad. El precio estimado fue de US\$ 6.300 (en dólares ppp de 2005) para un DALY ahorrado de cualquier enfermedad. El valor de la vida derivado de un DALY general es de alrededor de US\$ 250.000. Daroudi y colaboradores (2021) estimaron el costo por DALY evitado para países con diferentes gastos *per cápita* en salud, Índices de Desarrollo Humano (IDH) y Producto Interno Bruto (PIB) con datos de 2016. La tasa estandarizada por edad (ASR DALY por cada 100.000 habitantes) tuvo una correlación lineal inversa con el IDH. Países con IDH más alto tuvieron tasas ASR DALY más bajas. Según las estimaciones, el costo promedio por DALY fue de US\$ 998 (US\$ 109-3.507), US\$ 6.522 (US\$ 997-36.091), US\$ 23.782 (US\$ 4.245-88.997) y US\$ 69.499 (US\$ 21.509-168.720) en los países con IDH bajo, medio, alto y muy alto. En promedio, el costo por DALY evitado fue de 0,34 veces el PIB *per cápita* en países con bajo IDH, mientras que, en países con IDH medio, alto y muy alto, fue de 0,67, 1,22 y 1,46 veces el PIB *per cápita*, respectivamente. Este resultado muestra que el costo por DALY evitado en países con IDH alto fue mayor que en países con IDH bajo. Es decir, cuesta alrededor de US\$ 70.000 evitar un DALY en países con IDH muy alto, mientras que, en países con IDH bajo, cerca de 70 Dalys pueden ser evitados con este mismo costo.

Hay pocos estudios sobre límites de base de costo en países de baja y media renta. En América Latina, incluyendo Brasil, la mayoría de los países aún no han adoptado un umbral de costo-efectividad, con excepción de Chile, Colombia y México (Pinto et al., 2016). Ochalek et al., 2018 utilizó varios métodos para estimar el valor del DALY en diferentes países. En este estudio, para fines de comparación, se utilizará el método en el que los valores de DALY se basaron en estimaciones de los efectos de mortalidad de los cambios en los gastos. Como estas son las estimaciones

más frecuentes disponibles en la literatura, esto significa que, en principio, el DALY se puede calcular usando elasticidades de varias fuentes, por ejemplo, mortalidad por todas las causas estimadas a partir de datos dentro del país. La Tabla 6 muestra estos valores en dólares (al 2015). Pocos países tienen estimaciones superiores a 1 x PIB *per cápita* y ninguno es superior a 3 x PIB *per cápita*, que son estimaciones sugeridas por la OMS. Entre aquellos con cualquier estimación superior a 1 x PIB *per cápita*, todos son países de renta media con mortalidad media ligeramente menor, supervivencia y problemas de salud que los de renta baja y media. Usando los DALYs estimados por la OMS para la exposición a la contaminación del aire doméstico y el valor del DALY evitado estimado por Ochalek et al., 2018, se puede llegar a un costo por país.

En un estudio hecho en Temuco, Chile, se realizó un análisis de la sustitución del uso residencial de cocinas a leña para calefacción por sistemas fotovoltaicos para generación de electricidad usando baterías de almacenamiento (PV + sistemas de almacenamiento) (Cansino et al., 2019). Se ha calculado la reducción del valor monetario del impacto de las emisiones contaminantes resultantes de la combustión de la leña, en la salud y en los accidentes de tránsito. La herramienta interactiva GDB Compare se utilizó para calcular el impacto de la contaminación en la salud, tanto en términos de muertes atribuibles como de años de vida ajustados por discapacidad. El valor monetario del impacto en la salud se calculó utilizando dos enfoques alternativos: el valor de la vida estadística y el enfoque del capital humano (Cansino et al. 2019). Siguiendo la disposición a pagar (WTP) para un año de vida estadística, el total de muertes de hombres en 2013 fue de 33,27 por 100.000 habitantes con una variación de 20,42–43,95 y 26,90 para las mujeres (15,54–36,94). El número de habitantes de Temuco considerado en 2013 fue de 265.101. El VSL considerado fue de 2,07 millones USD 2010 por defunción. Alrededor del 88% del impacto

sanitario de la contaminación por partículas se atribuye a la combustión de leña. El valor monetario total de las muertes de hombres fue de 13,7 millones (USD 2013) y 16,3 millones (USD 2013) para las mujeres. El mayor impacto de la contaminación por material particulado en la salud fue por enfermedad pulmonar obstructiva crónica en el caso de los hombres, 2,7 millones (USD 2013) y enfermedades isquémicas del corazón en mujeres, 3,3 millones (USD 2013). Por otro lado, la contaminación del aire doméstico por combustibles fósiles fue menor, siendo 0,18 millones (USD 2013) para los hombres, debido principalmente a EPOC, y nuevamente, enfermedad cardíaca isquémica para mujeres, 0,38 millones (USD 2013) (Cansino et al. 2019). El total de DALYs asignados a estos factores de riesgo en 2013 fue de 11.605,71 por 100.000 habitantes para hombres y 7971,75 para mujeres. El PIB *per cápita* considerado fue de 15.790 USD, mientras que el gasto corriente en salud *per cápita* fue de 1.173 USD y el gasto de capital en salud *per cápita* fue de 43 USD. El valor monetario total de DALYs para hombres fue de 12,3 millones (USD 2013) y 7 millones (USD 2013) para mujeres. En comparación con el enfoque VSL, los resultados obtenidos difieren principalmente en el caso del sexo femenino. El mayor impacto de la contaminación ambiental por material particulado en la salud fue de enfermedad isquémica del corazón, 3,3 millones (USD 2013) para hombres y diabetes mellitus para mujeres, 2,1 millones (USD 2013). Con respecto a la contaminación del aire doméstico por combustibles fósiles, el mayor impacto también fue por enfermedad cardíaca isquémica en el caso de hombres 0,2 millones (USD 2013) y nuevamente por diabetes mellitus para mujeres 0,2 millones (USD 2013) (Cansino et al. 2019).

Muchas enfermedades relacionadas con el consumo de leña derivan en pérdidas económicas, específicamente en la reducción de la productividad (por ejemplo, debido a las horas de trabajo perdidas) y gastos médicos, que limitan la participación en las actividades domésticas, en el

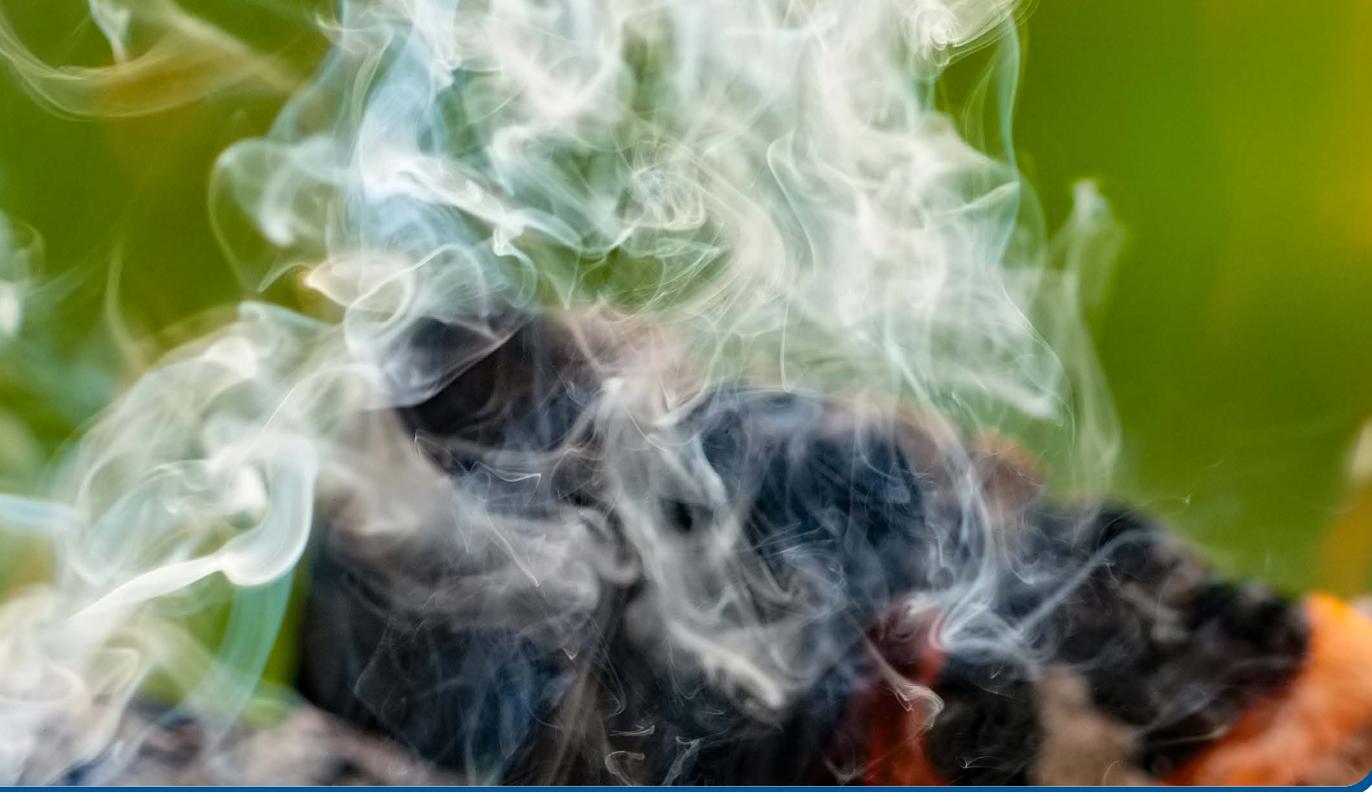
mercado de trabajo y en la frecuencia escolar, afectando negativamente al desarrollo familiar (Stabridis y van Gameren, 2018). La evidencia directa de la elección del combustible afecta los resultados del mercado de trabajo es mucho más limitada. Burke e Dundas (2015) estudiaron la participación femenina en la fuerza de trabajo y la dependencia doméstica de leña en 175 países. Ellos observaron que el aumento de la participación femenina en la fuerza de trabajo se relaciona con una reducción en el uso de leña: si una familia usa leña, es necesario tiempo para recoger la leña, una tarea que, generalmente, la realizan las mujeres, reduciendo la posibilidad de su participación en actividades fuera del hogar. Si las familias usan menos leña, las mujeres tienen más tiempo, que puede ser usado para participar del mercado de trabajo. Evidencias muestran que la contaminación en sí tiene un efecto directo en el mercado de trabajo son más escasas, sin embargo, Hanna y Oliva (2015) han explorado el cierre de una refinería en la Ciudad de México, relatando una reducción en la contaminación y un aumento en la participación de la fuerza de trabajo y horas trabajadas. Los efectos estimados del tratamiento destacan que la combinación de la leña usada como combustible para cocinar y los problemas respiratorios que ella causa perjudica la participación de las mujeres en la fuerza de trabajo y debilita su situación económica. Esto afecta directamente en su bienestar, reduciendo su renta y aumentando su riesgo de empobrecimiento (Stabridis y van Gameren, 2018).



5. QUEMA DE LEÑA Y LA CONTAMINACIÓN EXTERNA

En los grandes centros urbanos la contaminación del aire externo es principalmente causada por las emisiones de la flota vehicular. Sin embargo, al sur de Chile, la mayoría de las ciudades presentan altos niveles de contaminación del aire en el ambiente exterior debido a la quema de leña para calefacción y cocción, principalmente en invierno. En esta región, más del 80% de los domicilios urbanos usan leña barata y de baja calidad para calefacción, siendo la quema responsable de la emisión de gran cantidad de PM_{2.5} (Jorquera et al., 2021, Ministerio del Medio Ambiente, 2018; Tolvett, 2015). En general, los niveles de material particulado superan los límites nacionales e internacionales recomendados. De acuerdo con el ranking IQAir, en 2021 Chile ocupó la 40ª posición, mientras que Brasil la 75ª en relación con los niveles de PM_{2.5} (IQAir, 2022 - <https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries>). Además, ocho de las diez ciudades más contaminadas de América del Sur se encuentran en la región centro-sur de Chile (IQAir, 2021). Por ejemplo,

la ciudad de Coyhaique, con solo 57.000 habitantes, presenta niveles de contaminación del aire en torno a $200 \mu\text{g m}^{-3}$ de $\text{PM}_{2.5}$, comparables a los de megaciudades (Solís et al., 2022; IQAir, 2022). Las altas concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ y PM_{10} colocan a esta ciudad como la más contaminada de América Latina en invierno. Las concentraciones de PM son 10 veces menores en los meses más cálidos que en los meses más fríos, por lo que es relevante destacar esta condición única de la ciudad con períodos de aire muy limpio y otros con calidad de aire muy mala. El uso de la leña en invierno está claramente asociado a los mayores índices de contaminación en las ciudades más frías de Chile. Además del hecho de que la leña es barata en comparación con otros combustibles (4 veces más barata que otras fuentes de energía), hay también una tradición cultural en estos lugares (DEE, 2015; Pérez-Fargallo et al., 2020; Reyes, 2021). Estos factores limitan la introducción de alternativas más eficientes, a pesar de los efectos negativos que la exposición a partículas y humo de leña tienen en la salud humana. Esas ciudades experimentan días con altos niveles de contaminación cada invierno debido al uso de cocinas a que derivan en un aumento del absentismo escolar, tanto de alumnos de bajos ingresos, como de familias de renta media y alta (Hofflinger y Boso 2021). Modelos no lineales aplicados en varias ciudades del centro-sur de Chile mostraron asociación entre concentraciones elevadas de $\text{PM}_{2.5}$ emitido por la quema de leña y efectos nocivos agudos en el tracto respiratorio de la población expuesta (Torres et al., 2021).



6. QUEIMA DE LEÑA Y EL MEDIO AMBIENTE

Un estudio reciente realizado en México procuró identificar factores relevantes en los estándares de consumo de leña y sus implicaciones ante el cambio climático, género, salud y pobreza energética (Pérez et al., 2022). Para ello, se realizó un análisis estadístico basado en informaciones oficiales publicadas por el gobierno de ese país el 2018 (datos más recientes). GLP, gas natural y electricidad constituyen el grupo de combustibles más utilizados - 72% de los domicilios - con 26% de los domicilios encuestados, relatan el uso exclusivo o mixto de leña y solo 2% de los domicilios informan el uso de carbón vegetal. Los resultados apuntan a que 31,3 millones de mexicanos (26% de la población total) usan leña para cocinar. Se identificaron tres tipos principales de usuarios: (i) exclusivos de leña (30%); (ii) mixtos, en que la leña es combustible primario (18%) y (iii) mixtos, en que la leña es combustible secundario (52%). El consumo total de leña se estimó en 116,6 PJ (petajoule). En relación con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se esti-

maron 8,1 millones de tCO_{2e}. Entre los domicilios estudiados, el 59% fue categorizado como de nivel socioeconómico “bajo”; y el 75% estaban en centros poblacionales con menos de 2.500 habitantes. Cerca del 68% de las familias no pagan por la adquisición de leña y las familias que pagan por el recurso, las transacciones estimadas totalizan US\$ 286,9 millones. Los gastos con leña para energía representan hasta el 10% de la renta familiar. Finalmente, se estimó que 15,7 millones de usuarios directos de leña son mujeres que utilizan la cocina rudimentaria exponiéndose a riesgos de salud (Pérez et al., 2022). Cuando la leña se consume de forma no sustentable, además de las consecuencias de los GEE, también pueden producirse impactos adversos derivados de cambios en la cobertura de la tierra, deforestación y degradación del suelo. Por lo tanto, es de suma importancia identificar el factor de no renovabilidad específico para cada región climática para poder determinar la extensión de la extracción de leña no renovable (Pérez et al., 2022).

En una comunidad indígena en México, se evaluaron los desempeños energéticos y de emisión de la quema de briquetas obtenidas a partir de residuos de madera de *Pinus spp.* Como en otros lugares, la mayoría de los usuarios combina el uso de leña y GLP para cocinar y calentar el agua y el 65% de las personas usan leña diariamente. El rendimiento de las briquetas se evaluó utilizando un gasificador de tiro forzado con 10 KW de potencia operativa y la leña se usó en cocinas rudimentarias para compararlas. El uso de residuos de madera es una opción energética para las comunidades rurales y contribuye en la reducción del consumo de leña y mitiga los gases de efecto invernadero. La gasificación de briquetas para calentar agua redujo las emisiones de GEE en un 74% aumentó la eficiencia térmica en un 30% y redujo las emisiones contaminantes de CO, CH₄ y PM_{2.5}, NMHC, EC y OC entre un 50 y 75% en comparación con la cocina rudimentaria. El uso de bri-

quetas en la cocina mejorada (*Patsari*) presentó un ahorro de energía del 12% y una reducción del 36% de CO_{2e} respecto a la cocina rudimentaria. El uso de briquetas puede reducir el consumo de leña en 318 t/año. Es posible producir briquetas a un costo similar o más barato que la leña y generar un mercado local (economía circular) con beneficios locales (Morales-Máximo et al. 2022).

La leña es la fuente básica de combustible en las áreas rurales de Bolivia. Se realizó un estudio en una aldea andina de agricultores de subsistencia para investigar el impacto humano sobre las especies de leña silvestre. Se inventariaron un total de 114 especies diferentes de plantas para combustible. Para evaluar el impacto de la recolección se desarrolló el índice de valor de impacto de extracción (EIV). Los resultados sugieren que varias especies de plantas (sub) leñosas son afectadas negativamente por la cosecha de leña y la presión antropogénica puede acarrear mayor presión sobre las especies más abundantes y/o accesibles (Thomas et al., 2011).

En 2013 (últimos datos disponibles), el consumo total de leña en Chile fue de 56.219,5 teracalorías (Tcal), de las cuales el 62,6% correspondió al sector residencial. Para satisfacer esta demanda se necesitaron 10.074,1 toneladas de leña, causando estrés ambiental en el área forestal chilena, actuando contra un modelo sustentable para cumplir con un cómodo estándar de vida en el sector residencial. Esta área representa el 22,9% del área total del país (17,3 millones de hectáreas) y actúa como un gran sumidero de emisiones de gases de efecto invernadero (GEE) para la sustentabilidad (Cansino et al., 2019).



7. TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Para acelerar la transición hacia energía doméstica limpia es fundamental entender cuáles son las políticas que funcionan, cómo funcionan y en qué circunstancias funcionan. El acceso a la cocción limpia conlleva beneficios económicos, ambientales y de salud, además de la reducción de la pobreza (Pachauri et al., 2018). Sin embargo, persisten varias barreras en esta transición. Varios programas diseminaron cocinas a leña mejoradas tanto en América Central como globalmente (Pachauri et al. 2018). Sin embargo, muchas barreras han sido observadas tales como: la necesidad de concientización, accesibilidad y disponibilidad de mejores alternativas para cocinar, la falta de capital tanto para consumidores como para productores/distribuidores, hábitos, etc. Para superar las barreras a la adopción de cocinas más limpias es necesaria la implementación de estrategias apropiadas de financiamiento al consumidor. Como la leña se recoge sin costo, hay poco incentivo financiero para que las familias compren otro tipo de cocina. Los descuentos o subsi-

dios también necesitan complementarse con programas de información y educación destinados a inducir el cambio de comportamiento e incentivar la adopción a largo plazo y el uso sustentado de cocinas más limpias. Además, las preferencias sociales y culturales también se deben considerar (Pachauri et al. 2018).

Ha habido avances en los esfuerzos para promover la transición energética hacia el uso de diversas opciones de combustibles, tanto para la mejora de la calidad de vida como para la reducción de los impactos ambientales. Desde los años 90, se han propuesto modelos para explicar la transición energética en áreas menos favorecidas de países en desarrollo, por ejemplo, el conocido modelo “*Energy Ladder*” (Barnes & Floor, 1996). Este modelo asume que existe un cambio lineal en las elecciones de los agregados familiares, que abandonan los combustibles menos eficientes y de precio más bajo, para adquirir combustibles más eficientes, como el GLP y la electricidad. Algunos trabajos han apuntado limitaciones del modelo para analizar las relaciones dinámicas encontradas en comunidades rurales en los países en desarrollo (Van der Kroon, et al. 2013). Hay estudios que sugieren que no se observó ninguna relación entre el tipo de combustible y la renta (Arnold et al. 2006). Más aún otros trabajos mostraron que la leña puede ser un recurso energético relevante para familias rurales y urbanas, independientemente del nivel de renta (Hiemstra-van der Horst e Hovorka, 2008; Schueftan et. 2016), y que la elección del combustible depende de la disponibilidad y accesibilidad del recurso. Por otro lado, Link et al. (2012) y Cardoso et al. (2013) constataron que la sustitución de combustibles está favorecida en áreas rurales o semirurales donde se desarrollaron oportunidades de empleo, comercio, bancos, escuelas, paradas de autobús, subsidios y servicios de salud, mostrando la relevancia del contexto social además de la economía. Por ejemplo, mejores carreteras y transporte permiten el acceso a GLP, au-

mentando las oportunidades de uso de otras fuentes de energía que leña. En el caso de Chile, Mundaca (2013) demostró que el fuerte aumento en el uso de la energía total estaba correlacionado con la afluencia (medida como PIB *per cápita*), y no con el aumento del PIB total o de la población. Por lo tanto, modelos considerando una diversidad de factores que afectan la transición energética han sido propuestos asumiendo que el proceso no es lineal. Para mejorar el modelo *Energy Ladder*, se propuso el modelo “*Multiple Fuel*” (Masera et al. 2000). Este modelo considera el uso de leña en diferentes proyectos de cocinas, combinado con esterco, GLP y electricidad. El modelo *Multiple Fuel* asume que la transición del combustible no es lineal y que las familias no necesariamente intercambian un combustible tradicional por uno moderno, sino que adoptan estrategias para usar múltiples combustibles adquiriendo nuevos recursos y tecnologías. Es interesante notar que esta transición de combustible no necesariamente conduce al ahorro de energía, sino que las familias incorporan todos los combustibles disponibles, sean o no tradicionales.

La transición de las cocinas tradicionales hacia mejoradas conlleva ventajas, como generadora de renta rural y empoderamiento de las mujeres (Rosenthal et al. 2018). Dependiendo de la sustitución de la tecnología (es decir, de la cocina a leña tradicional a la cocina a leña mejorada, de leña a GLP, o directamente a una cocina eléctrica, o de GLP a electricidad), el tiempo de cocción se puede reducir y con ellos, el tiempo se puede gastar de diferentes maneras, incluyendo la inserción en el mercado de trabajo y renta complementaria.

Es importante destacar que los beneficios de las cocinas a leña mejoradas dependen de su adopción y uso sostenido. Pocos estudios han documentado cómo se utilizan más de cinco años después de su introducción. Un estudio de cohorte prospectivo en Michoacán, México, fue realizado con jóvenes mujeres rurales durante 9 años para entender

cómo fue el uso de este tipo de cocina. Los participantes recibieron una cocina mejorada modelo *Patsari* durante una prueba comunitaria en 2005 y 2006. *Patsari* tiene una vida útil de 4 años. Se observó que después de ese período, más de la mitad de las cocinas no estaban más en uso. Con ello, el uso de las cocinas rudimentarias aumentó, principalmente entre las comunidades indígenas. *Patsari* tiene un período útil después del que es necesaria la mantención, reparación o sustitución. Lamentablemente, muchos programas no ofrecen un seguimiento. Las estrategias de energía doméstica deben garantizar el acceso equitativo a opciones de energía limpia adaptando las necesidades y preferencias locales con tecnología culturalmente apropiada implementada en una perspectiva sustentable (Schilman et al., 2019). Son necesarias las estrategias integrales adaptadas al contexto sociocultural de las comunidades para implementar programas de energía limpia que alcancen la adopción y uso sostenido de cocinas mejoradas o GLP (Estévez-García et al., 2020).

En 2011, una iniciativa del gobierno proporcionó cocinas y cilindros de GLP a casi 1.000 familias rurales en Chiapas, México (Trancoso et al., 2019). En 2017, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) realizó una evaluación de las prácticas culinarias de los beneficiarios de estas cocinas. Aunque casi el 100% de las familias sigue utilizando leña para cocinar, el 58% de sus alimentos se preparan con GLP. De las familias que dependían exclusivamente de la leña antes de 2011, el 32% utilizaba GLP. Los usuarios, casi exclusivamente mujeres, reconocen las ventajas de cocinar con GLP y los problemas de salud asociados al uso de leña. Como en otros países, la principal barrera al uso de GLP es su alto costo (Trancoso et al., 2019).

El uso doméstico de combustibles sólidos ha sido descrito como un indicador de pobreza energética y generalmente está insertado en un contexto socioeconómico más amplio de pobreza en las áreas rurales

de los países en desarrollo. Así, los impactos sociales, ambientales y de salud deben considerarse en una estructura integral y pueden beneficiarse ampliamente de investigaciones transdisciplinarias y participativas que involucren a la comunidad y fomenten el compromiso de las mujeres (Schilman et al., 2015). En Perú el efecto positivo del uso de fuentes alternativas de energía limpia y la mejora de cocinas e intervenciones comportamentales en la salud materno-infantil ya fue observado, disminuyendo la proporción de enfermedades respiratorias agudas en niños menores de 5 años. En ese sentido, la Ley 29.852, creada en 2012, instituyó el Fondo Social de Inclusión Energética (FISE) con el objetivo de proveer la infraestructura necesaria para la seguridad del sistema energético y garantizar el acceso universal a la energía. Asimismo, esta ley buscó promover el acceso al GLP a través de la creación del “Programa de compensación social y promoción para el acceso al GLP”, e implementar la cocina moderna en las casas, para que hasta 2030 todas las familias peruanas puedan cocinar con combustibles limpios, conforme ODS de la Agenda 2030. En este país también se estableció una directriz sanitaria para la vigilancia epidemiológica de las enfermedades respiratorias que se aplica de forma obligatoria en todos los establecimientos de salud en todo el país. Por este motivo, es importante gestionar factores ambientales, como el uso de leña, pues el uso de este combustible puede aumentar la prevalencia de enfermedades respiratorias (Chávez-Zacarías et al., 2022).

Las disminuciones en las concentraciones de PM a lo largo del tiempo se atribuyen al hecho de que las ciudades han desarrollado programas gubernamentales para reducir el impacto de la contaminación en la salud, que se basan en la política nacional (Solis et al. 2022). La estrategia del Ministerio de Medio Ambiente de Chile para mejorar la calidad del aire reduciendo las emisiones de la quema de leña se basa en

cuatro pilares: i) reducir las emisiones con la sustitución de calentadores más eficientes, ii) mejorar la calidad de la leña, reducir su contenido de humedad y promover el uso de otros combustibles, iii) mejorar el aislamiento térmico de las residencias y iv) concientizar y educar a las comunidades sobre los impactos en la salud de la contaminación del aire (Naeher et al., 2007; Sarigiannis et al., 2015). Otras medidas en este sentido incluyen un sistema de etiquetado para diferenciar en el mercado la leña comercializada de forma legal y sostenible y programas de certificación (Vásquez Lavin et al., 2020; Schueftan et al. 2016). La ciudad de Coyhaique adoptó estas medidas. Además, como parte del Plan de Descontaminación Atmosférica, un plan de gerenciamiento de episodios críticos se implementó entre el 1° de abril y el 30 de septiembre de cada año, con el objetivo de evitar la exposición de la población a altos niveles de contaminación del aire durante los meses de otoño e invierno (Solis et al. 2022). Debido al recurso solar de medio a alto en la mayor parte de Chile, redes solares térmicas con almacenamiento térmico estacional están siendo consideradas como alternativas a la leña (Maximov et al. 2021). Las redes solares térmicas son competitivas en términos de costos en comparación con las alternativas convencionales. La inclusión de un almacenamiento térmico estacional puede mejorar el rendimiento del sistema al reducir las emisiones en un 90% y aumentar el costo nivelado de energía en menos de un 20% en comparación con una red eléctrica o de gas convencional (Maximov et al. 2021).

En las regiones rurales frías de Argentina, así como en las frías regiones de Chile, la pobreza energética y la falta de aislamiento térmico en los domicilios resultan en un mayor consumo de energía y en el uso de la leña. En Argentina, la leña se usa para cocinar y calentar y es el principal combustible residencial en las áreas rurales. Sin embargo, el consumo no es tan alto como en otros países como Chile, México, países

asiáticos o África. En las áreas urbanas, cerca del 60% de los domicilios hacen uso de gas natural, cuyo precio final es subsidiado en la región de clima frío de la Patagonia (Cardoso y González 2019). El aislamiento térmico es una característica importante para reducir el consumo de energía y/o leña. Para fines comparativos, los domicilios en ciudades de climas muy fríos como Estocolmo y Calgary consumen cerca de 3 veces menos energía que las de Argentina y Chile. Por lo tanto, el clima no determina solo el consumo de combustible; cuanto mejor sea la calidad térmica, menor será la dependencia del confort interior de las condiciones exteriores (Cardoso y González 2019). En 2014, el gobierno de la Provincia de Río Negro inició un programa para suministrar GLP totalmente subvencionado a sectores rurales del noroeste de la Patagonia y proporcionó los medios para instalar tanques de almacenamiento de gas y dispositivos de gas en las casas. Se observaron mejoras en la calidad de vida después del suministro de GLP: las personas no necesitaban dedicar esfuerzos y tiempo a recolectar leña; el calentador de gas no emite humo y material particulado dentro de la casa y el suministro de GLP era totalmente subsidiado. Sin embargo, los beneficios podrían ser mayores si se aplicaran medidas de eficiencia energética. El alto consumo de GLP resultó en altos costos al gobierno y al uso excesivo de combustibles fósiles, que podrían ser significativamente reducidos con la mejora de la calidad térmica de la edificación (Cardoso y González 2019).

Las naciones centroamericanas Guatemala, Honduras y Nicaragua están entre las más pobres de América. En estos países, la dependencia de combustibles sólidos usados para la cocción en áreas rurales son semejantes a las partes rurales de Asia de África. Entre 1990 y 2015, la fracción de la población que depende de combustibles sólidos en estos tres países disminuyó del 68% al 57%. Sin embargo, en el mismo período, el número total de personas que dependen de combustibles sólidos

aumentó de 12,2 millones a 13,2 millones. Esto se debe a que el crecimiento poblacional en la región superó la transición de la leña (Pachauri et al., 2018). Para esta región, la leña representa entre el 40-60% del consumo final nacional de energía. El uso de GLP está concentrado en las ciudades, debido a los costos de transporte y poca distribución en las áreas rurales restringen la adopción más amplia de ese combustible en esas regiones (Pachauri et al., 2018). Además del costo y la disponibilidad, hay una resistencia al cambio al GLP también motivada por preferencias personales, por ejemplo, el GLP se considera inadecuado para hacer “tortillas” (Wang et al., 2013). Guatemala y Nicaragua desregularon todos los precios de los combustibles derivados del petróleo. Guatemala impone un impuesto sobre el GLP, mientras que Nicaragua no lo grava ni lo subsidia. Honduras regula los precios al por mayor y al por menor de los derivados del petróleo en el país sobre la base de criterios de paridad de importación y tiene una pequeña subvención al GLP (WB-ESMAP 2010). En estos países también hay una preocupación por la adopción de cocinas limpias para alcanzar la meta 7.1 de los ODS hasta 2030. El *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA), Austria, evaluó los estándares actuales de uso de energía para cocinar en esas naciones y aplicó un modelo de opciones para simular caminos futuros de adopción de combustibles limpios (Pachauri et al., 2018). Los indicadores básicos de este estudio figuran en la Tabla 7 del Anexo. Sobre la base de este levantamiento se observó que hasta 2030 un aumento de renta, y con esto, el 90% de la población de estos países podrá hacer uso de servicios modernos de energía para cocinar. Sin embargo, sin políticas de apoyo, entre el 40 y el 50% de los guatemaltecos y hondureños rurales, y dos tercios más de los nicaragüenses rurales, no tendrán acceso a combustibles/cocinas con tecnologías modernas. El estudio demostró que un subsidio dirigido a combustibles modernos, como GLP, es el mecanismo de política más eficaz para proporcionar ese apoyo. Una política de sub-

sidio del 50% al GLP dirigida a la población pobre rural y urbana podría, hasta 2030, hacer la cocción con GLP accesible a más de 7,3 millones de personas en esos países, costaría cerca de US\$ 250 millones por año y tendría impactos en las emisiones de GEE. Esta política también puede traer beneficios significativos a la salud, previniendo cerca de 8.890 muertes prematuras anualmente debido a la reducción de la exposición a la contaminación doméstica (Pachauri et al., 2018).

En Ecuador, una gran subvención al GLP estaba en vigor hace décadas, permitiendo a los consumidores pagar muy por debajo de la tasa de mercado por el GLP, pero sobrecargaba el presupuesto nacional. Cuando el gobierno intentó reducir la carga presupuestaria cambiando cocinas a GLP por cocinas eléctricas de inducción, usando condiciones de crédito favorables y electricidad subsidiada, la captación fue mucho menor de lo esperado porque las personas no querían renunciar al GLP subsidiado, a pesar de la oferta de electricidad gratuita (Gould et al. 2018).

En agosto de 2015, el Departamento de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA) de Paraguay organizó un workshop internacional en Asunción para desarrollar un Plan de Acción para la Calidad del Aire Interior, con el objetivo de visualizar los problemas asociados al uso de combustibles sólidos para la cocción. Una posible estrategia para cambiar la situación sería proporcionar un subsidio dirigido a la electricidad, como parte de un programa de alivio de la pobreza, junto con la promoción de cocinas de inducción con eficiencia térmica del 95% (Troncoso et al., 2018).

La Organización Panamericana de la Salud (del inglés, *Pan American Health Organization, PAHO*) realizó un estudio sobre el uso de leña y mecanismos de transición que fue publicado en 2016 (Tabla 8, Anexo) y ya no está actualizado. A continuación, se describen los principales puntos de este mecanismo.

Bolivia

La Campaña Nacional «Cocine para una vida mejor; 100.000 hogares sin humo en Bolivia» (marzo de 2007) tuvo como objetivo informar a las autoridades, líderes de opinión, medios de comunicación y público en general sobre los efectos dañinos de la Contaminación del Aire Doméstico (PAA) por las cocinas tradicionales. Cocinas mejoradas (ecoeficientes) del tipo *Malena* se distribuyeron a familias e instituciones sociales (escuelas e internados) en comunidades rurales. Las cocinas están equipadas con chimeneas, lo que ayuda a reducir la exposición al humo y a los gases tóxicos producidos durante la cocción. Además, el proyecto apoyaba la difusión de cocinas solares y la introducción de otros productos (cocinas metálicas portátiles, cocinas con horno, etc.).

Entre 2001 y 2011, los usuarios de GLP aumentaron del 58 al 72%, y 130.000 familias se beneficiaron del programa del gobierno. Este programa se basó en la subvención del combustible (el precio de GLP permaneció igual desde 2005 y representa alrededor del 25% de su precio internacional), lo que contribuyó a la penetración del GLP en el mercado de combustibles para cocción entre poblaciones de baja renta urbanas y semiurbanas.

Colombia

En este país hay un programa nacional para tecnología más limpias para cocción publicados como Ley 1715 de 2012: “Promover el uso y desarrollo de fuentes de energía no convencionales, principalmente energías renovables en el sistema energético nacional”. El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Colombia fue responsable de la distribución de cerca de 25.000 cocinas a leña y ecoeficientes construidos *in loco*.

En 2014, el gobierno creó un programa nacional para la distribución de cocinas ecoeficientes a leña en zonas rurales y periurbanas, orientando hacia el uso sustentable y racional de la leña.

En 2022, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia con el objetivo de mitigar el cambio climático, fijó una meta audaz en la que planea sustituir las tradicionales cocinas a leña en viviendas rurales por un millón de cocinas eficientes, beneficiando a 4 millones de colombianos hasta 2030 (<https://www.minambiente.gov.co>). Estas cocinas consumen menos leña y producen menos humo, lo que representaría una reducción de 2,29 millones de toneladas acumuladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Además, aportará beneficios ambientales asociados a la prevención de la degradación forestal, la calidad del aire y la salud, mejorando la calidad de vida. Los costos de salud evitados se estiman en cerca de 600 mil millones de pesos colombianos (~140.000 USD), sin incluir los costos de tratamiento médico asociados a patologías derivadas por la inhalación de humo.

En noviembre de 2022, el Ministerio de Minas y Energía, a través del Fondo para Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de Energía (FENOGE), aprobó un fondo de US\$ 81 mil millones para tres programas, siendo uno de ellos la sustitución, en cerca de 12 meses a partir del inicio de las actividades, en febrero de 2023, de 2.000 cocinas a leña convencionales por cocinas a leña eficientes para mitigar los problemas de salud de los colombianos. Con el programa se espera una reducción de alrededor de 274 toneladas de leña por año, reducción en los costos de salud estimado en aproximadamente US\$4,3 millones al año.

El Salvador

Los Ministerios de Medio Ambiente, Energía y Educación participaron en la distribución de cocinas en El Salvador, así como las organizaciones no gubernamentales Stove Team, Inversiones Falcon y Turbocina y la Universidad Centroamericana José Simón Cañas. Se han desarrollado varios programas de cocinas ecoeficientes en El Salvador, que es el país más innovador de la región. La Ecocina es una cocina de

cemento portátil sin chimenea que ahorra aproximadamente un 50% de leña y reduce en un 70% la contaminación del aire en comparación con las cocinas tradicionales. Cerca de 20.000 unidades se han distribuido desde 2006. Dos nuevos modelos especialmente diseñados para *tortillas* ahorran siete veces el valor que pagan en GLP, considerando que con las nuevas reglas no hay subsidio en el GLP para negocios. La cocina turbo reduce aproximadamente 90% del uso de leña. TECSA planea utilizar el financiamiento de carbono para ampliar el proyecto y llegar a 3.500 escuelas y un total de 120.000 familias. La mitigación anual máxima de carbono que puede alcanzar se estimó en 580.000 toneladas de CO₂/año.

En 2022, AES El Salvador, la Asociación ESCENICA de El Salvador, donó 17 “Cocinas Ecológicas” que reducirán sustancialmente el consumo de leña y, consecuentemente, afectarán a la economía y a la salud de los beneficiarios (<https://www.aes-elsalvador.com/es/aes-instala-energía-solar-y-red-electrica-en-comunidades-rurales-de-morazan>)

Guatemala

Guatemala posee la tradición más antigua con cocinas mejoradas en América Central. La cocina *Lorena* se desarrolló a mediados de los años 70. Históricamente, las preferencias de cocinas favorecieron cocinas construidas *in situ* con *plancha* y chimenea. El modelo de cocina *Noya* economiza el 60% de leña en comparación a las tradicionales.

El Ministerio de Energía y Minas elaboró una Política Energética 2013-2027. Uno de los cinco objetivos específicos de la política es reducir el uso de leña en el país, con metas cuantitativas, entre ellas:

- Instalar 100.000 cocinas e informar al público sobre el uso sostenible de la leña.

- Sustituir la leña por otra fuente de energía en 25% de los lares.

El 2013, entre 60 y 70% de las familias cocinaban con leña y en cocinas sin chimenea y entre 5 y 20% de las familias extremadamente po-

bres cocinaban en el mismo lugar donde dormían (Estrategia nacional para el uso sostenible de leña, 2013).

En el programa de política energética (2019-2050) uno de los objetivos prevé el uso de cocinas con bajo consumo de leña o la sustitución. Del total de energía final consumida en 2017, la fuente energética con mayor consumo fue la leña con 55,96%, seguida de los derivados de petróleo (<https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Pol%C3%ADtica-Energ%C3%A9tica-2019-2050- P%C3%A1gina-MEM.pdf>).

Guyana

Las áreas del sertón abrigan cerca de 200 comunidades amerindias que representan cerca del 9,3% de la población del país. La mayoría de los residentes utiliza la leña como combustible para cocinar y, en algunos casos, para iluminación. También son fuentes de luz comunes las velas y lámparas a querosene. En 2013, 507 cocinas con energía solar, construcción y demostración de 15 cocinas a leña energéticamente eficientes e instalación de 2 biodigestores se instalaron en 7 comunidades. En 2015, se distribuyeron 50 cocinas ecoeficientes a cinco comunidades y 4 cocinas a leña institucionales con eficiencia energética para escuelas y residencias.

Haití

No existe un programa nacional para cocinas ecoeficientes.

Por lo menos un 30% de la renta se destina a la compra de carbón en la capital y un 50% en el resto del país. El costo del GLP es menos que el del carbón. Sin embargo, todavía son necesarios subsidios para superar las barreras de costo inicial para la compra de cocinas y cilindros de GLP y para garantizar la disponibilidad de abastecimiento de forma sostenible. Haití no tiene legislación o reglas que rijan al sector de GLP. Con la introducción de cilindros de GLP más pequeños, la penetración de GLP creció exponencialmente.

Honduras

En Honduras, las cocinas ecoeficientes tienen una tradición establecida. Como resultado de una campaña de salud realizada por el Ministerio de Salud en la década de los 80, muchos hondureños tienen cocinas con chimenea; también hay una clara preferencia por cocinas con plancha continua para que las ollas no estén en contacto directo con el fuego. Las cocinas modelo *Justa* consiguen un ahorro del 48% en el uso de leña, un 73% de reducción de PM_{2.5} y un 87% de reducción en las concentraciones de CO en relación con las cocinas tradicionales. Este modelo es el preferido de los hondureños.

La Encuesta Nacional de Leña mostró que solo 33,7% de los domicilios hondureños entrevistados en el área urbana utilizan la leña como fuente de energía para cocinar, pero en el área rural el uso de la leña continúa predominando, cerca del 59,2% de los domicilios y 21,8 % combina el uso de leña con otras fuentes de energía (CEPAL, 2011). La combinación más citada fue: leña - electricidad seguida de leña - gas. El consumo de leña *per cápita* en promedio es de $5,2 \pm 0,2$ kg/día.

Jamaica

Actualmente, no existe un plan nacional para abordar el uso de combustibles sólidos para cocinar. El GLP sustituyó a la leña como combustible doméstico primario en 84% de los hogares jamaicanos. La política del Gobierno continúa proporcionando una tarifa vitalicia, que beneficia a los consumidores mensuales de menos de 100 kWh por mes. Este subsidio cruzado es proporcionado por los consumidores que utilizan más de 101 kWh por mes.

México

Alrededor de 31% de los usuarios usan combustibles mixtos (leña y GLP) y 69% único (Ghilardi et al, 2009). Un total de 561.926 de cocinas mejoradas fueron distribuidos por el gobierno entre 2007 y 2012, dando

prioridad a los 500 municipios más pobres del país. Una investigación reciente muestra que, entre todos los usuarios de leña, la cocina rudimentaria es el dispositivo para cocinar y calentar alimentos usado por la gran mayoría, siendo la cocina mejorada la opción de una pequeña minoría (Pérez et al. 2022).

Nicaragua

Un proyecto nacional de cambio de cocinas rudimentarias por ecoeficientes se inició en 2001, con el objetivo de sustituir entre 50 a 70 mil unidades por año. La ecococina economiza un 50% de leña. Los modelos ecoeficientes presentaron una reducción en los niveles de PM_{2.5} y CO.

Panamá

No existe un programa nacional para cocinas ecoeficientes. La organización no gubernamental Proverde distribuyó 230 cocinas *justa* en 2011. Por otro lado, hay subsidios para tanques de GLP de 25 libras desde 1992. El valor de los gastos en subsidios al GLP llegó a US\$ 82 millones en 2010. El aumento de la subvención al GLP sigue la tendencia de los precios del petróleo. La entrada del consumidor es suficiente para cubrir el margen pagado a los distribuidores, agentes y tiendas. Como Panamá importa gas, el resto va a pagar el gas, cuyo costo varía según las oscilaciones de los precios internacionales del petróleo. A pesar del subsidio al GLP la falta de acceso torna más de la mitad de los más pobres excluidos del beneficio. La proporción de domicilios que usan GLP como combustible para cocinar es sustancialmente menor en los segmentos más pobres de la población. Solo el 26% de las familias utiliza GLP en condiciones de pobreza extrema, en comparación con casi el 80% de las familias moderadamente pobres y el 93% de las no pobres. Los domicilios que no están contemplados por los subsidios de gas usan leña como principal combustible para cocinar.

Perú

Desde 2009, la contaminación del aire en los domicilios de Perú ha llamado la atención de instituciones públicas y privadas. Se distribuyeron cocinas ecoeficientes entre 2009 y 2012 como forma de minimizar los niveles de contaminantes en el ambiente doméstico.

En 2014, el gobierno estableció la meta de distribuir 1 millón de cocinas GLP en 5 años. El Plan de Acceso Universal a la Energía (2012-2022) prevé la implantación de cocinas mejoradas en áreas donde no hay mercado para GLP o gas natural. En 2014, se distribuyeron 60.000 cocinas a leña con chimenea y 491.817 cocinas a GLP y vales de alrededor de 9 dólares para la compra de GLP. Se distribuyeron 60.000 cocinas a leña hasta 2015. Los costos iniciales también demostraron ser una barrera para una mayor absorción de GLP por las familias, incluso con un *voucher* para reducir el costo, bajo el programa Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) de Perú (Williams et al., 2020). También se han observado barreras estructurales e institucionales que dificultan el acceso de los usuarios a combustibles y tecnologías más limpias.

CONCLUSIONES

Este estudio tuvo por finalidad realizar un levantamiento bibliográfico, utilizando bases de datos científicos y revistas revisadas por pares, sobre el impacto del uso de la leña en la cocción en países de América Latina y el Caribe, con excepción de Brasil, en un período reciente (2016-2022). No se encontraron estudios para las islas caribeñas, además de Belice, El Salvador, Guyana, Surinam y Uruguay. Esto se debe a que solo utilizan combustibles y tecnologías limpias, tanto en la zona rural como urbana. Los países con mayor número de investigaciones fueron Perú, México, Guatemala y Chile.

De acuerdo con *Global Health Observatory* (GHO) y *World Health Organization* (WHO) (2020), el país que tiene menor porcentaje de dependencia primaria de combustibles y tecnologías modernas es Haití (9,1% rural y 22,8% urbano), seguido de Guatemala (40,4% rural y 92,4% urbano), Nicaragua (39,0% rural y 96,5% urbana) y Honduras (56,9% rural y 90,7% urbana). Esos porcentajes representan cerca de 58 millones de personas que aún hacen uso de la leña en ALC, excepto Brasil, siendo 41 millones en la zona rural. México es el país con mayor población con dependencia primaria de leña (10,42 millones en el área rural y 8,75 millones en el área urbana), seguido por Guatemala (7,21 millones en el área rural y 2 millones en el área urbana), Perú (4,14 millones en el área rural y 0,86 millones en el área urbana), Haití (3,83 millones en el área rural y 0,68 millones en el área urbana) y Honduras (3,26 millones en el área rural y 1,67 millones en el área urbana).

Las consecuencias de la quema de la leña son muchas, principalmente, cuando se realiza en cocinas rudimentarias (tres piedras). Como la quema ocurre de forma incompleta, resulta en la emisión de niveles elevados de monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), hidrocarburos no metanos (NMHCS), óxido nitroso (N₂O), óxido de nitrógeno (NO_x),

material particulado (PM), carbono negro (BC), carbono orgánico (OC) entre otros. Estos contaminantes afectan a la salud, el clima y el medio ambiente en su conjunto. Estudios realizados en varios países de ALC evaluaron los niveles de partículas, CO y BC tanto en el aire ambiente como en la exposición personal. Los resultados mostraron un alto nivel de partículas en la quema, principalmente, en cocinas rudimentarias. Los niveles se redujeron con el uso de cocinas mejoradas, pero no alcanzaron las directrices recomendadas por la OMS. Los resultados indicaron de forma moderada la fuerte asociación entre la quema de leña y diferentes problemas de salud, clasificados como enfermedades no transmisibles. Entre los problemas de salud encontrados en estos estudios están el aumento del riesgo de morbilidad perinatal, neumonía en niños menores de 18 meses, infecciones respiratorias agudas (IRA) en niños menores de 5 años, mortalidad respiratoria y hospitalización, EPOC, síndrome metabólico prediabético/diabético, disfunción vascular entre otras. El uso de leña también fue asociado a un empeoramiento en la función cognitiva, independiente de las características demográficas y socioeconómicas de los diferentes países estudiados. La dependencia de ese combustible puede acarrear un aumento de demencia en la población. Otros problemas de salud también se han reportado como deficiencia nutricional, irritación e infecciones en los ojos, bajo peso de los bebés, etc.

Las enfermedades son las principales responsables del impacto en la calidad de vida, ya que el individuo tiene sus funciones normales reducidas. El impacto de HAP involucra principalmente a la salud de mujeres y niños, ya que ellos permanecen más tiempo en la cocina. Muchas enfermedades relacionadas al consumo de leña derivan en pérdidas económicas, específicamente en la reducción de la productividad (por ejemplo, debido a las horas de trabajo perdidas) y gastos médicos, que limitan la participación en las actividades domésticas, en el mercado de trabajo

y en la frecuencia escolar, afectando negativamente al desarrollo familiar.

Las consecuencias económicas de la carga de salud atribuible a HAP son sustanciales. La pérdida global anual de bienestar estimada en 2013 fue cerca de US\$ 1,5 trillones de dólares.

Para evaluar los daños a la salud una de las métricas usadas es el DALY. La estimación de la carga de enfermedad basada en DALY es importante porque considera simultáneamente el estado de salud reducido debido a la incapacidad antes de la muerte y la declinación en la esperanza de vida debido a la muerte. Las enfermedades usadas para estimar el DALY relacionado con HAP son el cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), derrame, enfermedad isquémica del corazón e infecciones de las vías respiratorias inferiores. Un DALY puede ser considerado como un año de vida “saludable” perdido. El valor monetario de las muertes atribuibles o DALYs causados revela informaciones útiles para un mejor diseño de políticas de mitigación y salud en términos de asignación de recursos. De acuerdo con los últimos datos publicados por la OMS (2019), el DALY total asignado a la contaminación del aire doméstico resultante de combustibles sólidos para cocinar en ALC, excepto Brasil, que fue alrededor de 1,7 millones de años de vida ajustados por incapacidad. El país con mayor índice fue México (453.758), seguido por Haití (419.541), Guatemala (196.686), Perú (112.147), Honduras (99.622) y Colombia (91.872). Otro parámetro se relaciona a las muertes asociadas a la quema de combustibles sólidos. Los países más afectados por la HAP son también México, Haití, Guatemala, Perú, Colombia y Honduras.

Para valorar los costos de salud el concepto de “umbral” de costo-efectividad fue propuesto en la década de 1970. El cálculo se realiza por la razón entre un costo monetario y una medida de ganancia en salud. El umbral de costo-efectividad más usado es el de la OMS (2001) que

considera el PIB *per cápita* del país y la estimación del valor económico de un año de vida saludable. El umbral sugiere que las intervenciones que eviten 1 DALY por menos de 1 PIB *per cápita* del país se consideran muy costosas; las que cuestan hasta 3 PIB *per cápita* todavía se consideran costo-efectivas; y aquellas que exceden ese valor no se consideran costo-efectivas. Sin embargo, hay bastante controversia en la aplicación de estos valores. Otros modelos han sido desarrollados y aplicados para calcular el valor del DALY evitado. Ochalek y colaboradores (2018) calcularon el costo por DALY evitado para enfermedades en forma general en varios países, incluyendo muchos de ALC. Este costo varió mucho de país a país. Por ejemplo, en Haití el costo fue de US\$ 190 (23% del PIB *per cápita*) mientras que en Costa Rica fue de US\$ 18.262 (169% del PIB *per cápita*). El costo total de DALYs evitados en ALC puede llegar a US\$ 5 mil millones. El valor estadístico de una vida (VSL) se estimó en algunos países de ALC, variando entre US\$ 360 (Perú) y US\$ 1.200 (Argentina). Países desarrollados presentan VSL mayores (US\$ 2.000 - 4.700).

Se han hecho esfuerzos y acciones para promover programas de cocina limpia en los países de América Latina y el Caribe para reducir los costos de salud y aumentar el bienestar de la población. En general, los países están buscando cumplir con los objetivos de la Agenda 2030 y esto pasa por la reducción de la pobreza energética. De acuerdo con los estudios, algunos programas ya han sido aplicados principalmente en zonas rurales y en los Andes usando cocinas mejoradas, GLP y electricidad como forma de sustituir los medios rudimentarios de cocción y calentamiento. Los primeros esfuerzos para reducir las exposiciones a la contaminación del aire en domicilio se centraron en mejorar la eficiencia de la combustión o dirigir el humo hacia el exterior a través de la construcción de chimeneas. En varios países (Guatemala, Honduras, Nicaragua) el uso de cocinas mejoradas se ha utilizado durante déca-

das como mecanismo de sustitución de las cocinas rudimentarias de tres piedras. Estas cocinas mejoran la calidad de vida de las familias, principalmente por tener chimeneas que evitan parte del humo en el interior de las cocinas. Las reducciones de exposición varían de un modelo a otro, entre el 30 y el 70%. Sin embargo, por temas culturales, no siempre es bien aceptado. Además, las cocinas necesitan mantenimiento, y si no se las hacen, dejan de usarse, lo que implica volver a usar las cocinas tradicionales. Aunque las intervenciones con cocinas a leña mejoradas han logrado reducciones importantes en las emisiones y concentraciones internas, las concentraciones han permanecido más altas que las directrices recomendadas por la OMS. Por lo tanto, los esfuerzos de intervención están cambiando a cocinas que utilizan combustibles más limpios, como GLP.

Sin embargo, no todos los países pueden implementar el uso de tecnologías modernas por varias razones. Algunos países tienen poco acceso a la electricidad y población con rentas bajas. Además, no tienen infraestructura adecuada para el transporte y distribución de alternativas de GLP. Por otro lado, la recolección de leña no tiene costo monetario y es fácilmente accesible, especialmente para familias ubicadas en áreas rurales. Sin embargo, puede ser costosa en términos del tiempo empleado en la recolección e impactos de largo plazo en la salud debido al peso de la carga. De los países con mayor concentración de combustibles sólidos para cocinar y calentar, algunos presentaron mejoras considerables con la reducción de ese uso, como República Dominicana, Ecuador, Perú y El Salvador, debido a programas de transición exitosos. Por otra parte, países como Haití y Guatemala aún enfrentan problemas y no han reducido su consumo de leña.

Chile es un caso aparte, pues, aunque está cerca del acceso universal de electricidad, aún se destaca por el número significativo de domicilios que aún usan leña. Este es especialmente el caso de las

familias chilenas ubicadas al sur de la capital Santiago. Sin embargo, la leña se utiliza más para calentar que para cocinar. Chile incentiva el uso de leña certificada y proveniente de bosques renovables y la cocina a inducción a partir de energía solar.

Paraguay planea el uso de energía eléctrica como reemplazo de la leña. México y Perú incentivan el uso de GLP.

Para que un programa de cocina limpia tenga éxito, es necesario adaptarlos para una población objetivo-específica e incluir aspectos que atiendan a las necesidades de esa población y que consideren sus características, pues las mismas varían considerablemente de país a país e incluso dentro de cada país. Dichos programas deben ir acompañados de políticas complementarias adecuadas que eviten en la medida de lo posible la confrontación de obstáculos. Características como renta, educación, sexo, edad, área de residencia, número de miembros de la familia, casa propia, sistema de recolección de basura y ser jefe de familia han tenido importancia para la adopción de cocina limpia, aunque en diferentes grados. Las barreras pre y post adopción de cocinas limpias están relacionadas con características socioeconómicas, infraestructurales, cultura y tradición, comunitarias, informativas, institucionales o financieras. El acceso facilitado al crédito es importante. Además de la difusión del conocimiento sobre el uso seguro de cocinas más limpias y sus beneficios a través de programas educativos. Además, es necesaria la fiscalización de la tala ilegal y regular el comercio de leña.

En resumen, no hay una solución universal para reemplazar las cocinas a leña tradicionales, ya que el concepto de cocina limpia es complejo y único para cada lugar debido a la heterogeneidad de las necesidades de las poblaciones.

Las emisiones resultantes de la quema de leña también afectan a la calidad del aire exterior y aumentan los niveles de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento del planeta.

El costo de la HAP para la sociedad se da en todas las áreas: fuerza de trabajo, salud y medio ambiente. Aunque solo una parte de la población utiliza leña en cocinas rudimentarias, toda la sociedad paga por ello, ya que hay un aumento en el gasto en salud pública, hay un aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero que afectan al clima y dificultan alcanzar las metas de la Agenda 2030 de un determinado país y también hay un aumento de los niveles externos de material particulado que afecta a toda una población local. Por lo tanto, es necesario desarrollar políticas de mitigación destinadas a mejorar la calidad del aire interno y externo, y, reducir los impactos en la salud con programas de cocina limpia, entrenamientos y subsidios.



Anexos

Tabla 1.

Proporción (%) de la población de América Latina y el Caribe con dependencia primaria de combustibles y tecnologías limpias para cocinar en 2020.

País	Área	(%)
Antigua y Barbuda	Rural	100,0
Antigua y Barbuda	Urbano	100,0
Argentina	Rural	100,0
Argentina	Urbano	100,0
Bahamas	Rural	100,0
Bahamas	Urbano	100,0
Barbados	Rural	100,0
Barbados	Urbano	100,0
Belice	Rural	89,0
Belice	Urbano	99,7
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Rural	72,0
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Urbano	100,0
Brasil	Rural	94,9
Brasil	Urbano	100,0
Chile	Rural	100,0
Chile	Urbano	100,0
Colombia	Rural	84,1
Colombia	Urbano	100,0
Costa Rica	Rural	95,9
Costa Rica	Urbano	100,0
Cuba	Rural	98,7
Cuba	Urbano	100,0
Dominica	Rural	100,0
Dominica	Urbano	100,0
República Dominicana	Rural	88,4
República Dominicana	Urbano	99,2
Ecuador	Rural	96,3
Ecuador	Urbano	100,0
El Salvador	Rural	94,7
El Salvador	Urbano	99,9
Granada	Rural	99,8
Granada	Urbano	100,0
Guatemala	Rural	40,4

País	Área	(%)
Guatemala	Urbano	92,4
Guayana	Rural	91,3
Guayana	Urbano	95,4
Haití	Rural	9,1
Haití	Urbano	22,8
Honduras	Rural	56,9
Honduras	Urbano	90,7
Jamaica	Rural	98,3
Jamaica	Urbano	100,0
México	Rural	73,3
México	Urbano	96,9
Nicaragua	Rural	39,0
Nicaragua	Urbano	96,5
Panamá	Rural	96,0
Panamá	Urbano	100,0
Paraguay	Rural	54,7
Paraguay	Urbano	92,8
Peru	Rural	60,1
Peru	Urbano	99,3
San Cristóbal y Nieves	Rural	100,0
San Cristóbal y Nieves	Urbano	100,0
Santa Lucía	Rural	99,9
Santa Lucía	Urbano	100,0
San Vicente y las Granadinas	Rural	100,0
San Vicente y las Granadinas	Urbano	100,0
Surinam	Rural	98,4
Surinam	Urbano	100,0
Trinidad y Tobago	Rural	100,0
Trinidad y Tobago	Urbano	100,0
Uruguay	Rural	100,0
Uruguay	Urbano	100,0
Venezuela (República Bolivariana de)	Rural	99,6
Venezuela (República Bolivariana de)	Urbano	100,0

Fuente: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última actualización de datos: 25/08/2022

Fecha de acceso: 06/12/2022

Los combustibles y tecnologías limpias se definen de acuerdo con las directrices de la OMS para la calidad del aire interior incluye los hogares que dependen principalmente de la electricidad, el biogás, el gas natural, el gas licuado de petróleo (GLP), la energía solar o los combustibles derivados del alcohol para cocinar.

Tabla 2.

Población de América Latina y el Caribe dependiente de la leña para cocinar en 2020.

País	Zona	Población (em millones)
Antigua y Barbuda	Rural	0
Antigua y Barbuda	Urbano	0
Argentina	Rural	0,029
Argentina	Urbano	0
Bahamas	Rural	0
Bahamas	Urbano	0
Barbados	Rural	0
Barbados	Urbano	0
Belice	Rural	0,057
Belice	Urbano	0,008
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Rural	1,42
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Urbano	0,057
Brasil	Rural	3,84
Brasil	Urbano	0,56
Chile	Rural	1,13
Chile	Urbano	0,92
Colombia	Rural	3,02
Colombia	Urbano	0,25
Costa Rica	Rural	0,12
Costa Rica	Urbano	0,065
Cuba	Rural	0,087
Cuba	Urbano	0,018
Dominica	Rural	0,002
Dominica	Urbano	0,0001
República Dominicana	Rural	0,36
República Dominicana	Urbano	0,14
Ecuador	Rural	0,87
Ecuador	Urbano	0,078
El Salvador	Rural	0,32
El Salvador	Urbano	0,14
Granada	Rural	0,005
Granada	Urbano	0
Guatemala	Rural	7,21
Guatemala	Urbano	2,0
Guayana	Rural	0,005
Guayana	Urbano	0,0002
Haití	Rural	3,83

País	Zona	Población (em millones)
Haití	Urbano	0,68
Honduras	Rural	3,26
Honduras	Urbano	1,67
Jamaica	Rural	0,09
Jamaica	Urbano	0,02
México	Rural	10,42
México	Urbano	8,75
Nicaragua	Rural	2,39
Nicaragua	Urbano	0,55
Panamá	Rural	0,36
Panamá	Urbano	0,032
Paraguay	Rural	1,46
Paraguay	Urbano	0,27
Peru	Rural	4,14
Peru	Urbano	0,86
Santa Lucía	Rural	0,003
Santa Lucía	Urbano	0,0002
San Vicente y las Granadinas	Rural	0,0002
San Vicente y las Granadinas	Urbano	0,0003
Surinam	Rural	0,017
Surinam	Urbano	0,007
Trinidad y Tobago	Rural	0
Trinidad y Tobago	Urbano	0
Uruguay	Rural	0,017
Uruguay	Urbano	0,017
Venezuela (República Bolivariana de)	Rural	0,41
Venezuela (República Bolivariana de)	Urbano	0,15

Fuente: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).
Última actualización de datos: 28/07/2022

Fecha de acceso: 06/12/2022

Tabla 3.

AVAD atribuibles a la contaminación del aire en los hogares de América Latina y el Caribe resultante de la quema de combustibles sólidos utilizados en la cocina para el año 2019.

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Total	0	0	0
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Cataratas	0	0	0
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Total	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Cataratas	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Antigua y Barbuda	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Antigua y Barbuda	Masculino	Total	0	0	0
Antigua y Barbuda	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Antigua y Barbuda	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Antigua y Barbuda	Masculino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Antigua y Barbuda	Masculino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Antigua y Barbuda	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Argentina	Ambos sexos	Total	14779	0	110172
Argentina	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1455	0	11389
Argentina	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	1677	0	11858
Argentina	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2919	0	23031
Argentina	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	3516	0	27007
Argentina	Ambos sexos	Cataratas	46,58	0	353,6
Argentina	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	5166	0	36580
Argentina	Femenino	Cardiopatía isquémica	1461	0	11274
Argentina	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1494	0	11883
Argentina	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	2595	0	18420
Argentina	Femenino	Cataratas	46,58	0	353,6
Argentina	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	574,3	0	4466
Argentina	Femenino	Total	7010	0	51901
Argentina	Femenino	Accidente cerebrovascular	838,7	0	5881
Argentina	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1425	0	11168
Argentina	Masculino	Cardiopatía isquémica	2054	0	15735
Argentina	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	2571	0	18224
Argentina	Masculino	Total	7770	0	58270
Argentina	Masculino	Accidente cerebrovascular	838,7	0	5955
Argentina	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	880,4	0	6922
Barbados	Ambos sexos	Total	0	0	0
Barbados	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Barbados	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Barbados	Ambos sexos	Cataratas	0	0	0
Barbados	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	0	0	0

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Barbados	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Barbados	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Barbados	Femenino	Total	0	0	0
Barbados	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Barbados	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Barbados	Femenino	Cataratas	0	0	0
Barbados	Femenino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Barbados	Femenino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Barbados	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Barbados	Masculino	Total	0	0	0
Barbados	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Barbados	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Barbados	Masculino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Barbados	Masculino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Barbados	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Belice	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	114,1	49	189,6
Belice	Ambos sexos	Total	1384	613,3	2332
Belice	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	162,4	56,34	388,3
Belice	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	257,1	82,54	564,9
Belice	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	422	166,8	735,3
Belice	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	423,6	171,4	697
Belice	Ambos sexos	Cataratas	5,12	2,27	8,47
Belice	Femenino	Accidente cerebrovascular	118	38,6	256,2
Belice	Femenino	Cardiopatía isquémica	161,3	64,48	280,7
Belice	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	179,1	73,17	293,6
Belice	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	37,87	16,81	61,74

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Belice	Femenino	Cataratas	5,12	2,27	8,47
Belice	Femenino	Total	561,8	250,3	934,6
Belice	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	60,42	21,38	145,2
Belice	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	102	34,66	247,3
Belice	Masculino	Accidente cerebrovascular	139,1	43,44	305,9
Belice	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	244,5	98,47	407,4
Belice	Masculino	Cardiopatía isquémica	260,7	102,7	454,9
Belice	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	76,25	32,26	127,9
Belice	Masculino	Total	822,6	363	1384
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	10254	4277	21288
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	15674	8448	24631
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2096	1138	3323
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	26193	13687	41398
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Cataratas	447,1	255	660,2
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Total	62020	34899	95101
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	7356	2912	17777
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	13625	7139	21442
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Total	32725	18361	50449
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	4070	1664	9892
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Cataratas	447,1	255	660,2
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Accidente cerebrovascular	6024	2505	12473
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Cardiopatía isquémica	7634	4129	11943
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	925,7	513,5	1435
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1170	628	1874
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	12568	6601	19979

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Brasil	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	99955	11057	262035
Brasil	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	15556	1852	40949
Brasil	Femenino	Total	168731	18587	440742
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	Total	29295	16478	44710
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3286	1255	7806
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	Accidente cerebrovascular	4231	1727	8896
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	Cardiopatía isquémica	8040	4311	12724
Brasil	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	105057	12639	276274
Brasil	Ambos sexos	Cataratas	2905	310,6	7528
Brasil	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	31477	3696	83528
Brasil	Ambos sexos	Total	359626	39502	946431
Brasil	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	54124	4907	156700
Brasil	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	66108	5712	221750
Brasil	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	27915	2564	80115
Brasil	Femenino	Cataratas	2905	310,6	7528
Brasil	Femenino	Accidente cerebrovascular	33704	2920	111135
Brasil	Femenino	Cardiopatía isquémica	42131	5063	111182
Brasil	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	46521	5245	120120
Brasil	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	15921	1844	42518
Brasil	Masculino	Total	190895	21082	503169
Brasil	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	26209	2346	75468
Brasil	Masculino	Accidente cerebrovascular	32404	2792	110995
Brasil	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	53433	5831	139782
Brasil	Masculino	Cardiopatía isquémica	62926	7576	164312
Chile	Ambos sexos	Total	0	0	0

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Chile	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Chile	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Chile	Ambos sexos	Cataratas	0	0	0
Chile	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Chile	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Chile	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Chile	Femenino	Total	0	0	0
Chile	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Chile	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Chile	Femenino	Cataratas	0	0	0
Chile	Femenino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Chile	Femenino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Chile	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Chile	Masculino	Total	0	0	0
Chile	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Chile	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Chile	Masculino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Chile	Masculino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Chile	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Colombia	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	12675	667,1	35381
Colombia	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	17623	813,8	53647
Colombia	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	20581	1173	48469
Colombia	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	32737	1813	78451
Colombia	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	7457	445,2	18066
Colombia	Ambos sexos	Cataratas	799,2	43,54	1878

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Colombia	Ambos sexos	Total	91872	5088	210385
Colombia	Femenino	Cardiopatía isquémica	14856	820,9	35676
Colombia	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3641	218,9	8713
Colombia	Femenino	Total	45982	2600	105339
Colombia	Femenino	Accidente cerebrovascular	7314	388,3	20508
Colombia	Femenino	Cataratas	799,2	43,54	1878
Colombia	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	9502	444,3	29242
Colombia	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	9870	570,1	23209
Colombia	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	10711	607	25260
Colombia	Masculino	Cardiopatía isquémica	17881	984,6	43100
Colombia	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3816	225,3	9401
Colombia	Masculino	Total	45890	2521	104984
Colombia	Masculino	Accidente cerebrovascular	5361	278,5	14876
Colombia	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	8121	367,8	24239
Costa Rica	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	1472	477,8	3023
Costa Rica	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	313,3	105,4	646
Costa Rica	Ambos sexos	Total	4366	1416	8725
Costa Rica	Ambos sexos	Cataratas	61,59	21,68	116,9
Costa Rica	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	753,3	210,1	1958
Costa Rica	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	790,9	198,9	2140
Costa Rica	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	975,1	321,6	1985
Costa Rica	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	123,1	41,78	247,8
Costa Rica	Femenino	Total	1898	616,7	3838
Costa Rica	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	400	102	1126
Costa Rica	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	400,1	133,5	814,4

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Costa Rica	Femenino	Accidente cerebrovascular	404,7	113	1051
Costa Rica	Femenino	Cardiopatía isquémica	508,4	165,4	1035
Costa Rica	Femenino	Cataratas	61,59	21,68	116,9
Costa Rica	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	190,1	63,61	397,5
Costa Rica	Masculino	Total	2468	796,3	4920
Costa Rica	Masculino	Accidente cerebrovascular	348,6	96,3	907
Costa Rica	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	391	96,68	1059
Costa Rica	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	575	190,5	1184
Costa Rica	Masculino	Cardiopatía isquémica	963,2	312,4	1976
Cuba	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	10353	584,6	27692
Cuba	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	16936	1321	45660
Cuba	Ambos sexos	Cataratas	271,3	19,05	728
Cuba	Ambos sexos	Total	50772	3939	135225
Cuba	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	7477	418,6	24619
Cuba	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	7528	428,9	25468
Cuba	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	8208	636,9	22390
Cuba	Femenino	Total	23623	1819	63551
Cuba	Femenino	Cataratas	271,3	19,05	728
Cuba	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3484	272,7	9317
Cuba	Femenino	Accidente cerebrovascular	3664	208,3	12337
Cuba	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3970	228,1	13014
Cuba	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	4917	276,4	12927
Cuba	Femenino	Cardiopatía isquémica	7317	572,9	19631
Cuba	Masculino	Total	27149	2099	72664
Cuba	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3506	190,4	11351
Cuba	Masculino	Accidente cerebrovascular	3864	218,4	13102

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Cuba	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	4724	364,2	13060
Cuba	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	5436	308,2	14612
Cuba	Masculino	Cardiopatía isquémica	9619	747,8	26131
República Dominicana	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	16570	5811	30728
República Dominicana	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2339	916,3	4265
República Dominicana	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2383	678,2	5989
República Dominicana	Ambos sexos	Total	36519	13166	66466
República Dominicana	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	7109	2565	13742
República Dominicana	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	8022	2481	18821
República Dominicana	Ambos sexos	Cataratas	97,65	36,78	184,6
República Dominicana	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1116	442,2	2027
República Dominicana	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1142	331,8	2840
República Dominicana	Femenino	Total	16373	5932	29655
República Dominicana	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	3261	1171	6266
República Dominicana	Femenino	Accidente cerebrovascular	3909	1218	9230
República Dominicana	Femenino	Cardiopatía isquémica	6848	2415	12607
República Dominicana	Femenino	Cataratas	97,65	36,78	184,6
República Dominicana	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1223	473,2	2251
República Dominicana	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1241	349,7	3069
República Dominicana	Masculino	Total	20146	7238	36845
República Dominicana	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	3848	1392	7438
República Dominicana	Masculino	Accidente cerebrovascular	4113	1280	9812
República Dominicana	Masculino	Cardiopatía isquémica	9722	3396	18060
Ecuador	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1234	135,3	3152

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Ecuador	Ambos sexos	Cataratas	191,7	19,15	512,8
Ecuador	Ambos sexos	Total	22566	2458	58453
Ecuador	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2291	215,4	7124
Ecuador	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	3733	336,2	11223
Ecuador	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	6638	717,3	17415
Ecuador	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	8478	927,8	22270
Ecuador	Femenino	Total	10557	1149	27326
Ecuador	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1132	107,8	3528
Ecuador	Femenino	Cataratas	191,7	19,15	512,8
Ecuador	Femenino	Accidente cerebrovascular	1988	181,6	6031
Ecuador	Femenino	Cardiopatía isquémica	2676	289,4	7038
Ecuador	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	3911	424,1	10302
Ecuador	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	658,2	72,74	1668
Ecuador	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1160	110	3579
Ecuador	Masculino	Total	12009	1310	31231
Ecuador	Masculino	Accidente cerebrovascular	1745	154,6	5205
Ecuador	Masculino	Cardiopatía isquémica	3962	427,9	10413
Ecuador	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	4567	507,7	11900
Ecuador	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	575,3	62,8	1497
El Salvador	Ambos sexos	Cataratas	112,9	42,21	214,8
El Salvador	Ambos sexos	Total	15307	5644	29402
El Salvador	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	1556	451	3791
El Salvador	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2020	600,4	5118
El Salvador	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	5319	1771	10495
El Salvador	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	549,1	195,8	1059

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
El Salvador	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	5750	2082	11775
El Salvador	Femenino	Cataratas	112,9	42,21	214,8
El Salvador	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1129	344,7	2839
El Salvador	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	2373	789,5	4638
El Salvador	Femenino	Cardiopatía isquémica	2666	970,7	5454
El Salvador	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	295,4	107,4	561,5
El Salvador	Femenino	Total	7441	2743	14205
El Salvador	Femenino	Accidente cerebrovascular	863,8	249,1	2106
El Salvador	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	253,7	88,9	498,2
El Salvador	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	2946	991,2	5859
El Salvador	Masculino	Cardiopatía isquémica	3084	1109	6349
El Salvador	Masculino	Accidente cerebrovascular	691,9	202	1714
El Salvador	Masculino	Total	7866	2915	15177
El Salvador	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	890,5	258,4	2225
Granada	Ambos sexos	Cataratas	1,9	0,099	5,04
Granada	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	109,1	6,69	279,6
Granada	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	116,7	5,51	350,2
Granada	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	235,1	11,89	632,6
Granada	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	33,21	1,84	88,13
Granada	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	36,48	1,77	119,1
Granada	Ambos sexos	Total	532,5	29,04	1390
Granada	Femenino	Cataratas	1,9	0,099	5,04
Granada	Femenino	Cardiopatía isquémica	104,4	5,28	278,8
Granada	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	13,55	0,76	35,24
Granada	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	16,15	0,81	51,46
Granada	Femenino	Total	253	13,96	654,1

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Granada	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	56,54	3,53	143,7
Granada	Femenino	Accidente cerebrovascular	60,43	2,81	181,1
Granada	Masculino	Cardiopatía isquémica	130,6	6,61	352,8
Granada	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	19,66	1,08	52,87
Granada	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	20,34	0,97	66,54
Granada	Masculino	Total	279,5	15,07	735,6
Granada	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	52,52	3,16	134,8
Granada	Masculino	Accidente cerebrovascular	56,31	2,69	169,7
Guatemala	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	11576	6256	21366
Guatemala	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	112971	76394	146920
Guatemala	Ambos sexos	Cataratas	1238	925,9	1535
Guatemala	Ambos sexos	Total	196686	143309	245666
Guatemala	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	22530	11606	39368
Guatemala	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3002	2030	3913
Guatemala	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	45369	29973	60915
Guatemala	Femenino	Accidente cerebrovascular	12507	6492	21629
Guatemala	Femenino	Cataratas	1238	925,9	1535
Guatemala	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1499	1037	1922
Guatemala	Femenino	Cardiopatía isquémica	21374	14294	28508
Guatemala	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	50892	34441	65878
Guatemala	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	6193	3466	11384
Guatemala	Femenino	Total	93703	68731	117260
Guatemala	Masculino	Accidente cerebrovascular	10023	5068	17836
Guatemala	Masculino	Total	102983	75055	128902
Guatemala	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1503	987	1994
Guatemala	Masculino	Cardiopatía isquémica	23995	15730	32406

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Guatemala	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	5383	2776	10175
Guatemala	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	62079	41739	81191
Guayana	Ambos sexos	Cataratas	16,8	8,86	25,45
Guayana	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	160,8	81,18	244,1
Guayana	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1747	931,7	2719
Guayana	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	2162	821,2	4417
Guayana	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	3410	1730	5606
Guayana	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	611,1	244,5	1356
Guayana	Ambos sexos	Total	8107	4178	12572
Guayana	Femenino	Accidente cerebrovascular	1120	432,1	2268
Guayana	Femenino	Cardiopatía isquémica	1389	706,3	2283
Guayana	Femenino	Cataratas	16,8	8,86	25,45
Guayana	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	217,2	89,64	478,4
Guayana	Femenino	Total	3544	1800	5520
Guayana	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	65,06	33,64	97,48
Guayana	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	736,2	393,2	1140
Guayana	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1010	534,7	1581
Guayana	Masculino	Accidente cerebrovascular	1041	391,8	2141
Guayana	Masculino	Cardiopatía isquémica	2021	1018	3334
Guayana	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	393,9	150,9	864,6
Guayana	Masculino	Total	4562	2372	7047
Guayana	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	95,75	47,23	146,9
Haití	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	117990	93969	143062
Haití	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	172430	132606	203569
Haití	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	25335	15861	39763

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Haití	Ambos sexos	Total	419541	358557	489011
Haití	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	6121	4979	7101
Haití	Ambos sexos	Cataratas	902,9	846,5	933,3
Haití	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	96761	59344	147483
Haití	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	11568	7514	17894
Haití	Femenino	Total	224002	189539	263841
Haití	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3860	3191	4428
Haití	Femenino	Cardiopatía isquémica	61884	49796	74935
Haití	Femenino	Accidente cerebrovascular	62174	38511	93996
Haití	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	83612	64401	98414
Haití	Femenino	Cataratas	902,9	846,5	933,3
Haití	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	13767	8354	21889
Haití	Masculino	Total	195539	167855	225122
Haití	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2261	1793	2678
Haití	Masculino	Accidente cerebrovascular	34587	20857	54195
Haití	Masculino	Cardiopatía isquémica	56107	44100	68231
Haití	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	88818	68205	105049
Honduras	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	18319	11887	24416
Honduras	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	18603	9437	34443
Honduras	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	24324	12464	43147
Honduras	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2969	2069	3952
Honduras	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	35043	22242	48073
Honduras	Ambos sexos	Cataratas	363,3	252,1	455,3
Honduras	Ambos sexos	Total	99622	67627	132221
Honduras	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	10896	5728	20011

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Honduras	Femenino	Accidente cerebrovascular	15011	7847	26304
Honduras	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1503	1073	1964
Honduras	Femenino	Cardiopatía isquémica	17969	11537	24525
Honduras	Femenino	Cataratas	363,3	252,1	455,3
Honduras	Femenino	Total	53094	36015	71264
Honduras	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	7352	4779	9733
Honduras	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	10967	7088	14681
Honduras	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1466	998,6	1985
Honduras	Masculino	Cardiopatía isquémica	17074	10712	23532
Honduras	Masculino	Total	46528	31834	61237
Honduras	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	7708	3768	14400
Honduras	Masculino	Accidente cerebrovascular	9313	4674	16613
Jamaica	Ambos sexos	Total	11250	1718	25697
Jamaica	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1354	184	3562
Jamaica	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1403	190,3	3069
Jamaica	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1481	215,4	3054
Jamaica	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	3155	457,5	7356
Jamaica	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	3799	504,3	9716
Jamaica	Ambos sexos	Cataratas	57,98	8,71	127,6
Jamaica	Femenino	Cardiopatía isquémica	1490	218,3	3470
Jamaica	Femenino	Accidente cerebrovascular	2119	281,3	5416
Jamaica	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	348,5	48,86	910,9
Jamaica	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	456,6	64,53	972,9
Jamaica	Femenino	Total	5170	810	11653
Jamaica	Femenino	Cataratas	57,98	8,71	127,6
Jamaica	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	698,1	102,8	1429

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Jamaica	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1006	134,3	2653
Jamaica	Masculino	Cardiopatía isquémica	1665	240,5	3881
Jamaica	Masculino	Accidente cerebrovascular	1680	220,6	4340
Jamaica	Masculino	Total	6079	901,7	13693
Jamaica	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	782,8	112,6	1635
Jamaica	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	946	126,2	2103
México	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	108054	58349	167414
México	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	188990	102456	301700
México	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	20856	11032	32588
México	Ambos sexos	Cataratas	3690	2165	5458
México	Ambos sexos	Total	453758	258367	681616
México	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	63736	27118	128982
México	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	68434	27288	158634
México	Femenino	Total	204922	116232	310773
México	Femenino	Accidente cerebrovascular	33383	14337	67443
México	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	36324	15052	86191
México	Femenino	Cataratas	3690	2165	5458
México	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	45976	24890	70777
México	Femenino	Cardiopatía isquémica	76084	41810	120298
México	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	9466	5106	14500
México	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	11390	5918	18080
México	Masculino	Cardiopatía isquémica	112906	60770	181402
México	Masculino	Total	248836	140958	371577
México	Masculino	Accidente cerebrovascular	30353	12881	61824
México	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	32110	12454	74016

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
México	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	62078	33702	96525
Nicaragua	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	14641	9807	19237
Nicaragua	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1807	1275	2357
Nicaragua	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	21588	15161	29111
Nicaragua	Ambos sexos	Cataratas	387,4	295,7	479,1
Nicaragua	Ambos sexos	Total	53830	39897	69566
Nicaragua	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	7334	3929	14071
Nicaragua	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	8074	4123	14114
Nicaragua	Femenino	Cardiopatía isquémica	10414	7374	13948
Nicaragua	Femenino	Total	26524	19660	34294
Nicaragua	Femenino	Cataratas	387,4	295,7	479,1
Nicaragua	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3888	2140	7465
Nicaragua	Femenino	Accidente cerebrovascular	4408	2283	7612
Nicaragua	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	6573	4412	8600
Nicaragua	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	855,3	618,8	1098
Nicaragua	Masculino	Cardiopatía isquémica	11174	7729	15150
Nicaragua	Masculino	Total	27306	20143	35296
Nicaragua	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3446	1785	6610
Nicaragua	Masculino	Accidente cerebrovascular	3666	1846	6499
Nicaragua	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	8068	5392	10658
Nicaragua	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	951,4	657,9	1264
Panamá	Ambos sexos	Total	10797	1966	23038
Panamá	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1477	241	3727
Panamá	Ambos sexos	Cataratas	159,6	30,27	351,8
Panamá	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	2278	341,8	5964

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Panamá	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	2735	434	5832
Panamá	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	3437	658,8	7773
Panamá	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	710,1	134,8	1538
Panamá	Femenino	Accidente cerebrovascular	1076	160,6	2762
Panamá	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1221	195,8	2607
Panamá	Femenino	Cardiopatía isquémica	1358	260,1	3064
Panamá	Femenino	Cataratas	159,6	30,27	351,8
Panamá	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	303,4	58,78	643,8
Panamá	Femenino	Total	4866	884,4	10283
Panamá	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	747,4	125,1	1855
Panamá	Masculino	Accidente cerebrovascular	1202	181,1	3177
Panamá	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1514	239,8	3229
Panamá	Masculino	Cardiopatía isquémica	2079	398,7	4713
Panamá	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	406,7	76,1	890,6
Panamá	Masculino	Total	5932	1078	12738
Panamá	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	730	116,5	1904
Paraguay	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	13382	8508	18242
Paraguay	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	15383	10341	21606
Paraguay	Ambos sexos	Cataratas	354,1	262,7	445,5
Paraguay	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3769	2491	5098
Paraguay	Ambos sexos	Total	47444	33610	62998
Paraguay	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	5122	2536	10913
Paraguay	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	9434	4770	17207
Paraguay	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1606	830,4	3386
Paraguay	Femenino	Total	18607	13088	24912
Paraguay	Femenino	Cataratas	354,1	262,7	445,5

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Paraguay	Femenino	Accidente cerebrovascular	4461	2305	8049
Paraguay	Femenino	Cardiopatía isquémica	5531	3769	7738
Paraguay	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	5806	3743	7904
Paraguay	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	848,7	583,8	1119
Paraguay	Masculino	Total	28837	20575	37877
Paraguay	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2920	1913	3982
Paraguay	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3516	1709	7503
Paraguay	Masculino	Accidente cerebrovascular	4973	2457	9216
Paraguay	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	7576	4772	10373
Paraguay	Masculino	Cardiopatía isquémica	9852	6572	13856
Peru	Ambos sexos	Total	112147	57428	177745
Peru	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	14835	5576	32208
Peru	Ambos sexos	Cataratas	1805	919,5	2823
Peru	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	24662	11809	40096
Peru	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	53463	25293	87933
Peru	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	7705	2725	19194
Peru	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	9676	4747	15456
Peru	Femenino	Cardiopatía isquémica	10475	5087	16943
Peru	Femenino	Cataratas	1805	919,5	2823
Peru	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	26115	12308	42668
Peru	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	4111	1519	10394
Peru	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	5400	2692	8531
Peru	Femenino	Total	55770	28726	88253
Peru	Femenino	Accidente cerebrovascular	7863	3002	17018
Peru	Masculino	Cardiopatía isquémica	14187	6736	23114
Peru	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	27348	12937	45274

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Peru	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3594	1225	8752
Peru	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	4275	2060	6952
Peru	Masculino	Total	56377	28359	89634
Peru	Masculino	Accidente cerebrovascular	6972	2586	15333
Santa Lucía	Ambos sexos	Cataratas	1,68	0,13	4,54
Santa Lucía	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	107,9	8,51	309
Santa Lucía	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	119,3	8,27	367,7
Santa Lucía	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	26	1,99	70,28
Santa Lucía	Ambos sexos	Total	412,9	33,18	1129
Santa Lucía	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	60,99	4,43	205,5
Santa Lucía	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	97,05	7,48	272,5
Santa Lucía	Femenino	Cataratas	1,68	0,13	4,54
Santa Lucía	Femenino	Total	162,2	13,01	445,1
Santa Lucía	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	18,64	1,39	62,11
Santa Lucía	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3,43	0,27	9,13
Santa Lucía	Femenino	Cardiopatía isquémica	40,34	3,2	115
Santa Lucía	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	41,12	3,15	115,1
Santa Lucía	Femenino	Accidente cerebrovascular	56,96	4,03	174,7
Santa Lucía	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	22,57	1,72	61,21
Santa Lucía	Masculino	Total	250,7	20,32	687,2
Santa Lucía	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	42,36	3,03	144,1
Santa Lucía	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	55,94	4,33	157,3
Santa Lucía	Masculino	Accidente cerebrovascular	62,33	4,24	193
Santa Lucía	Masculino	Cardiopatía isquémica	67,55	5,3	193,3
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Cataratas	1,12	0,016	4,05

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	101,7	1,21	357,4
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	13,78	0,17	47,82
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Total	301,9	4	1034
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	34,17	0,34	122,2
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	68,6	0,88	237,6
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	82,5	0,63	305,4
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Cataratas	1,12	0,016	4,05
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	13,45	0,14	46,79
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Total	137	1,83	465,7
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	29,92	0,39	103,6
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Accidente cerebrovascular	38,57	0,3	143
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Cardiopatía isquémica	47,19	0,57	166,8
San Vicente y las Granadinas	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	6,76	0,087	23,25
San Vicente y las Granadinas	Masculino	Total	164,9	2,17	562,5
San Vicente y las Granadinas	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	20,71	0,2	74,23
San Vicente y las Granadinas	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	38,68	0,49	134,1
San Vicente y las Granadinas	Masculino	Accidente cerebrovascular	43,93	0,33	163,2
San Vicente y las Granadinas	Masculino	Cardiopatía isquémica	54,52	0,64	190,8
San Vicente y las Granadinas	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	7,02	0,085	24,62
Surinam	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	128,6	21,7	354,7
Surinam	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	150,9	30,99	344,9
Surinam	Ambos sexos	Total	1639	327,8	3730
Surinam	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	296,7	49,82	662,8

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Surinam	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	472,7	75,86	1276
Surinam	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	581,6	114,9	1338
Surinam	Ambos sexos	Cataratas	8,22	1,61	18,22
Surinam	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	128,7	21,72	284,3
Surinam	Femenino	Cardiopatía isquémica	225	44,47	515,1
Surinam	Femenino	Accidente cerebrovascular	230,9	37,2	629,4
Surinam	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	54,16	11,29	121,5
Surinam	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	60,92	10,33	170,6
Surinam	Femenino	Total	707,9	138,6	1619
Surinam	Femenino	Cataratas	8,22	1,61	18,22
Surinam	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	168	28,11	377,4
Surinam	Masculino	Accidente cerebrovascular	241,7	38,47	652,4
Surinam	Masculino	Cardiopatía isquémica	356,6	70,39	823,2
Surinam	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	67,7	11,22	187,4
Surinam	Masculino	Total	930,8	188,5	2101
Surinam	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	96,7	19,59	222,5
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Total	0	0	0
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Cataratas	0	0	0
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Trinidad y Tobago	Femenino	Total	0	0	0
Trinidad y Tobago	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Trinidad y Tobago	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Trinidad y Tobago	Femenino	Cataratas	0	0	0
Trinidad y Tobago	Femenino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Trinidad y Tobago	Femenino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Trinidad y Tobago	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Trinidad y Tobago	Masculino	Total	0	0	0
Trinidad y Tobago	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Trinidad y Tobago	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Trinidad y Tobago	Masculino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Trinidad y Tobago	Masculino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Trinidad y Tobago	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Total	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Cataratas	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Uruguay	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Uruguay	Femenino	Total	0	0	0
Uruguay	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Uruguay	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Uruguay	Femenino	Cataratas	0	0	0
Uruguay	Femenino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Uruguay	Femenino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Uruguay	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Uruguay	Masculino	Total	0	0	0
Uruguay	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	0	0	0
Uruguay	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	0	0	0
Uruguay	Masculino	Cardiopatía isquémica	0	0	0
Uruguay	Masculino	Accidente cerebrovascular	0	0	0
Uruguay	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	0	0	0
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	10452	0	39295
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Cardiopatía isquémica	14417	0	59386
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Cataratas	225,3	0	942,5
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Total	39005	0	160104
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	3900	0	15121
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	4288	0	17915
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	Accidente cerebrovascular	5722	0	24680
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Total	17687	0	73348
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	1897	0	7323
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2193	0	8981
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Cataratas	225,3	0	942,5
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Accidente cerebrovascular	2997	0	12929
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	4611	0	17238

Localización	Género/ Sexo	Enfermedades	Media	Mínimo	Máximo
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	Cardiopatía isquémica	5765	0	23725
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2004	0	7787
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	2095	0	8870
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	Total	21318	0	87892
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	Accidente cerebrovascular	2725	0	11893
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	5841	0	22017
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	Cardiopatía isquémica	8652	0	35784

Fuente: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última actualización de datos: 26/08/2022

Fecha de acceso: 24/10/2022

En la tabla se indica el número total de enfermedades, que incluye: Tráquea, bronquios, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, accidente cerebrovascular, cardiopatía isquémica, infecciones de las vías respiratorias inferiores. Se consideró que tres pruebas tenían una base suficientemente sólida para su inclusión en las estimaciones de la carga de morbilidad: Infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores en niños pequeños (menores de 5 años); Enfermedad pulmonar obstructiva crónica en adultos (mayores de 25 años); Cáncer de pulmón en adultos (mayores de 25 años). Pruebas adicionales basadas en funciones de respuesta a la exposición identifican la contaminación atmosférica doméstica como un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares, tales como: Cardiopatía isquémica en adultos (mayores de 25 años); Enfermedad cerebrovascular (ictus) en adultos (mayores de 25 años). Los impactos estimados sobre la salud se limitan a estos grupos de edad. Los combustibles sólidos incluyen leña, carbón, estiércol animal, carbón y residuos de cultivos.

Tabla 4.

Muertes atribuibles a la contaminación del aire de los hogares en América Latina y el Caribe en 2019.

País	Género/Sexo	Valor
Antigua y Barbuda	Ambos sexos	0
Antigua y Barbuda	Femenino	0
Antigua y Barbuda	Masculino	0
Argentina	Masculino	395
Argentina	Femenino	453
Argentina	Ambos sexos	849
Bahamas	Ambos sexos	0
Bahamas	Femenino	0
Bahamas	Masculino	0
Barbados	Ambos sexos	0
Barbados	Femenino	0
Barbados	Masculino	0
Belice	Femenino	24
Belice	Masculino	34
Belice	Ambos sexos	58
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Masculino	1.419
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Femenino	1.740
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ambos sexos	3.159
Brasil	Ambos sexos	16.962
Brasil	Masculino	8.411
Brasil	Femenino	8.551
Chile	Ambos sexos	0
Chile	Femenino	0
Chile	Masculino	0
Colombia	Masculino	2.334
Colombia	Femenino	2.601
Colombia	Ambos sexos	4.935
Costa Rica	Femenino	105
Costa Rica	Masculino	118
Costa Rica	Ambos sexos	223
Cuba	Femenino	1.383
Cuba	Masculino	1.429

País	Género/Sexo	Valor
Cuba	Ambos sexos	2.812
República Dominicana	Ambos sexos	1.636
República Dominicana	Femenino	796
República Dominicana	Masculino	841
Ecuador	Ambos sexos	1.073
Ecuador	Femenino	535
Ecuador	Masculino	539
El Salvador	Femenino	413
El Salvador	Masculino	416
El Salvador	Ambos sexos	829
Granada	Masculino	13
Granada	Femenino	14
Granada	Ambos sexos	27
Guatemala	Masculino	3.695
Guatemala	Femenino	3.765
Guatemala	Ambos sexos	7.460
Guayana	Femenino	164
Guayana	Masculino	181
Guayana	Ambos sexos	345
Haití	Ambos sexos	13.323
Haití	Masculino	5.840
Haití	Femenino	7.483
Honduras	Masculino	2.128
Honduras	Femenino	2.612
Honduras	Ambos sexos	4.740
Jamaica	Femenino	266
Jamaica	Masculino	294
Jamaica	Ambos sexos	560
México	Femenino	10.585
México	Masculino	11.054
México	Ambos sexos	21.639
Nicaragua	Masculino	1.245
Nicaragua	Femenino	1.379
Nicaragua	Ambos sexos	2.624
Panamá	Femenino	260
Panamá	Masculino	286
Panamá	Ambos sexos	546

País	Género/Sexo	Valor
Paraguay	Masculino	1.178
Paraguay	Ambos sexos	2.035
Paraguay	Femenino	857
Peru	Masculino	2.471
Peru	Femenino	2.874
Peru	Ambos sexos	5.345
Santa Lucía	Masculino	12
Santa Lucía	Ambos sexos	21
Santa Lucía	Femenino	8
San Vicente y las Granadinas	Ambos sexos	15
San Vicente y las Granadinas	Masculino	7
San Vicente y las Granadinas	Femenino	8
Surinam	Femenino	34
Surinam	Masculino	39
Surinam	Ambos sexos	72
Trinidad y Tobago	Ambos sexos	0
Trinidad y Tobago	Femenino	0
Trinidad y Tobago	Masculino	0
Uruguay	Ambos sexos	0
Uruguay	Femenino	0
Uruguay	Masculino	0
Venezuela (República Bolivariana de)	Ambos sexos	1.762
Venezuela (República Bolivariana de)	Femenino	863
Venezuela (República Bolivariana de)	Masculino	899

Fonte: Global Health Observatory (GHO), World Health Organization (WHO).

Última actualización de datos: 26/08/2022

Fecha de acceso: 24/10/2022

En la tabla se indica el número total de enfermedades, que incluye: Tráquea, bronquios, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, accidente cerebrovascular, cardiopatía isquémica, infecciones de las vías respiratorias inferiores.

Se consideró que tres pruebas tenían una base suficientemente sólida para su inclusión en las estimaciones de la carga de morbilidad: Infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores en niños pequeños (menores de 5 años); Enfermedad pulmonar obstructiva crónica en adultos (mayores de 25 años); Cáncer de pulmón en adultos (mayores de 25 años). Pruebas adicionales basadas en funciones de respuesta a la exposición identifican la contaminación atmosférica doméstica como un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares, tales como: Cardiopatía isquémica en adultos (mayores de 25 años); Enfermedad cerebrovascular (ictus) en adultos (mayores de 25 años). Los impactos estimados sobre la salud se limitan a estos grupos de edad.

Los combustibles sólidos incluyen leña, carbón, estiércol animal, carbón y residuos de cultivos.

Tabla 5.
Variaciones entre países del valor estadístico de la vida (VSL).

PIB/cápita de 1997, rango de VSL y rango de VSL como múltiplo del PIB/cápita para países seleccionados (miles de dólares estadounidenses de 1995)

	PIB/cápita	Medido	Rango para VSL		Mejor Estimación	Rango como Múltiple	
			Bajo	Alta		Bajo	Alta
MUNDO	4,608		630	900	650	137	195
AMÉRICA DEL NORTE	16,435		1,600	2,600	2,190	97	158
UNIÓN EUROPEA	20,714		2,500	3,600	2,730	121	174
Argentina	8,720		1,000	1,500	1,200	115	172
Australia	20,316	2,126	2,100	3,100	2,680	103	153
Austria	24,481	3,253	3,100	4,500	3,200	127	184
Bélgica	22,824		2,900	4,100	3,000	127	180
Brasil	4,820		500	900	680	104	185
Canadá	19,225	3,518	2,100	3,100	2,540	109	161
Chile	4,598		600	900	650	124	191
República Checa	4,839		500	900	680	110	184
Dinamarca	30,834	3,764	3,800	5,000	3,990	124	162
Finlandia	22,340		2,300	3,400	2,930	103	152
Francia	22,795	3,435	2,900	4,200	2,990	127	184
Alemania	24,406		3,100	4,600	3,190	127	188
Grecia	10,950		1,100	1,800	1,490	100	164
Hong Kong	24,147		2,600	3,800	3,160	108	157
Hungría	4,275		600	900	610	133	204
Irlanda	19,194		1,600	3,000	2,540	83	156
Israel	16,127		1,700	2,600	2,150	105	161
Italia	19,081		2,100	3,000	2,520	110	157
Japón	36,399	8,280	4,400	7,000	4,680	121	192
Kuwait	16,929		1,900	2,800	2,250	112	165
Malasia	4,321		500	900	610	125	199
México	3,529		500	800	500	130	235
Países Bajos	22,307		2,800	4,000	2,930	126	179
Nueva Zelanda	15,100	1,625	1,600	2,400	2,020	106	159
Noruega	33,360		4,000	5,200	4,300	120	156
Peru	2,490		300	800	360	129	317
Polonia	3,362		400	800	480	113	241
Portugal	9,758		1,200	1,600	1,330	123	164
Rusia	2,556		300	800	370	121	305
Arabia Saudita	6,899		900	1,200	960	136	175
Sudáfrica	2,862		400	800	410	143	290
Corea del Sur, 1997	10,063		1,200	1,700	1,370	119	169
Corea del Sur, 1985	2,630	620	400	800	380	143	306
España	12,965		1,500	2,200	1,750	116	170
Suecia	24,670	3,106	2,800	3,900	3,230	113	158
Suiza	34,397	7,525	4,200	7,400	4,430	122	215
Taiwán, 1997	12,457		1,400	2,000	1,680	112	161
Taiwán, 1985	5,901	956	800	1,100	820	139	186
Tailandia	2,614		400	800	380	145	310
Trinidad	4,421		500	900	630	118	195
Turquía	2,854		300	800	410	133	284
Reino Unido	20,831	2,281	2,100	3,200	2,750	101	154
Estados Unidos	28,206	3,472	3,300	4,500	3,670	117	160
Uruguay	5,857		700	1,100	820	121	179
Venezuela	3,678		400	800	520	114	223

Fuente: Tabla extraída del artículo de Miller (2000)

Tabla 6.

AVAD atribuibles a la contaminación atmosférica doméstica (2019), según la OMS, y el coste por AVAD evitado y el porcentaje del PIB per cápita estimados por Ochalek et al., 2018.

País	AVAD atribuibles a la contaminación atmosférica doméstica (2019)	Coste por AVAD evitado (Ochalek et al., 2018).	%PIB per cápita (2015 US\$)	Costo total evitado (US\$)
Antigua y Barbuda	0			0,00
Argentina	14.779	6.794	51	100.408.526,00
Barbados	0			0,00
Belice	1.384	4.808	99	6.654.272,00
Bolivia	62.020	2.505	81	155.360.100,00
Chile	0			0,00
Colombia	91.872	9.555	158	877.836.960,00
Costa Rica	4.366	18.262	162	79.731.892,00
Cuba	50.772			0,00
República Dominicana	36.519	4.045	63	147.719.355,00
Ecuador	22.566	5.796	93	130.792.536,00
El Salvador	15.307	3.832	91	58.656.424,00
Granada	533			0,00
Guatemala	196.686	1.473	38	289.718.478,00
Guayana	8.107	2130	52	17.267.910,00
Haití	419.541	190	23	79.712.790,00
Honduras	99.622	2.242	89	223.352.524,00
Jamaica	11.250	2.466	47	27.742.500,00
México	453.758	7.449	83	3.380.043.342,00
Nicaragua	53.830	3.674	176	197.771.420,00
Panamá	10.797	14.446	109	155.973.462,00
Paraguay	47.444	5.797	142	275.032.868,00
Peru	112.147	4.756	79	533.371.132,00
Santa Lucía	413			0,00
San Vicente y las Granadinas	302			0,00
Surinam	1.639			0,00
Trinidad y Tobago	0			0,00
Uruguay	0			0,00
Venezuela	39.005	4.886	40	190.578.430,00
TOTAL	1.754.658			5.063.578.468,00

Tabla 7.
Indicadores básicos para Guatemala, Honduras y Nicaragua en 2011/2012 (Pachauri et al. 2018)

Indicador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
Aire (km2)	107.160	111.890	120.340
Población (millones)	14,71	7,78	5,91
Urbanización (%)	50	52	58
Población con electricidad (%)	82	83	78
Población que utiliza combustibles no sólidos (%).	43	49	46
Porcentaje de biomasa en el uso total de energía final (%).	56	43	64

Tabla 8.
Contaminación del aire doméstico: perfiles de algunos países de América Latina.

	Bolivia	Belice	Colombia	El Salvador	Guatemala	Guyana	Haití	Honduras
Población total	10.671.000	332.000	48.321.000	6.340.000	15.468.000	800.000	10.317.00	8.303.771
Urbanización (%)	68	44	76	66	51	28	56	54
Rural (%)	32	56	24	34	49	72	44	46
Población que usa leña (%)	23	14	14	19	64	6	92	54,46
Urbanización (%)	6	20,5	1,3	8,2	29,1	<5	85,6	24,4
Rural (%)	75,4	< 5	52,6	51,4	88,3	13,6	> 95	89,1
Población con acceso a GLP y electricidad (%)	69	-	82	74	38	50	3	39
Número de domicilios que utilizan leña	624.779	9.863	1.854.772	342.784	2.502.093	14.431	2.452.482	1.049.069
Número de muertes anuales por HAP	3.303	28	5.849	1.425	5.138	108	9.987	3.001
Número de muertes anuales de niños por HAP	572	1	294	77	1.339	3	2.743	290
Precio del GLP (depósito de 25 lb) (USD)	3,28	-	12	15	14.16	-	-	13
Precio de la electricidad (Kw/h) (USD)	0,09	-	0,16	0,26	0,23	-	0,35	0,124
Precio da Leña (USD)	70/año	-	-	15/mes	767/año	-	-	217/año
Cantidad de cocinas eficientes	82.500		28.238	30.000	150.000	47	35.000	210.000
Construido hasta ahora								
Tipo de tecnología distribuida hasta ahora:	Estufa tipo Malena con construcción en situ		Estufas leñeras eficientes, Huellas, Lorena, Dos Puestos, Rocket, Híbrido triangular, Híbrido lineal, Triangular con bloques refractarios, Riscaloría, Ecoestuga Catalán, Ecoestufa, Cocinas de Fundación Natura	Ecocina, Turbococina, Onil, Lorena in situ	10 modelos incluyendo plancha, Onil y Noya		Estufas de carbón, algunas estufas mejoradas y algunas estufas solares.	Justa, Environfit y otros
Costo de tecnología (USD)	39.36		350	60 al 200	100 al 180			80 - 190

Continuación de la tabla 8.

	Jamaica	México	Nicaragua	Panamá	Paraguay	Perú	Surinam
Población total	2.784.000	122.332.000	6.080.000	3.864.000	6.802.000	30.376.000	539.000
Urbanización (%)	54	79	58	66	59	78	66
Rural (%)	46	21	42	34	41	22	34
Población que usa leña (%)	11	15	53	15	42	34	11
Urbanización (%)	-	<5	31,4	<5	33,4	11,5	11
Rural (%)	-	44,6	91,8	45,7	81,2	79,6	42
Población con acceso a GLP y electricidad (%)	91	86	42	-	51	58	-
Número de domicilios que utilizan leña	132.882	5.696.902	838.662	157.656	668.736	2.798.258	-
Número de muertes anuales por HAP	554	14.292	2.805	576	2.774	6.549	54
Número de muertes anuales de niños por HAP	13	745	260	43	182	443	3
Precio del GLP (depósito de 25 lb) (USD)	10,6	12	7-9,7	4,37	18	15	
Precio de la electricidad (Kw/h) (USD)	0,08	0,06	0,09-0,2 <150 kWh	0,17	0,07	0,13	-
Precio da Leña (USD)	-	-	55/mes	-	-	-	-
Cantidad de cocinas eficientes	-	561.926	-	230	-		301.088 Inkawasi (2009 -2012)
construidos até agora						491.817 LP kits and 60.000 Inkawasi 2013	
Tipo de tecnología distribuida até o momento:	-	25 modelos incluindo Onil, Mexalit, Ecocina, Patsari, Lorena	Ecofogón	Ecojusta	-		
Custo da tecnologia (USD)		100-200	115	250	-	85	
Construido hasta ahora						491.817 LP Equipos y 60.000 Incahuasi 2013	
Tipo de tecnología distribuida hasta ahora:	-		25 modelos, entre ellos Onil, Mexalit, Ecocina, Patsari, Lorena.		Ecofogón	Ecojusta	-
Costo de tecnología (USD)		100-200	115	250	-	85	

Fuente: Household Air Pollution:(HAP) Country Profiles - Artículos - Publicado el 09 de marzo de 2016 - OPAS

Bibliografía consultada

- Albalak R, Frisancho AR, Keeler GJ. (1999) Domestic biomass fuel combustion and chronic bronchitis in two rural Bolivian villages. *Thorax*, 54 (11):1004-1008.
- Arnold, J. E. M., Köhlin, G., Persson, R. (2006) Woodfuels, livelihoods and policy interventions: Changing perspectives. *World Development*, 34 (3), 596–611.
- Báez-Saldaña R, Canseco-Raymundo A, Ixcot-Mejía B, Juárez-Verdugo I, Escobar-Rojas A, Rumbo-Nava U, Castillo-González P, León-Dueñas S, Arrieta O. (2021) Case-control study about magnitude of exposure to wood smoke and risk of developing lung cancer. *Eur J Cancer Prev.* 30 (6): 462-468.
- Barnes, D., Floor, W. (1996). Rural energy in developing countries: a challenge for economic development. *Annual Review of Energy and the Environment*, 21, 497- 530.
- Benka-Coker ML, Clark ML, Rajkumar S, Young BN, Bachand AM, Balmes JR, Brook R, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, Wilson A, L'Orange C, Good N, Quinn C, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel A, Peel JL. (2018) Exposure to Household Air Pollution from Biomass Cookstoves and Levels of Fractional Exhaled Nitric Oxide (FeNO) among Honduran Women. *Int J Environ Res Public Health.* 15 (11): 2544.
- Benka-Coker ML, Young BN, Keller JP, Walker ES, Rajkumar S, Volckens J, Good N, Quinn C, L'Orange C, Weller ZD, (2021) Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL, Clark ML. Impact of the wood-burning Justa cookstove on fine particulate matter exposure: A stepped-wedge randomized trial in rural Honduras. *Sci Total Environ.* 767: 144369.
- Betancourt-Peña J, Ávila-Valencia JC, Facundo-Duarte A. (2021) Effects of pulmonary rehabilitation in men compared to women with chronic obstructive pulmonary disease in Colombia. *Aquichan.* 21(1): e2116.
- Boardman, B. *Fixing Fuel Poverty. Challenges and Solutions*; Routledge: Londres, UK, 2009.
- Brent, R. J. (2011) An implicit price of a DALY for use in a cost-benefit analysis of ARVs, *Applied Economics*, 43:11, 1413-1421.
- Burke, P. J., Dundas, G. (2015). Female labor force participation and household dependence on biomass energy: evidence from national longitudinal data. *World Development*, 67, 424–437.
- Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Bolivar F, Sanabria F, Osorio P, Orduz P, Orduz C, Guevara DP, Maldonado D. (2008) Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest.* 133(2): 343-349.
- Calvo, R., Álamos, N., Huneeus, N., O’Ryan, R. (2022) Energy poverty effects on policy-based PM2.5 emissions mitigation in southern and central Chile. *Energy Policy*, Elsevier, vol. 161(C).
- Cansino, J.M.; Moreno, R.; Quintana, D.; Roman-Collado, R. (2019) Health and Heating in the City of Temuco (Chile). Monetary Savings of Replacing Biomass with PV System in the Residential Sector. *Sustainability* 11, 5205.

- Cardoso, M. B., González, A. D. (2019) Residential Energy Transition and Thermal Efficiency In an Arid Environment of Northeast Patagonia, Argentina. *Energy for sustainable development* 50, 82-90.
- Cardoso, M. B., Ladio, A. H., & Lozada, M. (2012). The use of firewood in a Mapuche community in a semi-arid region of Patagonia, Argentina. *Biomass and Bioenergy* (4), 155–164.
- CEPAL. Encuesta nacional de leña consumo de leña en hogares y pequeña industria en Honduras. Informe final. 2011.
- Chávez-Zacarías R, Lindo-Cavero F, Caira-Chuquineyra B, Fernandez-Guzman D, Delgado-Flores CJ, Toro-Huamanchumo CJ, Urrunaga-Pastor D, Bendezu-Quispe G. (2022) Association between the Use of Biomass as Fuel for Cooking and Acute Respiratory Infections in Children under 5 Years of Age in Peru: An Analysis of a Population-Based Survey, 2019. *J Environ Public Health*. 2022: 4334794.
- Che, X.; Zhu, B.; Wang, P. (2021) Assessing Global Energy Poverty: An Integrated Approach. *Energy Policy* 149, 112099.
- Checkley W, Williams KN, Kephart JL, Fandiño-Del-Río M, Steenland NK, Gonzales GF, et al. (2021) Effects of a household air pollution intervention with liquefied petroleum gas on cardiopulmonary outcomes in Peru. A randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 203(11): 1386–1397
- Clark ML, Bazemore H, Reynolds SJ, Heiderscheidt JM, Conway S, Bachand AM, Volckens J, Peel JL. (2011) A baseline evaluation of traditional cook stove smoke exposures and indicators of cardiovascular and respiratory health among Nicaraguan women. *Int J Occup Environ Health*. 17(2): 113-21.
- Cynthia, A.A., Edwards, R.D., Johnson, M., Zuk, M., Rojas, L., Jiménez, R.D., Riojas-Rodríguez, H., 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, 93–105.
- Daroudi R, Akbari Sari A, Nahvijou A, Faramarzi A. (2021) Cost per DALY averted in low, middle- and high-income countries: evidence from the global burden of disease study to estimate the cost-effectiveness thresholds. *Cost Eff Resour Alloc*. 19(1): 7.
- Díaz E, Smith-Sivertsen T, Pope D, Lie RT, Díaz A, McCracken J, Arana B Smith KR, Bruce N. (2007) Eye discomfort, headache and back pain among Mayan Guatemalan women taking part in a randomised stove intervention. *J Epidemiology and Community Health*, 61:74-79.
- Estévez-García JA, Schilman A, Riojas-Rodríguez H, Berrueta V, Blanco S, Villaseñor-Lozano CG, Flores-Ramírez R, Cortez-Lugo M, Pérez-Padilla R. (2020) Women exposure to household air pollution after an improved cookstove program in rural San Luis Potosi, Mexico. *Sci Total Environ*. 702:134456.
- Estévez-García, J.A.; Schilman, A.; Riojas-Rodríguez, H.; Berrueta, V.; Blanco, S.; Villaseñor-Lozano, C.G.; Flores-Ramírez, R.; Cortez-Lugo, M.; Pérez-Padilla, R. (2020) Women Exposure to Household Air Pollution after an Improved Cookstove Program in Rural San Luis

- Potosi, Mexico. *Sci. Total Environ.* 702, 134456.
- Fandiño-Del-Rio M, Goodman D, Kephart JL, Miele CH, Williams KN, Moazzami M, et al. (2017) Effects of a liquefied petroleum gas stove intervention on pollutant exposure and adult cardiopulmonary outcomes (CHAP): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 18(1).
- Fandiño-Del-Rio M, Kephart JL, Williams KN, Shade T, Adekunle T, Steenland K, Naeher LP, Moulton LH, Gonzales GF, Chiang M, Hossen S, Chartier RT, Koehler K, Checkley W. (2022) Cardiopulmonary outcomes and Household Air Pollution (CHAP) Trial Investigators. Household Air Pollution Concentrations after Liquefied Petroleum Gas Interventions in Rural Peru: Findings from a One-Year Randomized Controlled Trial Followed by a One-Year Pragmatic Crossover Trial. *Environ Health Perspect.* 130(5):57007.
- García Ochoa, R.; Graizbord Ed, B. (2016) Privation of Energy Services in Mexican Households: An Alternative Measure of Energy Poverty. *Energy Res. Soc. Sci.* 18, 36–49.
- Gonzalez-Garcia M, Caballero A, Jaramillo C, Torres-Duque CA. (2019) Chronic bronchitis: High prevalence in never smokers and underdiagnosis-A population-based study in Colombia. *Chron Respir Dis* 16: 1-8.
- Gould, C.F.; Schlesinger, S.; Toasa, A.O.; Thurber, M.; Waters, W.F.; Graham, J.P.; Jack, D.W. (2018) Government Policy, Clean Fuel Access, and Persistent Fuel Stacking in Ecuador. *Energy for Sustainable Development* 46, 111–122.
- Guevara SV, Feicán EA, Peláez I, Valdiviezo WA, Montaleza MA, Molina GM, Ortega NR, Delgado JA, Chimbo LE, Hernandez MV, Sanin LH, Cervera R. (2020) Prevalence of Rheumatic Diseases and Quality of Life in the Saraguro Indigenous People, Ecuador: A Cross-sectional Community-Based Study. *J Clin Rheumatol.* 26 (7S Suppl 2): S139-S147.
- Hanna, R., & Oliva, P. (2015) The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City. *Journal of Public Economics*, 122, 68–79.
- Heinzerling AP, Guarnieri MJ, Mann JK, et al. (2016) Lung function in woodsmoke-exposed Guatemalan children following a chimney stove intervention. *Thorax* 71(5):421-428.
- Helen, St G., Aguilar-Villalobos, M., Adetona, O., et al. (2015) Exposure of pregnant women to cookstove-related household air pollution in urban and periurban Trujillo, Peru. *Arch Environ Occup Health*, 70(1):10-8.
- Hiemstra-van der Horst, G., & Hovorka, A. J. (2008) Reassessing the “energy ladder”: Household energy use in Maun, Botswana. *Energy Policy*, 36(9), 3333–3344.
- Hofflinger, A., Boso, A. (2021) Another one breathes the dust. The relation between severe air pollution episodes and school attendance in southern Chile, *Local Environment*, DOI: 10.1080/13549839.2021.1886065.
- Household Air Pollution: Country Profiles – Documentos - Publicado em 09 Março 2016 - OPAS - <https://www.paho.org/en/topics/air-quality/household-air-pollution>. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. Acessado em julho de 2022.
- Huicho L, Trelles M, Gonzales F, Mendoza W, Miranda J. (2009) Mortality profiles in a country

- facing epidemiological transition: An analysis of registered data. *BMC Public Health*. 9(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-47> PMID: 19187553
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). Presentación de Resultados ENCEVI 2018. Available online: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encevi/2018/doc/encevi2018_presentacion_resultados.pdf
- Inter-American Development Bank (2020) Clearing up the smoke: untapping the potential of tailored clean cooking programs in Latin America / Pauline Ravillard, Enrique Chueca Montuenga, David López Soto, Alberto Levy, Mauricio Tolmasquim, Iván Logrosan, Álvaro Cano, Michelle Hallack.
- IQAir, 2021. World Air Quality Report. Available online: <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>.
- Jorquera, H., Villalobos, A.M., Schauer, J.J. (2021). Wood burning pollution in Chile: A tale of two mid-size cities. *Atmos. Pollut. Res.* 12, 50–59.
- Kelly, F.J.; Fussell, J.C. (2011) Air pollution and airway disease. *Clin. Exp. Allergy* 41, 1059–1071.
- Kephart JL, Fandiño-Del-Río M, Williams KN, Malpartida G, Lee A, Steenland K, Naeher LP, Gonzales GF, Chiang M, Checkley W, Koehler K. (2021) CHAP trial Investigators. Nitrogen dioxide exposures from LPG stoves in a cleaner-cooking intervention trial. *Environ Int.* 146:106196.
- Kirkwood BR, Gove S, Rogers S, Lob-Levyt J, Arthur P, et al. (1995) Potential interventions for the prevention of childhood pneumonia in developing countries: a systematic review. *Bull World Health Organ.* 73:793–798.
- Link, C. F., Axinn, W. G., & Guimire, D. G. (2012). Household energy consumption: Community context and the fuelwood transition. *Social Science Research*, 41(3), 598–611.
- Maas A, Kothe H, Centeno IP, Gutiérrez Leiva MJ, Dalhoff K. (2020) Prevalence of Chronic Bronchitis and Respiratory Health Profile of a Population Exposed to Wood Smoke in Nicaragua. *J Health Pollut.* 10(26):200607.
- Martínez-Salinas RI, Pérez-Maldonado IN, Batres-Esquivel LE, Flores-Ramírez R, Díaz-Barriga F. (2012) Assessment of DDT, DDE, and 1-hydroxypyrene levels in blood and urine samples in children from Chiapas Mexico. *Environ Sci Pollut Res Int.* 19(7): 2658-2666.
- Masera, O. R., Saatkamp, B. D., & Kammen, D. M. (2000) From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model. *World Development*, 28(12), 2083–2103.
- Maximov, S., Mehmood, S., Friedrich, D. (2021). Multi-objective optimisation of a solar district heating network with seasonal storage for conditions in cities of southern Chile. *Sustainable Cities and Society*. 73. 103087.
- Miller, T. (2000) Variations between countries in values of statistical life. *Journal of Transport Economics and Policy*, 34(2), 169–188.
- Ministerio del Medio Ambiente (2018) Cuarto reporte del estado del medio ambiente. Technical report. Santiago, Chile.

- Ministerio del Medio Ambiente, (2014) Planes de Descontaminación Atmosférica: Estrategia 2014-2018, p. 34. http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/articles-56174_Plan_Descont_Atmosferica_2014_2018.pdf.
- Morales-Máximo, M.; Rutiaga-Quiñones, J.G.; Masera, O.; Ruiz-García, V.M. (2022) Briquettes from *Pinus* spp. Residues: Energy Savings and Emissions Mitigation in the Rural Sector. *Energies* 15, 3419.
- Morgan BW, Grigsby MR, Siddharthan T, Chowdhury M, Rubinstein A, Gutierrez L, Irazola V, Miranda JJ, Bernabe-Ortiz A, Alam D, Wise RA, Checkley W. (2019) Epidemiology and risk factors of asthma-chronic obstructive pulmonary disease overlap in low- and middle-income countries. *J Allergy Clin Immunol.* 143(4): 1598- 1606.
- Mundaca, L. (2013) Climate change and energy policy in Chile: Up in smoke? *Energ Policy*, 52, 235–248.
- Murray CJ, Lopez AD. (1996) Evidence-based health policy--lessons from the Global Burden of Disease Study. *Science.* 274(5288):740-743.
- Naeher, L.P.; Brauer, M.; Lipsett, M.; Zelikoff, J.T.; Simpson, C.D.; Koenig, J.Q.; Smith, K.R. (2007) Woodsmoke Health Effects: A Review. *Inhal. Toxicol.* 19, 67–106.
- Nuño, N., Mäusezahl, D., Hattendorf, J. et al. (2022) Effectiveness of a home-environmental intervention package and an early child development intervention on child health and development in high-altitude rural communities in the Peruvian Andes: a cluster-randomised controlled trial. *Infect Dis Poverty* 11, 66.
- Ochalek J, Lomas J, Claxton K. (2018) Estimating health opportunity costs in low- income and middle-income countries: a novel approach and evidence from cross- country data. *BMJ Glob Health* 3:e000964.
- Ortega-Martínez A, Pérez-Rubio G, Ramírez-Venegas A, Ramírez-Díaz ME, Cruz- Vicente F, Martínez-Gómez ML, Ramos-Martínez E, Abarca-Rojano E, Falfán- Valencia R. (2020) Participation of HHIP Gene Variants in COPD Susceptibility, Lung Function, and Serum and Sputum Protein Levels in Women Exposed to Biomass-Burning Smoke. *Diagnostics (Basel)* 10(10):734.
- Pachauri S, Rao ND, Cameron C (2018) Outlook for modern cooking energy access in Central America. *PLoS ONE* 13(6):e 0197974. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197974>
- Palacios-Ramírez, A., Flores Ramírez, R., Pérez-Vázquez, F. J., Rodríguez-Aguilar, M., Schilmann, A., Riojas-Rodríguez, H., Van Brussel, E., & Díaz-Barriga, F. (2018) Evaluación de la exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos y partículas en suspensión (PM_{2,5}) por quema de biomasa en una zona indígena del Estado de San Luis Potosí, México. *Revista De Salud Ambiental*, 18(1), 29–36.
- Paredes Mamani, R. P. (2020) Efecto de factores ambientales y socioeconómicas del hogar sobre la desnutrición crónica de niños menores de 5 años en el Perú. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 226–237.

- Perez-Fargallo, A., Bienvenido-Huertas, D., Rubio-Bellido, C., Trebilcock, M. (2020) Energy poverty risk mapping methodology considering the User's thermal adaptability: the case of Chile. *Energ. Sustain. Dev.* 58, 63–77.
- Pérez, G.; Islas-Samperio, J.M.; Grande-Acosta, G.K.; Manzini, F. (2022) Socioeconomic and Environmental Aspects of Traditional Firewood for Cooking on the Example of Rural and Peri-Urban Mexican Households. *Energies* 15, 4904.
- Pinto M, Santos M, Trajman A. (2016) Limiar de custo-efetividade: uma necessidade para o Brasil? *J Bras Econ Saúde* 8: 58-60.
- Piracón JAB, Vallejo LAM, Cortés MAQ, Vasquez YA, Achury NJM, Cerón LCB, Hernández MA. (2021) Spirometry parameter alterations due to exposure to indoor air pollutants in rural homes in Bogotá, Colombia. *Environ Sci Pollut Res Int.* 28 (40): 57275-57287.
- Pollard, S.L.; Williams, K.N.; O'Brien, C.J.; Winiker, A.; Puzzolo, E.; Kephart, J.L.; Fandiño-Del-Río, M.; Tarazona-Meza, C.; Grigsby, M.R.; Chiang, M.; et al. (2018) An Evaluation of the Fondo de Inclusión Social Energético Program to Promote Access to Liquefied Petroleum Gas in Peru. *Energy for Sustainable Development* 46, 82–93., doi:10.1016/j.esd.2018.06.001.
- Pope, D., Bruce, N., Dherani, M., Jagoe, K., Rehfuess, E., (2017) Real-life effectiveness of 'improved' stoves and clean fuels in reducing PM2.5 and CO: systematic review and meta-analysis. *Environ. Int.* 101, 7–18.
- Rajkumar S, Clark ML, Young BN, Benka-Coker ML, Bachand AM, Brook RD, Nelson TL, Volkens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Good N, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL. (2018) Exposure to household air pollution from biomass-burning cookstoves and HbA1c and diabetic status among Honduran women. *Indoor Air* 1– 13.
- Rajkumar S, Young BN, Clark ML, Benka-Coker ML, Bachand AM, Brook RD, Nelson TL, Volkens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Good N, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL. (2019) Household air pollution from biomass-burning cookstoves and metabolic syndrome, blood lipid concentrations, and waist circumference in Honduran women: A cross-sectional study. *Environ Res.* 170: 46-55.
- Ramos,C.; Cañedo-Mondragón, R.; Becerril, C.; González-Ávila, G.; Esquivel, A.L.; Torres-Machorro, A.L.; Montaña, M. (2021) Short-Term Exposure to Wood Smoke Increases the Expression of Pro-Inflammatory Cytokines, Gelatinases, and TIMPs in Guinea Pigs. *Toxics* 9,227.
- Recillas-Román S, Montaña M, Ruiz V, Pérez-Ramos J, Becerril C, Herrera I, Amador- Muñoz O, Martínez-Domínguez YM, Ramos C. (2021) Wood Smoke Extract Promotes Extracellular Matrix Remodeling in Normal Human Lung Fibroblasts. *Int J Toxicol.* 40(6):506-516.
- Remais JV, Zeng G, Li G, Tian L, Engalgau MM. (2013) Convergence of non- communicable and infectious diseases in low- and middle-income countries. *Int J Epidemiol.* 42(1):221–227. <https://doi.org/10.1093/ije/dys135> PMID: 23064501
- Rey-Ares L, Irazola V, Althabe F, Sobrino E, Mazzoni A, Serón P, Lanás F, Calandrelli M, Rubinstein A. (2016) Lower tract respiratory infection in children younger than 5 years of age and adverse pregnancy outcomes related to household air pollution in Bariloche (Argentina) and Temuco (Chile). *Indoor Air.* 26(6):964-975.

- Reyes, C., (2021) Firewood Culture: Consumption and Storage (in Spanish); Dissertation. Pontificia Universidad Católica de Chile. Available at: <http://shorturl.at/oFUVZ>
- Rodríguez-Aguilar M, Díaz de León-Martínez L, García-Luna S, Gómez-Gómez A, González-Palomo AK, Pérez-Vázquez FJ, Díaz-Barriga F, Trujillo J, Flores-Ramírez R. (2019) Respiratory health assessment and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in Mexican indigenous population. *Environ Sci Pollut Res Int.* 26(25):25825-25833.
- Rodríguez-Aguilar M, Díaz de León-Martínez L, Gorocica-Rosete P, Padilla RP, Thirión-Romero I, Ornelas-Rebolledo O, Flores-Ramírez R. (2020) Identification of breath-prints for the COPD detection associated with smoking and household air pollution by electronic nose. *Respir Med.* 163:105901.
- Rosenthal, J., Quinn, A., Grieshop, A.P., Pillariseti, A., Glass, R.I., (2018) Clean cooking and the SDGs: Integrated analytical approaches to guide energy interventions for health and environment goals. *Energy for Sustainable Development* 42, 152–159.
- Ruiz-Vera T, Pruneda-Álvarez LG, Ochoa-Martínez AC, Ramírez-GarcíaLuna JL, Pierdant-Pérez M, Gordillo-Moscoso AA, Pérez-Vázquez FJ, Pérez-Maldonado IN. (2015) Assessment of vascular function in Mexican women exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons from wood smoke. *Environ Toxicol Pharmacol.* 40(2): 423- 429.
- Saenz JL, Adar SD, Zhang YS, Wilkens J, Chattopadhyay A, Lee J, Wong R. (2021) Household use of polluting cooking fuels and late-life cognitive function: A harmonized analysis of India, Mexico, and China. *Environ Int.* 156: 106722.
- Sanchez-Samaniego G, Mausezahl D, Carcamo C, Probst-Hensch N, Verastegui H, Maria Hartinger S (2022) Metabolic syndrome in rural Peruvian adults living at high altitudes using different cookstoves. *PLoS ONE* 17(2): e0263415.
- Sarigiannis, D.A., Karakitsios, S.P., Kermenidou, M.V., (2015). Health Impact and Monetary Cost of Exposure to Particulate Matter Emitted from Biomass Burning in Large Cities. *Sci. Total Environ.* 524-525, 319–330
- Schilman A, Riojas-Rodríguez H, Catalán-Vázquez M, Estevez-García JA, Masera O, Berrueta-Soriano V, Armendariz-Arnez C, Pérez-Padilla R, Cortez-Lugo M, Rodríguez-Dozal S, Romieu I. (2019) A follow-up study after an improved cookstove intervention in rural Mexico: Estimation of household energy use and chronic use and chronic PM2.5 exposure exposure. *Environ Int.* 131:105013.
- Schilman A, Riojas-Rodríguez H, Ramírez-Sedeño K, Berrueta VM, Pérez-Padilla R, Romieu I. (2015) Children's Respiratory Health After an Efficient Biomass Stove (Patsari) Intervention. *Ecohealth.* 12(1):68-76.
- Schueftan, A., Sommerhof, J., & González, A. D. (2016) Firewood demand and energy policy in south-central Chile. *Energy for Sustainable Development*, 33, 26–35.
- Smith K.R., McCracken J.P., Weber M.W., Hubbard A., Jenny A., Thompson L.M., Balmes J., Díaz A., Arana B., Bruce N. (2011) Effect of reduction in household air pollution on childhood

- pneumonia in Guatemala (RESPIRE): a randomized controlled trial. *The Lancet* Vol 378(12).
- Solís, R., Richard Toro A., Luis Gomez, Andrés M. Vélez-Pereira, Manuela López, Zoë Louise Fleming, Nicolás Fierro, Manuel Leiva G., (2022) Long-term airborne particle pollution assessment in the city of Coyhaique, Patagonia, Chile, *Urban Climate*, Volume 43.
- Stabridis, O., van Gameren, E. (2018) Exposure to firewood: Consequences for health and labor force participation in Mexico, *World Development*, Elsevier, vol. 107,(C), pages 382-395.
- Thomas E, Douterlungne D, Vandebroek I, Heens F, Goetghebeur P, Van Damme P. (2011) Human impact on wild firewood species in the rural Andes community of Apillapampa, Bolivia. *Environ Monit Assess.* 178(1-4): 333-347.
- Tolvett, S. (2015) *Futuro de la calefacción en Chile: Opciones y Consecuencias*: Technical report, Ministerio del Medio Ambiente.
- Torres, R., Baker, N., Vega, G., Peres, F., Maldonado Alcaíno, A.K., Caceres, D. (2020) The effect of short-term of fine particles on daily respiratory emergency in cities contaminated with wood smoke. *Global Journal of Environmental Science and Management.* 7. 15-32.
- Troncoso, K., Segurado, P., Aguilar, M., Soares da Silva, A. (2019) Adoption of LPG for cooking in two rural communities of Chiapas, Mexico, *Energy Policy*, Elsevier, vol. 133(C).
- Troncoso, K., Smith, K. R., Galeano, A., Torres, R., & Soares da Silva, A. (2018) Afecciones respiratorias por el uso de leña y carbón en comunidades de Paraguay. *Pediatría (Asunción)*, 45(1), 45-52.
- United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda For Sustainable Development*. United Nations – Sustainable Development knowledge platform. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Calvo, R., Labraña, J., Oyarzún, T., Valencia, F., (2019) Quality as a hidden dimension of energy poverty in middle-development countries. Literature review and case study from Chile. *Energy Build.* 204, 109463.
- van der Kroon, B., Brouwer, R., & van Beukering, P. J. (2013) The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 504–513.
- Vásquez Lavin, F.; Barrientos, M.; Castillo, Á.; Herrera, I.; Ponce Oliva, R.D. (2020) Firewood Certification Programs: Key Attributes and Policy Implications. *Energy Policy* 137, 111160.
- Walker ES, Clark ML, Young BN, Rajkumar S, Benka-Coker ML, Bachand AM, Brook RD, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Africano S, Osorto Pinel AB, Good N, Koehler K, Peel JL. (2020) Exposure to household air pollution from biomass cookstoves and self-reported symptoms among women in rural Honduras. *Int J Environ Health Res.* 30(2):160-173.
- Wang X, Franco J, Masera OR, Troncoso K, Rivera MX (2013) What have we learned about household biomass cooking in Central America? *Central America: World Bank.* 76222 76222. pp. 134 p.
- WB-ESMAP (2010) *Central America Regional Programmatic Study for the Energy Sector: Gene-*

- ral Issues and Options. Washington D.C.: World Bank.
- Weinstein JR, Diaz-Artiga A, Benowitz N, Thompson LM. (2020) Reductions in urinary metabolites of exposure to household air pollution in pregnant, rural Guatemalan women provided liquefied petroleum gas stoves. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 30(2): 362-373.
- Woolley, K., S. E. Bartington, S.E., F. D. Pope, M. J. Price, G. N. Thomas, and T. Kabera (2021) Biomass cooking carbon monoxide levels in commercial canteens in Kigali, Rwanda, *Archives of Environmental & Occupational Health*, 76 (2), 75–785. World Bank (2004) Evaluation of improved stove programs in Guatemala: final report of project case studies. ESMAP Technical paper No. 60. Washington, DC: World Bank.
- World Health Organization (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. Licença: CC BY- NC-SA 3.0 IGO. Acessado em julho de 2022.
- World Health Organization (2021c) Household energy policy repository: a compilation of policies promoting access to clean energy for household cooking, heating and lighting. Geneva: World Health Organization; 2021. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- World Health Organization (2022) Household air pollution and health. Available online:<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>. Acessado em julho de 2022.
- World Health Organization (2022b) Defining Clean Fuels and Technologies Available online: <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean>. Acessado em julho de 2022.
- Young BN, Clark ML, Rajkumar S, Benka-Coker ML, Bachand A, Brook RD, Nelson TL, Volckens J, Reynolds SJ, L'Orange C, Good N, Koehler K, Africano S, Osorto Pinel AB, Peel JL. (2019b) Exposure to household air pollution from biomass cookstoves and blood pressure among women in rural Honduras: A cross-sectional study. *Indoor Air.* 29(1):130-142.
- Young, B., Clark, M., Rajkumar, S., Benka-Coker, M., Bachand, A., Brook, R., Nelson, T., Volckens, J., Reynolds, S., L'Orange, C., Good, N., Koehler, K., Africano, S., Osorto Pinel, A., Peel, J., (2019a). Exposure to household air pollution from biomass cookstoves and blood pressure among women in rural Honduras: a cross-sectional study. *Indoor Air* 29 (1), 130–142.
- Yucra S, Tapia V, Steenland K, Naeher LP, Gonzales GF. (2014) Maternal exposure to biomass smoke and carbon monoxide in relation to adverse pregnancy outcome in two high altitude cities of Peru. *Environ Res.* 130:29-33.
- Zhou Y, Tol R (2005) Valuing the health impacts from particulate air pollution in Tianjin. Working Paper FNU–89, Research Unit on Sustainability and Climate Change. Hamburg University and Centre for Marine and Atmospheric Science.

Pobreza energética en Latinoamérica

