Ciencia y Salud, Vol. 10, No. 3, septiembre-diciembre, 2026 • ISSN (impreso): 2613-8816 • ISSN (en línea): 2613-8824
DOI: https://doi.org/10.22206/cisa.2026.v10i3.3661

EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES EN LA SALUD DE COMUNIDADES DE SAN JOSÉ DE CHIQUITOS, BOLIVIA

Effects of wildfires on the health of communities in San José de Chiquitos, Bolivia

Brandon N. Mercado-Saavedra[1]*, Beatriz Amparo Rodríguez-Olguín[2], Germán Toledo[3]

Recibido: 07/01/2026 ● Aceptado: 28/05/2026

Cómo citar: Mercado-Saavedra, B. N., Rodríguez-Olguín, B. A., Toledo, G. (2026). Efectos de incendios forestales en la salud de comunidades de San José de Chiquitos, Bolivia. *Ciencia y Salud*, *10*(3), 79-95. https://doi.org/10.22206/cisa.2026.v10i3.3661

Resumen

Introducción: Los incendios forestales en Bolivia han aumentado en frecuencia e intensidad durante los últimos años, generando importantes efectos ambientales y riesgos para la salud humana, especialmente en poblaciones rurales expuestas al humo y a contaminantes atmosféricos derivados de la quema de biomasa.
Métodos: Se realizó un estudio observacional transversal en dos comunidades rurales de San José de Chiquitos, Santa Cruz, Bolivia (Los Ciros y Pororó), durante septiembre de 2024. Se incluyeron 35 participantes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia durante una brigada médica comunitaria. Se recolectaron datos clínicos y epidemiológicos relacionados con síntomas respiratorios, irritativos y medidas de mitigación frente a la exposición al humo. Además, se integraron indicadores ambientales obtenidos de Global Forest Watch.
Resultados: Los síntomas más frecuentes asociados a la exposición al humo fueron irritación ocular (85,7%), dolor de garganta (80,0%), irritación de mucosas

Abstract

Introduction: Forest fires in Bolivia have increased in frequency and intensity in recent years, generating important environmental effects and risks to human health, especially in rural populations exposed to smoke and atmospheric pollutants derived from the burning of biomass.
Methods: A cross-sectional observational study was carried out in two rural communities of San José de Chiquitos, Santa Cruz, Bolivia (Los Ciros and Pororó), during September 2024. 35 participants were included through non-probabilistic sampling for convenience during a community medical brigade. Clinical and epidemiological data related to respiratory and irritation symptoms, and mitigation measures against smoke exposure were collected. In addition, environmental indicators obtained from Global Forest Watch (GFW) were integrated.
Results: The most frequent symptoms associated with smoke exposure were eye irritation (85.7%), sore throat (80.0%), mucosal irritation (77.1%), and respiratory

* Autor de correspondencia.
[1] Instituto de Investigación de Medicina, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1143-6366, email: bmercado.s@ucb.edu.bo
[2] Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Bolivia. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6588-2492, email: beatrizrodriguez@uagrm.edu.bo
[3] Carrera de Medicina, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia. ORCID: https://orcid.org/0009-0001-2643-1226, email: gtoledo@ucb.edu.bo

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional CC BY 4.0

(77,1%) y dificultad respiratoria (71,4%). La comunidad de Los Ciros presentó una mayor frecuencia de síntomas y peores parámetros basales de salud en comparación con Pororó. Las medidas de mitigación más utilizadas fueron el uso de barbijos (63,6%), permanecer en interiores (54,5%) y el uso de paños húmedos (21,2%), sin encontrarse asociaciones estadísticamente significativas entre estas medidas y la reducción de síntomas.
Conclusiones: La exposición al humo de incendios forestales se asoció con una alta frecuencia de síntomas respiratorios y de irritación en las comunidades de San José de Chiquitos. Los hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención, protección respiratoria y comunicación de riesgo en poblaciones vulnerables expuestas a incendios forestales en Bolivia.

Palabras clave: Calidad del aire, incendios forestales, humo, exposición ambiental.

distress (71.4%). The community of Los Ciros presented a higher frequency of symptoms and worse baseline health parameters compared to Pororó. The most used mitigation measures were the use of masks (63.6%), staying indoors (54.5%) and the use of wet cloths (21.2%), without finding statistically significant associations between these measures and the reduction of symptoms.
Conclusions: Exposure to forest fire smoke was associated with a high frequency of respiratory symptoms and irritation in rural communities of San José de Chiquitos. The findings highlight the need to strengthen prevention, respiratory protection and risk communication strategies in vulnerable populations exposed to forest fires in Bolivia.

Keywords: Air quality, wildfires, smoke, environmental exposure.

Introducción

La quema de bosques es una práctica común en diferentes regiones de Bolivia, especialmente en el departamento de Santa Cruz, y su frecuencia está en aumento debido a factores naturales y antrópicos[1, 2]. La quema descontrolada produce contaminantes atmosféricos, como las partículas PM2,5 y PM10, el monóxido de carbono y otros gases tóxicos, que impactan directamente en la calidad del aire y, en consecuencia, en la salud de los residentes cercanos[3]. Como consecuencia de ello, se observa un aumento en enfermedades respiratorias y cardiovasculares, exacerbación de enfermedades crónicas y un incremento en la mortalidad prematura en las poblaciones expuestas[4, 5]. Araujo T. et al. describen cómo los incendios forestales alteraron las propiedades químicas y físicas de los suelos en la región de la Chiquitanía, en el departamento de Santa Cruz, en 2019[6]. Este estudio destaca que los incendios provocan cambios significativos en la estructura del suelo, la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes, lo cual es relevante para nuestra investigación, ya que la degradación del suelo puede influir indirectamente en la salud humana. Además, la disminución de la calidad del suelo puede afectar la calidad del agua y la seguridad alimentaria, elementos esenciales para la salud de las comunidades locales.

En octubre de 2024, la situación de los incendios forestales en el departamento de Santa Cruz fue alarmante, con más de 50 incendios activos distribuidos en varios municipios, incluyendo San José de Chiquitos, una de las áreas más afectadas[7, 8]. Estos incendios han devastado más de 5 millones de hectáreas de bosque, lo que ha generado graves consecuencias para la flora, la fauna y la salud humana de los comunarios. San José de Chiquitos, junto con Concepción, Urubichá y Ascensión de Guarayos, está entre los municipios con los focos más críticos, lo que ha movilizado a cientos de brigadistas para intentar controlar el fuego[8]. Además de las pérdidas ambientales, los incendios han provocado problemas de salud en las comunidades cercanas, donde las afecciones respiratorias y oftálmicas son comunes debido a la inhalación de humo y la contaminación del aire[9-11]. A pesar de la creciente frecuencia e intensidad de los incendios forestales en Bolivia, existe una falta de estudios

que analicen directamente su impacto en la salud de las comunidades más cercanas a estos eventos. La mayoría de las investigaciones se han centrado en las consecuencias ambientales, como la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad, sin evaluar cómo la exposición prolongada al humo y otros contaminantes afecta a las poblaciones locales. Las comunidades rurales de la Chiquitanía presentan condiciones que pueden aumentar su vulnerabilidad frente a la contaminación por humo, como el acceso limitado a servicios de salud, la infraestructura sanitaria insuficiente y la dependencia de los recursos naturales.

Este estudio busca evaluar la relación entre la exposición al humo de incendios forestales y la frecuencia de síntomas respiratorios, oculares y de mucosas en los residentes de Los Ciros y Pororó (San José de Chiquitos, Santa Cruz, Bolivia) durante septiembre de 2024. Además, se propone comparar la intensidad de estos síntomas entre ambas comunidades y describir el uso de medidas individuales de mitigación, analizando su relación con la presencia de síntomas, tomando en cuenta posibles factores de confusión y los indicadores ambientales disponibles. Su relevancia radica en que, aunque los efectos del humo en la salud han sido ampliamente descritos, existe escasa evidencia local en comunidades rurales bolivianas directamente expuestas a episodios intensos; este trabajo integra datos clínicos comunitarios con indicadores ambientales (GFW) en una temporada crítica (2024), aportando prevalencias específicas, comparación entre comunidades vecinas y comportamientos de mitigación, con implicancias operativas para políticas subnacionales e intervenciones de bajo costo (respiradores adecuados, filtración interior, comunicación de riesgo y acceso a agua segura) priorizando poblaciones vulnerables y replicable en otros municipios de Santa Cruz.

Material y métodos

Población y área de estudio

Se realizó un estudio observacional de corte transversal que se elaboró en San José de Chiquitos, departamento de Santa Cruz, Bolivia, en el mes de septiembre del año 2024. San José de Chiquitos se encuentra al este de la capital del departamento de Santa Cruz, y cuenta con aproximadamente 29 000 habitantes según el censo del 2012. El universo del estudio fue todos los habitantes de San José de Chiquitos, con un marco muestral centrado en las comunidades de Los Ciros y Pororó, con aproximadamente 200 habitantes cada una. La carrera de medicina de la Universidad Católica Boliviana San Pablo realizó una brigada médica en estas comunidades donde se invitó a cada paciente atendido a ser parte del estudio, teniendo una muestra no probabilística por conveniencia de 35 participantes. Se incluyó a todas las personas que fueron atendidas en la brigada y que aceptaron verbalmente ser incluidas en el presente estudio de investigación. Debido al tipo de muestreo y a la naturaleza exploratoria del estudio, no se plantearon hipótesis direccionales formales.

Este manuscrito fue elaborado siguiendo las recomendaciones de la guía STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) para estudios observacionales transversales, y considerando los principios de STROBE-EQUITY para mejorar el reporte de factores relacionados con inequidades en salud y vulnerabilidad social.

Análisis de datos ambientales

Se utilizó el Global Forest Watch (GFW) – panel "Fire Alerts"– para descargar archivos .csv de alertas de incendio basadas en NASA FIRMS (VIIRS 375 m: Suomi-NPP/NOAA-20 y MODIS 1 km:

Terra/Aqua), correspondientes al departamento de Santa Cruz (serie 2020–2024) y al periodo del estudio (septiembre de 2024). Cada registro incluye: latitud/longitud (WGS84), fecha y hora de adquisición (UTC), satélite/sensor, indicador de día/noche, potencia radiactiva del fuego (FRP; MW) y puntaje de confianza (0–100). No se aplicaron filtros adicionales a las alertas reportadas por la plataforma. A partir de estos puntos, derivamos: (i) conteos diarios/semanales/mensuales de alertas para el municipio de San José de Chiquitos; (ii) el número de alertas dentro de un buffer de 20 km alrededor de Los Ciros y Pororó; y (iii) la distancia geodésica mínima (km) desde cada comunidad hasta el foco activo más cercano en septiembre de 2024. Fecha de extracción: 10-Oct-2024. Sistema de referencia: WGS84 (EPSG:4326). Software: ArcGIS/QGIS (procesamiento espacial) y Stata/Prism (agregaciones y gráficos). Se incluyeron todas las alertas reportadas por la plataforma en el área de interés. Los datos se trataron en WGS84 (EPSG:4326) y se gestionaron en ArcGIS Online (mapas) y GraphPad Prism v10 (tendencias).

Definimos como área de interés (AOI) el polígono municipal de San José de Chiquitos; adicionalmente, para describir la proximidad de focos a la cabecera municipal y a las comunidades de Los Ciros y Pororó, calculamos la distancia geodésica mínima (método Haversine) desde el centroide poblacional de cada localidad hasta los puntos de alerta activos de septiembre de 2024.

Recolección de datos demográficos

Los datos de los participantes se obtuvieron a través de la recolección de una ficha epidemiológica obtenida en una brigada médica realizada por la carrera de medicina de la Universidad Católica Boliviana San Pablo en el municipio de San José de Chiquitos. Estos datos incluían información sobre enfermedades preexistentes, síntomas asociados a la exposición al humo y métodos de cuidado establecidos por los comunarios. Estos datos fueron obtenidos por estudiantes y docentes de la carrera de medicina de la Universidad.

A cada participante se le realizó un examen médico, que incluía la determinación de presión arterial, frecuencia cardíaca, peso, y talla. Además, se hizo una evaluación de las afecciones clínicas debidas a la exposición al humo, como dificultad respiratoria, irritación en los ojos, la mucosa y la garganta, dolor de pecho, cansancio, sibilancias, conjuntivitis y diarrea. Por último, los participantes respondieron a un cuestionario epidemiológico sobre los cuidados que estaban tomando para contrarrestar los factores asociados a la exposición al humo, como barbijos, paños húmedos, equipos especiales, etc.

Análisis estadístico de los datos

Se incluyeron 35 participantes (Los Ciros n=16; Pororó n=19) atendidos durante la brigada de salud. Las variables clínicas y de síntomas se capturaron durante el examen médico por profesores de la carrera de medicina y el cuestionario epidemiológico se obtuvo por estudiantes de la misma carrera. La operacionalización de las diferentes variables usadas se encuentra en la tabla de operacionalización de variables (Tabla Suplementaria 1).

Se construyó una base analítica con 35 participantes. Las variables continuas (edad, signos vitales) se describieron como media y desviación estándar (DE) y las variables categóricas (antecedentes, síntomas, medidas de mitigación y fuente de agua) se resumieron como n/N (%) indicando explícitamente el denominador válido por variable cuando existieron datos faltantes. Para la comparación entre comunidades, se utilizó la prueba de la mediana y Mann–Whitney, debido a que no cumplían con los criterios de normalidad. Las proporciones se compararon con χ^2 de Pearson y prueba exacta de Fisher. Se consideró una significancia esta-

dística del 95% y una significancia del 5% (p=0,05). No se realizaron ajustes por multiplicidad dada la naturaleza exploratoria del estudio, por lo que los hallazgos deben interpretarse en ese contexto. Todos los análisis se realizaron en Stata v18 (StataCorp, College Station, TX) y las figuras en GraphPad Prism v10.

Resultados

Evolución de los incendios forestales en Santa Cruz

En los últimos años, Bolivia ha experimentado un incremento significativo en la incidencia y severidad de los incendios forestales, afectando diversas áreas de bosques y reservas naturales protegidas por el Estado. Entre 2010 y 2015, el departamento de Santa Cruz concentró el 76% de la pérdida de bosques debido a incendios forestales, porcentaje que aumentó al 86% en el periodo 2016-2022[1]. En 2019, Bolivia sufrió incendios de gran magnitud que devastaron aproximadamente 6 millones de hectáreas de bosques y sabanas, siendo el departamento de Santa Cruz uno de los más afectados[1, 12].

La situación se agravó en 2024, cuando el país enfrentó una de las peores temporadas de incendios de su historia. Desde mayo hasta octubre de ese año, se registraron más de 36 800 focos de calor, concentrándose el 97% en los departamentos de Beni y Santa Cruz.

Estos incendios devastaron más de 10 millones de hectáreas, de las cuales el 58% correspondía a bosques y el 42% a otras coberturas vegetales[13]. Las causas principales de estos incendios incluyen prácticas agrícolas como el chaqueo, utilizado para preparar terrenos para la siembra, que a menudo se descontrola y provoca incendios de gran magnitud. Además, las políticas que promueven la expansión de la frontera agrícola han contribuido al aumento de la deforestación y de la vulnerabilidad a los incendios[1]. Este incremento en la frecuencia y extensión de los incendios forestales en Bolivia, y particularmente en Santa Cruz, subraya la necesidad de implementar estrategias de manejo sostenible de la tierra y políticas ambientales más estrictas para mitigar futuros desastres. En la Figura 1 se presenta la distribución geográfica de los incendios forestales en la región de San José de Chiquitos, un incremento en la extensión de las áreas afectadas durante los últimos años.

La Figura 2 muestra la tendencia de las alertas de fuego entre 2020 y 2024, destacándose un aumento significativo en el número de alertas, especialmente en 2021 y 2024, con un pico máximo en 2024, lo que indica una intensificación de la actividad de quema de bosques en la región.

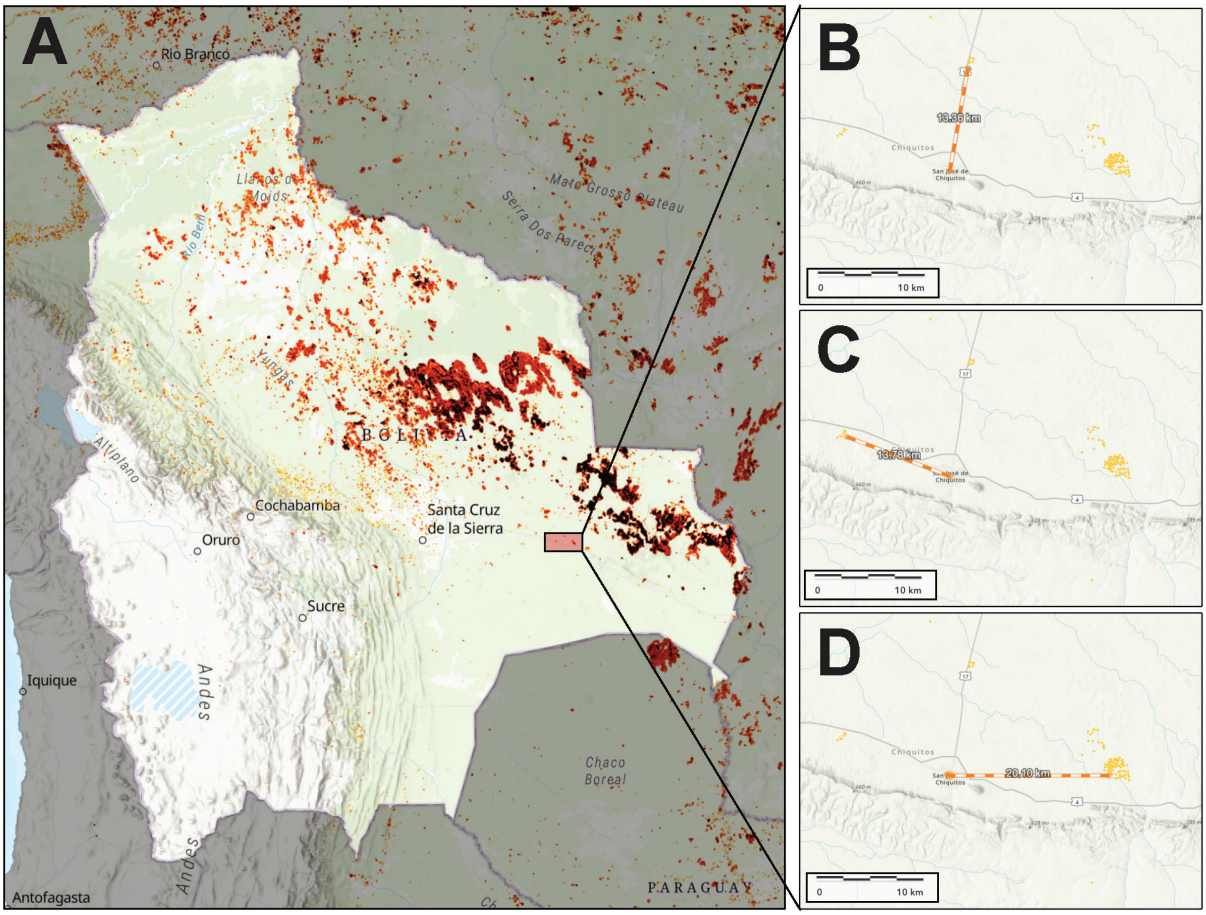
La figura muestra los promedios de las tendencias de incendios en los últimos 5 años en San José de Chiquitos, con un incremento significativo en 2024. Fuente de datos: Global Forest Watch (2024).

Características demográficas y de salud de la población de estudio en San José de Chiquitos

La Tabla 1 resume las características demográficas de la población estudiada (N=35), con predominio de mujeres (65,7%) y una edad promedio de 39,77±19,67 años. La mayoría de los participantes no se dedica a la agricultura (81,8%) y reporta no tener enfermedades de base (71,4%). Entre las enfermedades preexistentes, la hipertensión arterial fue la más común (14,3%).

En la Tabla 2 se observan diferencias significativas en algunos parámetros de salud entre las comunidades de Los Ciros y Pororó. El peso promedio fue mayor en Los Ciros (73,27 kg) que en Pororó (63,31 kg) (p=0,042). Asimismo, se registraron diferencias significativas en la frecuencia cardíaca (p=0,003) y la presión sistólica (p<0,001), que fueron más elevadas en Los Ciros.

Figura 1. Incendios forestales en Bolivia durante el mes de septiembre del 2024



A. Focos de calor activos en todo el territorio nacional durante el mes de septiembre de 2024. El rectángulo muestra San José de Chiquitos. **B.** Focos de calor activos están a 13,36 Km al norte de la capital de San José de Chiquitos. **C.** Focos de calor activos están a 13,78 Km al oeste de la capital de San José de Chiquitos. **D.** Focos de calor activos están a 20,10 Km al este de la capital de San José de Chiquitos. Fuente de los datos: Global Forest Watch (2024).

Figura 2. Tendencia de alertas de fuego en San José de Chiquitos en los últimos años

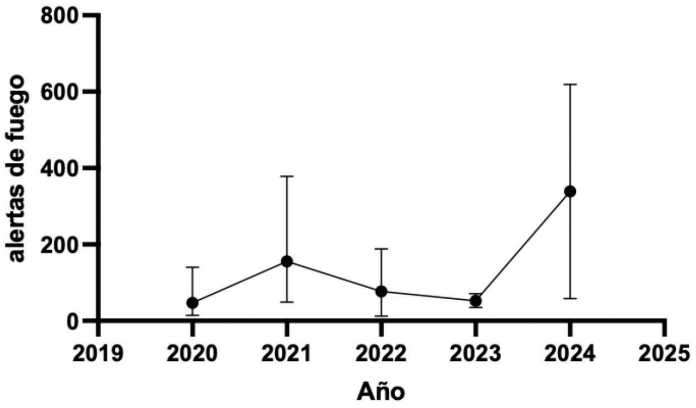


Tabla 1. Características demográficas de la población de estudio (N=35)

	Comunidad		
	Los Ciros (16)	**Pororó (19)**	**Total (35)**
Sexo			
Hombre	6 (37.5%)	6 (31.6%)	12 (34.3%)
Mujer	10 (62.5%)	13 (68.4%)	23 (65.7%)
Edad (años)	38.188 (18.534)	41.105 (20.994)	39.771 (19.674)
Es agricultor*			
No	13 (86.7%)	14 (77.8%)	27 (81.8%)
Si	2 (13.3%)	4 (22.2%)	6 (18.2%)
Tiempo en la comunidad (años)	22.929 (18.214)	24.508 (14.067)	23.771 (15.865)
Enfermedad de base*			
Ninguna	11 (68.8%)	14 (73.7%)	25 (71.4%)
Asma	1 (6.2%)	0 (0.0%)	1 (2.9%)
Diabetes	1 (6.2%)	1 (5.3%)	2 (5.7%)
Fiebre reumática	1 (6.2%)	0 (0.0%)	1 (2.9%)
Hipertensión	2 (12.5%)	3 (15.8%)	5 (14.3%)

** Datos faltantes; 1 por comunidad*

Tabla 2. Enfermedades de base y estado de salud

	Comunidad			
	Los Ciros (16)	**Pororó (19)**	**Total (35)**	**Valor p**
Peso (kg)	73.27 (16.298)	63.31 (8.875)	68.13 (13.745)	0.042
Talla (cm)	152.80 (31.260)	161.50 (5.993)	157.55 (21.586)	0.255
Temperatura (°C)*	35.82 (0.452)	35.70 (.)	35.81 (0.428)	0.804
Frecuencia cardiaca	81.00 (6.587)	72.64 (7.099)	76.82 (7.954)	0.003
Presión sistólica (mmHg)	134.79 (12.945)	113.93 (12.431)	124.36 (16.367)	<0.001
Presión diastólica (mmHg)	79.21 (14.911)	79.43 (11.022)	79.32 (12.867)	0.966

** Datos faltantes*

Factores asociados en la salud por la exposición de humo proveniente de los incendios forestales

La Tabla 3 detalla las afecciones asociadas a la exposición al humo. La irritación ocular fue el síntoma más reportado (85,7%), seguida del cansancio (82,9%), el dolor de garganta (80,0%), la irritación de las mucosas (77,1%) y la dificultad respiratoria (71,4%). Se observaron diferencias significativas en la presencia de dolor de garganta entre las comunidades (p=0,007), siendo más prevalente en Los Ciros.

En la Tabla 4 se describen las medidas adoptadas por la población para mitigar los factores asociados al humo. El uso de barbijos fue la medida más frecuente (63,6%), seguido por permanecer en interiores (54,5%) y el uso de paños húmedos (21,2%). Se encontraron diferencias significativas en el tipo de agua

Tabla 3. Afecciones agudas debidas a la exposición al humo

	Comunidad			
	Los Ciros (16)	**Pororó (19)**	**Total (35)**	**Valor p**
Dificultad respiratoria	12 (75.0%)	13 (68.4%)	25 (71.4%)	0.668
Días	9.667 (12.423)	. (.)	9.667 (12.423)	
Irritación*				
Mucosas	13 (81.2%)	14 (73.7%)	27 (77.1%)	0.595
Días	8.000 (6.633)	. (.)	8.000 (6.633)	
Garganta	16 (100.0%)	12 (63.2%)	28 (80.0%)	0.007
Días	6.333 (4.041)	. (.)	6.333 (4.041)	
Ojos	15 (93.8%)	15 (78.9%)	30 (85.7%)	0.213
Días	6.000 (1.414)	. (.)	6.000 (1.414)	.
Dolor de pecho*	9 (56.2%)	13 (68.4%)	22 (62.9%)	0.458
Días	3.000 (.)	. (.)	3.000 (.)	
Cansancio*	13 (81.2%)	16 (84.2%)	29 (82.9%)	0.817
Días	3.000 (.)	. (.)	3.000 (.)	
Sibilancias*	7 (43.8%)	7 (36.8%)	14 (40.0%)	0.678
Días	. (.)	. (.)	. (.)	
Tos*	9 (56.2%)	8 (42.1%)	17 (48.6%)	0.404
Días	5.000 (.)	. (.)	5.000 (.)	
Conjuntivitis*	5 (31.2%)	2 (10.5%)	7 (20.0%)	0.127
Días	3.000 (.)	. (.)	3.000 (.)	
Diarrea*	7 (43.8%)	4 (21.1%)	11 (31.4%)	0.150
Días	3.000 (0.000)	. (.)	3.000 (0.000)	.

** Datos faltantes*

Tabla 4. Cuidados tomados por los comunarios para mitigar los factores asociados al humo

	Comunidad			
	Los Ciros (16)	**Pororó (19)**	**Total (35)**	**Valor p**
Barbijo	11 (73.3%)	10 (55.6%)	21 (63.6%)	0.290
Paños húmedos	4 (28.6%)	3 (15.8%)	7 (21.2%)	0.375
Permanecer en interiores	8 (57.1%)	10 (52.6%)	18 (54.5%)	0.797
Equipo especial	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Consumo de agua				
Potable	16 (100.0%)	17 (89.5%)	33 (94.3%)	0.181
Pozo	10 (62.5%)	4 (21.1%)	14 (40.0%)	0.013
Rios	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Tanque	7 (46.7%)	0 (0.0%)	7 (20.6%)	<0.001
Botella	9 (56.2%)	2 (10.5%)	11 (31.4%)	0.004

consumida, destacando un mayor uso de agua de pozo en Los Ciros (62,5%) frente a Pororó (21,1%) (p=0,013). Las tablas suplementarias 2 y 3 exploran la relación entre las medidas de cuidado y la aparición de enfermedades respiratorias e irritaciones. No se observaron asociaciones estadísticamente significativas entre el uso de barbijos, el de paños húmedos o la permanencia en interiores y la reducción de síntomas respiratorios o de irritación. Sin embargo, el consumo de agua potable se mantuvo elevado en todas las categorías, lo que podría haber contribuido a mitigar parcialmente algunos factores adversos.

Discusión

Los incendios forestales han aumentado en frecuencia e intensidad en Bolivia en los últimos años, y el 2024 ha sido particularmente crítico, con una superficie devastada superior a la registrada en años anteriores[7, 8]. Araujo T. et al. en 2023 establecieron que los suelos son fuertemente afectados por los incendios, reduciendo su fertilidad y nivel de producción[6]. Asimismo, Mollinedo et al. (2020) señalan que los incendios en la Chiquitanía se asocian con la emergencia de enfermedades transmitidas por vectores y zoonóticas[14], lo que sugiere que sus efectos sobre la salud van más allá de los síntomas respiratorios agudos. Este fenómeno ha generado un alto riesgo para la salud de la población expuesta al humo, especialmente en comunidades rurales como Los Ciros, en San José de Chiquitos. La Organización Panamericana de la Salud reportó que Santa Cruz fue el departamento más afectado por los incendios en el año 2024[8], y San José de Chiquitos fue uno de los municipios con mayor número de hectáreas quemadas el mismo año[7]. En este estudio se evalúa el impacto de la contaminación del aire causada por incendios en la salud de la población. Un hallazgo importante de este estudio es que la mayoría de los participantes no eran agricultores ni presentaban una alta prevalencia de enfermedades de base, lo cual es relevante en el contexto de una población rural[15]. Sin embargo, Los Ciros presentó un estado basal de salud significativamente diferente al de Pororó. Los Ciros tenían un peso significativamente mayor y una prevalencia de enfermedades de base, aunque no significativa, mayor que la de Pororó. Esto demuestra que ambas poblaciones, a pesar de ser vecinas, tenían un comportamiento en su salud diferente. Se sabe que las poblaciones con antecedentes de enfermedades de base, principalmente respiratorias, suelen ser más vulnerables a la contaminación del aire[16, 17]. Estas diferencias podrían estar relacionadas con hábitos de vida, factores nutricionales o el acceso a servicios de salud en cada comunidad, lo que explicaría una mayor susceptibilidad a los factores asociados al humo.

Predominaron los síntomas de irritación (ojos 85,7%, garganta 80,0%, mucosas 77,1%), seguidos de los respiratorios (dificultad respiratoria 71,4%). Los Ciros presentó mayor frecuencia de la mayoría de ellos, aunque solo el dolor de garganta difirió significativamente (p=0,007). Esto respalda estudios que sugieren que un peor estado de salud basal puede agravar los factores asociados a la exposición al humo, mientras que una mejor condición de salud podría ofrecer cierta protección[4, 17]. Las diferencias entre comunidades son coherentes con la literatura que indica una mayor susceptibilidad en personas con comorbilidades y en otros grupos vulnerables, en los que el humo agrava los síntomas y el riesgo de descompensación[18]. En ese sentido, la evidencia respalda lo encontrado en este estudio, ya que la contaminación del aire por material particulado fino (PM2.5)[5], y otros compuestos derivados de la quema de biomasa está directamente relacionada con exacerbaciones de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como con efectos sistémicos que afectan de manera desproporcionada a niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas preexistentes[4, 5, 16, 18, 19].

Las estrategias de mitigación más utilizadas por la población fueron el uso de barbijos, la permanencia

en interiores y el uso de paños húmedos. Aunque estas medidas pueden proporcionar cierto grado de protección, su eficacia es limitada en escenarios de exposición prolongada y alta concentración de contaminantes[3, 20]. Un hallazgo interesante de este estudio fue la diferencia significativa en el tipo de agua consumida, con un mayor uso de agua de pozo en Los Ciros que en Pororó. Un hallazgo interesante de este estudio fue la diferencia significativa en el tipo de agua consumida, con un mayor uso de agua de pozo en Los Ciros que en Pororó. Aunque no se evaluó la calidad del agua ni se encontró asociación entre la fuente de agua y los síntomas, esta diferencia podría reflejar un acceso desigual a servicios básicos entre comunidades vecinas, un posible factor de vulnerabilidad que debería explorarse en futuros estudios. Las tablas suplementarias 2 y 3 analizaron la relación entre las estrategias de mitigación y la aparición de enfermedades respiratorias e irritaciones, sin encontrar asociaciones estadísticamente significativas entre el uso de barbijos, paños húmedos o permanecer en interiores y la reducción de síntomas, sin encontrar asociaciones estadísticamente significativas entre el uso de barbijos, paños húmedos o permanecer en interiores, medidas comúnmente recomendadas a la población expuesta al humo[21], y la presencia de síntomas. La efectividad de la protección personal depende en gran medida del tipo y del ajuste: los respiradores certificados (N95/P100) reducen de forma sustancial la exposición a PM2.5 frente a mascarillas de tela o quirúrgicas mal ajustadas[22]. En consecuencia, la respuesta comunitaria debería avanzar hacia un enfoque de protección en capas, mensajes claros para poblaciones vulnerables, provisión y ajuste adecuados de respiradores certificados y mejoras en la calidad del aire interior, junto con acceso a agua segura, para mitigar de manera más efectiva los efectos agudos del humo en futuros episodios.

Los resultados de este estudio subrayan la necesidad de fortalecer las estrategias de prevención y mitigación del impacto de los incendios forestales en la salud. Dado que los incendios forestales en Bolivia han aumentado, es crucial implementar políticas ambientales que regulen la expansión de la frontera agrícola y reduzcan la deforestación, factores principales que contribuyen a la recurrencia de estos eventos. Esta prioridad coincide con evidencia regional que vincula la expansión agropecuaria, la fragmentación del bosque y las sequías con una mayor probabilidad de incendios en la Chiquitanía y Santa Cruz[23]. La principal limitación de este estudio fue la falta de medición de la calidad del aire en ambas comunidades, lo que pudo haber sido determinante en el nivel de desarrollo de los factores asociados producidos por la exposición al humo. Sin embargo, dado que estas comunidades son vecinas, y debido a la gran contaminación ambiental en todo el departamento, se cree que ambas comunidades tuvieron el mismo nivel de exposición al humo. Además, estudios subrayan que la variabilidad espaciotemporal del humo dificulta atribuir efectos sin mediciones objetivas de PM2.5, lo que puede sesgar las estimaciones de efectos en estudios transversales[18]. Otra limitación fue el tamaño muestral reducido, lo cual pudo haber influido en nuestros análisis estadísticos. Sin embargo, este estudio tiene como objetivo describir los factores asociados del humo generado por los incendios forestales en las poblaciones más vulnerables. En próximas investigaciones, sería útil evaluar biomarcadores de exposición en la población afectada y analizar los efectos a largo plazo de la contaminación del aire sobre la salud. El biomonitoreo con metabolitos urinarios de PAH (OH-PAH) ha mostrado utilidad para cuantificar la exposición al humo, mientras que el levoglucosano urinario presenta un rendimiento inconsistente en condiciones reales[24, 25]. Asimismo, evaluar intervenciones como purificadores portátiles con filtros HEPA y salas comunitarias "limpias" es factible y ha demostrado beneficios en poblaciones vulnerables[26].

Conclusiones

El presente estudio concluye que una mejor salud basal confiere mayor resiliencia frente a exposiciones al humo, al disminuir la probabilidad de exacerbaciones y complicaciones agudas; por ello, la prevención no solo debe centrarse en reducir la exposición, sino también en mejorar el perfil de salud de las poblaciones vulnerables como componente estructural de la preparación ante incendios.

Contribución de los autores

GT estuvo a cargo de la recolección de datos; BARO y BNMS estuvieron a cargo del análisis e interpretación de los resultados; BNMS estuvo a cargo de la preparación del manuscrito preliminar. Todos los autores revisaron los resultados y aprobaron la versión final del manuscrito.

Financiamiento

Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Aprobación ética

El presente estudio obtuvo una aprobación del comité de Bioética de la Universidad Católica Boliviana San Pablo (Código: 049) como un análisis de datos secundarios.

Consentimiento informado

Todos los participantes aceptaron verbalmente la recolección de datos en la ficha epidemiológica, que no contenía información sensible ni personal.

Disponibilidad de datos

Los datos no están disponibles públicamente por razones éticas o de confidencialidad.

Uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este manuscrito, los autores utilizaron una herramienta de inteligencia artificial para mejorar la claridad y redacción del texto. Tras su uso, los autores revisaron y editaron el contenido según fue necesario, asumiendo plena responsabilidad por el contenido de la publicación.

Agradecimientos

Agradecemos al equipo de la carrera de medicina por las gestiones en la brigada médica, al equipo de la pastoral de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, a los docentes y estudiantes que fueron parte de la brigada, y a Hilary Aguilera y Gabriela Alfaro por su ayuda con el desarrollo del protocolo y la logística inicial del proyecto.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Abreviaturas

GFW	Global Forest Watch
PM2,5	Material particulado fino
PM10	Material particulado
FRP	Fire Radiative Power
UTC	Coordinated Universal Time
WGS84	World Geodetic System 1984
EPSG	European Petroleum Survey Group
GIS	Geographic Information System
CSV	Comma-Separated Values
VIIRS	Visible Infrared Imaging Radiometer Suite
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
AOI	Area of Interest
STROBE	Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

OH-PAH	Hydroxylated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
HEPA	High-Efficiency Particulate Air

Referencias

1. Maillard O, Vides-Almonacid R, Flores-Valencia M, Coronado R, Vogt P, Vicente-Serrano SM, et al. Relationship of forest cover fragmentation and drought with the occurrence of forest fires in the Department of Santa Cruz, Bolivia. *Forests*. 2020;11(9):910.
2. Global Forest Watch. Weekly fires alerts in Chiquitos, Santa Cruz, Bolivia [Internet]. 2024 [citado 2025 Feb 9]. Disponible en: https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/BOL/8/2/?location=WyJjb3VudHJ5IiwiQk9MIiwiOCIsIjIiXQ%3D%3D&map=eyJjYW5Cb3VuZCI6dHJ1ZX0%3D
3. Liu JC, Pereira G, Uhl SA, Bravo MA, Bell ML. A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environ Res*. 2015;136:120–32.
4. Balmes JR. The changing nature of wildfires: impacts on the health of the public. *Clin Chest Med*. 2020;41(4):771–6.
5. Gould CF, Heft-Neal S, Johnson M, Aguilera J, Burke M, Nadeau K. Health effects of wildfire smoke exposure. *Annu Rev Med*. 2024;75:277–92. https://doi.org/10.1146/annurev-med-052422-020909.
6. Araujo T, Navarro G. Impacto de los incendios forestales en el estado natural de suelos afectados en la Chiquitanía (Santa Cruz, Bolivia) y propuesta de índices para su evaluación. *Acta Nova*. 2023.
7. Fundación Tierra. Bolivia: el fuego consumió más de 10.1 millones de hectáreas [Internet]. 2024 Oct [citado 2025 Feb 9]. Disponible en: https://ftierra.org/index.php/medio-ambiente/1258-bolivia-el-fuego-consumio-mas-de-10-1-millones-de-hectareas-58-corresponden-a-bosques?highlight=WyJmdW5kYWNpXHUwMGYzbiIsImZ1bmRhY2lvbiIsImZ1bmRhY2lvbmVzIiwiZnVuZGFjaVx1MDBmM250aWVycmEiLCJmdW5kYWNpb250aWVycmEiLCJmdW5kYWNpb25zb2xvbiIsImZ1bmRhY2lvbmFsIiwidGllcnJhIiwidGllcnJhLXJlZ2lvbmFsIiwidGllcnJhcyJd
8. Pan American Health Organization. Informe de situación 2: incendios forestales, Bolivia [Internet]. Washington (DC): PAHO; 2024 [citado 2025 Feb 2]. Disponible en: https://www.paho.org/es/documentos/informe-situacion-2-incendios-forestales-bolivia-septiembre-2024
9. Ribeiro H. Queimadas de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos à saúde respiratória. *Rev Saude Publica* [Internet]. 2008 [citado 2025 Oct 2];42(2):370–6. Disponible en: https://www.scielo.br/j/rsp/a/CLL98Jd3TZpNGGDJQhFFQBB/abstract/?lang=pt
10. do Carmo CN, Hacon S de S. Estudos de séries temporais de poluição atmosférica por queimadas e saúde humana. *Cien Saude Colet* [Internet]. 2013 [citado 2025 Oct 2];18(11):3245–58. Disponible en: https://www.scielo.br/j/csc/a/nv6vyLLXsq3H7jCz6gyRnfx/?format=html&lang=pt
11. Fiedler NC, Ramalho AHC, Falcão RS, Menezes RAS, Biazatti LD. Emissão de gases tóxicos em incêndios florestais. *Ciencia Florestal* [Internet]. 2023 Aug 30 [citado 2025 Oct 2];33(3):e62965. Disponible en: https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/62965
12. Andersen L, Choque S, Muñoz Alvaro, Ortiz A, Olmos C, Argandoña F. *Impacto de los incendios en Bolivia: un análisis nacional*. Santa Cruz; 2023.
13. Fundación Tierra. *Reporte de incendios forestales en Bolivia*. 2024.

14. Mollinedo Z, Mollinedo S, Gironda W, Mollinedo R. Incendios en la Chiquitanía y emergencia de enfermedades transmitidas por vectores y zoonóticas. *Rev Med La Paz*. 2020;26(1):67–9.
15. Andersen LE, Valencia H. Trabajo no agrícola de las familias rurales en Bolivia: un análisis de determinantes y efectos. *Institute for Advanced Development Studies* [Internet]. 2010 [citado 2025 Oct 2]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/46467952_Trabajo_No_Agricola_de_las_Familias_Rurales_en_Bolivia_Un_Analisis_de_Determinantes_y_Efectos
16. Cascio WE. Wildland fire smoke and human health. *Sci Total Environ*. 2018;624:586–95.
17. Fadadu RP, Solomon G, Balmes JR. Wildfires and human health. *JAMA*. 2024;332(12):1011–2.
18. Reid CE, Brauer M, Johnston FH, Jerrett M, Balmes JR, Elliott CT. Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environ Health Perspect* [Internet]. 2016 [citado 2025 Oct 2];124(9):1334. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5010409/
19. Zheng J. Exposure to wildfires and health outcomes of vulnerable people: evidence from US data. *Econ Hum Biol*. 2023;51:101311.
20. Davis D, Roberts C, Williamson R, Kurz E, Barnes K, Behie AM, et al. Opportunities for primary health care: a qualitative study of perinatal health and wellbeing during bushfire crises. *Fam Pract*. 2023;40(3): 458–64.
21. Keegan SA, Rahman KM. Health protection messaging for populations susceptible to air pollution during landscape fire smoke events: an integrative review. *Rev Environ Health*. 2021;36(4):599–609.
22. Centers for Disease Control and Prevention. Wildland fire smoke [Internet]. Atlanta (GA): CDC; 2024 [citado 2025 Oct 2]. Disponible en: https://www.cdc.gov/niosh/outdoor-workers/about/wildfire-smoke.html
23. Devisscher T, Anderson LO, Aragão LEOC, Galván L, Malhi Y. Increased wildfire risk driven by climate and development interactions in the Bolivian Chiquitania, Southern Amazonia. *PLoS One* [Internet]. 2016 [citado 2025 Oct 2];11(9):e0161323. Disponible en: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161323
24. Wang T, Ku T, Xu J, Balogh BS, Csákó Z, Nyiri Z, et al. Levoglucosan and its isomers as markers and biomarkers of exposure to wood burning. *Toxics*. 2025;13(9):742.
25. Adetona O, Simpson CD, Li Z, Sjodin A, Calafat AM, Naeher LP. Hydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons as biomarkers of exposure to wood smoke in wildland firefighters. *J Expo Sci Environ Epidemiol* [Internet]. 2017 [citado 2025 Oct 2];27(1):78–83. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26555473/
26. Steinberg DI. In former smokers with COPD, HEPA and carbon filter air cleaners improved moderate exacerbations but not QoL. *Ann Intern Med* [Internet]. 2022 [citado 2025 Oct 2];175(7):JC78. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35785538/

Descargo de responsabilidad / Nota del editor

Las ideas, opiniones y datos expresados en este artículo son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente la posición de la revista Ciencia y Salud, del equipo editorial ni del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). La revista y sus editores no asumen responsabilidad por posibles daños derivados del uso de la información contenida en este artículo.

Tabla Suplementaria 1. Operacionalización de Variables

Variable	Tipo	Rol	Definición operacional	Escala	Categoría	Fuente
Comunidad	Categórica nominal	Independiente	Localidad de residencia del participante al momento de la brigada médica.	Nominal dicotómica	Los Ciros / Pororó	Ficha epidemiológica
Edad	Cuantitativa continua	Covariable	Edad en años cumplidos reportada por el participante.	Razón	Años	Ficha epidemiológica
Sexo	Categórica nominal	Covariable	Sexo biológico registrado durante la atención.	Nominal dicotómica	Hombre / Mujer	Ficha epidemiológica
Ocupación agrícola	Categórica nominal	Covariable	Participación habitual en actividades agrícolas.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Tiempo en la comunidad	Cuantitativa continua	Covariable	Tiempo de residencia habitual en la comunidad.	Razón	Años o tiempo reportado por el participante*	Ficha epidemiológica
Enfermedad de base	Categórica nominal	Covariable	Antecedentes médicos crónicos autorreportados.	Nominal politómica	Ninguna, Asma, Diabetes, Hipertensión, otras	Ficha epidemiológica
Peso	Cuantitativa continua	Covariable	Peso corporal medido durante el examen físico.	Razón	Kilogramos (kg)	Evaluación clínica
Talla	Cuantitativa continua	Covariable	Estatura medida durante el examen físico.	Razón	Centímetros (cm)	Evaluación clínica
Frecuencia cardíaca	Cuantitativa continua	Covariable	Número de latidos por minuto.	Razón	Latidos/ minuto	Evaluación clínica
Presión arterial sistólica	Cuantitativa continua	Covariable	Valor sistólico de la presión arterial.	Razón	mmHg	Evaluación clínica
Presión arterial diastólica	Cuantitativa continua	Covariable	Valor diastólico de la presión arterial.	Razón	mmHg	Evaluación clínica
Temperatura corporal	Cuantitativa continua	Covariable	Temperatura corporal medida al momento de la atención	Razón	°C	Evaluación clínica
Tos	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de tos posterior a la exposición al humo.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica y evaluación clínica

Variable	Tipo	Rol	Definición operacional	Escala	Categoría	Fuente
Dificultad respiratoria	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de dificultad respiratoria posterior a la exposición al humo.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica y evaluación clínica
Sibilancia	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de sibilancias posterior a la exposición al humo.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica y evaluación clínica
Número de síntomas respiratorios	Cuantitativa discreta	Dependiente	Conteo de síntomas respiratorios reportados.	Razón	0, 1–3, >3	Base analítica derivada
Irritación de mucosas	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de irritación nasal o de mucosas.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Dolor de garganta	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de odinofagia o irritación faríngea.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Irritación ocular	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de enrojecimiento, ardor o lagrimeo ocular.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Conjuntivitis	Categórica nominal	Dependiente	Diagnóstico clínico o sospecha de conjuntivitis.	Nominal dicotómica	Sí / No	Evaluación clínica
Dolor de pecho	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de dolor torácico posterior a la exposición al humo.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Cansancio	Categórica nominal	Dependiente	Sensación subjetiva de fatiga o agotamiento.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Diarrea	Categórica nominal	Dependiente	Presencia de evacuaciones líquidas o aumentadas en frecuencia.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Uso de barbijo	Categórica nominal	Independiente	Uso de mascarilla para reducir exposición al humo.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Uso de paños húmedos	Categórica nominal	Independiente	Uso de paños húmedos como medida de mitigación.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica
Permanecer en interiores	Categórica nominal	Independiente	Permanencia dentro del domicilio para evitar exposición.	Nominal dicotómica	Sí / No	Ficha epidemiológica

(continúa)

Tabla Suplementaria 1. Operacionalización de Variables *(continuación)*

Variable	Tipo	Rol	Definición operacional	Escala	Categoría	Fuente
Tipo de agua consumida	Categórica nominal	Covariable	Fuente principal de agua para consumo.	Nominal politómica	Potable, Pozo, Tanque, Botella	Ficha epidemiológica
Alertas de fuego (GFW)	Cuantitativa discreta	Indicador contextual	Número de alertas satelitales de incendio en el área de estudio.	Razón	Conteo de alertas	Global Forest Watch
Distancia al foco más cercano	Cuantitativa continua	Indicador contextual	Distancia geodésica entre la comunidad y el foco de calor activo más cercano.	Razón	Kilómetros (km)	Global Forest Watch / GIS

Tabla Suplementaria 2. Relación entre cuidados y enfermedades respiratorias

	Enfermedades respiratorias				
	Ninguno (3)	**1-3 (20)**	**>3 (15)**	**Total (38)**	**Valor p**
Barbijo	1 (33.3%)	14 (70.0%)	8 (61.5%)	23 (63.9%)	0.456
Paños húmedos	0 (0.0%)	5 (25.0%)	3 (23.1%)	8 (22.2%)	0.621
Permanecer en interiores	2 (66.7%)	9 (45.0%)	8 (61.5%)	19 (52.8%)	0.572
Equipo especial	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Consumo de agua					
Potable	3 (100.0%)	20 (100.0%)	13 (86.7%)	36 (94.7%)	0.198
Pozo	0 (0.0%)	6 (30.0%)	8 (53.3%)	14 (36.8%)	0.142
Rios	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Tanque	0 (0.0%)	4 (21.1%)	4 (26.7%)	8 (21.6%)	0.590
Botella	0 (0.0%)	6 (30.0%)	5 (33.3%)	11 (28.9%)	0.503

Todos los valores p se obtuvieron mediante el ensayo Pearson's chi squared
El total es 38 ya que había tres personas cuyo registro no reportaba la comunidad

Tabla Suplementaria 3. Relación entre cuidados e irritaciones

	Irritaciones				
	Ninguno (3)	**1-3 (28)**	**> 3 (7)**	**Total (38)**	**Valor p**
Barbijo	2 (66.7%)	17 (65.4%)	4 (57.1%)	23 (63.9%)	0.917
Paños húmedos	1 (33.3%)	5 (19.2%)	2 (28.6%)	8 (22.2%)	0.774
Permanecer en interiores	2 (66.7%)	14 (53.8%)	3 (42.9%)	19 (52.8%)	0.771
Equipo especial	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Consumo de agua					
Potable	3 (100.0%)	26 (92.9%)	7 (100.0%)	36 (94.7%)	0.686
Pozo	0 (0.0%)	10 (35.7%)	4 (57.1%)	14 (36.8%)	0.223
Rios	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Tanques	0 (0.0%)	5 (17.9%)	3 (50.0%)	8 (21.6%)	0.141
Botella	0 (0.0%)	9 (32.1%)	2 (28.6%)	11 (28.9%)	0.506

Todos los valores p se obtuvieron mediante el ensayo Pearson's chi squared
El total es 38 ya que había tres personas cuyo registro no reportaba la comunidad