

“IMPACTO DE LAS ESTUFAS MEJORADAS (PATSARI) SOBRE LA SALUD RESPIRATORIA EN NIÑOS MENORES DE CINCO AÑOS”

Karina Ramírez¹, Astrid Schilman¹, Horacio Riojas¹, Efraín Navarro²

¹Departamento de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), Cuernavaca, Morelos.

² Hospital Infantil de México Federico Gómez, México.

RESUMEN

Antecedentes: La exposición al humo de leña por el uso doméstico de combustibles sólidos se ha identificado como un factor de riesgo para infecciones respiratorias agudas (IRAs) en los niños menores de cinco años (< 5). Una de las opciones para reducir esta exposición es el uso de estufas eficientes de leña, pero existe poca información acerca del impacto en la salud respiratoria de los niños menores de cinco años.

Objetivo: El presente estudio evaluó el impacto de la introducción de las estufas mejoradas de leña “PATSARI” en la incidencia de los signos y síntomas respiratorios en niños menores de cinco años.

Métodos: Para lograr el objetivo se llevo a cabo el análisis de un programa de intervención comunitaria realizado entre el 2005 y 2006, en 6 localidades del estado de Michoacán, cuyas viviendas usaban leña como combustible doméstico. La estufa Patsari se instaló al inicio (grupo intervención) o al final (grupo control) del periodo de estudio después de una asignación aleatoria realizada en cada una de las localidades. Los niños menores de 5 años

de las viviendas participantes fueron seguidos. Durante cada visita se entrevistó a la madre de cada niño sobre los signos y síntomas respiratorios presentes en el niño, con recordatorio de 15 días. Se preguntó también el tipo de estufa que utilizó para cocinar. Se construyeron modelos longitudinales para estimar la asociación entre el uso de la estufa Patsari y los signos y síntomas respiratorios.

Resultados: Debido a la falta de adherencia, se realizó el análisis considerando el uso de la estufa reportado por las madres de los niños. La tasa de incidencia para IRAs superiores con fiebre e IRAs superiores (9.55 y 11.76 episodios por año niño en riesgo respectivamente) en los niños de madres usuarias de estufa Patsari fue menor comparando con aquellas tasas observadas en los niños de las usuarias de fogón (10.90 y 13.58 episodios por año en riesgo respectivamente).

Los niños de las usuarias de la estufa Patsari, tienen menor riesgo de presentar secreción nasal (Riesgos Relativos (RR) =0.90, IC 95% 0.79, 1.04), congestión nasal (RR= 0.90, IC 95% 0.71, 1.12), fiebre (RR= 0.90, IC 95% 0.74, 1.08), IRAs superiores (RR= 0.91, IC 95% 0.80, 1.04) e IRAS superiores con fiebre (RR=0.92, IC 95% 0.82, 1.03) en comparación a los niños de las usuarias del fogón, con tendencia a la significancia estadística

Conclusiones: El uso de la estufa Patsari presenta un efecto protector marginal sobre la incidencia de algunos signos y síntomas respiratorios en los niños.

Palabras clave: combustibles sólidos, contaminación intramuros, estufa Patsari, IRAs, niños.

INTRODUCCIÓN

Ancestralmente los combustibles sólidos (leña, carbón, estiércol y desechos agrícolas), quemados de manera ineficiente en fogones abiertos, han sido utilizados para cocinar y dar calefacción en las viviendas. En la actualidad, a nivel mundial, más de tres mil millones de personas utilizan este tipo de combustibles, particularmente en los países en desarrollo (1).

En México, el Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en el 2010, indica que hay 16, 288, 798 de viviendas que utilizan leña como su principal combustible para cocinar, generalmente en las zonas rurales (2), mientras que otros cálculos más precisos hablan de alrededor de 27 millones de usuarios de leña reportados (3). El uso y la disponibilidad de la leña varían de acuerdo al tamaño de la localidad de residencia. En zonas con menos de 2,500 habitantes el porcentaje de usuarios de leña es del 49%, mientras que en localidades con 2,500 a 100, 000 habitantes, este porcentaje es alrededor de 24.5 % (2). Los estados con mayor consumo de leña reportados, son: Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (4), generalmente la leña utilizada es recolectada de las selvas o bosques, labor realizada principalmente por las mujeres y niños, o bien es comprada en los mercados de la localidad. El consumo promedio de leña per cápita va de los 2.0 a 3.0 kg por día (5), lo que representa un consumo de 4.6 toneladas anuales por familia.

Durante la quema de la leña en el fogón, se genera gran cantidad de humo, debido a una combustión incompleta (6). El humo se encuentra compuesto principalmente por gases: dióxido de carbono (CO₂) monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), hidrocarburos como el benceno, aldehídos (formaldehído) y material particulado (partículas respirables (PM₁₀) y partículas finas (PM_{2.5})), e hidrocarburos aromáticos policíclicos como

el benzo(a)pireno. Dado que los fogones abiertos no cuentan normalmente con una chimenea que expulse el humo al exterior de la vivienda, éste permanece en el interior de las cocinas. Una vez inhalados, los diferentes contaminantes pueden causar desde una irritación, hasta asfixia, mutagénesis, carcinogénesis o neurotoxicidad (7). La concentración de estos contaminantes en el interior de la vivienda varía de acuerdo con el tipo de combustible utilizado, características de la vivienda, ventilación, prácticas de cocinado y estación del año (7, 8, 9), alcanzando niveles muy por arriba de los máximos permisibles establecidos en la normatividad para protección de la salud. En los países en desarrollo, la contaminación del aire de interiores por el uso de combustibles sólidos, representa el 2.7% de la carga mundial de morbilidad (1).

La principal población expuesta al humo de leña son las mujeres y los niños <5 años (1). Los niños son vulnerables y tienen un riesgo mayor de presentar efectos en la salud respiratoria (IRAs, asma, neumonía) por estar en crecimiento y tener un sistema inmune y respiratorio en desarrollo (10, 11).

Las IRAs son definidas como la evolución en menos de 15 días de alguno de los signos o síntomas respiratorios (tos, rinorrea, disfonía, dificultad respiratoria) (12) y son un importante problema de salud pública en niños <5 años, presentando entre 3 y 5 episodios anuales en zonas rurales y entre 5 y 9 en zonas urbanas (13). Ocupan el primer lugar en morbilidad y el tercero en mortalidad, después de asfixia y trauma al nacimiento y malformaciones congénitas del corazón, para este grupo de edad (14, 15).

Las IRAs de acuerdo a su localización se clasifican en: IRAs superiores o altas (sinusitis, amigdalitis, otitis media, resfriado común, rinofaringitis, influenza, faringoamigdalitis), e IRAs inferiores o bajas (bronquitis, bronquiolitis, neumonía) (16).

En niños <5 años, entre el 70% y el 90% de las IRAs son producidas por virus y los más frecuentes son: *Rhinovirus*, *Influenza*, *Parainfluenza*, *Adenovirus*, Virus sincicial respiratorio, (12, 17). Las IRAs de origen viral, como la rinofaringitis y faringitis, ocurren durante todo el año y son las más comunes en niños menores de dos años. En cuanto a las IRAs de etiología bacteriana, la faringoamigdalitis se presenta mayormente en niños entre tres meses a cuatro años, la otitis media, principalmente en niños entre los seis y 36 meses y la sinusitis aguda es rara en los menores de tres años (16, 18).

El 42% de las IRAs inferiores y el 24% para las IRAs de las superiores y otitis, son atribuidas a causas ambientales como son el uso de combustibles sólidos en los hogares, humo de tabaco, contaminación del aire exterior) (19).

A los diferentes factores de riesgo para IRAs se les puede atribuir la siguiente fracción: el bajo peso al nacer (15%), el ambiente fuera de la casa (10%), ambiente dentro de la casa (75%), la vacunación (25%), la vitamina A (10%), nutrición (33%), lactancia materna (3%), las enfermedades malaria, SIDA, tosferina, sarampión (30%) y el manejo de la enfermedad (65%) (20). Otros factores de riesgo documentados en los estudios epidemiológicos incluyen: bajo nivel socioeconómico, hacinamiento, falta de acceso a los servicios de salud, las alergias, exposición al humo de tabaco, la edad, el género, la edad y escolaridad de la madre (20, 21). La contaminación del aire intramuros por combustibles sólidos es un factor de riesgo significativo para las IRAs bajas (riesgo relativo 2.3, IC 95% 1.9, 2.7), en niños menores < 5 años (7, 22). La sustitución del fogón tradicional abierto por nuevas tecnologías más eficientes para cocinar, ha sido una opción para reducir la contaminación intramuros, así como para disminuir el consumo de leña. En México, el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (GIRA) y el Centro de

Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM (CIEco), implementan desde hace muchos años el Proyecto Patsari, y en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). En el estado de Michoacán han realizado trabajos de evaluación, monitoreo y difusión de estufas eficientes de leña, las cuales se han adaptado y modificado a través del tiempo de acuerdo a las necesidades de las usuarias (23, 24).

La estufa Patsari, que en la lengua purépecha significa “la que guarda”, ha sido desarrollada en la región Purépecha de Michoacán y difundida en más de 20 estados de México, un proyecto previo, del cual se deriva este estudio, demostró el impacto positivo de esta intervención en la función pulmonar y en signos y síntomas respiratorios en mujeres (25).

La estufa Patsari ha sido difundida principalmente en los estados de Michoacán, Chiapas, Sonora, Sinaloa, Estado de México, San Luis Potosí, Guerrero, con resultados alentadores en la disminución de la concentración de contaminantes en el interior de la vivienda (6, 25, 26, 27).

Varios estudios han evaluado la asociación de los riesgos en la salud respiratoria y el uso de combustibles sólidos en niños <5 años (28, 29, 30, 31, 32, 33). Sin embargo, la información acerca del impacto de las estufas eficientes en la salud, ha sido estudiada ampliamente en mujeres (25, 26, 34, 35, 36, 37, 38), pero en los niños <5 años, la información es limitada (26, 37, 39, 40). El objetivo general de este estudio es evaluar el impacto de las estufas Patsari en la incidencia de los signos y síntomas respiratorios en niños menores de cinco años.

METODOLOGÍA

DISEÑO DE ESTUDIO

Se analizaron los datos de los niños menores de cinco años obtenidos del proyecto original “EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD POR LA INTRODUCCIÓN DE ESTUFAS MEJORADAS” (25), realizado durante el 2005 al 2006. Es un estudio de intervención comunitaria aleatorizado, incluyendo un estudio basal y un periodo de seguimiento de 10 meses a través de visitas mensuales a las viviendas.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el estado de Michoacán, en las viviendas de 6 comunidades de la meseta Purépecha (2140 a 2600 metros sobre el nivel del mar (msnm) Comachuen, Quinceo, Mohonera, Casimiro Leco, Turicuaru, Tanaco), durante los meses de febrero del 2005 a junio del 2006.

A partir de un diagnóstico regional para ubicar la zona y las comunidades de estudio se eligieron inicialmente 889 viviendas cuyos criterios de inclusión consistieron en que fueran usuarios de leña como combustible para cocinar y que existiera una pareja madre-hijo, el niño debería ser <5 años de edad. En los casos en los que hubiera más de un niño o niña, se eligió al más pequeño para participar en el estudio. De la selección inicial, aceptaron participar 668 mujeres.

Se realizó una reunión con las mujeres que aceptaron participar, se asignó aleatoriamente a manera de sorteo la instalación de la estufa Patsari, al inicio (grupo intervención) o al final (grupo control) en presencia de los líderes de las comunidades, equipo médico y promotoras de salud. Las madres que aceptaron participar, firmaron una carta de consentimiento informado. Al final del estudio se instalaron estufas a todas las

participantes. El protocolo se sometió y aprobó por los comités de investigación, ética y bioseguridad del Instituto Nacional de Salud Pública.

CARACTERÍSTICAS DE LA INTERVENCIÓN

La estufa eficiente Patsari, es un dispositivo de cocinado desarrollado con la participación de las usuarias que utiliza materiales que son fácilmente adquiridos en las comunidades, lodo, arena, ladrillos y un molde metálico. En el interior de la estufa, se encuentra la cámara de combustión, la cual produce una combustión más eficiente, disminuyendo el consumo de leña (aprox. 50%), en el exterior se encuentran los comales de hierro sellados (generalmente uno grande y 2 pequeños), permitiendo que el calor se transfiera y se realice la cocción de los alimentos, el humo y gases producidos son expulsados por la chimenea hacia el exterior de la vivienda (18, 21). Actualmente se está trabajando en modelos portátiles de estufas Patsari.

COLECCIÓN DE LOS DATOS

Para el levantamiento de la información se conformó un equipo integrado por nueve enfermeros con experiencia en trabajo de campo y una coordinadora. Este equipo fue capacitado y estandarizado para la aplicación de los cuestionarios básicos incluyendo información acerca de la vivienda, nivel socioeconómico, y estado de salud del niño, así como los cuestionarios de seguimiento.

Durante el periodo de seguimiento se realizaron 10 visitas mensuales a los hogares. En cada visita se preguntó a la madre si había utilizado la estufa Patsari, con qué frecuencia y si lo había combinado con el fogón abierto, esto porque en las comunidades rurales el uso del fogón esta muy arraigado para cubrir las necesidades básicas (cocinar, calentar agua, calefacción, iluminación), culturales (reunión de la familia en torno al fuego). Por otro lado

se realizó un interrogatorio sobre la presencia de signos y síntomas respiratorios en el niño (Secreción nasal, tos, congestión nasal, flema, fiebre, sibilancias, dolor de oído, dolor de garganta y falta de aire) en los últimos 15 días. Se realizó una exploración física al niño y se tomaron medidas antropométricas (peso y talla).

Se definió un episodio de IRA inferior, como la presencia de al menos uno de los siguientes signos o síntomas respiratorios (tos, flema, sibilancias, falta de aire) y un episodio de IRA superior como la presencia de al menos uno de los siguientes signos y síntomas respiratorios (congestión nasal, secreción nasal, dolor de oído, dolor de garganta). Se obtuvo la combinación de IRAs superiores e inferiores con fiebre, con la duración máxima de 15 días (lapso de recordatorio evaluado en el cuestionario).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizaron las características basales de las condiciones de los niños, de las viviendas y de las familias. Con las variables peso, talla y edad, se generaron los indicadores antropométricos, talla para la edad, peso para la edad y peso para la talla en base a los datos de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (curvas de crecimiento expresadas en puntuación z), para caracterizar el estado nutricional de los niños (41, 42).

Para la comparación de proporciones entre grupos de variables categóricas, se utilizó la prueba de Chi², mientras que la prueba exacta de Fisher se utilizó cuando alguna de las celdas <5 en las tablas de contingencia. Con la prueba de t de Student o U de Mann Whitney se hizo la comparación de las variables continuas entre grupos.

Se obtuvo la fracción de días con los signos o síntomas, la tasa de incidencia, definida como el número de episodios incidentes del signo o síntoma, entre el tiempo total en riesgo (definido como aquel tiempo en el que no se presentó el cuadro respiratorio). Cada uno de

los episodios se considera como un evento independiente, ya que existe un intervalo de 15 días entre cada uno de los seguimientos.

La introducción de las variables al modelo ajustado se realizó, en base a la plausibilidad biológica, significancia estadística y a la concordancia con la literatura previa (21). Los modelos finales se ajustaron por esquema básico de vacunación para la edad, tiempo de lactancia en años, localidad, edad de la madre, peso para la longitud/talla, edad y sexo.

Para la obtención de los riesgos relativos (RR), se utilizaron los modelos con enfoque marginal (GEE (Ecuaciones de Estimación Generalizadas)) para datos longitudinales, modelando la respuesta promedio de las observaciones, considerando la correlación que existe entre medidas repetidas en un mismo individuo (43, 44, 45). Se utilizó la familia Poisson y la combinación de la liga log, además de la varianza robusta para corregir la sobreestimación del error (46).

Los análisis se realizaron utilizando el software Stata, versión 11 (Stata Corporation, College Station, TX) (47).

RESULTADOS

Al inicio del estudio se seleccionaron 668 niños, 338 en el grupo de intervención y 330 en el grupo control. Las madres de 110 (17%) niños se perdieron, quedando 558 niños, 284 en el grupo de intervención y 274 en el grupo control.

En las visitas mensuales se preguntaba qué tipo de estufa había sido principalmente utilizada, con esta información se observó que existía un apego parcial a la intervención. Se realizó el análisis de “intención de tratar” de acuerdo al sorteo inicial (grupo intervención y grupo control), cuyos resultados se muestran en el anexo 1. Se realizó una clasificación por uso global de la estufa durante el tiempo de seguimiento. Así las mujeres del grupo de

intervención que reportaron el uso de la estufa al menos un 60% del tiempo de seguimiento se consideraron como usuarias (n=101), mientras que las mujeres que reportaron el uso de la estufa menos del 60% del tiempo de seguimiento se consideraron como no usuarias (n=457). Cabe destacar que en el grupo de no usuarias se incluyó también a las mujeres del grupo control. Además, en base a las observaciones durante cada seguimiento, se clasificó el uso reportado de la estufa para cocinar (hacer tortillas) del grupo de intervención en 3 categorías. Se definió la categoría 1 (842 observaciones) como el uso principal de la estufa Patsari, la categoría 2 (484 observaciones) aquellas que utilizaban la estufa Patsari y el fogón (uso combinado) y la categoría 3 (3934 observaciones) aquellas que solo utilizaron el fogón. La categoría 3 incluía también las observaciones de las mujeres del grupo control.

En la tabla 1, se presenta la distribución de las características basales de acuerdo a la clasificación global de uso de estufa, donde se observa que hay diferencias significativas entre los dos grupos. En Quinceo se observó una mayor proporción de mujeres usuarias, mientras que en Tanaco la proporción de no usuarias fue mayor. Se reporta una mayor prevalencia de alergias en los niños del grupo de madres usuarias. Solo el 4% padeció alguna vez bronquitis y/o neumonía y del 4% al 9%, presentó alergias. En cuanto al estado nutricional, el 32 % padecía desnutrición crónica.

La fracción de tiempo presentando los signos y síntomas respiratorios en los niños, por categoría de usuaria se presentan en la figura 1, para el síntoma tos se observa una fracción de 0.069 días en los niños del grupo uso de la estufa Patsari en comparación en los niños de las usuarias de fogón (0.071), con tendencia a la significancia.

Los resultados en la tabla 2, indicaron que las IRAs superiores e IRAs superiores con fiebre (9.55 y 11.76 episodios por año niño en riesgo), presentaron una tasa menor en los niños de

las usuarias Patsari en comparación a los niños de las usuarias del fogón (10.90 y 13.58 episodios por año niño riesgo).

En términos de la razón de tasas de incidencia, se presentó un efecto protector para secreción nasal (0.86, IC 95% 0.75, 0.99), IRAs superiores (0.88, IC 95% 0.77, 1.00) e IRAS superiores con fiebre (0.87, IC 95% 0.76, 0.98), para los niños de las usuarias de la estufa Patsari comparados con los niños de las usuarias del fogón.

De acuerdo a estos resultados, la fracción prevenible por utilizar la estufa Patsari fue mayor para el síntoma silbido de pecho/ falta de aire con el 37%, seguido por el síntoma dolor de garganta /oído con el 28% y el 23% para el síntoma flema. En cuanto a las IRA's un 12 % de IRAs superiores y un 13 % de IRAS superiores con fiebre, se pueden prevenir con el uso de la estufa Patsari.

Los resultados de los modelos longitudinales de la tabla 3, para los signos y síntomas en el modelo sin ajustar, muestran que los niños de las usuarias Patsari presentan un efecto protector con tendencia a la significancia para secreción nasal (0.88, IC 95% 0.77, 1.01) y silbido de pecho y/o falta de aire (0.62, IC 95% 0.36, 1.07). Para IRAs superiores con fiebre (0.90, IC 95% 0.81, 1.00) el valor es estadísticamente significativo. Los resultados ajustados son muy similares

En los modelos ajustados, los niños de las usuarias de la estufa Patsari, presentan efecto protector para, secreción nasal (0.90, IC 95% 0.78, 1.04), fiebre (0.90, IC 95% 0.74, 1.08), para IRAs superiores (0.91, IC 95% 0.80, 1.04) e IRAS superiores con fiebre (0.92, IC 95% 0.82, 1.03), en comparación a los niños del grupo uso fogón, con tendencia a la significancia estadística. Solo el síntoma dolor de garganta y oído, presentó efecto de

riesgo. Adicionalmente, se obtuvo el riesgo relativo de las IRAs por grupo de edad ajustado por uso de estufa, pero no hay diferencias significativas entre grupos de edad (anexo 2).

Al comparar las medidas de asociación, observamos que los resultados de los estimadores de las razones de tasas (RT) y los riesgos relativos ajustados (RR) son muy similares, a excepción de la razón de tasas para el síntoma flema, que presenta un valor mayor a 1 (1.07, IC 95% 0.88, 1.30), en cambio en el riesgo relativo presenta un valor menor a 1 (0.97, IC 95% 0.78, 1.22). Aun cuando el síntoma silbido de pecho/falta de aire presenta una razón de tasas (0.63, IC 95% 0.34, 1.07) y un riesgo relativo (0.84, IC 95% 0.46, 1.55) menor a 1, observamos una diferencia mayor en los valores estimados.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el uso de la estufa tiende a reducir el riesgo de padecer ciertos signos y síntomas respiratorios característicos de las IRAs, en los niños <5 años. Se ha medido la disminución de la concentración de los contaminantes en el interior de la vivienda gracias a la intervención con la estufa Patsari, como se presenta en los resultados de una submuestra (n=53) de esta población estudio en la comunidad de Comachuen (14). Se midió la concentración de material particulado fino (PM_{2.5}) por 48 horas en las casas antes y después de la intervención. Usando fogones tradicionales, se observaron niveles de 693 µg/m³ (IC 95% 246, 1.338) cerca de la estufa, 658 µg / m³ (IC 95% 67, 1.448) en la cocina (lejos de la estufa) y 94 µg / m³ (95% IC 36, 236) en el área del patio. Tiempo después de la instalación de la estufa se evaluó nuevamente la concentración de PM_{2.5}, y se observó una reducción promedio (71%) en la concentración de PM_{2.5} cerca de la estufa y del 58% en la cocina, mientras que no se observó ningún cambio en el área del patio. En un estudio realizado en Chiapas (18), en el cual se realizaron mediciones de PM₁₀, en el área

de la cocina y en el área de los niños con y sin estufa mejorada (estufa Ceta), por 16 horas, durante la temporada de secas y lluvias. En ambos estudios se observa la disminución en la concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$ al utilizar la estufa mejorada, aunque en el estudio de Chiapas la diferencia fue de menor magnitud.

La exposición al humo de leña intramuros se ha establecido como un factor de riesgo para la salud respiratoria de los niños <5 años. Al inhalar el humo de leña (compleja mezcla de gases, compuestos orgánicos y material particulado) (48), los mecanismos de defensa pulmonar son activados, con la finalidad de preservar el intercambio gaseoso y la función respiratoria. Los mecanismos de defensa pueden ser mecánicos (tos, estornudos, aclaramiento mucociliar), humorales (inmunoglobulinas) y por fagocitosis (macrófagos alveolares) (49, 50). Algunos compuestos del humo de leña, como el monóxido de carbono (CO), al entrar al organismo irrita e inflama las vías respiratorias, al llegar a los pulmones, se difunde a través de las membranas alveolares y capilares, cuando el CO se difunde a la sangre desplaza al O_2 en la hemoglobina produciendo carboxihemoglobina, disminuyendo así el transporte del O_2 y produciendo hipoxia (51). En cuanto al material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) al entrar a las vías respiratorias, las PM_{10} son expulsadas por medio de la tos o mucosidades y las $PM_{2.5}$ penetran los pulmones llegando hasta los alveolos presentando el mayor potencial nocivo para la salud, estas partículas pueden causar inflamación de las vías respiratorias, de los pulmones y deteriorar la respuesta inmunitaria (52, 53).

Diversos estudios epidemiológicos realizados en estos países, han evaluado el efecto en la salud respiratoria (IRAs, asma, neumonía), por la exposición al humo de los combustibles sólidos en los niños <5 años. Dos metaanálisis realizados por la OMS presentan el riesgo en este grupo por la exposición al humo de combustibles sólidos, un riesgo (odds ratio)

promedio de 2.3 (1.9–2.7) para IRAs inferiores (1, 22) y un RR promedio de 1.78 (1.45–2.18) para neumonía (54), con diferencias en el tamaño de muestra y metodología. Un estudio transversal realizado en Zimbabwe (29), evaluó el uso de combustibles sólidos (leña, estiércol, carbón) en comparación a combustibles limpios (gas natural, gas LP, electricidad), obteniendo un efecto de riesgo para IRAs en los niños expuestos al humo de leña. En América del Norte, un estudio de casos y controles, realizado con niños Navajos, demostró que utilizar fogones de leña aumenta el riesgo para IRAs inferiores (33) comparando con otros combustibles para cocinar. En Gambia, (32) como parte de un estudio de cohorte, estudiaron los factores de riesgo para IRAs inferiores, el cargar a los niños en la espalda durante la preparación de alimentos es un factor de riesgo para IRAs en el género femenino en comparación al masculino. En una cohorte en Kenia (30), analizaron la exposición a las PM_{10} por el uso de biomasa y otros factores para las IRAs y las IRAs inferiores. El uso de biomasa resultó un factor de riesgo, al aumentar la concentración de PM_{10} a una concentración $> 3500 \mu g/m^3$, comparando con concentraciones menores del contaminante.

Uno de los objetivos de desarrollo del milenio es reducir la mortalidad y morbilidad de la niñez en países en desarrollo (1), reduciendo la exposición al humo de combustibles sólidos dentro de la vivienda, con la utilización de combustibles limpios (gas) o estufas eficientes de leña (55, 56). Los estudios epidemiológicos para evaluar el impacto de las estufas mejoradas en la salud respiratoria, se han realizado principalmente en mujeres (36, 38). En la región Purépecha de Michoacán, en las mujeres, madres de los niños de este estudio se observó, un efecto protector por el uso de la estufa para los síntomas tos y para sibilancias, en comparación a las que utilizaron estufas tradicionales (25).

Sin embargo, los estudios que presentan el impacto de las estufas mejoradas para combustibles sólidos, en la salud respiratoria de los niños <5 años, son contados. En Guatemala (40), el uso del fogón fue un factor de riesgo en comparación al uso de la estufa mejorada para el síntoma alguna vez presentado sibilancia y para el síntoma sibilancia en los últimos 12 meses. Una cohorte realizada en República Dominicana (28), el grupo expuesto eran los niños cuyas viviendas utilizan carbón para cocinar (n= 201) y los no expuestos (n=214) eran los niños que cuyas viviendas utilizaban gas propano. Ellos estimaron las tasas de incidencia en los niños y sus resultados para IRAs superiores e inferiores, comparando con nuestros resultados de la tabla 2, nuestras tasas sobrepasan los valores observados en este estudio.

En Kenia un estudio de intervención aleatorizado (37), comparó la prevalencia y los riesgos relativos de IRAs y conjuntivitis en niños <5 años usando las estufas tradicionales de tres piedras con estufas mejoradas. Los niños del grupo de estufas tradicionales, tuvieron un mayor riesgo de IRAs en comparación a la estufa eficiente. Este estudio, difiere del nuestro al utilizar el uso de la estufa mejorada como grupo de referencia, y no el uso del fogón tradicional. Además, ellos obtienen el RR para IRAs en general y nosotros clasificamos en IRAs superiores e inferiores. Un estudio observacional realizado en una comunidad rural e indígena en Chiapas (26), con niños <5 años, encontraron que el uso de la estufa mejorada (n=16), disminuyó el riesgo del reporte de tos y dificultad respiratoria en el modelo crudo, comparando con los niños más expuestos al humo de leña por el uso de fogón tradicional (n=4), nosotros encontramos resultados similares para el síntoma tos y dificultad para respirar al obtenido en este estudio.

Diversos factores de riesgo determinan la susceptibilidad de los niños a presentar IRAs. Los factores con más fuerza de asociación en los diversos estudios son la edad, el sexo, la lactancia materna, el bajo peso al nacer, enfermedades previas, estado nutricional, escolaridad y edad de la madre, esquema de vacunación, número de habitantes en la casa (1, 21, 28, 29, 30, 57). En nuestro estudio se ajustó por esquema básico de vacunas para la edad, lactancia años, familia come en el área donde cocina, localidad, edad de la madre, peso para la longitud/talla, edad y sexo.

La literatura revela una relación altamente significativa, como factor protector entre el tiempo de lactancia materna y signos y síntomas respiratorios (58). En el modelo crudo y ajustado por tipo de estufa, la lactancia materna es altamente significativa (datos no incluidos). La edad del niño es considerada como factor protector, a mayor edad el niño es menos propenso a padecer signos y síntomas respiratorios, por tener un sistema respiratorio más maduro (59). En nuestro estudio esta relación es altamente significativa en el modelo crudo y ajustado por tipo de estufa y con tendencia a la significancia en el modelo ajustado por todas las variables (datos no incluidos) pero no así en el análisis por grupo de edad (anexo 2). En este estudio se presentó una relación de riesgo significativa, entre la escolaridad materna y los signos y síntomas respiratorios en el modelo crudo y ajustado por tipo de estufa, (datos no incluidos), no se incluyó en el modelo final, lo que contrasta con otros resultados (60), que demuestran que un mayor grado en la educación materna, se asocia significativamente con una menor morbilidad y mortalidad infantil por IRA. La escolaridad materna se relaciona con la capacidad de la madre en brindar la atención necesaria al niño para prevenir o tratar los episodios de IRAs. La edad materna en el mismo estudio se encuentra asociada como factor de protección para IRAs, a mayor edad las

madres tienen más experiencia en los cuidados de los niños, no concordando con nuestro estudio (datos no incluidos). En otros estudios el género masculino es el más propenso en tener signos y síntomas respiratorios (28, 61). En nuestro estudio, en los modelos crudos como en los ajustados se observa que las niñas tienden a tener un menor riesgo de presentar IRAs comparando con los niños, pero no es estadísticamente significativo (datos no incluidos).

Los indicadores antropométricos, son de gran utilidad en los estudios (26) para evaluar el estado nutricional en los niños. Al ingresar al estudio 176 niños padecían desnutrición crónica, lo que nos indica una ingesta deficiente de proteínas, vitaminas y minerales, lo que puede afectar el desarrollo del niño y presentar mayor vulnerabilidad a las IRAs.

La ventaja de los estudios de intervención aleatorizados, cuando son realizados adecuadamente, nos acerca a observar las relaciones causales, entre la exposición, que es la intervención, y el evento de estudio. La asignación aleatoria permite la distribución comparable de las características de los participantes y posibles confusores en los grupos de estudio y nos ayuda minimizando la presencia de sesgos y aumentando la validez del estudio.

Como parte del análisis estadístico, se realizó el método por “intención de tratar” (62), el cual consiste en analizar a los sujetos del estudio en base a la asignación aleatoria original de la intervención. Sin embargo, hay diversas cuestiones que pueden comprometer la validez del estudio, la obtención, la interpretación y la extrapolación de los resultados a otras comunidades. Una de las limitaciones metodológicas, es la pérdida de la aleatorización, originada por la falta de apego de las usuarias a la intervención, por consiguiente al realizar el análisis por “intención de tratar” los resultados no fueron

satisfactorios para las participantes del grupo de intervención (Patsari). De esta manera los resultados en este estudio, se presentan de acuerdo al uso reportado de la estufa. Otras limitaciones, fue la pérdida de los niños antes y durante el seguimiento, con la posibilidad de introducir sesgo y disminuir el poder estadístico. La recolección de la información de los signos y síntomas respiratorios de los niños participantes, se recopiló en base a cuestionarios aplicados a las madres, el recuerdo materno puede estar sujeto a error (sesgo de memoria), subestimando la asociación real. Además, cabe resaltar, que este estudio se diseñó como una intervención aleatorizada para evaluar el impacto, en cambio otros estudios han sido observacionales (62).

Las IRAs son definidas de distintas formas, lo que hace problemática la comparación entre los resultados (21).

La gran problemática de intervenir comunidades con estufas mejoradas, es la adopción de la nueva tecnología por parte de la población, en especial de las mujeres, que son las encargadas de las labores de la casa, entre ellas cocinar y recolectar leña (63).

La estufa Patsari se ha diseñado con la participación de las usuarias para adaptarse a las necesidades locales (23, 24), a pesar de este proceso el apego a la estufa fue bajo. Nuestro estudio, se une a los pocos estudios realizados para medir el impacto de las intervenciones en la salud respiratoria de los niños <5 años, nuestros resultados tienden a presentar un efecto protector de la estufa para ciertos síntomas respiratorios e IRAs, estudios previos han demostrado que los programas de intervención de estufas mejoradas (estufas Patsari), son una opción efectiva para mejorar el ambiente dentro de la casa, al presentar una eficiente combustión de los combustibles sólidos y disminuir la contaminación en el interior de las viviendas (27, 64). Estos programas de intervención deben incluir una constante orientación

y seguimiento, para el adecuado uso de la estufa por parte de las usuarias en los próximos estudios.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Distribución de las características de los niños por clasificación global (usuaria, no usuaria).

Características	Usuaria		No usuaria		Valor p
	n	%	n	%	
Comunidad, municipio (altitud)					
Comachuen, Nahuatzen (2600 msnm)	24	(24)	87	(19)	0.282
Quinceo, Paracho (2500 msnm)	29	(29)	91	(20)	0.051
Mohonera, Nahuatzen (2600 msnm)	14	(14)	48	(11)	0.331
Casimiro Leco, Cheran (2450 msnm)	5	(5)	33	(7)	0.412
Turicuaro, Nahuatzen (2340 msnm)	19	(19)	94	(21)	0.691
Tanaco, Cheran (2140 msnm)	10	(10)	104	(23)	0.004
Sexo					
Masculino	43	(43)	229	(50)	0.170
Femenino	58	(57)	228	(50)	
Esquema básico de vacunación completo para la edad	83	(84)	362	(80)	0.435
¿Alergias a algún medicamento o alimento?	9	(9)	19	(4)	0.045
¿El niño ha tenido alguna vez neumonía o bronquitis asmática?	4	(4)	17	(4)	0.907
Complicaciones durante el parto	9	(9)	31	(7)	0.460
Peso para la longitud/talla basal ^a < -2 (puntaje z)	1	(1)	12	(3)	0.319
Longitud/talla para la edad basal ^b < -2 (puntaje z)	27	(27)	149	(34)	0.227
¿La familia come en el área donde se cocina?	94	(94)	403	(89)	0.144
¿La familia duerme en donde está el fogón?	2	(2)	28	(6)	0.067
¿Puertas abiertas cuando cocina?	81	(93)	377	(92)	0.668
Edad basal, meses, mediana (rango) ^c	18	(1 - 36)	16	(0.20 - 47)	0.111
Peso al nacer, mediana (rango) ^c	3	(2 - 5)	3	(1 - 6)	0.268
Peso basal, kg, media (DE) ^d	10.09	(1.98)	9.80	(2.00)	0.198
Talla basal, cm, mediana (rango) ^c	79	(56 - 95)	77	(49 - 98)	0.107
Lactancia, años, mediana (rango) ^c	1	(0 - 3)	1	(0 - 3)	0.486
Estudios de la madre, años, mediana (rango) ^c	5	(0 - 13)	5	(0 - 13)	0.093
Edad de la madre, años, mediana (rango) ^c	26	(16 - 45)	25	(14 - 44)	0.177

Abreviaturas: DE= Desviación Estándar.

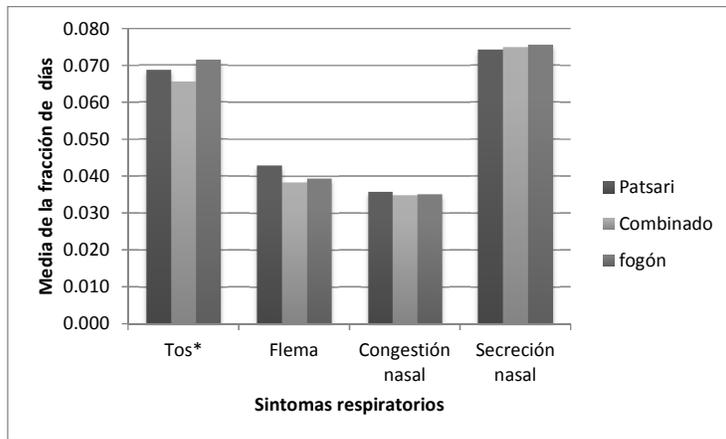
^a Niños con peso para la talla/longitud , con valores menor a -2 desviaciones estándar (41).

^b Niños con longitud para la edad, con valores menor a -2 desviaciones estándar (41).

^c Prueba U de Mann Whitney.

^d Prueba t de Student.

Figura 1. Medias de la fracción de días que los niños presentaron efectos a la salud respiratoria



*valor p= 0.0583

Tabla 2. Tasa de incidencia (por 1 año niño en riesgo), razón de tasas de incidencia, fracción prevenible en expuestos para signos y síntomas, IRAs, distribuidos por categoría.

Signo, síntoma	Patsari	Combinado	Fogón	RTI*	IC95%	FPE* (%)	IC95%
Tos	6,94	6,94	7,3	0.95	(0.81, 1.10)	5	(-10, 19)
Congestión nasal	3,29	3,29	3,65	0.90	(0.74, 1.10)	10	(-10, 26)
Secreción nasal	8,03	9,13	9,49	0.86	(0.75, 0.99)	14	(1, 25)
Silbido de pecho/ falta de aire	0,41	0,43	0,62	0.63	(0.34, 1.07)	37	(-7, 66)
Fiebre	4,02	3,29	4,38	0.91	(0.75, 1.09)	9	(-9, 25)
IRAs inferiores	7,46	7,37	7,98	0.94	(0.81, 1.08)	6	(-8, 20)
IRAs superiores	9,55	10,25	10,9	0.88	(0.77, 1.00)	12	(0, 24)
IRAs inferiores con fiebre	9,4	8,75	10,22	0.92	(0.80, 1.05)	8	(-5, 20)
IRAs superiores con fiebre	11,76	12,08	13,58	0.87	(0.76, 0.98)	13	(2, 24)

Abreviaturas IRAs=Infecciones Respiratorias Agudas, IC 95% = Intervalo de Confianza del 95%, RTI= Razón de Tasas de Incidencia, FPE= Fracción Prevenible en Expuestos.

*Uso Patsari en comparación con uso fogón.

Tabla 3. Riesgos relativos para signos y síntomas respiratorios e IRAs. Modelo crudo vs modelo ajustado, categoría de referencia (uso fogón).

Signos, síntomas/IRAs	Modelo crudo (n=558)							Modelo ajustado† (n=527)						
	Uso Patsari			uso combinado				Uso Patsari			uso combinado			
	RR	95% IC	valor p	RR	95% IC	valor p	RR	95% IC	valor p	RR	95% IC	valor p		
Tos	0.96	(0.83, 1.10)	0.58	0.99	(0.85, 1.15)	0.92	0.98	(0.84, 1.13)	0.75	1.04	(0.88, 1.23)	0.62		
Flema	1.03	(0.84, 1.25)	0.78	0.87	(0.68, 1.09)	0.23	0.97	(0.78, 1.22)	0.81	0.88	(0.67, 1.15)	0.36		
Congestión nasal	0.91	(0.74, 1.10)	0.32	0.89	(0.71, 1.09)	0.27	0.89	(0.71, 1.12)	0.34	0.96	(0.75, 1.22)	0.73		
Secreción nasal	0.88	(0.77, 1.01)	0.06	1.01	(0.88, 1.15)	0.88	0.90	(0.78, 1.04)	0.15	1.07	(0.93, 1.23)	0.35		
Dolor de garganta/oído	1.09	(0.85, 1.39)	0.47	0.84	(0.62, 1.13)	0.26	1.07	(0.81, 1.41)	0.63	0.91	(0.66, 1.26)	0.57		
Silbido de pecho/ falta de aire	0.62	(0.36, 1.07)	0.09	0.69	(0.36, 1.30)	0.25	0.84	(0.46, 1.55)	0.58	1.02	(0.52, 1.99)	0.95		
Fiebre	0.88	(0.73, 1.04)	0.15	0.75	(0.60, 0.92)	0.01	0.90	(0.74, 1.08)	0.26	0.81	(0.64, 1.02)	0.07		
IRAs superiores	0.9	(0.80, 1.02)	0.1	0.99	(0.87, 1.12)	0.84	0.91	(0.80, 1.04)	0.16	1.04	(0.91, 1.19)	0.57		
IRAs inferiores	0.95	(0.83, 1.09)	0.48	0.97	(0.84, 1.13)	0.69	0.96	(0.83, 1.12)	0.64	1.03	(0.87, 1.21)	0.75		
IRAs superiores con fiebre	0.9	(0.81, 1.00)	0.05	0.94	(0.84, 1.05)	0.26	0.92	(0.82, 1.03)	0.13	0.98	(0.87, 1.11)	0.79		
IRAs inferiores con fiebre	0.93	(0.82, 1.06)	0.25	0.9	(0.79, 1.04)	0.15	0.94	(0.82, 1.07)	0.37	0.97	(0.84, 1.13)	0.72		

Abreviaturas: IRAs = Infecciones Respiratorias Agudas, RR =Riesgo Relativo, IC 95% = Intervalo de Confianza del 95%.

† Ajustado por esquema básico de vacunas para la edad, lactancia años, familia come en el área donde cocina, localidad, edad madre, peso para la longitud/talla, edad, sexo.

Anexo 1. Tablas del análisis de “intención de tratar”

Tabla 4. Distribución de las características de los niños por grupo (Intervención, control).

Características	Intervención		control		Valor p
	n	%	n	%	
Comunidad, municipio (altitud)					
Comachuen, Nahuatzen (2600 msnm)	96	(28)	75	(23)	0.093
Quinceo, Paracho (2500 msnm)	60	(18)	71	(21)	0.221
Mohonera, Nahuatzen (2600 msnm)	29	(9)	36	(11)	0.310
Casimiro Leco, Cheran (2450 msnm)	19	(6)	26	(8)	0.245
Turicuaro, Nahuatzen (2340 msnm)	69	(20)	66	(20)	0.894
Tanaco, Cheran (2140 msnm)	65	(19)	56	(17)	0.448
Sexo					
Masculino	161	(48)	163	(49)	0.649
Femenino	177	(52)	167	(51)	
Esquema básico de vacunación completo para la edad	255	(77)	270	(83)	0.045
¿Alergias a algún medicamento o alimento?	16	(5)	14	(4)	0.759
¿El niño ha tenido alguna vez neumonía o bronquitis asmática?	12	(4)	14	(4)	0.660
Complicaciones durante el parto	28	(8)	23	(7)	0.530
Peso para la longitud/talla basal ^a < -2 (puntaje z)	10	(3)	4	(2)	0.115
Longitud/talla para la edad basal ^b < -2 (puntaje z)	95	(32)	91	(33)	0.734
¿La familia come en el área donde se cocina?	311	(93)	289	(88)	0.035
¿La familia duerme en donde está el fogón?	23	(7)	21	(6)	0.818
¿Puertas abiertas cuando cocina?	285	(93)	267	(92)	0.947
Edad basal, meses, mediana (rango) ^c	17	(1 - 39)	16	(0.20 - 47)	0.115
Peso al nacer, mediana (rango) ^c	3	(1 - 6)	3	(1 - 6)	0.931
Peso basal, kg, media(DE) ^d	9.90	(1.99)	9.79	(2.03)	0.508
Talla basal, cm, mediana (rango) ^c	78	(56 - 98)	77	(49 - 97)	0.219
Lactancia, años, mediana (rango) ^c	1	(0 - 3)	1	(0 - 3)	0.454
Estudios de la madre, años, mediana (rango) ^c	4	(0 - 13)	5	(0 - 12)	0.304
Edad de la madre, años, mediana (rango) ^c	25	(14 - 46)	24	(14 - 52)	0.034

Abreviaturas: DE= Desviación Estándar.

^a Niños con peso para la talla/longitud , con valores menor a -2 desviaciones estándar (41).

^b Niños con longitud para la edad, con valores menor a -2 desviaciones estándar (41).

^c Prueba U de Mann Whitney.

^d Prueba t de Student.

Tabla 5. Tasa de incidencia (por 1 año niño en riesgo), razón de tasas de incidencia para signos, síntomas e IRAs, distribuidos por grupo.

Signo, síntoma	Intervención	Control	RTI	IC95%	FAE (IC 95%)	FPE (IC 95%)
Tos	7.68	7.39	1.04	(0.93, 1.16)	4 (-8,14)	-
Flema	3.85	3.50	1.10	(0.95, 1.28)	9(-6,22)	-
Congestión nasal	3.73	4.02	0.93	(0.80, 1.08)	-	7(-8,20)
Secreción nasal	9.33	9.25	1.01	(0.91, 1.12)	1(-10,11)	-
Dolor de garganta/oído	2.22	1.95	1.14	(0.94, 1.39)	12(-7,28)	-
Silbido de pecho/falta de aire	0.58	0.58	1.00	(0.69, 1.44)	0.20(-44,31)	-
Fiebre	4.62	4.27	1.08	(0.94, 1.24)	7(-6,19)	-
IRAs inferiores	8.02	7.71	1.04	(0.93, 1.16)	4(-7,14)	-
IRAs superiores	10.51	10.69	0.98	(0.89, 1.08)	-	2(-8,11)
IRAs inferiores con fiebre	10.03	9.84	1.02	(0.92, 1.13)	2(-9,11)	-
IRAs superiores con fiebre	13.04	13.12	0.99	(0.91, 1.09)	-	1(-9,9)

Abreviaturas IRAs=Infecciones Respiratorias Agudas, IC 95% = Intervalo de Confianza del 95%, RTI= Razón de Tasas de Incidencia, FAE= Fracción Atribuible en Expuestos, FPE= Fracción Prevenible en Expuestos.

Tabla 6. Riesgos relativos para signos y síntomas respiratorios e IRAs. Modelo crudo, categoría de referencia (grupo control).

Signos, síntomas/IRAs	Modelo crudo (n=558)		
	RR	IC 95%	valor p
Tos	0.97	(0.86, 1.10)	0.66
Flema	0.92	(0.77, 1.10)	0.37
Congestión nasal	1.06	(0.89, 1.26)	0.50
Secreción nasal	0.99	(0.88, 1.12)	0.90
Dolor de garganta/oído	0.89	(0.79, 1.14)	0.37
Silbido de pecho/falta de aire	1.01	(0.67, 1.51)	0.98
Fiebre	0.94	(0.80, 1.10)	0.44
IRAs superiores	1.01	(0.90, 1.14)	0.84
IRAs inferiores	0.97	(0.86, 1.10)	0.67
IRAs superiores con fiebre	1.00	(0.90, 1.11)	0.95
IRAs inferiores con fiebre	0.99	(0.88, 1.11)	0.85

Abreviaturas: IRAs = Infecciones Respiratorias Agudas, RR =Riesgo Relativo, IC 95% = Intervalo de Confianza del 95%.

Anexo 2. Riesgos relativos por grupo de edad.

Tabla 7. Riesgos relativos para signos y síntomas respiratorios e IRAs por grupo de edad. Modelo crudo vs modelo ajustado, categoría de referencia (uso fogón).

IRAS	Modelo crudo (n=558)						Modelo ajustado† (n=527)					
	Patsari		valor	combinado		valor	Patsari		valor	combinado		valor
	RR	IC 95%	p	RR	IC 95%	p	RR	IC 95%	p	RR	IC 95%	p
IRAS superiores												
< 12 meses	0.97	(0.79, 1.19)	0.76	0.85	(0.67, 1.08)	0.19	0.94	(0.75, 1.17)	0.56	0.89	(0.71, 1.13)	0.35
12 a < 24	0.86	(0.70, 1.05)	0.13	1.07	(0.89, 1.28)	0.45	0.90	(0.74, 1.10)	0.32	1.10	(0.90, 1.35)	0.34
24 a < 48	0.91	(0.72, 1.14)	0.41	1.06	(0.84, 1.34)	0.63	0.90	(0.70, 1.15)	0.40	1.12	(0.86, 1.45)	0.40
IRAS inferiores												
< 12 meses	0.95	(0.74, 1.21)	0.66	0.82	(0.62, 1.08)	0.15	0.95	(0.74, 1.22)	0.69	0.87	(0.66, 1.16)	0.36
12 a < 24	0.97	(0.80, 1.19)	0.79	1.03	(0.82, 1.28)	0.81	1.03	(0.82, 1.29)	0.82	1.03	(0.80, 1.32)	0.81
24 a < 48	0.97	(0.73, 1.28)	0.81	1.13	(0.84, 1.51)	0.42	0.92	(0.66, 1.27)	0.62	1.25	(0.90, 1.74)	0.18
IRAS superiores con fiebre												
< 12 meses	0.90	(0.75, 1.08)	0.25	0.84	(0.69, 1.03)	0.09	0.89	(0.73, 1.07)	0.22	0.87	(0.71, 1.06)	0.16
12 a < 24	0.94	(0.78, 1.12)	0.46	1.04	(0.88, 1.23)	0.67	0.98	(0.82, 1.17)	0.81	1.07	(0.88, 1.29)	0.49
24 a < 48	0.86	(0.69, 1.08)	0.19	0.93	(0.74, 1.17)	0.55	0.85	(0.67, 1.08)	0.19	0.97	(0.75, 1.27)	0.83
IRAS inferiores con fiebre												
< 12 meses	0.90	(0.73, 1.12)	0.35	0.80	(0.62, 1.02)	0.08	0.91	(0.73, 1.13)	0.38	0.83	(0.63, 1.08)	0.16
12 a < 24	1.02	(0.85, 1.22)	0.85	0.97	(0.80, 1.19)	0.79	1.08	(0.87, 1.32)	0.49	1.00	(0.80, 1.26)	0.97
24 a < 48	0.88	(0.68, 1.15)	0.36	0.99	(0.75, 1.30)	0.92	0.84	(0.62, 1.149)	0.27	1.09	(0.79, 1.49)	0.61

Abreviaturas: IRAs = Infecciones Respiratorias Agudas, RR =Riesgo Relativo, CI 95% = Intervalo de Confianza del 95%.

† Ajustado por esquema básico de vacunas para la edad, lactancia años, familia come en el área donde cocina, localidad, edad madre, peso para la longitud/talla, sexo.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. 2007. Energía doméstica y salud. Combustibles para una vida mejor. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Principales resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010. Disponible en: http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/población/2010/princi_result/cpv2010_principales_resultadosI.pdf. Consultado el 10 junio del 2011.
3. Masera O, et al. 2007. Impact of Patsari improved cookstoves on indoor air quality in Michoacán, México. *Energy for Sustainable Development*. Volume XI No. 2.
4. Díaz R, Masera O. 2003. Uso de la leña en México: situación actual, retos y oportunidades. *Balance Nacional de Energía, México D.F.* pp. 99-109.
5. Masera O, Díaz R, Berrueta V. 2005. Programa para el uso sustentable de la leña en México: de la construcción de estufas a la apropiación de tecnología. *Energy for Sustainable Development*. 9(5): 25-36.
6. Straffon AD. 2009. Estudio comparativo de eficiencia energética para estufas mejoradas de leña y sus implicaciones ambientales. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura en Física. 131p.
7. Pérez PR, Schilman A, Riojas RH. 2010. Respiratory health effects of indoor air pollution. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 14(9):1079–1086.
8. Armendáriz CA. 2010. Evaluación de PM2.5, CO y PAHs como indicadores de contaminación intramuros por combustión de leña: su relación con factores de exposición. Universidad Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas. Tesis de doctorado. Pp 160.
9. Naeher LP, Brauer M, Lipsett M, et al. 2007. Woodsmoke health effects: A review. *Inhalation Toxicology*. 19: 67-106.
10. Gavidia T, Pronczuck J, Peter D. 2009. Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños. Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 25:99-108.
11. Organización Mundial de la Salud. 2006. *Environmental Health Criteria 237. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals*. Ginebra, Suiza.
12. Instituto Nacional de Salud Pública. 2006. Efectividad clínica en las infecciones respiratorias agudas (IRAs) Menores de 5 años. *Boletín de práctica médica efectiva*. México.
13. Victoria CG, 1999. Infecciones respiratorias agudas en los niños. Capítulo 3. Factores de riesgo en las vías bajas. Washington. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/cd/aiepi1-1-3.pdf> Consultado el 14 de febrero del 2012.
14. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiología y Control de Enfermedades. 2010. Boletín semanal de promoción y prevención de la salud. Disponible en: http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/plantilla/analisismorbi_05_padec_int_epid.html. Consultada el 4 de marzo del 2011.
15. Secretaría de Salud. 2009. Rendición de Cuentas en Salud 2008. México, D. F.

16. Silva GF, et al. 1999. Incidencia de infecciones respiratorias agudas en niños del centro de salud escuela "Profesor Samuel B. Pessoa", Sao Paulo Brasil. En: Organización Panamericana de la Salud. Investigaciones operativas sobre el control de las infecciones respiratorias agudas (IRA) en Brasil. Washington, D.C. USA. pp. 11-21.
17. Bezerra PGM, et al. 2011. Viral and Atypical Bacterial Detection in Acute Respiratory Infection in Children Under Five Years. PLoS One. 6(4): e18928.
18. Rodríguez RS, 1999. Infecciones respiratorias agudas en los niños. Capítulo 10. Infecciones Respiratorias Agudas de las vías respiratorias altas. Washington. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/cd/aiepi1-3-10.pdf>. Consultado el 14 de febrero del 2012.
19. Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. Ginebra, Suiza.
20. Smith KR, et al. 1999. How much Global I11 is attributable to environmental factors?. Epidemiology, vol.10 No. 5.
21. Lanata CF, Rudan I, et al. 2004. Methodological and quality issues in epidemiological studies of acute lower respiratory infections in children in developing countries. International Journal of Epidemiology 33:1362-1372.
22. Smith KR, Mehta S, Maeusezahl-Feuz M. 2004. Indoor smoke from household solid fuels. In Ezzati M, Rodgers AD, Lopez AD, Murray CJL (eds) Comparative Selected Major Risk Factors, Geneva: World Health Organization, Vol 2: pp. 1435-1493.
23. Díaz RJ, Berrueta V, et al. 2004. De la "Lorena" a la "Patsari": proceso de mejoramiento e innovación de tecnología rural. México.
24. Grupo Interdisciplinario de tecnología Rural Apropiaada. 2007. Estufa Patsari. Modelo a base de Ladrillo Rojo (GIRA), A.C. Pátzcuaro, Michoacán, México.
25. Romieu I, Riojas HR, Marron ATM, Schilman A, et al. 2009. Improved biomass stove intervention in rural Mexico: Impact on the respiratory health of women. American journal of respiratory and critical care medicine. vol 180. pp 649-656
26. Riojas HR, Santos BC, Smith KR. 2001. Household firewood use and the health of children and women of Indian communities in Chiapas, México. " International Journal of Occupational and Environmental Health; 7(1):44-53
27. Johnson M, Edwards R, Alatorre FC, Masera O. 2008. Infield greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households. Atmospheric Environment. Volume 42, Issue 6, Pages 1206-1222.
28. Bautista LE, Correa A, Baumgartner J, Breysse P, Matanoski GM. 2009. Indoor Charcoal Smoke and Acute Respiratory Infections in Young Children in the Dominican Republic. American Journal of Epidemiology; 169:572-580.
29. Mishra V. 2003 Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory illness in preschool age children in Zimbabwe. International Journal of Epidemiology 32:847-853.
30. Ezzati M, Kammen DM. 2001. Indoor air pollution from biomass combustion and acute respiratory infections in Kenya: an exposure-response study. Lancet 358: 619-24.

31. Robin LF, Less PS, Winget M, Steinhoff M, et al. 1996. Wood-burning stoves and lower respiratory illnesses in Navajo children. *Pediatric Infectious Disease Journal*; 15: 859-65. (Resumen)
32. Armstrong JRM, Campbell H. 1991. Indoor Air Pollution Exposure and Lower Respiratory Infections in Young Gambian Children. *International Journal of Epidemiology* 20 (2): 424 – 429.
33. Morris K, Morgenlander M, Coulehan JL, Gahagen S, Arena VC. 1990. Wood-burning stoves and lower respiratory tract infection in American Indian children. *American journal of diseases of children*; 144: 105-8. (Resumen)
34. Burwen J, Levine DI. 2011. A rapid assessment randomized-controlled trial of improved cookstoves in rural Ghana. Disponible en: <http://ehs.sph.berkeley.edu/krsmith/?p=934>. Consultado el 15 de febrero del 2012.
35. Díaz E, Smith-Sivertsen T, Lie RT, Pope D, et al. 2007. Eye discomfort, headache and back pain among Mayan Guatemalan women taking part in a randomized stove intervention trial. *Journal Epidemiology Community Health*. 61(1): 74–79. (Resumen)
36. Khushk WA, Fatmi Z, White F. 2005. Health and social impacts of improved stoves on rural women: a pilot intervention in Sindh, Pakistan. *Indoor Air*. 15(5):311-6.
37. Wafula EM, Kinyanjui MM, Nyabola L, Tenambergen ED. 2000. Effect of improved stoves on prevalence of acute respiration infection and conjunctivitis among children and women in a rural community in Kenya. *East African Medical Journal* Vol. 77 No 1.
38. Bruce N, Neufeld L, Boy E, West C. 1998. Indoor biofuel air pollution and respiratory health: the role of confounding factors among women in highland Guatemala. *International Journal of Epidemiology*; 27:454-458.
39. Bruce N, Diaz A, Arana B, Jenny A, et al. 2007. Pneumonia case-finding in the RESPIRE Guatemala indoor air pollution trial: standardizing methods for resource poor settings. *Bulletin of the World Health Organization*; 85: 535-44.
40. Schei AM, et al. 2004. Childhood asthma and indoor woodsmoke from cooking in Guatemala. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 14, S110-S117.
41. Organización Mundial de la Salud. 2008. Curso de capacitación sobre la evaluación del crecimiento del niño. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
42. Organización Mundial de la Salud. 2007. Los nuevos patrones de crecimiento de la OMS. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
43. Saez M. 2001. El problema de las medidas repetidas. *Análisis longitudinal en epidemiología*. *Gaceta Sanitaria*; 15(4):347-352.
44. Agis DC, Cirugeda LB. 2011. Modelos GEE para el análisis de la evolución de las lesiones arácnidas tratadas de Nadixa. Facultad de matemáticas y estadística. Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8607/1/Memoria.pdf>. Consultado el 14 de febrero del 2011.
45. Servi E, Garcia MC, Vitar E. 2003. Modelos semiparamétricos para datos longitudinales: comportamiento de los estimadores de un modelo de regresión para muestras pequeñas. Octavas jornadas “Investigaciones en la Facultad” de Ciencias

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

- Económicas y Estadística. Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas de la Escuela de Estadística. Universidad Nacional de Rosario.
46. Zou GA. 2004. Modified Poisson regression approach to prospective studies with binary data. *American Journal of Epidemiology*.159:702–706.
 47. StataCorp. 2009. Stata: Release 11. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP.
 48. Smith KR, Samet JM, Romieu I, Bruce N. 2000. Indoor air pollution in developing countries and acute lower respiratory infections in children. *Thorax* 55(6):518–532.
 49. Gonzales JAV, Abreu GS, Rojo MC, Razón BR. 2007. Infecciones respiratorias agudas (capítulo 69). *Pediatría* tomo III. Cuba. Disponible en: http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/PDFs/Coleccion_Pediatrica/pediatrica_tomoiiii/pediatrica_tomoiiii_completo.pdf. Consultado el 20 de febrero del 2011.
 50. World Lung Foundation. 2010. The Acute Respiratory infections Atlas. Disponible en: http://www.ariatlas.org/data_research/appendix_b. Consultado el 20 de febrero del 2011.
 51. Vargas LET. 2009. Toxicidad por Monóxido de Carbono. *Toxicología*. Sección. XVII. pp. 583-586.
 52. Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional. 1999. ¿Cómo entran los particulados al sistema respiratorio? Recurso Nacional Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional. Disponible en: http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/how_do.htm. Consultado el 19 de marzo del 2012.
 53. Rehfuess EA, Bruce NG, Smith KR. 2011. Solid Fuel Use: Health Effect. In: Nriagu JO (ed.) *Encyclopedia of Environmental Health*, v 5, pp. 150161 Burlington: Elsevier.
 54. Dherani M, Pope D, Mascarenhas M, Smith KR, Weber M, Bruce N. 2008. Indoor air pollution from unprocessed solid fuel use and pneumonia risk in children aged under five years: a systematic review and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization*; 86: 390-8.
 55. Hutton G, Rehfuess E, Tediosi F, Weiss S. 2007. Evaluation of the costs and benefits of interventions to reduce indoor air pollution. Geneva, World Health Organization.
 56. The International Bank for Reconstruction and Development. 2011. Household Cookstoves, Environment, Health, and Climate Change. A new look at old problem. The World Bank. Washington, DC.
 57. Koch A, Molbak K, Homoe P, et al. 2003. Risk Factors for Acute Respiratory Tract Infections in Young Greenlandic Children. *American Journal Epidemiology*;158:374–384.
 58. Bueno CMM, et al. 2011. Lactancia materna y protección contra las infecciones respiratorias en los primeros meses de vida. *Revista Pediátrica Atención Primaria*. vol.13, n.50, pp. 213-224. ISSN 1139-7632.
 59. Cuan YA, Tejada OOH, Álvarez JM. 2009. Infecciones Respiratorias agudas virales: comportamiento en el niño menor de un año. *Revista habanera de ciencias médicas*. vol.8, suppl.5, pp. 0-0. ISSN 1729-519X.

60. Amargos JR, et al. 2010. Intervención educativa sobre infecciones respiratorias agudas en madres de niños menores de un año. Revista Archivo Médico de Camagüey. vol.14, n.2, pp. 0-0. ISSN 1025-0255.
61. Quevedo YGA, Stampone JFO. 2010. Incidencia de las Infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años de edad. Republica Bolivariana de Venezuela. Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencia de la salud. Escuela de medicina. Disponible en: <http://www.medicosdehoy.com/es/articulos-para-medicos/61-neumologia/779-incidencia-de-las-infecciones-respiratorias-agudas-e>. Consultado 10 de octubre del 2011.
62. Hernández A. 2009. Epidemiología, diseño y análisis de estudios. INSP. Editorial Panamericana. México.
63. Rentería YJR. 2011. Análisis de programas sobre estufas eficientes de cocción con leña: estudio de caso en dos comunidades de la Huasteca Potosina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Posgrado en Ciencias Ambientales. Tesis de maestría. Pp 122
64. Berrueta VMS. 2007. Evaluación energética del desempeño de dispositivos para la cocción con leña. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ingeniería. 139p.