



Instituto Nacional  
de Salud Pública



INSTITUTO NACIONAL  
DE ENFERMEDADES  
RESPIRATORIAS  
ISMAEL COSÍO VILLEGAS



## Vulnerabilidad a COVID-19 en poblaciones rurales y periurbanas por el uso doméstico de leña

**Omar Masera<sup>1\*</sup>, Horacio Riojas-Rodríguez<sup>2\*</sup>, Rogelio Pérez-Padilla<sup>3</sup>, Montserrat Serrano-Medrano<sup>1</sup>, Astrid Schilmann<sup>2</sup>, Víctor Ruiz-García<sup>1</sup>, Luz Angélica de la Sierra<sup>2</sup>, Víctor Berrueta<sup>4</sup>**

1. *Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*
2. *Dirección de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)*
3. *Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Dr. Ismael Cosío Villegas" (INER)*
4. *Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable, A.C. (GIRA)*

### Introducción

A partir de la entrada de la epidemia causada por el SARS-CoV-2 en el país se han identificado condiciones de vulnerabilidad de la población que pueden contribuir al incremento en la presencia y gravedad de la enfermedad. La UNAM ha generado un índice de vulnerabilidad al COVID-19 por municipio en el que se identifican áreas prioritarias de atención (Suárez et al, 2020). Sin embargo, en estos análisis no se ha incluido explícitamente la exposición crónica a altas concentraciones de contaminantes por humo de leña como un factor de riesgo adicional muy importante al COVID-19. Esta situación afecta a 28 millones de mexicanos que aún cocinan con leña y se está agravando pues, ante la crisis económica, mucha gente que cocinaba con GLP está dependiendo más de la leña, incluso en las ciudades.

En este documento identificamos 34 municipios altamente críticos y en donde la combinación de un uso intensivo de leña en fogones abiertos, pobreza y altitud los convierte en áreas de gran vulnerabilidad al COVID-19 y a sus complicaciones. Recomendamos enfocar acciones específicas en estas áreas para mitigar los posibles efectos de brotes de COVID-19 incluyendo: a- vigilancia y disposición de equipo médico básico en las clínicas rurales de las localidades; b- reducir las concentraciones de interiores mediante programas de estufas ecológicas bien diseñados y ejecutados y c- asegurar el abasto y acceso al GLP en las zonas periurbanas.

---

<sup>1</sup> Para mayor información contactar a Dr. Omar Masera [omasera@gmail.com](mailto:omasera@gmail.com) y Dr. Horacio Riojas-Rodríguez [hriojas@insp.mx](mailto:hriojas@insp.mx)

## Evidencia:

### 1. Contaminación del aire y sus efectos a la salud en el contexto del COVID-19.

La exposición a la contaminación del aire en interiores por el uso de biocombustibles, genera anualmente alrededor de medio millón de muertes por infecciones respiratorias agudas relacionadas con la alteración de los mecanismos de defensa. Estos efectos pueden ser más severos con el COVID-19. Los argumentos para sostener esta hipótesis se basan, por un lado, en el impacto que tiene la exposición a estos contaminantes sobre los mecanismos de defensa del organismo (respuesta inmune) y por otro en la posibilidad de que el virus se transporte en los contaminantes, específicamente en las partículas respirables.

- a) Exposición a humo de biocombustibles y salud: La exposición al humo de leña se ha asociado no solo a enfermedades respiratorias agudas, como infecciones, si no también a crónicas como la bronquitis crónica o la EPOC, al cáncer pulmonar (Shupler et al, 2018). Tanto la EPOC como varias enfermedades cardiovasculares empeoran el pronóstico de las infecciones por COVID-19 y son predictores de muerte. En otras palabras, el COVID-19 puede exacerbar varias de las enfermedades concomitantes, ya de por sí un evento adverso, ya que se incrementa el uso de servicios de salud y sus gastos, las hospitalizaciones y las muertes. También se incrementa el riesgo de muerte por COVID-19. La exposición a humo de leña daña la barrera mucosa y los cilios que ayudan a capturarlo y expulsarlo. También afecta la capacidad antimicrobiana del líquido que recubre las vías aéreas. Los glóbulos blancos (macrófagos alveolares) capturan y digieren microorganismos que entran en las vías respiratorias; este mecanismo está deteriorado en quienes están permanentemente expuestos al humo de leña porque los glóbulos blancos se llenan de partículas de carbón (Rylance et al, 2015). Por esto el riesgo de infecciones incluyendo las virales, aumenta (Sada-Ovalle et al, 2018).
- b) Altitud: Las comunidades donde se utiliza leña pero que además están por encima de los 1,800 metros sobre el nivel del mar presentan un riesgo mayor. Esto se debe a un descenso en el aporte de oxígeno al cuerpo humano debido a la menor presión atmosférica. Por este motivo, las enfermedades respiratorias que producen hipoxemia (menor saturación de oxígeno en la sangre) pueden ser más graves a mayor altitud (Pérez-Padilla et al, 2013).
- c) Evidencia epidemiológica en la pandemia de COVID-19: Estudios recientes en ciudades muestran un mayor riesgo de presencia y gravedad de COVID-19 por exposición a contaminantes en el aire. En China se reportó una asociación positiva entre la exposición aguda a  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , y  $NO_2$  con los casos confirmados de COVID-19 (Zhu et al, 2020). En Estados Unidos se reportó que el incremento de  $1 \mu g/m^3$  de  $PM_{2.5}$  aumenta 15% la tasa de mortalidad por COVID-19 considerando datos de exposición crónica en los condados de ese país (Wu et al, 2020). Un estudio realizado en Italia, mostró la presencia del RNA del SARS-CoV-2 en partículas suspendidas en el aire, específicamente  $PM_{10}$  (Setti et al, 2020). Aunque su viabilidad está en duda, este hallazgo permite sospechar que esta vía de transmisión es posible. Las concentraciones en el medio urbano son considerablemente menores que las presentes en los hogares rurales que utilizan leña u otro tipo de

biocombustible para cocinar y calentar las casas por lo que existe una mayor vulnerabilidad al COVID-19.

## **2. Usuarios de leña en México: patrón actual y alternativas para reducir la exposición al humo**

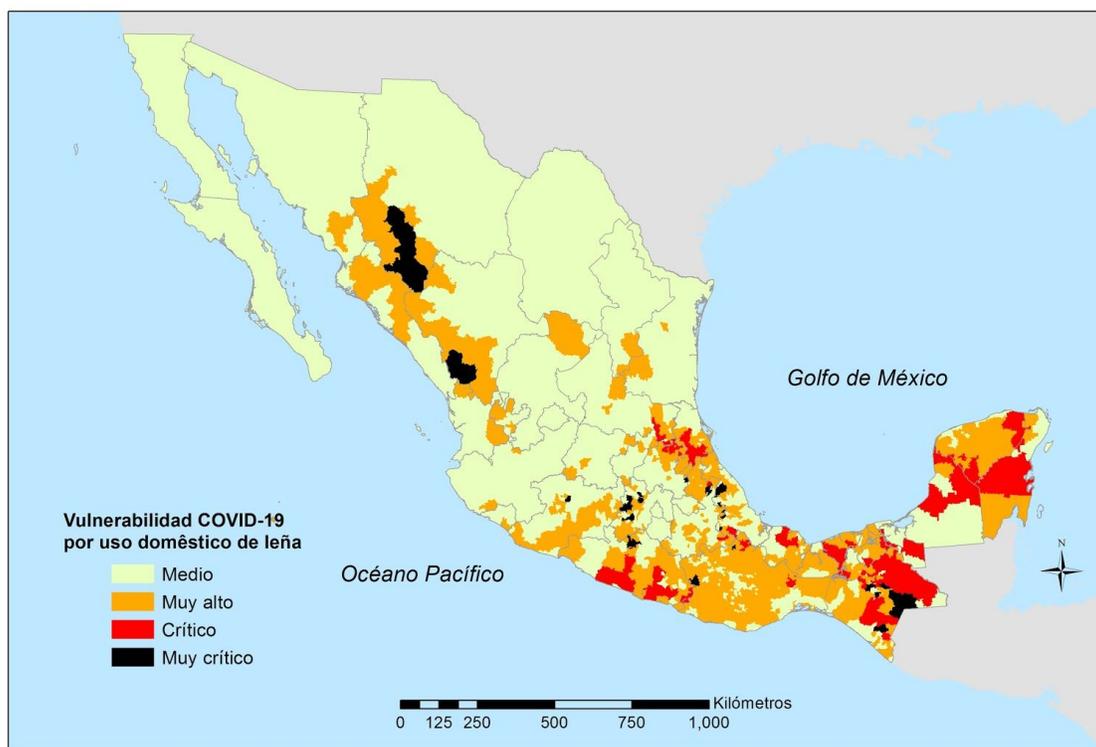
Se estima que un 23% de la población del país (28 millones de personas) utiliza leña o carbón para cocinar (INEGI, 2019). Un 48% de usuarios utilizan la leña de manera exclusiva y otro 52% en combinación con el gas LP (GLP). Aunque el uso de gas ha ido aumentando en las zonas rurales, por razones de tipo económico y culturales la gran mayoría de las familias NO abandona totalmente la leña cuando acceden al gas. En la actual crisis por el COVID-19, el número de usuarios de leña está aumentando de manera significativa, ya que muchas familias no cuentan con los recursos económicos para pagar el gas o se han debilitado sus canales de distribución en las áreas más alejadas. Esto es particularmente notorio en las áreas peri-urbanas de muchas ciudades del país.

La leña utilizada para cocinar se quema mayoritariamente en fogones abiertos que tienen alto consumo de combustible y liberan contaminantes en el interior de las cocinas, como partículas suspendidas (PM), monóxido de carbono (CO) y otros (Medina et al., 2019). Las emisiones provenientes de estos fogones abiertos tienen grandes impactos en la calidad del aire ambiente e intramuros, con concentraciones de  $PM_{2.5}$  que se encuentran entre 4 y 30 veces las de la CDMX (entre 80 y 1200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dependiendo de la región (Estévez-García et al., 2020; Shupler et al., 2018). La exposición personal al humo es mayor en las mujeres, que presentan exposiciones de entre 3 a 8 veces las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), dependiendo de la región (Estévez-García et al, 2020).

En los últimos años se han difundido en el país diferentes modelos de estufas ecológicas de leña, con resultados diversos, dependiendo del modelo, los mecanismos de implementación y sobre todo del seguimiento y monitoreo con los usuarios. En programas de San Luis Potosí y Michoacán se han observado disminuciones de los niveles de  $PM_{2.5}$  de entre 25% y 75% con respecto al fogón abierto, respectivamente (Estévez-García et al., 2020; Shupler et al., 2018) con lo que se logran beneficios a la salud. Los modelos más robustos de estufas pueden ventilar hasta 95% del PM y 99% del CO de la cocina (Ruiz-García et al., 2018), logrando concentraciones en la cocina que cumplen con la norma de la OMS (Medina et al 2019). Otra alternativa son las estufas de GLP, pero por razones de costo, geográficas y culturales, no reemplazan totalmente a la leña, por lo que las familias normalmente continúan utilizando su fogón tradicional, con lo que no se logran reducciones importantes en la exposición al humo de leña. Por el contrario, el uso combinado de estufas de GLP con estufas eficientes de leña, sí permite lograr beneficios sustantivos para los pobladores, logrando en condiciones óptimas, concentraciones de contaminantes que también cumplen con la norma de la OMS (Medina et al., 2019).

### 3. Índice de Vulnerabilidad al COVID-19 por exposición al humo de leña (HULEN)

Aunque el uso de leña está muy extendido en nuestro país, la mayor parte de los usuarios se concentra en las zonas rurales, en comunidades indígenas y en los municipios con mayor marginación, particularmente en las regiones Centro y Sur de nuestro país. Las condiciones de las viviendas son en general precarias con poco acceso a servicios básicos. El acceso a servicios de salud es limitado por las dificultades de acceso físico, la falta de derechohabiencia y escasos recursos físicos y humanos para la atención. La Figura 1 muestra la distribución de los municipios en el país según la vulnerabilidad al COVID por la exposición al humo de leña de sus pobladores. Entre ellos, se ubican 106 municipios que conjuntan 6 millones de usuarios y se han calificado como críticos. De estos municipios, 34 han sido calificados como MUY CRÍTICOS, ya que además de conjuntar numerosos usuarios de leña, su cabecera municipal se ubica a altitudes promedio de 2,090 metros, lo que los convierte en especialmente vulnerables a las complicaciones del COVID-19. Estos municipios, conjuntan 1.7 millones de usuarios de leña, con 80% de la población en pobreza y se encuentran situados en la Sierra Tarahumara, los Altos de Chiapas, Sierras de Puebla, Veracruz, Estado de México y Michoacán, así como Oaxaca, Durango, Hidalgo y Guerrero. La lista completa de estos municipios y sus principales características se pueden consultar en la página que se indica al pie de la Figura 1.



**Figura 1.** Índice de Vulnerabilidad al COVID-19 por exposición crónica al humo de leña y otros factores de riesgo.

Consultar el enlace: <https://clusterbcs.com/covid-19-material-suplementario/> para los detalles del cálculo del índice.

## Recomendaciones

Es urgente realizar acciones con impacto en el corto y mediano plazos para reducir el riesgo de salud y la vulnerabilidad de las familias expuestas crónicamente al humo de leña ante la crisis por COVID-19. En específico recomendamos:

1. Establecer de manera urgente una evaluación y seguimiento del estado de salud respiratoria en los 34 municipios identificados como altamente críticos. Esta vigilancia sanitaria debe incluir visita a las poblaciones, capacitación y asignación de equipo básico de apoyo (mascarillas, guantes,, batas de protección, provisión de oxígeno, oxímetros de pulso y equipo para intubar), así como asegurar el traslado de pacientes graves a hospitales para su atención.
2. Para los hogares rurales, fortalecer acciones para reducir la contaminación de interiores por humo de leña vía:
  - a. Establecer un programa de sensibilización a los usuarios de leña con base en las clínicas rurales, sobre los impactos de la inhalación de humo de leña en el contexto del COVID-19 y sus medidas de mitigación.
  - b. Para quien aún utiliza fogones abiertos, recomendar acciones de ventilación y/o sustitución por estufas eficientes de leña.
  - c. Para quien ya cuenta con una estufa de leña, realizar acciones de revisión, seguimiento, mantenimiento y/o reparación de éstas en las viviendas con el fin de asegurar su correcto funcionamiento;
  - d. Implementar un programa generalizado de estufas eficientes de leña enfocado en la adopción y uso sostenido a largo plazo. Para este programa es indispensable que las estufas cumplan con la NMX vigente (NMX-Q-001-NORMEX-2018), se involucre a los pobladores en la selección de las opciones, se genere un programa de capacitación sobre uso y buenas prácticas, y se incluya un programa de revisión y mantenimiento, así como de refaccionamiento de piezas. El objetivo a más largo plazo es construir sistemas resilientes y accesibles de cocinado basados en múltiples opciones, desde mejoras en prácticas de cocinado, cambio de combustibles y cambio de tecnologías.
3. Para los hogares peri-urbanos, fortalecer acciones para reducir la contaminación de interiores por humo de leña mediante:
  - a. Llevar a cabo una campaña de sensibilización sobre los peligros de la inhalación del humo de leña.
  - b. Implementar un programa de estufas eficientes de leña portátiles, que puedan instalarse de manera expedita en los hogares. Las estufas deberán cumplir con la NMX vigente (NMX-Q-001-NORMEX-2018) y ser robustas y fáciles de operar.
  - c. Reforzar el acceso al GLP, estableciendo un programa de apoyo para las familias que no cuentan con recursos para adquirir los cilindros.

## Referencias

INEGI, 2019. Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI) 2018. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>

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. *Science of the Total Environment*, 702. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134456>

Medina, P., Berrueta, V., Cinco, L., Ruiz-García, V., Edwards, R., Olaya, B., Schilman, A., & Maser, O. (2019). Understanding household energy transitions: From evaluating single cookstoves to “clean stacking” alternatives. *Atmosphere*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/atmos10110693>

Perez-Padilla R, Garcia-Sancho C, Fernandez R, Franco-Marina F, Lopez-Gatell H, Bojorquez I. The impact of altitude on hospitalization and hospital mortality from pandemic 2009 influenza A (H1N1) virus pneumonia in Mexico. *Salud Publica Mex*. 2013;55(1):92–5. <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-36342013000100013%20>

Ruiz-García, V. M., Edwards, R., Ghasemian, M., Berrueta, V. M., Princevac, M., Vázquez, J. C., Johnson, M., & Maser, O. (2018). Fugitive emissions and health implications of plancha-type stoves. *Environmental Science & Technology*, acs.est.8b01704. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b01704>

Rylance J, Fullerton DG, Scriven J, Aljurayyan AN, Mzinza D, Barrett S, et al. Household air pollution causes dose-dependent inflammation and altered phagocytosis in human macrophages. *Am J Respir Cell Mol Biol*. 2015 May 1;52(5):584–93. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2014-0188OC>

Sada-Ovalle I, Chávez-Galán L, Vasquez L, Aldrighetti S, Rosas-Perez I, Ramírez-Venegas A, et al. Macrophage exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons from wood smoke reduces the ability to control growth of mycobacterium tuberculosis. *Front Med*. 2018;5(NOV). <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00309>

Setti L, Passarini F, Gennaro G De, Baribieri P, Perrone MG, Borelli M, et al. SARS-Cov-2 RNA Found on Particulate Matter of Bergamo in Northern Italy: First Preliminary Evidence. *medRxiv [Internet]*. 2020 Apr 24 [cited 2020 May 9];2020.04.15.20065995. Disponible en <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.15.20065995v1?%253fcollection=>

Shupler, M., Godwin, W., Frostad, J., Gustafson, P., Arku, R. E., & Brauer, M. (2018). Global estimation of exposure to fine particulate matter (PM2.5) from household air pollution. *Environment International*, 120, 354–363. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.026>

Suárez, M, Valdés, C, Galindo, M, Guzmán, LE, Ruiz, N, Alcántara-Ayala, I, López, M, Rosales, A, Lee W, Benítez, H, Juárez M, Bringas, O,, Oropeza, O, Peralta, A, Garnica-Peña, R; (2020). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Disponible en <https://www.igg.unam.mx/covid-19/Vista/archivos/vulnerabilidad.pdf>

Wu X, Nethery RC, Sabath BM, Braun D, Dominici F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States. *medRxiv*. 2020 Apr 27;2020.04.05.20054502. Disponible en <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.05.20054502v2>

Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Sci Total Environ*. 2020 Jul 20;727. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138704>