

Efectos que produce la combustión de biomasa en la salud de los habitantes de las comunidades de Colpa Huacarís, Shitapampa y Santa Rosa Bajo del distrito de Chota, 2019

Effects of biomass combustion on the health of residents of the communities of Colpa Huacarís, Shitapampa and Santa Rosa Bajo in the district of Chota, 2019

¹Dr. Demetrio Cieza Yrigoín, ²M.Cs. Miriam Mercedes Hurtado Sempértegui, ³Lic. Enf. Oscar Fernando Campos Salazar, ⁴Ing. Dante Hartman Cieza León, ⁵ Karina Janeth Frías Chávez, ⁶ Leyla Yulisa Tarrillo Rojas.

¹Profesor Principal; Investigador de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050. Cajamarca - Perú

²Docente Asociado, Coinvestigador de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050. Cajamarca - Perú

^{3,4}Graduado de la Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050. Cajamarca - Perú

^{5,6}Estudiante de la Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050. Cajamarca - Perú

Resumen: Se realizó un estudio transversal en 200 residentes de Colpa Huacarís (n=80), Santa Rosa Bajo (n=62) y Shitapampa (n=58), distrito de Chota (Cajamarca), 2019. Se aplicó un cuestionario tipo ATS-DLD y la escala mMRC, y se realizaron pulsioximetría en reposo (SpO₂ mínima) y espirometría pre y post-broncodilatador. La exposición acumulada se estimó mediante el Índice de Exposición a Biomasa (IEB) y se categorizó en bajo (<50), medio (50–150) y alto (≥150). Se emplearon pruebas de Kruskal–Wallis y χ^2 , así como correlación de Spearman. La SpO₂ mínima y la disnea (mMRC) difirieron por nivel de IEB (H=21.82 y 46.06; ambos p<0.001). El IEB se asoció negativamente con la SpO₂ mínima (ρ =–0.199; p=0.005) y positivamente con mMRC (ρ =0.435; p<0.001). En la espirometría post-broncodilatador, el FEV₁ post disminuyó con mayor exposición (2.91 vs 2.00 L, bajo vs alto; H=33.17; p<0.001) y el IEB se correlacionó inversamente con FEV₁ post (ρ =–0.459) y con FEV₁/FVC post (ρ =–0.462), en ambos casos p<0.001. La obstrucción post-broncodilatador (FEV₁/FVC<0.70) aumentó por estrato de IEB (19.0%, 57.0% y 87.9%; p<0.001), y la desaturación (SpO₂<90%) difirió entre estratos (p=0.002). En conclusión, una mayor exposición acumulada al humo de biomasa se asocia con peor oxigenación, mayor disnea y menor función pulmonar post-broncodilatador, lo que respalda intervenciones sostenidas para reducir el humo intradomiciliario.

Palabras clave: biomasa; Chota; contaminación intradomiciliaria; espirometría; pulsioximetría; salud respiratoria

Abstract: A cross-sectional study was conducted among 200 residents of Colpa Huacarís (n=80), Santa Rosa Bajo (n=62), and Shitapampa (n=58) in the district of Chota (Cajamarca), 2019. An ATS-DLD-type questionnaire and the mMRC scale were administered, and resting pulse oximetry (minimum SpO₂) and pre- and post-bronchodilator spirometry were performed. Cumulative exposure was estimated using the Biomass Exposure Index (BEI; horas-año) and categorized as low (<50), medium (50–150), and high (≥150). Kruskal–Wallis and χ^2 tests were used, along with Spearman correlation. Minimum SpO₂ and dyspnea (mMRC) differed by BEI level (H=21.82 and 46.06; both p<0.001). BEI was negatively associated with minimum SpO₂ (ρ =–0.199; p=0.005) and positively associated with mMRC (ρ =0.435; p<0.001). On post-bronchodilator spirometry, post-bronchodilator FEV₁ decreased with higher exposure (2.91 vs 2.00 L, low vs high; H=33.17; p<0.001), and BEI correlated inversely with post-bronchodilator FEV₁ (ρ =–0.459) and post-bronchodilator FEV₁/FVC (ρ =–0.462), in both cases p<0.001. Post-bronchodilator airflow obstruction (FEV₁/FVC<0.70) increased across BEI strata (19.0%, 57.0%, and 87.9%; p<0.001), and desaturation (SpO₂<90%) differed between strata (p=0.002). In conclusion, greater cumulative exposure to biomass smoke is associated with poorer oxygenation, greater dyspnea, and reduced post-bronchodilator lung function, supporting sustained interventions to reduce household air pollution.

Keywords: biomass; Chota; household air pollution; pulse oximetry; respiratory health; spirometry

1. Introducción

La contaminación del aire en el hogar por la combustión de combustibles sólidos, como leña y residuos agrícolas, sigue siendo un problema prioritario de salud pública, especialmente en zonas rurales de países de ingresos bajos y medianos, ya que la exposición sostenida al humo intradomiciliario se asocia con enfermedad respiratoria crónica, incluida la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), además de otros desenlaces respiratorios relevantes (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2025; Torres-Duque et al., 2008). En América Latina y, en particular, en áreas rurales de los Andes peruanos, el uso de biomasa para cocinar suele concentrarse en ambientes con ventilación limitada, por lo que la evidencia epidemiológica ha mostrado que la exposición al humo de biomasa incrementa el riesgo de EPOC y bronquitis crónica, y que la carga tiende a ser mayor en mujeres debido a su participación predominante en las actividades de cocina (Torres-Duque et al., 2008; OMS, 2025). En contextos comunitarios como el distrito de Chota (Cajamarca) se requiere evidencia local que integre una medida acumulativa de exposición y una evaluación respiratoria objetiva mediante espirometría, junto con indicadores clínicos aplicables en campo como síntomas, disnea y oximetría, por ello, el objetivo del estudio fue evaluar la asociación entre la carga de exposición intradomiciliaria al humo de biomasa, estimada mediante un Índice de Exposición a Biomasa (IEB), y desenlaces respiratorios en habitantes de Colpa Huacarís, Shitapampa y Santa Rosa Bajo (Chota, Cajamarca) durante 2019.

2. Materiales y Métodos

2.1. Población, muestra y criterios de selección

La población incluyó residentes de Colpa Huacarís, Shitapampa y Santa Rosa Bajo (Chota, Cajamarca, Perú) durante 2019. Se incluyeron participantes con residencia habitual y antecedente de exposición intradomiciliaria por cocción con biomasa, y se excluyeron personas con contraindicación para espirometría o maniobras no aceptables/reproducibles. La muestra final fue de $n=200$.

2.2. Procedimientos de medición

La exposición intradomiciliaria al humo de biomasa y la sintomatología respiratoria se recolectaron mediante entrevista estructurada aplicada por personal entrenado, utilizando un cuestionario tipo ATS-DLD para el registro estandarizado de síntomas (American Thoracic Society, 1978). Como medida funcional, se evaluó la disnea mediante la escala mMRC; además, se realizó evaluación clínica y se registraron medidas antropométricas básicas para caracterizar a los participantes. La oxigenación periférica se midió con pulsioximetría en reposo, registrándose la SpO_2 mínima estable durante la medición. La función ventilatoria se evaluó con espirometría pre y post-broncodilatador, obteniéndose al menos tres maniobras aceptables y seleccionándose los mejores valores según criterios internacionales de aceptabilidad y reproducibilidad (Graham et al., 2019). Para la fase post-broncodilatador se administró un β_2 -agonista de acción corta y se repitió la prueba tras 15 minutos; adicionalmente, se consideró flujometría (PEF) pre/post y hemograma como evaluaciones complementarias de apoyo, con interpretación principalmente descriptiva. La exposición acumulada se cuantificó mediante el Índice de Exposición a Biomasa (IEB), expresado en hora-año y calculado como: $IEB = (\text{horas/día}) \times (\text{días/semana}/7) \times (\text{años de exposición})$, integrando intensidad y duración en una sola métrica para comparaciones internas. Para el análisis, el IEB se categorizó en bajo (<50), medio ($50-150$) y alto (≥ 150) horas-año, usando puntos de corte operativos coherentes con umbrales reportados para riesgo respiratorio crónico (≈ 60 horas-año) y con clasificaciones epidemiológicas que distinguen exposiciones altas a partir de rangos cercanos a 120 horas-año, lo que favorece el contraste biológico y epidemiológico esperado al aumentar la dosis acumulada (Sood, 2012; Mahesh et al., 2013; Falfán-Valencia et al., 2020; El Harch et al., 2024).

2.3. Tratamiento de datos y análisis

Se realizó control de calidad de datos y análisis descriptivo. La normalidad se evaluó mediante Shapiro-Wilk; las variables continuas se resumieron como mediana (P25-P75) y las categóricas como frecuencias y porcentajes. Para comparar desenlaces entre categorías de IEB se empleó Kruskal-Wallis (continuas) y χ^2 (categóricas). La asociación entre IEB (continuo) y variables clínicas/funcionales se exploró con correlación de Spearman. Se consideró significativo $p < 0.05$.

3. Resultados

3.1. Descripción de la muestra

Se analizaron 200 participantes de tres comunidades rurales del distrito de Chota: Colpa Huacarís (n=80; 40.0%), Santa Rosa Bajo (n=62; 31.0%) y Shitapampa (n=58; 29.0%). Predominó el sexo femenino (79.0%). La edad mediana global fue 37.5 años (P25–P75: 24.0–53.2) y el IMC mediano 23.8 (P25–P75: 21.5–26.3).

Tabla 1. Características de la muestra (n = 200).

Comunidad	n	Mujer n (%)	Hombre n (%)	Edad (años) mediana [P25–P75]	IMC mediana [P25–P75]
Colpa Huacarís	80	67 (83.8%)	13 (16.2%)	36.0 [22.0–56.2]	23.7 [22.0–25.8]
Santa Rosa Bajo	62	48 (77.4%)	14 (22.6%)	40.5 [23.0–53.8]	24.9 [22.8–26.8]
Shitapampa	58	43 (74.1%)	15 (25.9%)	37.0 [26.2–51.8]	23.0 [21.1–24.8]
Total	200	158 (79.0%)	42 (21.0%)	37.5 [24.0–53.2]	23.8 [21.5–26.3]

Valores presentados como n (%) o mediana [P25–P75] según corresponda.

En el total de la muestra, los años de exposición presentaron una mediana de 26 (P25–P75: 11–42), las horas/día una mediana de 4.5 (P25–P75: 3.5–5.5) y los días/semana una mediana de 6 (P25–P75: 5–7). El IEB mostró una mediana de 87.3 (P25–P75: 43.2–161.3). Para el análisis comparativo, el IEB se categorizó en bajo (<50), medio (50 a <150) y alto (≥150).

Tabla 2. Distribución del IEB por comunidad.

Comunidad	n	Años biomasa Mediana [P25– P75]	Horas/día Mediana [P25–P75]	Días/semana Mediana [P25–P75]	IEB Mediana [P25–P75]	% Bajo	% Me- dio	% Alto
Colpa Huacarís	80	24 [9–44]	4.5 [3.5–5.5]	6 [5–7]	75.0 [36.1–171.1]	38.8%	31.2%	30.0%
Santa Rosa Bajo	62	27 [12–42]	4.5 [3.5–5.5]	6 [5–7]	97.0 [51.7–168.5]	24.2%	45.2%	30.6%
Shitapampa	58	26 [11–40]	4.5 [3.6–5.5]	6 [6–6]	105.1 [43.4–153.0]	29.3%	44.8%	25.9%
Total	200	26 [11–42]	4.5 [3.5–5.5]	6 [5–7]	87.3 [43.2–161.3]	31.5%	39.5%	29.0%

IEB = índice de exposición a biomasa (horas-año).

3.2. Síntomas respiratorios según exposición (IEB) y comunidad

La tos crónica, flema crónica y sibilancias en 12 meses mostraron mayor frecuencia en el estrato de IEB alto respecto al estrato bajo (tos: 60.3% vs 38.1%; flema: 51.7% vs 28.6%; sibilancias: 32.8% vs 20.6%). La IRA en los últimos 10 días no evidenció un patrón creciente por estrato de IEB (25.4% en IEB bajo; 17.7% en IEB medio; 22.4% en IEB alto). Por comunidad, la tos crónica fue más frecuente en Colpa Huacarís (55.0%) y Santa Rosa Bajo (46.8%) que en Shitapampa (31.0%). La flema crónica fue mayor en Colpa Huacarís (41.2%) que en Santa Rosa Bajo (29.0%) y Shitapampa (34.5%). La IRA de 10 días mostró frecuencias similares entre comunidades (20.0%–22.6%).

Tabla 3. Síntomas respiratorios por nivel de IEB y por comunidad.

Nivel IEB	n	Tos crónica	Flema crónica	Sibilancias 12m	IRA 10d	Sospecha EPOC sintomática
Alto	58	35 (60.3%)	30 (51.7%)	19 (32.8%)	13 (22.4%)	36 (62.1%)
Medio	79	32 (40.5%)	23 (29.1%)	17 (21.5%)	14 (17.7%)	16 (20.3%)
Bajo	63	24 (38.1%)	18 (28.6%)	13 (20.6%)	16 (25.4%)	0 (0.0%)

Valores expresados como n (%). IEB = índice de exposición a biomasa.

3.3. Disnea (mMRC) y oxigenación (SpO₂ mínima) según IEB

Se identificaron diferencias por estrato de IEB tanto en la SpO₂ mínima ($H = 21.82$, $p < 0.001$) como en la escala mMRC ($H = 46.06$, $p < 0.001$). La SpO₂ mínima mostró medianas de 89.0 (88.0–93.0) en IEB bajo, 92.0 (89.0–94.0) en IEB medio y 88.0 (88.0–91.0) en IEB alto. Para mMRC, las medianas fueron 1.0 (0.0–2.0) en IEB bajo, 1.0 (1.0–2.0) en IEB medio y 2.0 (1.25–4.0) en IEB alto. En correlación de Spearman, el IEB se asoció de forma negativa con SpO₂ mínima ($\rho = -0.199$, $p = 0.005$) y de forma positiva con mMRC ($\rho = 0.435$, $p < 0.001$).

Tabla 4. SpO₂ mínima y disnea (mMRC) por nivel de IEB.

Variable	IEB Bajo (n=63) Mediana	IEB Medio (n=79) Mediana	IEB Alto (n=58) Mediana	Kruskal–Wallis H (gl=2)	P	Spearman ρ (IEB continuo)	P
SpO ₂ mínima	89.0 (88.0–93.0)	92.0 (89.0–94.0)	88.0 (88.0–91.0)	21.82	< .001	-.199	.005
mMRC	1.0 (0.0–2.0)	1.0 (1.0–2.0)	2.0 (1.25–4.0)	46.06	< .001	.435	< .001

H = Kruskal–Wallis; ρ = Spearman; P25–P75 = percentiles 25–75; gl=grados de libertad.

Los resultados indican que la exposición acumulada al humo intradomiciliario de biomasa, medida por el IEB, se asocia con peor estado respiratorio. Entre estratos de IEB se observaron diferencias significativas en SpO₂ mínima y en disnea (mMRC) ($p < 0.001$ en ambos casos), con menor oxigenación y mayor disnea en el grupo de IEB alto (SpO₂ mediana 88.0%; mMRC mediana 2.0) respecto a los estratos bajo y medio (mMRC mediana 1.0). De forma concordante, el análisis con IEB continuo mostró asociación negativa con SpO₂ mínima ($\rho = -0.199$) y positiva, de mayor magnitud, con mMRC ($\rho = 0.435$), reforzando un gradiente dosis–respuesta clínicamente relevante y la necesidad de intervenciones sostenidas para reducir la exposición crónica en comunidades rurales.

3.4. Espirometría post-broncodilatador y desenlaces por IEB

En la espirometría post-broncodilatador (post-BD) se observaron diferencias significativas por nivel de exposición (IEB) en FEV₁ post ($H = 33.17$; $p < 0.001$), FVC post ($H = 17.71$; $p < 0.001$) y en el cociente FEV₁/FVC post ($H = 46.84$; $p < 0.001$). El FEV₁ post mostró un gradiente descendente con el incremento del IEB, con medianas de 2.91 L (2.44–3.19) en IEB bajo, 2.57 L (1.90–3.10) en IEB medio y 2.00 L (1.54–2.55) en IEB alto. De manera concordante, el análisis con IEB continuo evidenció una asociación inversa entre exposición y función, con correlaciones negativas para FEV₁ post ($\rho = -0.459$; $p < 0.001$) y para FEV₁/FVC post ($\rho = -0.462$; $p < 0.001$), lo que indica menor desempeño ventilatorio a mayor exposición acumulada.

Dado que el descenso del cociente FEV₁/FVC se vincula con limitación obstructiva, se evaluaron además desenlaces categóricos clínicamente relevantes por estrato de IEB. La obstrucción post-BD (FEV₁/FVC post < 0.70) aumentó de forma marcada entre los estratos (19.0%, 57.0% y 87.9% en IEB bajo, medio y alto, respectivamente; $\chi^2 = 58.15$; $p < 0.001$). La desaturación (SpO₂ mínima $< 90\%$) también difirió por nivel de exposición (50.8%, 34.2% y 63.8%; $\chi^2 = 12.04$; $p = 0.002$). Finalmente, la respuesta broncodilatadora positiva (BD+), definida según ERS/ATS 2022 como cambio $> 10\%$ del valor predicho en FEV₁, fue más frecuente en el estrato de menor exposición y disminuyó en los estratos medio y alto (41.3%, 13.9% y 10.3%; $\chi^2 = 21.55$; $p < 0.001$). En conjunto, estos hallazgos muestran un gradiente consistente entre mayor exposición acumulada a biomasa y peor desempeño espirométrico post-BD, acompañado de mayor frecuencia de obstrucción y desaturación (Tabla 5).

Tabla 5. Síntomas respiratorios por nivel de IEB y por comunidad.

146

Nivel IEB	n	FEV ₁ post-BD (L), mediana (P25–P75)	FVC post-BD (L), mediana (P25–P75)	FEV ₁ /FVC post-BD, mediana (P25–P75)	Obstrucción post-BD, n/N (%)	Desaturación, n/N (%)	BD positivo, n/N (%)
Alto (≥150)	58	2.00 (1.54–2.55)	3.44 (2.41–4.09)	0.606 (0.547–0.670)	51/58 (87.9%)	37/58 (63.8%)	6/58 (10.3%)
Medio (50–<150)	79	2.57 (1.90–3.10)	4.09 (3.63–4.52)	0.684 (0.505–0.732)	45/79 (57.0%)	27/79 (34.2%)	11/79 (13.9%)
Bajo (<50)	63	2.91 (2.44–3.19)	3.92 (3.38–4.28)	0.732 (0.708–0.798)	12/63 (19.0%)	32/63 (50.8%)	26/63 (41.3%)

Los parámetros continuos de espirometría post-broncodilatador (post-BD) se reportan como mediana (P25–P75) para FEV₁ post-BD (L), FVC post-BD (L) y el cociente FEV₁/FVC post-BD. Los desenlaces dicotómicos se presentan como n/N (%): obstrucción post-BD (FEV₁/FVC post-BD < 0.70), desaturación (SpO₂ mínima < 90%) y BD positivo según ERS/ATS 2022 (Δ FEV₁/FEV₁(teórico) > 10%). P25–P75 = percentiles 25–75; n = número de casos; N = total evaluado en cada estrato.

4. Discusión

151

En estas comunidades rurales de Chota, la mayor exposición intradomiciliaria acumulada a humo de biomasa (IEB) se asoció con peor estado respiratorio, evidenciado por menor SpO₂ mínima, mayor disnea (mMRC) y menor desempeño espirométrico post-broncodilatador, además, la frecuencia de obstrucción post-BD aumentó claramente con el nivel de exposición. Este patrón es consistente con un gradiente dosis–respuesta y coincide con la evidencia que vincula el uso doméstico de biomasa con mayor carga de síntomas y alteraciones ventilatorias en poblaciones expuestas crónicamente (Torres-Duque et al., 2008; Sood, 2012; Mahesh et al., 2013). El empleo del IEB como métrica acumulativa (horas-año) permitió integrar intensidad y duración de exposición, facilitando comparaciones internas entre participantes con distintos perfiles de exposición. Desde un enfoque biológico, el humo de biomasa contiene material particulado y compuestos irritantes capaces de inducir inflamación, estrés oxidativo y remodelación de la vía aérea, mecanismos plausibles para la reducción de FEV₁ y del cociente FEV₁/FVC, así como para el deterioro del intercambio gaseoso reflejado en la SpO₂ (Torres-Duque et al., 2008). En cuanto a la respuesta broncodilatadora (BD+) definida con criterios ERS/ATS, su interpretación debe ser prudente, ya que no define por sí misma un diagnóstico etiológico y puede reflejar heterogeneidad clínica y funcional en un contexto comunitario (Stanojevic et al., 2022).

Este estudio presenta limitaciones propias del diseño transversal, por lo que no permite inferir causalidad; asimismo, la ausencia de LLN impidió el uso de valores de referencia para clasificar obstrucción con criterios basados en distribución, y el uso de un corte fijo (FEV₁/FVC <0.70) puede variar en su desempeño según la edad. Adicionalmente, las evaluaciones se realizaron en contexto de pandemia, lo que pudo afectar la participación comunitaria y la disponibilidad de los residentes; además, al ejecutarse en horarios coincidentes con la jornada laboral, muchos varones no se encontraban en el domicilio, por lo que es plausible una sobrerrepresentación de personas con mayor permanencia intradomiciliaria y potencialmente mayor exposición, pese a ello, se considera a este grupo etario de mayor relevancia epidemiológica y clínica, por lo que su evaluación adquiere carácter prioritario dentro del diseño metodológico. El estudio se fortaleció mediante procedimientos estandarizados para espirometría y mediciones objetivas de oxigenación, con criterios de calidad reconocidos internacionalmente (Graham et al., 2019).

En términos de salud pública, los hallazgos respaldan intervenciones sostenidas para reducir el humo intradomiciliario (mejoras en cocinas, ventilación y prácticas domésticas) y estrategias de tamizaje comunitario, mientras que futuros estudios longitudinales y con referencia fisiológica (LLN) permitirán precisar magnitud, temporalidad y posibles factores de confusión.

5. Conclusiones

179

En conclusión, la exposición acumulada al humo de biomasa (IEB) se vinculó de manera robusta con un perfil de compromiso respiratorio en estas comunidades, caracterizado por menor oxigenación, mayor disnea y deterioro de la función pulmonar post-broncodilatador. La evidencia central proviene de la marcada diferenciación por estratos de IEB en SpO₂ mínima y mMRC (H=21.82 y H=46.06; ambos p<0.001), junto con asociaciones monotónicas entre exposición y desenlaces: IEB–SpO₂ mínima (q=–0.199; p=0.005) e IEB–mMRC (q=0.435; p<0.001). En concordancia, la espirometría post-broncodilatador mostró un descenso significativo del FEV₁ con mayor exposición (2.91 vs 2.00 L, bajo vs alto; H=33.17; p<0.001) y correlaciones inversas del IEB con FEV₁ post (q=–0.459; p<0.001) y con FEV₁/FVC post (q=–0.462; p<0.001). Finalmente, la obstrucción post-broncodilatador (FEV₁/FVC<0.70) se incrementó de forma pronunciada a lo largo del gradiente de exposición (19.0%, 57.0% y 87.9%; p<0.001) y la

desaturación ($\text{SpO}_2 < 90\%$) también difirió entre estratos ($p=0.002$), configurando un patrón compatible con efecto dosis–respuesta. En conjunto, estos hallazgos sustentan la prioridad de intervenciones sostenidas orientadas a reducir la contaminación intradomiciliaria, mediante tecnologías de cocción más limpias y mejoras de ventilación, y a fortalecer el tamizaje respiratorio en poblaciones de alta exposición.

6. Patentes

Contribuciones de los Autores: Conceptualización, D.C.Y.; metodología, D.C.Y.; software, D.H.C.L.; validación, D.H.C.L.; análisis formal, D.H.C.L.; investigación, D.C.Y., M.M.H.S., O.F.C.S., D.H.C.L., K.J.F.C. y L.Y.T.; recursos, Universidad Nacional de Cajamarca (Canon Minero); curación de datos, K.J.F.C. y L.Y.T.; redacción: preparación del borrador original, K.J.F.C. y L.Y.T.; redacción: revisión y edición, D.C.Y.; visualización, K.J.F.C. y L.Y.T.; supervisión, D.C.Y.; administración de proyectos, D.C.Y., M.M.H.S. y O.F.C.S.; adquisición de financiación, D.C.Y., M.M.H.S. y O.F.C.S. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiación: Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional de Cajamarca, mediante fondos concursables provenientes del Canon Minero, Sobrecanon y Regalías Mineras, Proyecto PCM-ENF-006-18, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N.º 2879-2018-UNC.

Aspectos Éticos: El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki y contó con autorización institucional para su ejecución en campo, aprobado mediante resolución de Consejo Universitario número 2879-2018-UNC con fecha 25 de octubre del 2018, código de proyecto PCM-ENF-006-18. Se garantizó confidencialidad mediante codificación, pseudónimos y supresión de datos identificables. La participación fue voluntaria y se permitió el retiro en cualquier momento.

Declaración de Consentimiento Informado: Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio.

Agradecimientos: Se agradece a los pobladores de Colpa Huacarís, Shitapampa y Santa Rosa Bajo por su participación, así como a las autoridades locales y al personal que brindó apoyo logístico para la coordinación comunitaria y la recolección de datos.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito; o en la decisión de publicar los resultados.

Referencias

1. American Thoracic Society. (1978). ATS-DLD-78A respiratory symptom questionnaire (adult). American Thoracic Society.
2. El Harch, I. E. L., Garcia-Larsen, V., Benmaamar, S., Nejari, C., El Biaze, M. E., Benjelloun, M. C., & El Rhazi, K. E. L. (2024). Association between biomass exposure and COPD occurrence in Fez, Morocco: Results from the BOLD study. *BMJ Open Respiratory Research*, 11(1), e002409. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2024-002409>
3. Falfán-Valencia, R., Ramírez-Venegas, A., Pérez Lara-Albisua, J. L., Ramírez-Rodríguez, S. L., Márquez-García, J. E., Buendía-Roldan, I., Gayosso-Gómez, L. V., Pérez-Padilla, R., & Ortiz-Quintero, B. (2020). Smoke exposure from chronic biomass burning induces distinct accumulative systemic inflammatory cytokine alterations compared to tobacco smoking in healthy women. *Cytokine*, 131, 155089. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2020.155089>
4. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2025). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: 2025 report (Version 1.0, 15 November 2024). <https://goldcopd.org>
5. Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., & Thompson, B. R. (2019). Standardization of spirometry 2019 update: An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 200(8), e70–e88. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
6. Mahesh, P. A., Jayaraj, B. S., Prabhakar, A. K., Chaya, S. K., & Vijaysimha, R. (2013). Identification of a threshold for biomass exposure index for chronic bronchitis in rural women of Mysore district, Karnataka, India. *Indian Journal of Medical Research*, 137(1), 87–94.
7. Organización Mundial de la Salud. (2014). WHO guidelines for indoor air quality: Household fuel combustion. Organización Mundial de la Salud. <https://iris.who.int/handle/10665/144309>
8. Organización Mundial de la Salud. (2025, 16 de diciembre). Contaminación del aire doméstico y salud. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
9. Stanojevic, S., Kaminsky, D. A., Miller, M. R., Thompson, B. R., Aliverti, A., Barjaktarevic, I., Cooper, B. G., Culver, B., Derom, E., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Leuppi, J. D., MacIntyre, N., McCormack, M., Rosenfeld, M., & Swenson, E. R. (2022). ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *European Respiratory Journal*, 60(1), 2101499. <https://doi.org/10.1183/13993003.01499-2021>
10. Sood, A. (2012). Indoor fuel exposure and the lung in both developing and developed countries: An update. *Clinics in Chest Medicine*, 33(4), 649–665. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2012.08.003>

-
11. Sunjaya, A., Poulos, L., Reddel, H., & Jenkins, C. (2022). Qualitative validation of the modified Medical Research Council (mMRC) dyspnoea scale as a patient-reported measure of breathlessness severity. *Respiratory Medicine*, 203, 106984. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.106984>
 12. Torres-Duque, C., Maldonado, D., Pérez-Padilla, R., Ezzati, M., & Viegi, G. (2008). Biomass fuels and respiratory diseases: A review of the evidence. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 5(5), 577–590. <https://doi.org/10.1513/pats.200707-100RP>