

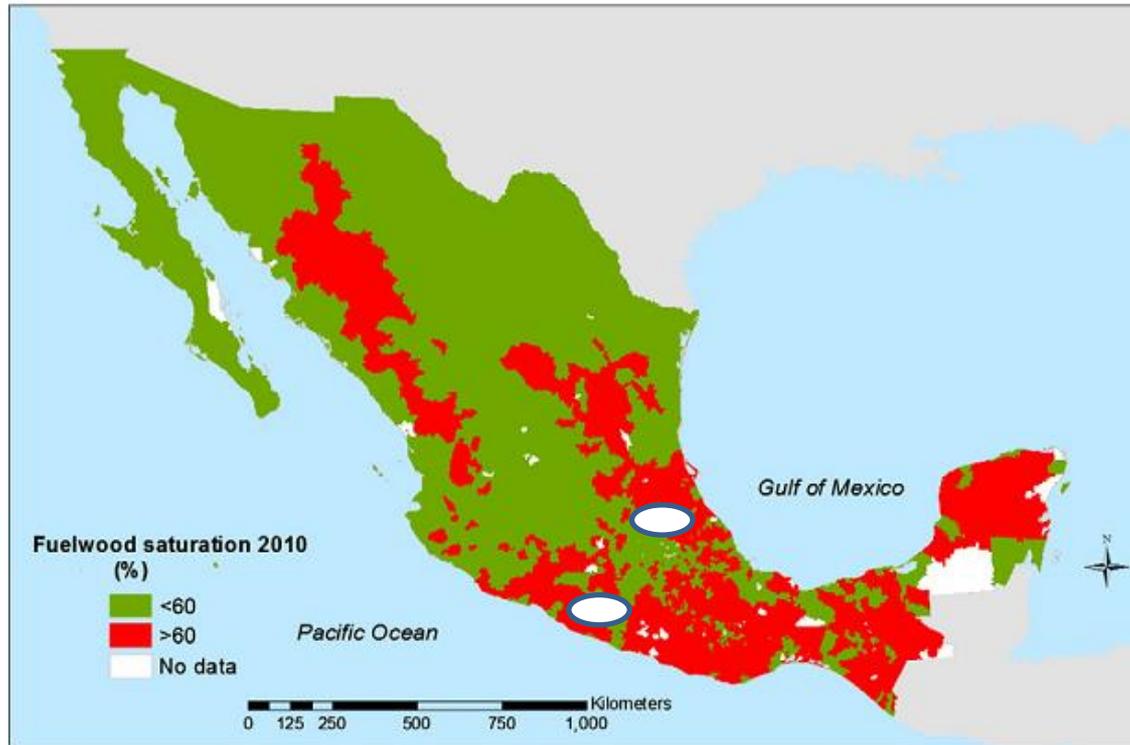
Indicadores para el estudio del impacto en salud de algunas intervenciones para remplazar el uso del fogón tradicional en México.

Horacio Riojas, Instituto de Salud Pública, México
Centro Colaborador OPS/OMS

PROPÓSITO

- El objetivo de es presentar y compartir la experiencia en México relacionada con la evaluación de programas de estufas mejoradas con especial énfasis en los impactos en salud.
- Se presentan dos estudios de caso: Uno en el estado de Michoacán al occidente de México y otra en el estado de San Luis Potosí en la región centro norte.

México: Municipios donde el porcentaje de uso de leña es mayor al 60% de la población para el año 2010



Serrano-Medrano et al. 2014

Fig. 4. Spatial distribution of counties where saturation of fuelwood users was over 60% in 2010.

Para el año 2010 se estimó que había 22.5 millones de usuarios de combustibles sólidos en México (20% del total de la población nacional):

- 16.8 millones son usuarios exclusivos y
- 5.7 millones son usuarios mixtos (combustibles sólidos y gas LP)



Instituto Nacional de Salud Pública

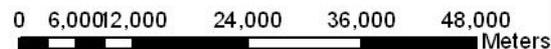
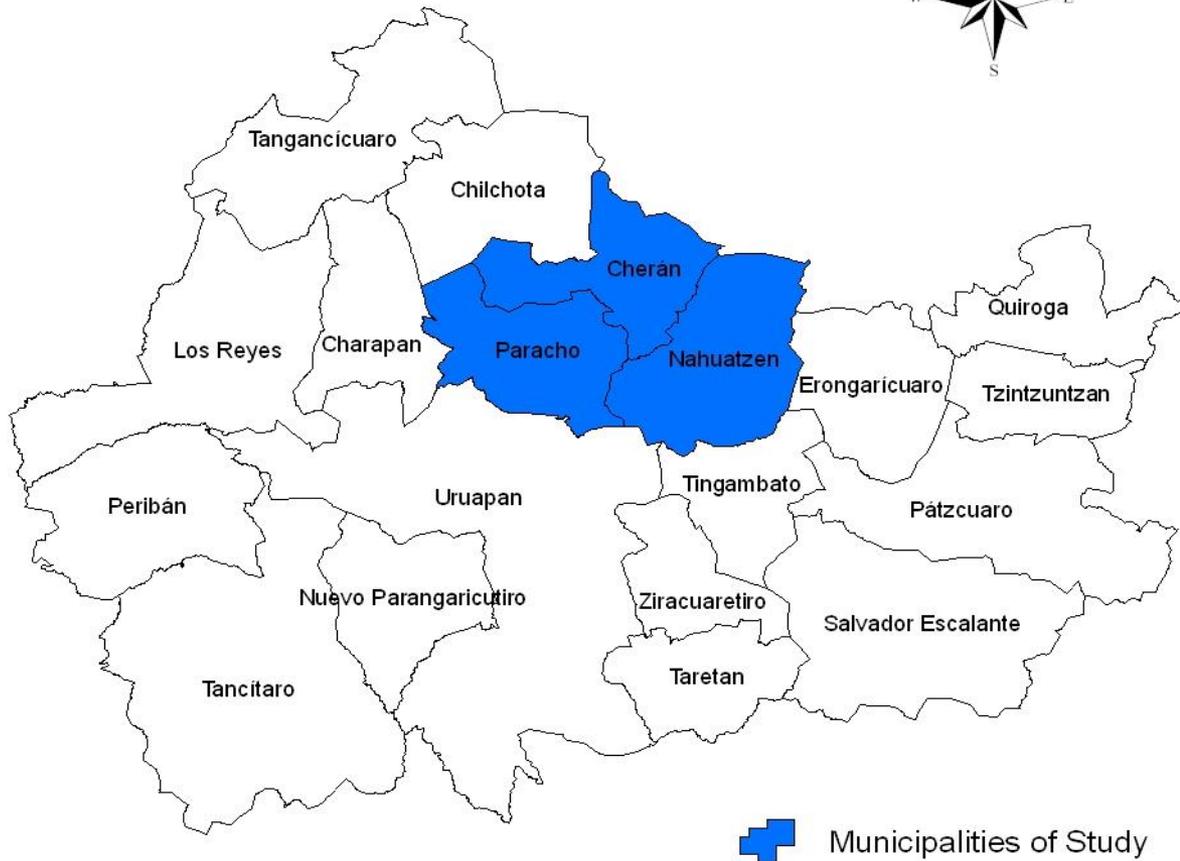
México

EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD POR LA INTRODUCCIÓN DE ESTUFAS MEJORADAS PATSARI EN MÉXICO

Horacio Riojas-Rodríguez, Astrid Schilmann,
Isabelle Romieu, Rogelio Pérez-Padilla,
Víctor Berrueta, Omar Masera



The Purhépecha Region

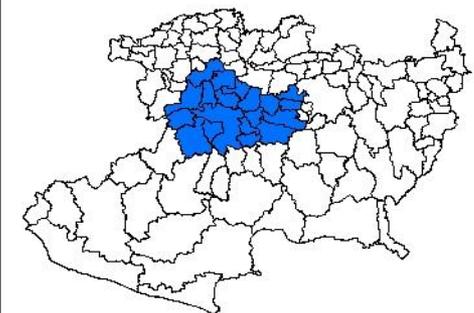


México



Michoacan State

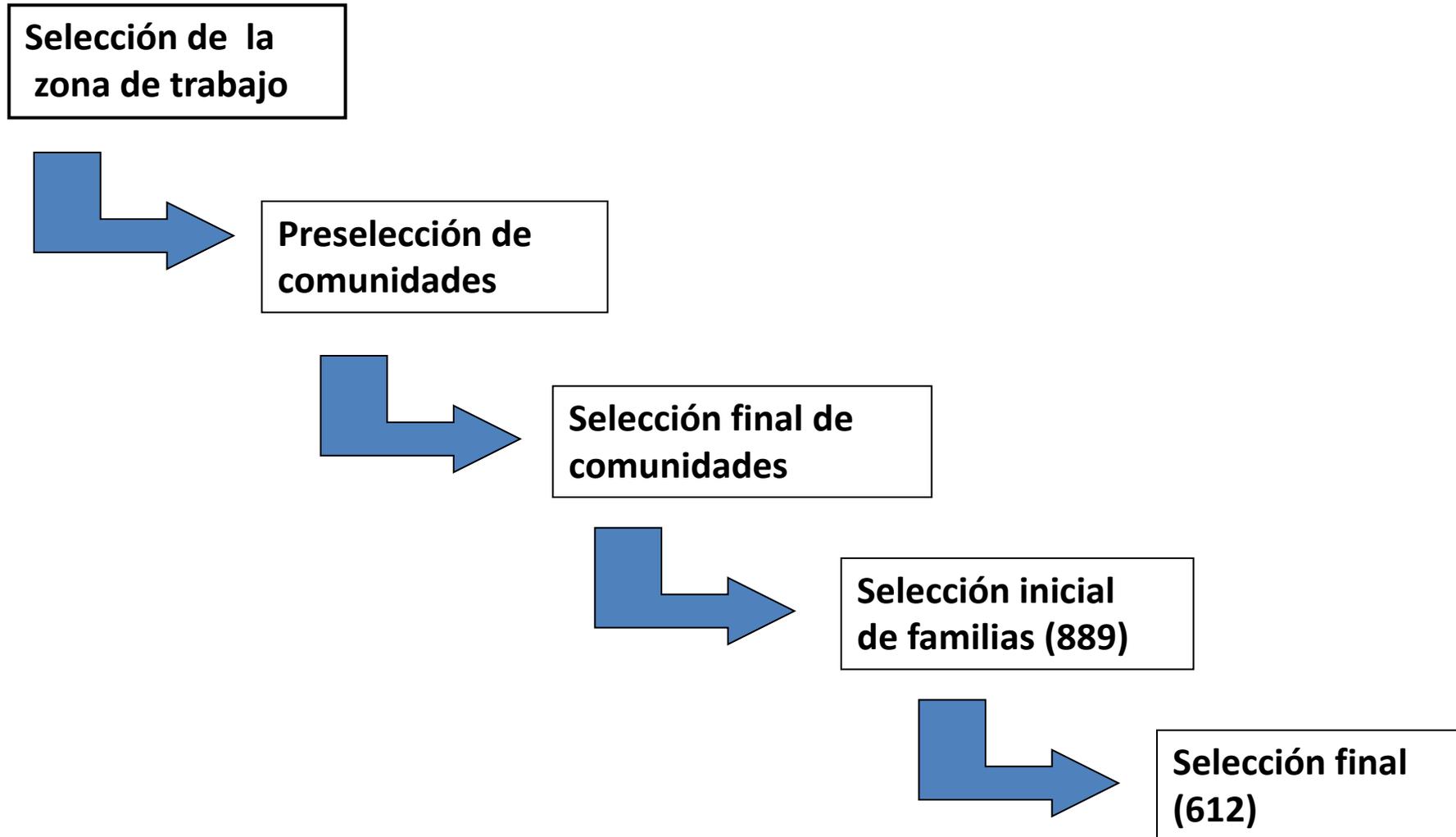
Michoacan State



Purhepecha Municipalities

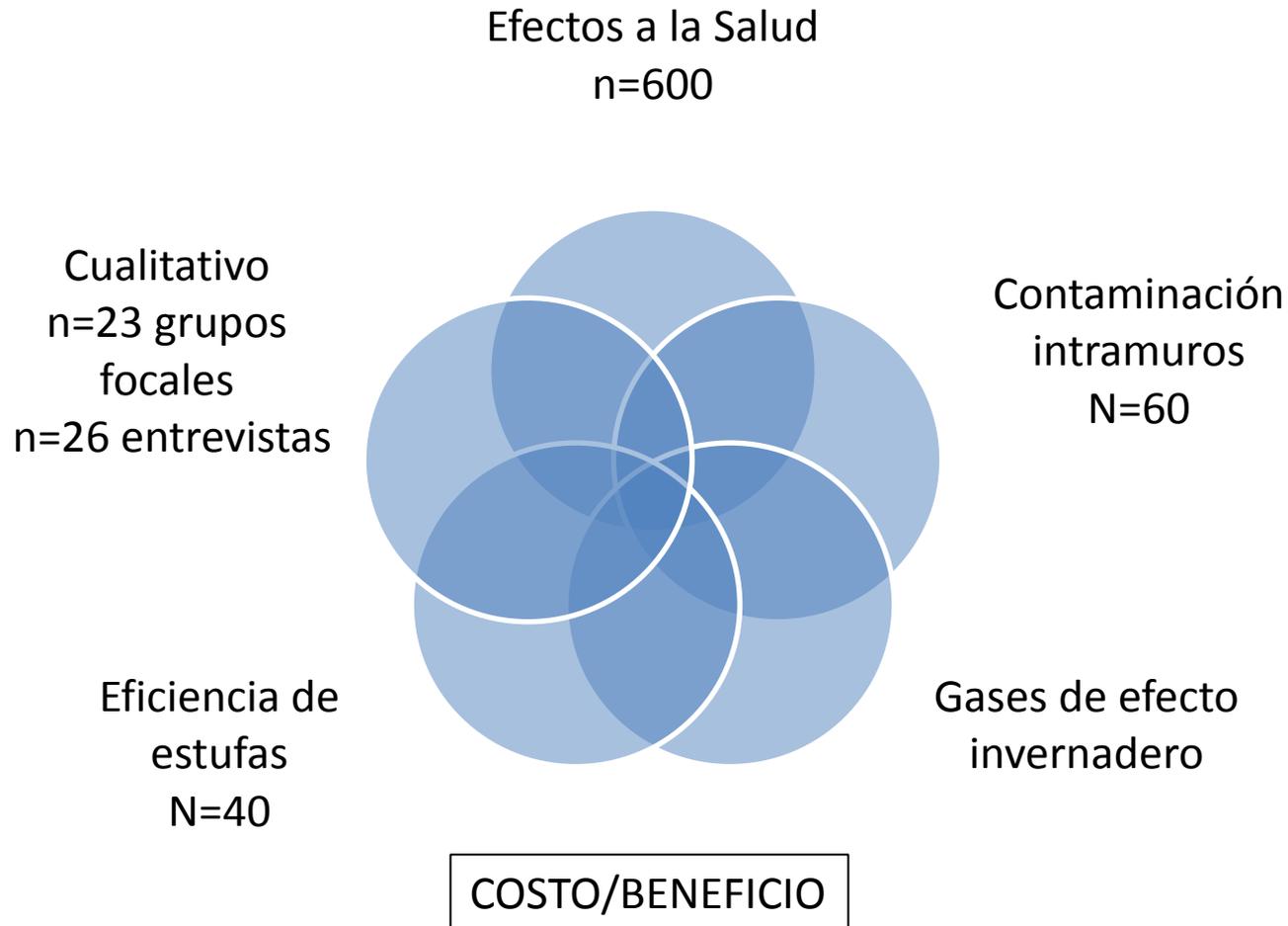
220,000
fuelwood users

Selección de la Población



Proyecto multidisciplinario

EVALUAR DE MANERA INTEGRAL, LOS IMPACTOS DEL PROGRAMA DE INTRODUCCION DE ESTUFAS TIPO PATSARI EN LA REGION PURÉPECHA DE MICCHOACAN



COMBUSTIBLE SÓLIDO

Combustión incompleta

HUMO

Fase gaseosa

- CO
- NO_x
- Cientos de hidrocarburos:
 - 1,3 butadieno^{***}
 - Benceno^{***}
 - Estireno^{*}
 - PAH (2-4 anillos)^{***}
- Aldehidos y cetonas:
 - Formaldehído^{***}
 - Acetaldehído
 - Acroleína

Material particulado

- Diferentes diámetros aerodinámicos
 - PST
 - PM₁₀
 - PM_{2.5}
- Partículas compuestas por:
 - Carbono elemental
 - Carbono orgánico
 - PAH (5 anillos en adelante)^{***}

Clasificado como ^{***}cancerígeno para humanos o ^{**}probablemente cancerígeno para humanos o ^{*}posiblemente cancerígeno para humanos

Estudios de intervención aleatorizada

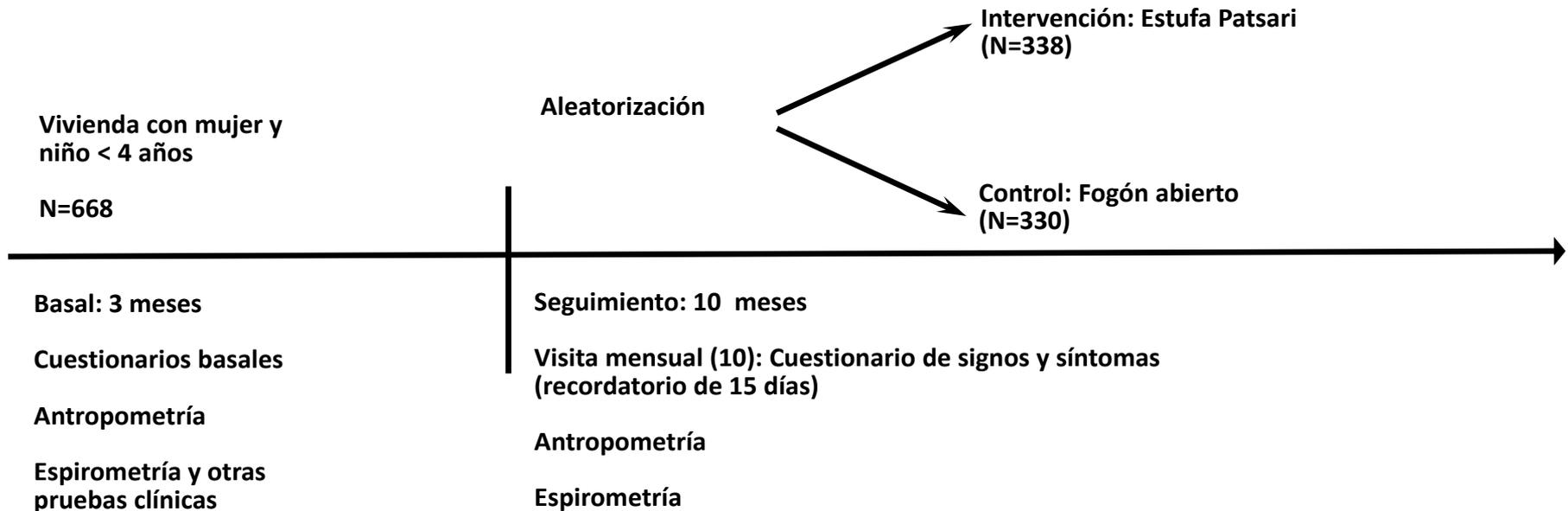


Este tipo de estudios pueden proporcionar evidencia fuerte para realizar inferencias causales cuando demuestran que una intervención disminuye el riesgo de efectos a la salud.



Diseño: Ensayo Comunitario Aleatorizado

Se diseñó y llevó a cabo un estudio de intervención comunitaria controlada para evaluar el impacto de la instalación de estufas mejoradas (modelo “Patsari”) en la salud de las mujeres y los niños menores de 4 años en la región de Pátzcuaro, Michoacán. Se seleccionó un grupo de 668 viviendas en comunidades cuya fuente de combustible para cocinar es la leña y se instaló una estufa mejorada al inicio o al final del estudio según una asignación aleatoria.⁽⁵⁾



Objetivo general

- Evaluar el efecto de la estufa mejorada Patsari en la salud de las mujeres rurales y sus niños menores de 4 años que utilizan leña para cocinar.





Fogón abierto

PM_{2.5}

- 693 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (IC 95% 246-1338) cerca del fogón
- 658 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (IC 95% 67-1448) en la cocina
- 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (IC 95% 29-92) en el patio



Estufa Patsari

PM_{2.5}

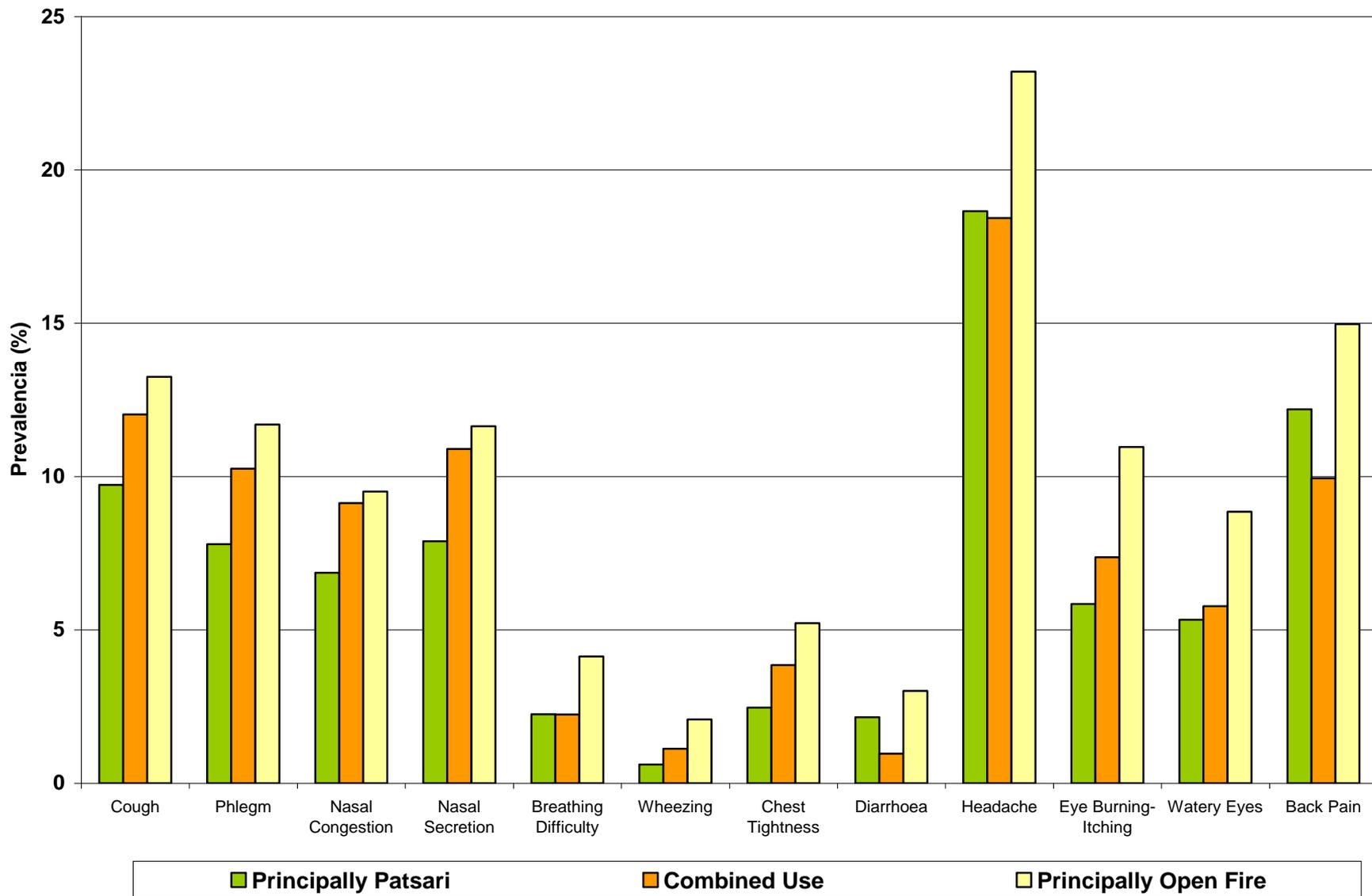
- 71% reducción cerca de la estufa
- 58% reducción en la cocina
- No hubo diferencia

Ahorro de combustible del 44 al 65%

Adherencia a la intervención

- Adherencia diferencial a la intervención
- A pesar de estar asignada al grupo intervención, la participante continúa utilizando el fogón abierto para algunos propósitos
- Para asignar la exposición en cada una de las visitas de seguimiento se clasificó como:
 - (1) Uso principal de la estufa Patsari;
 - (2) Uso combinado de la estufa Patsari y el fogón;
 - (3) Uso principal del fogón tradicional

Prevalencia promedio de los síntomas durante el seguimiento (Mujeres)



Síntomas Mujeres

Modelo longitudinal para síntomas comparando usuarias de Patsari (dos categorías) con no usuarias (categoría de referencia)

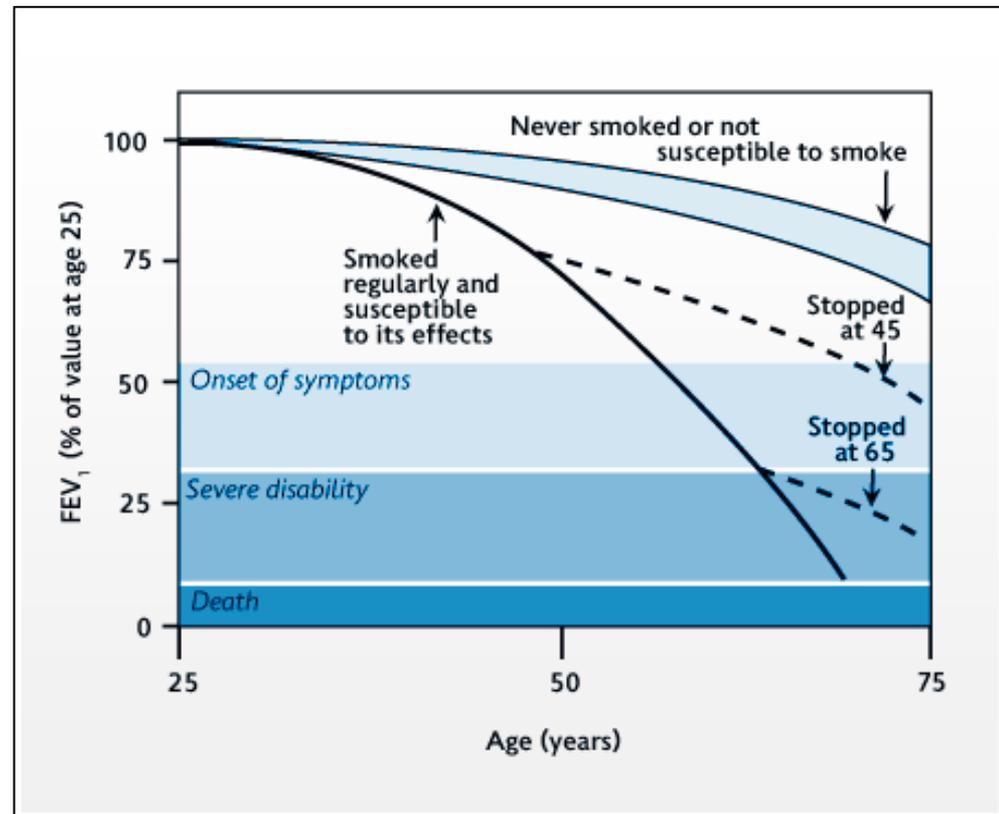
Síntoma	RR (IC 95%)*	
	Principal Patsari	Uso Combinado
Tos	0.77 (0.62, 0.95)	0.92 (0.72, 1.17)
Flema	0.67 (0.51, 0.86)	0.91 (0.68, 1.21)
Congestión nasal	0.68 (0.53, 0.89)	1.01 (0.76, 1.32)
Secreción nasal	0.64 (0.51, 0.81)	0.99 (0.77, 1.29)
Dificultad para respirar	0.53 (0.32, 0.88)	0.46 (0.24, 0.87)
Dolor de cabeza	0.76 (0.64, 0.91)	0.79 (0.65, 0.95)
Ardor de ojos	0.51 (0.37, 0.68)	0.69 (0.52, 0.91)
Ojos llorosos	0.64 (0.49, 0.85)	0.79 (0.58, 1.07)
Dolor de espalda	0.66 (0.51, 0.87)	0.61 (0.48, 0.78)

Ajustado por edad, comunidad, índice socioeconómico, índice de hacinamiento, la familia duerme donde cocina, la familia come donde cocina, cocina separada de la vivienda

N=552 mujeres, media 9.5 (rango 3 a 10) observaciones por mujer, n=5251 observaciones

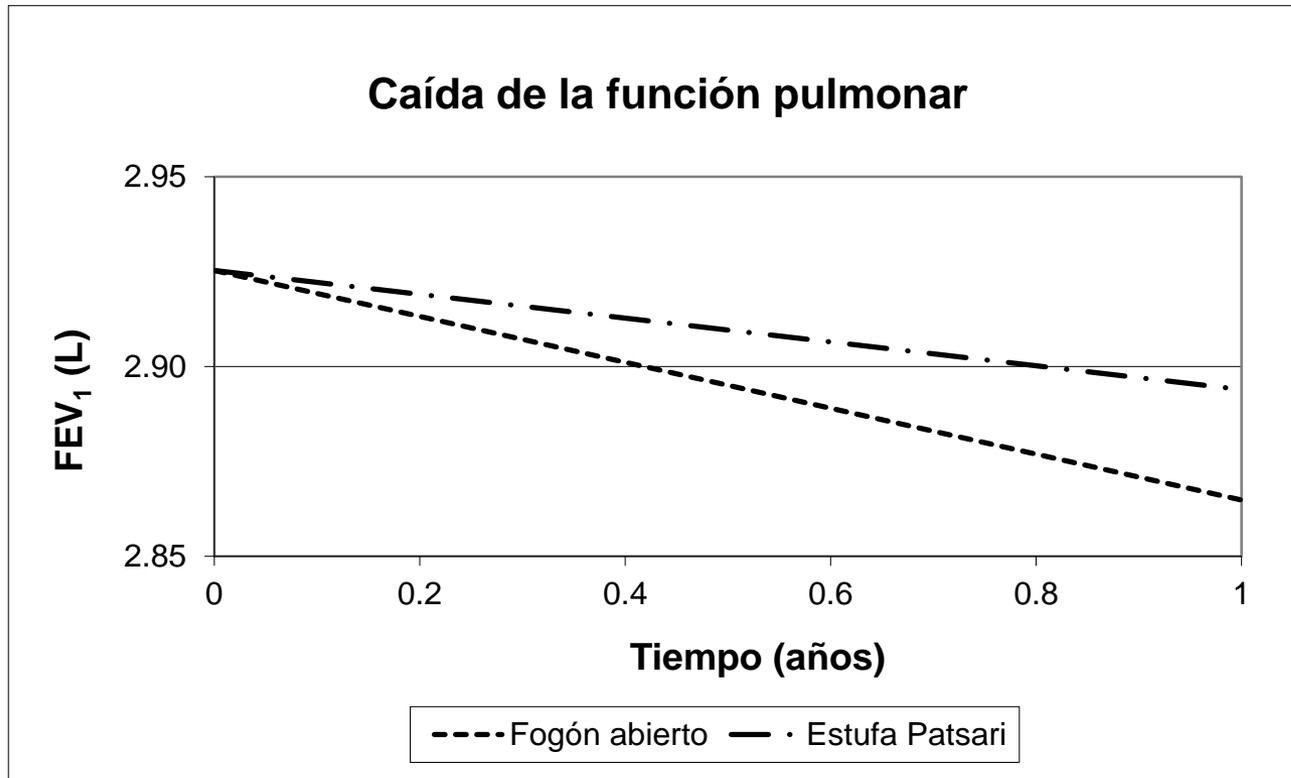
Caída de la función pulmonar

- El FEV₁ (volumen espiratorio forzado al primer segundo) es el parámetro más empleado para medir la función pulmonar.
- El valor máximo se observa entre los 20 y 25 años de edad.
- Después de un periodo variable de estabilidad de la función pulmonar, ocurre un descenso progresivo del FEV₁ aproximadamente de 25 mL/año en las mujeres.
- En los fumadores la pérdida funcional puede ser más acelerada.
- La estimación precisa de la disminución longitudinal en la función pulmonar, medida como FEV₁, requiere de un seguimiento a mediano plazo para poder detectar cambios excesivos en el tiempo.



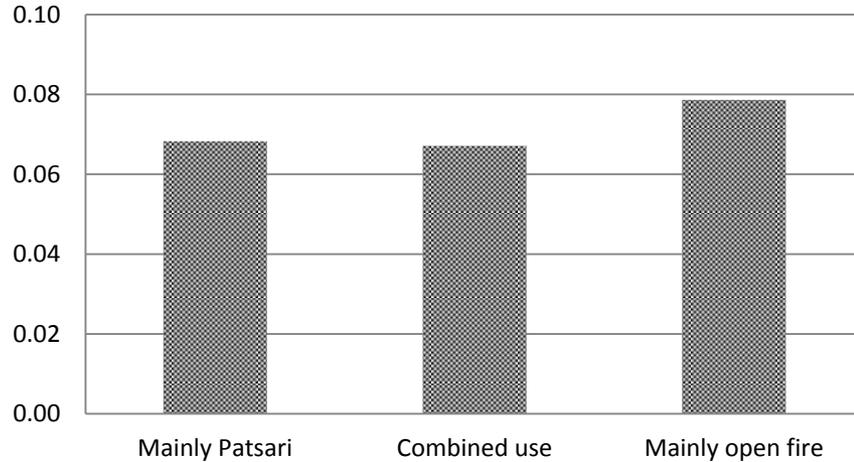
Caída de la función pulmonar a corto plazo

El uso de la estufa Patsari se asoció con una menor caída del FEV₁ (31 mL) en comparación con el uso de fogón abierto (62 mL) para un año de seguimiento (p = 0.012) en las mujeres mayores de 20 años, ajustando por confusores.

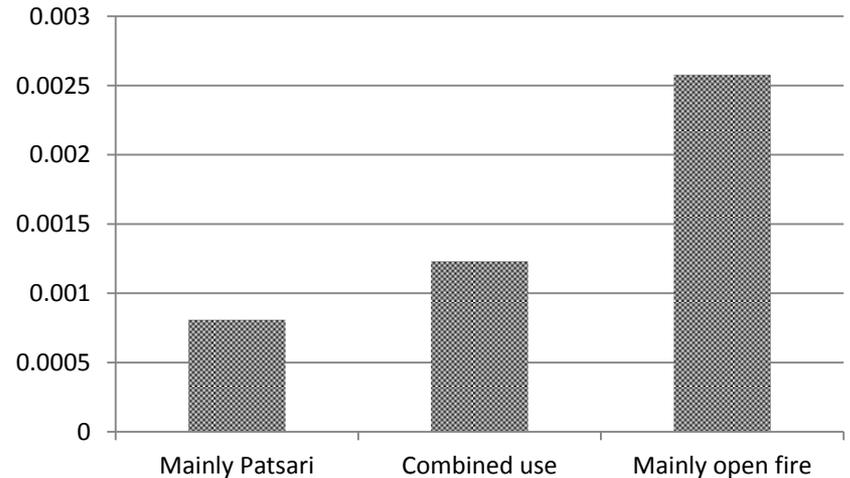


Frecuencia de enfermedad respiratoria NIÑOS

Fracción del tiempo de seguimiento con
infección respiratoria superior



Fracción del tiempo de seguimiento con
infección respiratoria inferior



Asociación entre enfermedad respiratoria del niño y el uso de dispositivo para cocinar reportado por la madre

	Upper respiratory infection (URI)			Lower respiratory infection (LRI)		
Episode	OR	95% CI		OR	95% CI	
Mainly Patsari	0.840	0.689	1.025	0.612	0.207	1.805
Combined use	0.943	0.756	1.176	0.879	0.258	2.992
Mainly open fire	Ref			Ref		
Duration	IRR	95% CI		IRR	95% CI	
Mainly Patsari	0.789	0.701	0.888	0.411	0.212	0.796
Combined use	0.900	0.788	1.028	0.682	0.349	1.333
Mainly open fire	Ref			Ref		

Adjusted for age in months, sex, length for age in z-score, complete immunization record for the age, duration of breastfeeding and dirt floor.

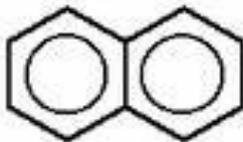
558 children with 4060 observations

El uso de la estufa Patsari mostró un efecto protector en la duración de enfermedades respiratorias altas y bajas (IRR URI 0.79, 95% CI 0.70-0.89, and LRI 0.41, 95% CI 0.21-0.80)

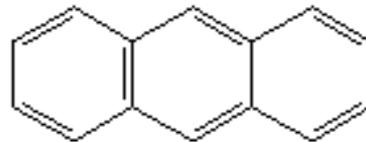
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

(*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*: PAH por sus siglas en inglés)

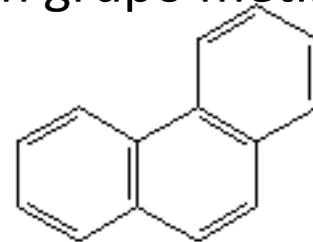
- Son varios cientos de compuestos orgánicos constituidos por átomos de carbono e hidrógeno agrupados en dos o más anillos aromáticos condensados.
- Están divididos en dos categorías:
 - Compuestos de bajo peso molecular de menos de 4 anillos
 - Compuestos de alto peso molecular con 4 o más anillos
- También hay hidrocarburos aromáticos policíclicos sustituidos, que tienen un radical unido al anillo (por ejemplo un grupo metilo)



naftaleno

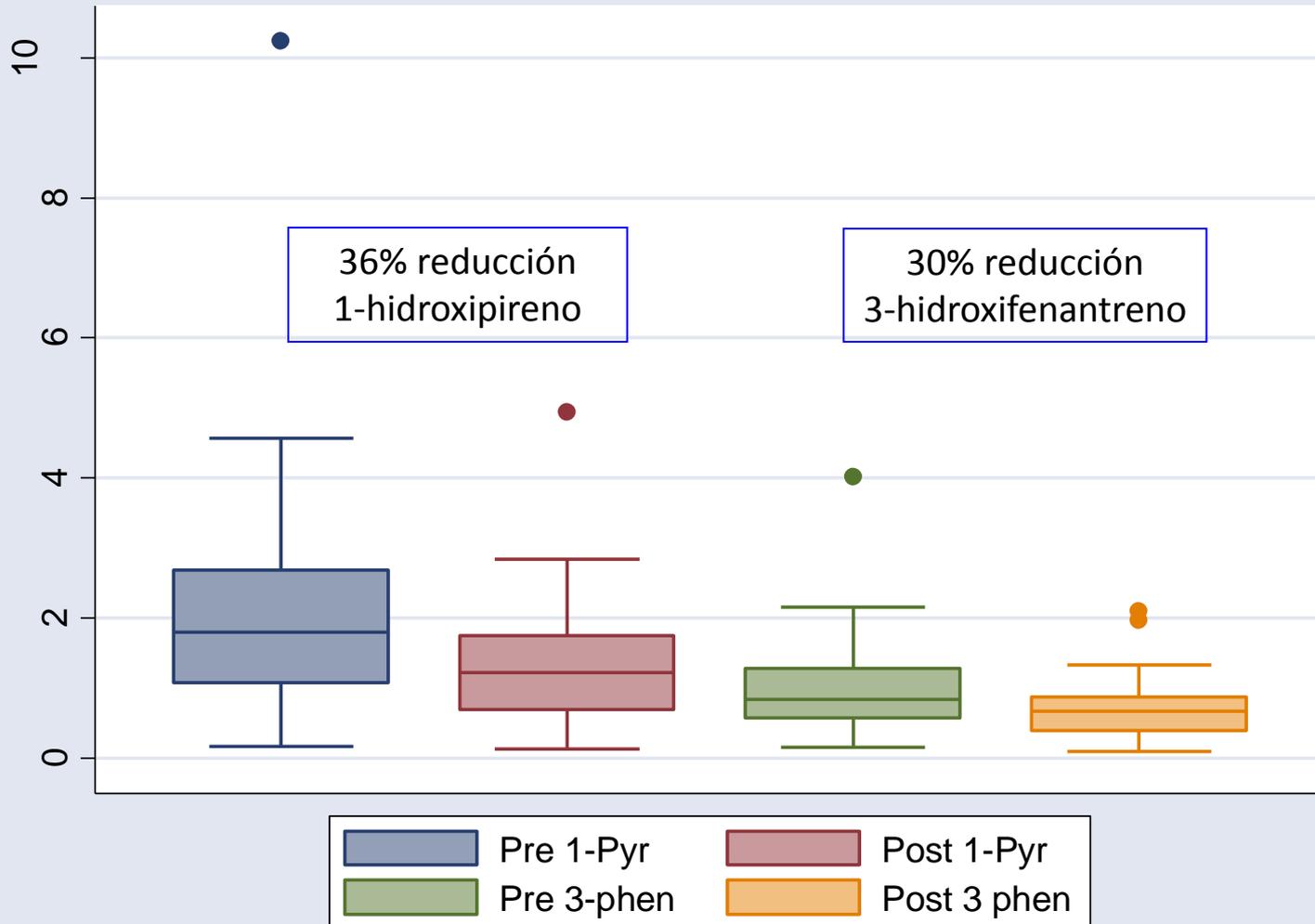


antraceno

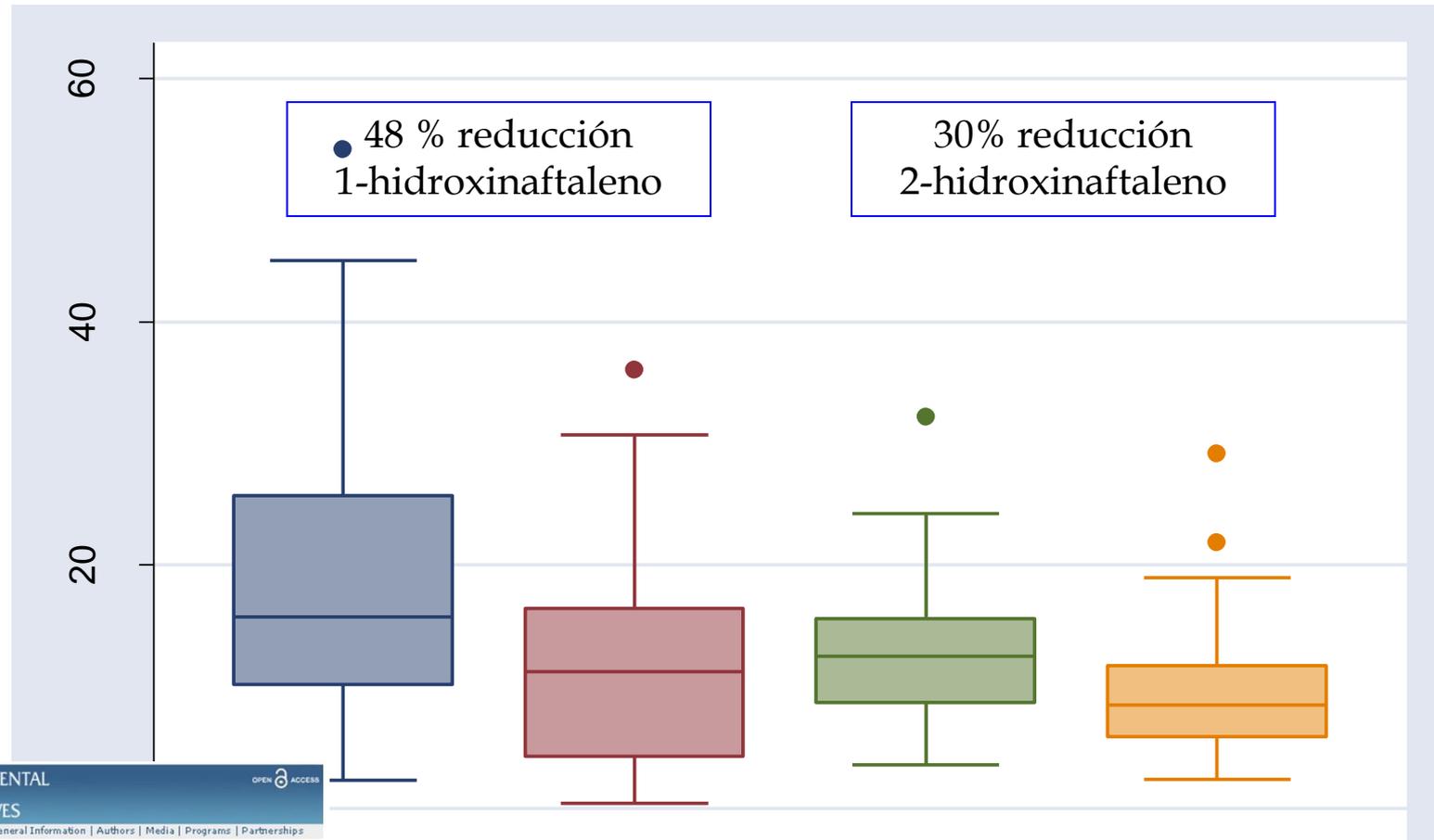


fenantreno

Biomarcadores urinarios de exposición a Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos antes y después de la intervención



Metabolitos urinarios de exposición a Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos antes y después de la intervención



ADOPCION Y COMBINACION DE USOS

ADOPCION EN LOS PRIMEROS MESES

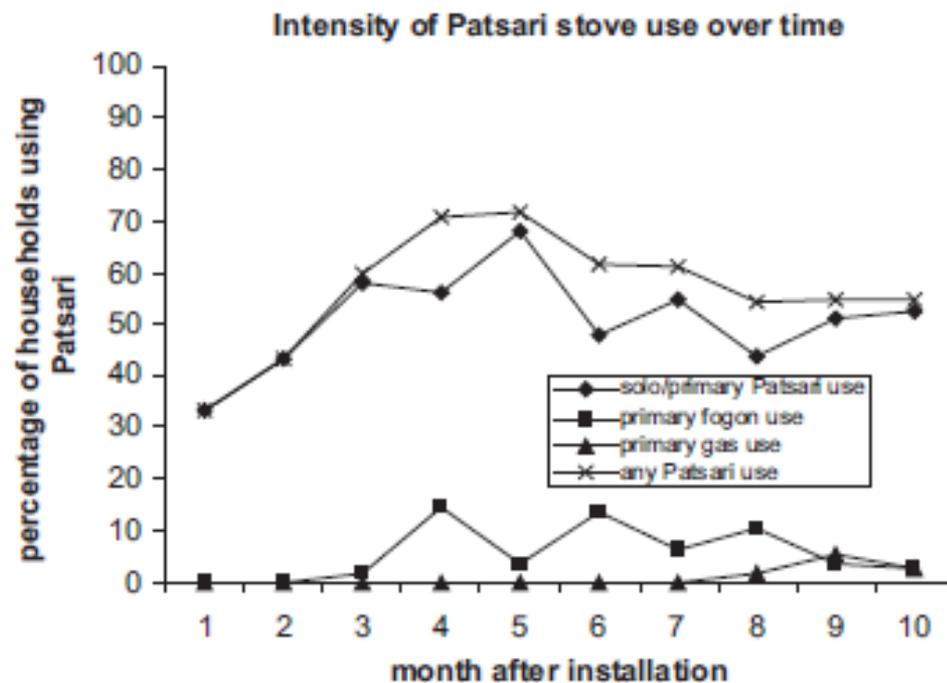


Fig. 3. Process of stove adoption in a stove trial in 112 rural Mexican households (Pine et al., submitted for publication). Users of Patsari stoves showed a learning period of 4 months and a level of sustained use of 50%. Although most users declared the Patsari as their primary stove, many also combined its use with the open fire or a gas stove. Data was obtained from monthly questionnaires.

Adoption and use of improved biomass stoves in Rural Mexico

Kathleen Pine^a, Rufus Edwards^{b,*}, Omar Masera^{cd}, Astrid Schilmann^e,
Adriana Marrón-Mares^e, Horacio Riojas-Rodríguez^e

Factores que modifican la adopción

Factores	Coef (IC 95%)	Valor P
Comachuen	3.1(1.6,4.6)	0.000
Quinceo	3.8(2.2,5.5)	0.000
La Mohonera	3.1(0.7,5.5)	0.010
Casimiro Leco	2.4(-0.2,4.9)	0.066
Turicuaro	2.9(1.4,4.4)	0.000
Tanaco	Ref.	
Propietarios de Tierras	1.9(0.7,3.2)	0.002
Piso de Tierra	-0.8(-1.7,0.1)	0.079
Uso previo de dispositivo elevado	2.0(0.6,3.3)	0.004
Número de ventanas	0.6(0.0,1.2)	0.061
Uso de fogón abierto para calentar la vivienda	-0.9(-2.0,0.1)	0.077
Tos en la etapa basal	-4.8(-7.1,-2.5)	0.000
Ojos llorosos en la etapa basal	1.1(0.2,2.1)	0.020

Se requieren programas focalizados y dispositivos para cocinar mas fáciles de manejar en las mujeres con un nivel socioeconómico mas bajo sin el antecedente de usar previamente un dispositivo elevado.

Adoption and use of improved biomass stoves in Rural Mexico

Kathleen Pine ^a, Rufus Edwards ^{b,*}, Omar Masera ^{cd}, Astrid Schilman ^e,
Adriana Marrón-Mares ^e, Horacio Riojas-Rodríguez ^e



ELSEVIER

Energy Policy 35 (2007) 2799–2810

**ENERGY
POLICY**

www.elsevier.com/locate/enpol

Social perceptions about a technological innovation for fuelwood cooking: Case study in rural Mexico

Karin Troncoso*, Alicia Castillo, Omar Masera, Leticia Merino

Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

Available online 30 January 2007

- No siempre se llega a los más pobres
- El nivel socioeconómico influye
- Las diferencias individuales importante
- Los hombres deben ser considerados en el proceso



Instituto Nacional
de Salud Pública

*Generación de conocimiento
para el desarrollo de políticas de salud*



THE FUEL-STOVE STACKING “PROBLEM”

Omar Masera

Ilse Ruiz-Mercado

IIES- UNAM

Universidad Nacional Autónoma de México

MEXICO



LABORATORIO DE INNOVACIÓN
Y EVOLUCIÓN EN ESTILOS DE
BIOMASA

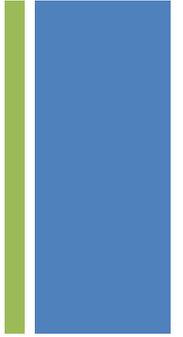


grupo interdisciplinario
de tecnología rural
apropiada



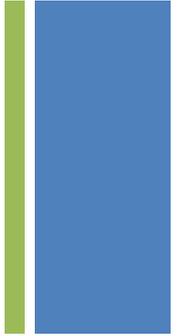
¿Por qué la combinación es importante?

- Se refiere a la combinación de combustibles y dispositivos para satisfacer las necesidades de energía en los hogares tradicionalmente preveída por el fogón tradicional (calentamiento de la casa y el agua y cocinado)
- Combinar más que cambiar es la norma en la mayoría de los hogares
- El enfoque en un solo combustible o dispositivo puede estar fuera de lugar y sus beneficios en salud sobreestimados





Patrones de combinación

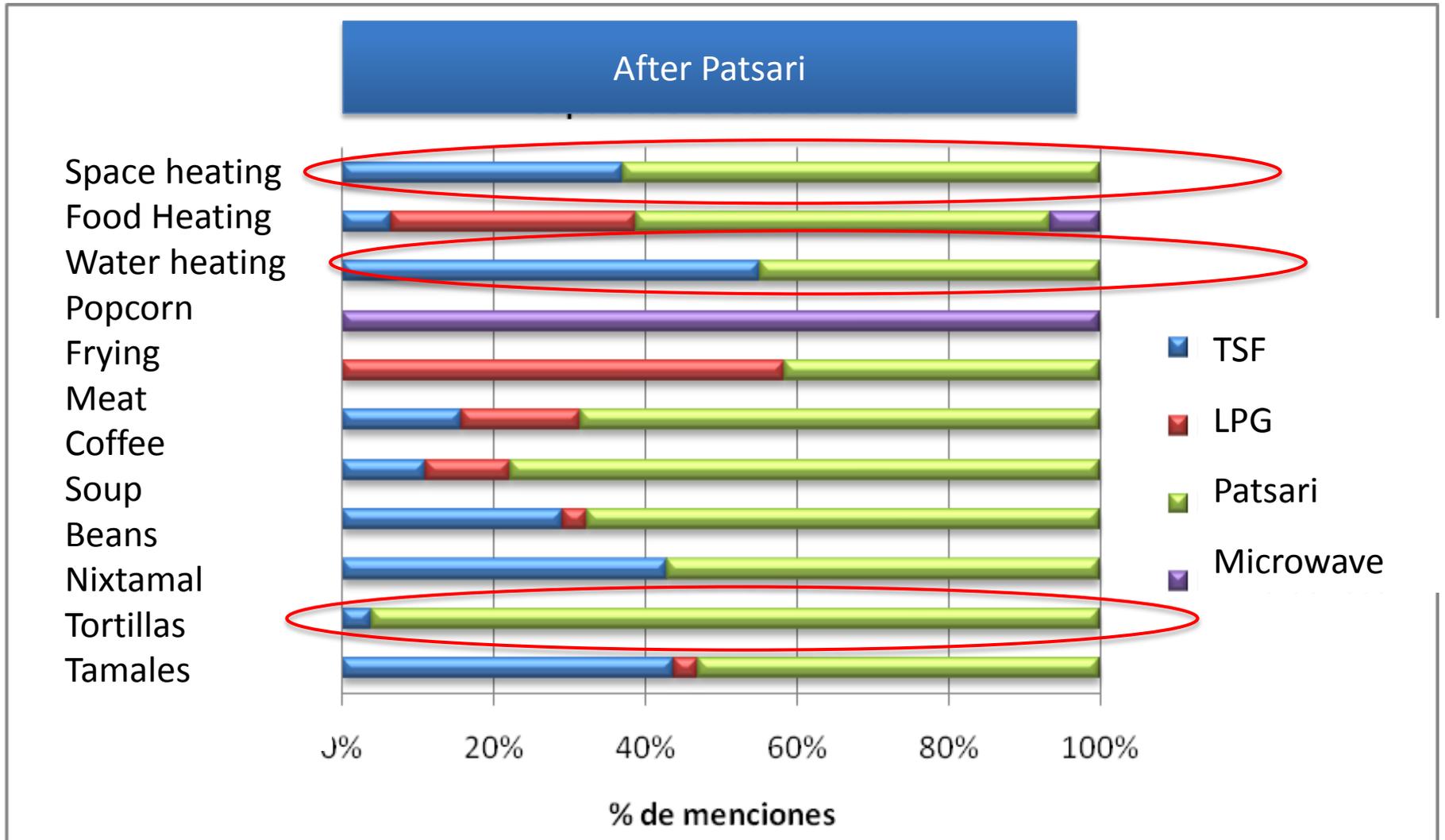


Puede involucrar

- Uso simultáneo de dispositivos y combustibles
- Alternancia en el uso (e.g. días específicos de la semana)
- Patrones estacionales (temporadas secas /húmedad)
- Ocasional (déficit de combustibles)
- Usos específicos para tareas específicas
- Cuando una nueva estufa o dispositivos es “adapatado” ocurre una reconfiguración de todos los dispositivos utilizados

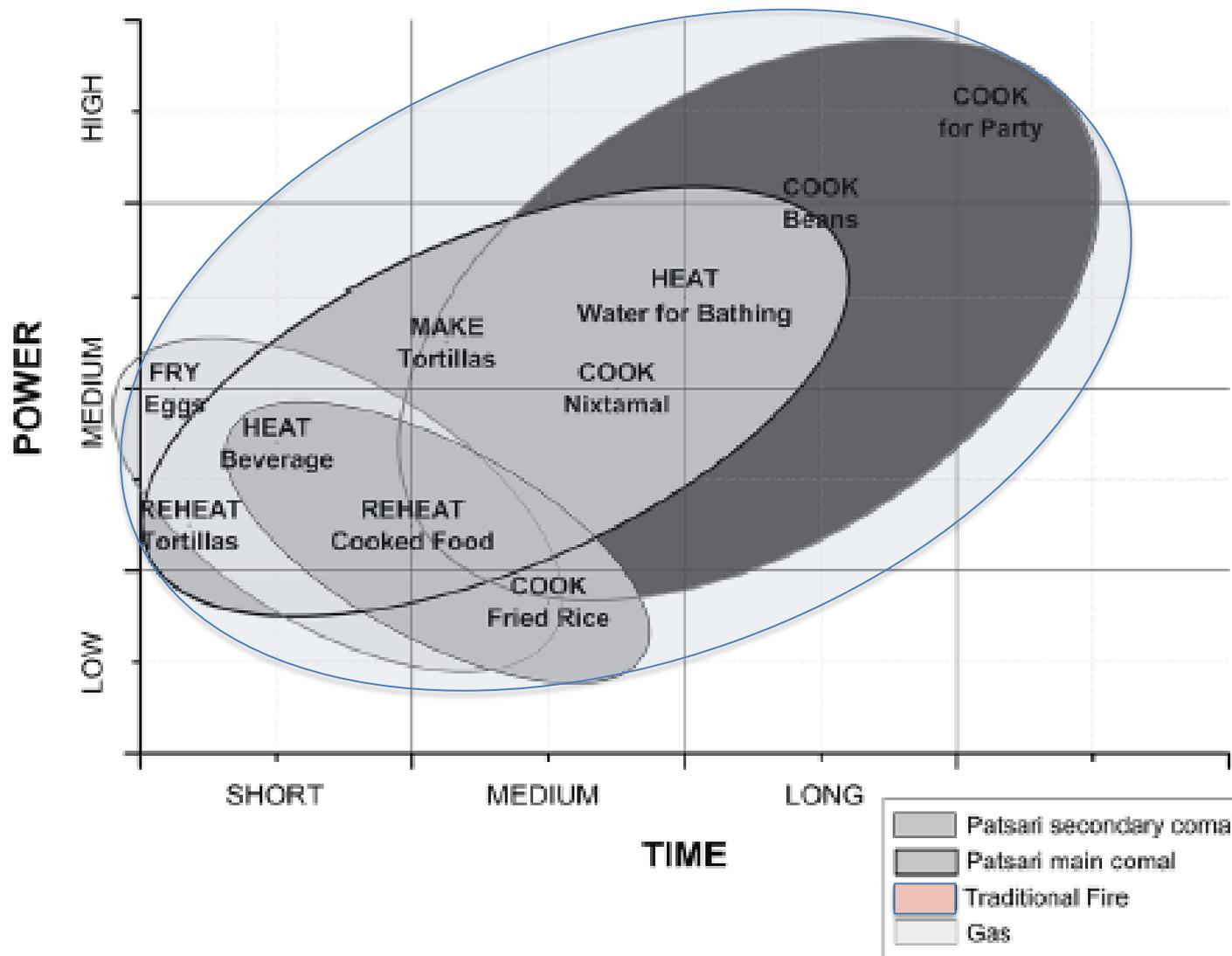


Clean stoves do not replace entirely TSF



Marked preferences by device-cooking practice. Which practice is substituted has a strong impact on health, GHG impacts
(Sample of 50 hh in 2 villages)

Clean stoves do not cover all the performance “Space” of traditional fires



Source: Ruiz-Mercado and Masera, 2015

Análisis Costo-Beneficio

Desde 2003, GIRA ha diseminado un total de **1672 estufas Patsari** en la zona purépecha de Michoacán.

La **tasa de adopción es del 60%** (1003 estufas).

Programa de estufas mejoradas Patsari	\$ MXP	%
Costo económico total	2,121,383	100.0
Costos directos de construcción y reparación	1,780,718	83.9
Costos indirectos por difusión y promoción	340,664	16.1

Los costos económicos se calculan tomando en cuenta el total de estufas construidas, es decir 1672 estufas

Programa de estufas mejoradas Patsari	\$ MXP	%
Beneficio económico total	11,127,908	100.0
Impacto en salud	3,668,123	33.0
Consumo de leña	4,944,403	44.4
Generación de empleo e ingreso	2,004,769	18.0
Impacto ambiental a nivel regional y global	510,614	4.6

Los beneficios económicos se calculan tomando en cuenta el 60% de adopción, es decir para 1003 estufas en uso.

Razón beneficio / costo = 5.2

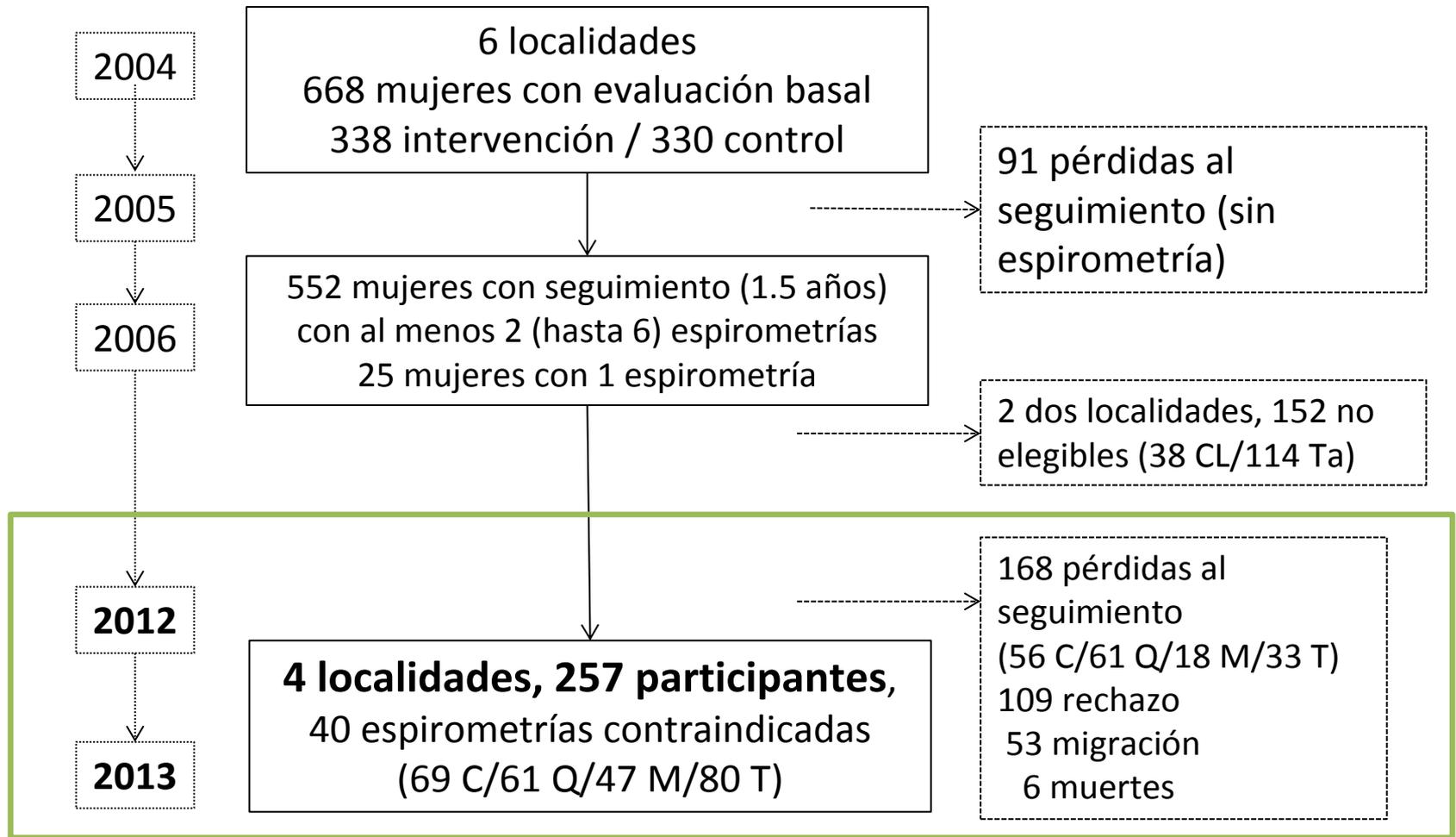
Por cada peso invertido se obtiene un beneficio de 5.2 pesos considerando el total de los impactos (impacto en salud, consumo de leña, generación de ingreso e impacto ambiental).

Impacto en salud	\$ MXP	%
Beneficio económico	3,668,123	100.0
Ahorro total en los gastos de atención	3,221,977	87.8
<i>Gasto privado</i>	2,464,862	
<i>Gasto público</i>	757,115	
Tiempo ahorrado por mejoras a la salud	446,145	12.2

Razón beneficio / costo = 1.7

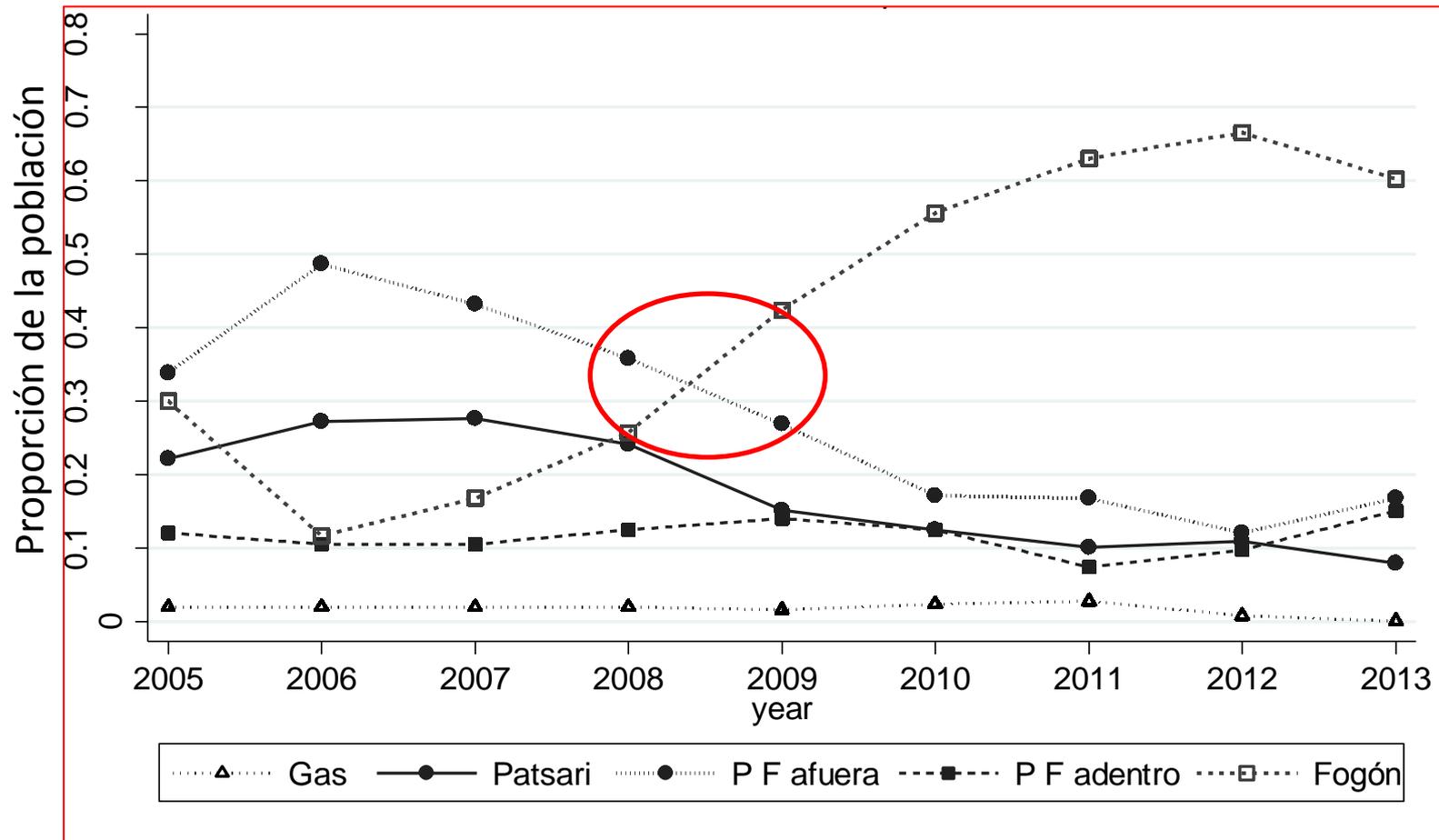
Por cada peso invertido se obtiene un beneficio de 1.7 pesos considerando solamente los impactos en salud.

Estudio de seguimiento



C: Comachuen; Q: Quinceo; M: La Mojonesa; T:Turícuaro; CL: Casimiro Leco; Ta: Tanaco

Prevalencia de las categorías de uso por año



Gas: Sólo gas

Patsari: Sólo estufa de leña

P F afuera: Patsari y fogón fuera de la cocina

Fogón: Sólo fogón

P F adentro: Patsari y fogón dentro de la cocina

Estimación de la exposición

Submuestra del estudio previo (n=45, año 2005) se realizaron mediciones personales de $PM_{2.5}$ y cuestionarios tiempo-actividad



Modelo de exposición

$$\ln(PM_{2.5} \text{ exposición personal diaria}) = \beta_0 + \beta_1 (\text{ventana abierta}) + \beta_2 (\text{tiempo cocinado}) + \beta_3 (\text{Patsari}) + \beta_4 (\text{Patsari con fogón afuera}) + \beta_5 (\text{Fogón dentro con o sin Patsari})$$



Estimación de la exposición sustituyendo las mismas variables obtenidas en el cuestionario actual aplicando los coeficientes del modelo de exposición a cada año de seguimiento.

Índices de exposición crónica

$$PM_{2.5} \text{ promedio } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\sum_{2005}^{2013} (PM_{2.5} \text{ estimado})}{9 \text{ años}}$$

$$PM_{2.5} \text{ acumulado } (\text{mg}/\text{m}^3\text{-años}) = \sum_{2005}^{2013} (PM_{2.5} \text{ estimado} * 365)$$

Ejemplo de estimación de la exposición

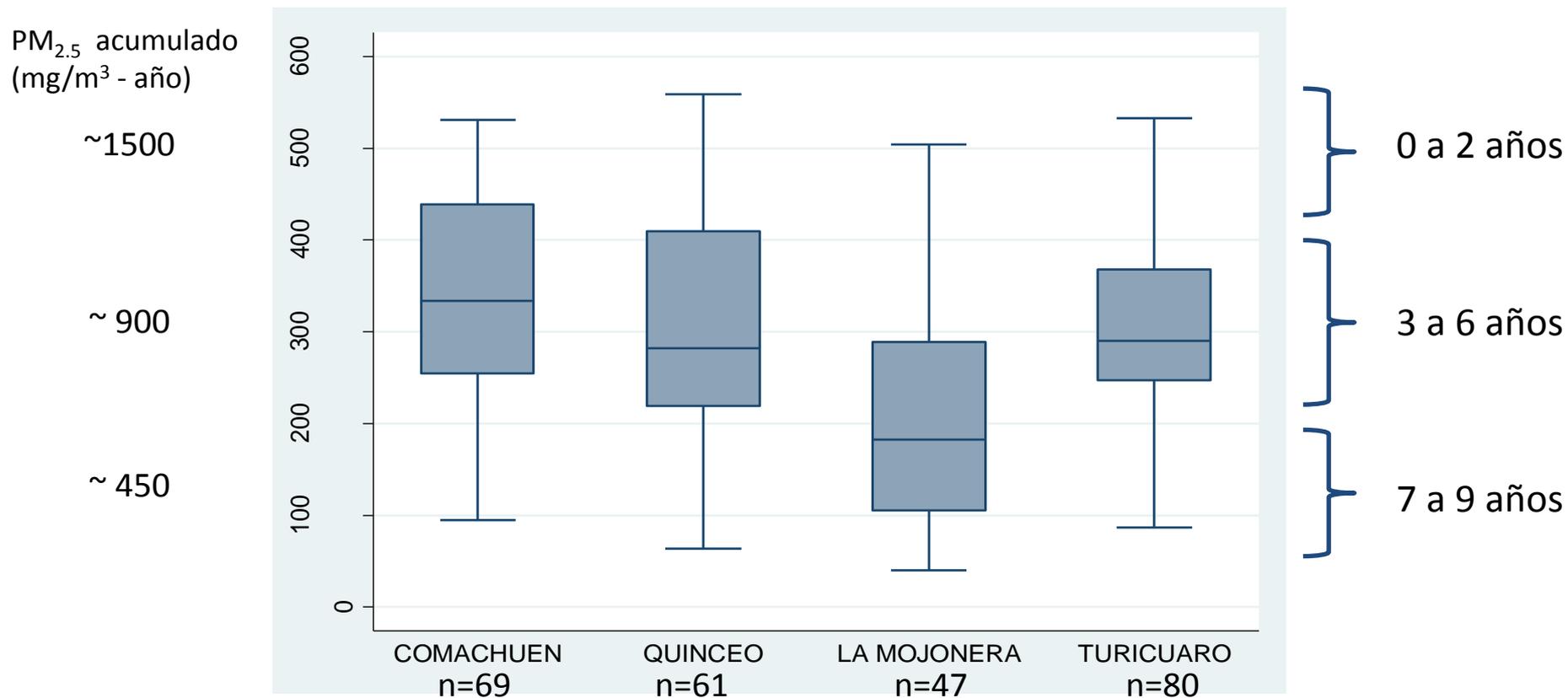
Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PM _{2.5} estimado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	142	142	142	98	98	388	388	388	388

PM_{2.5} promedio = 241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM_{2.5} acumulado = 792 mg/m^3 - año

Niveles de exposición

La exposición estimada corresponde al siguiente tiempo de uso de la estufa eficiente de leña desplazando el fogón tradicional:



Análisis longitudinal de la función pulmonar, continúa

Modelos lineales con intercepto y pendiente aleatoria para estimar el efecto de la exposición crónica a PM_{2.5}

	PM _{2.5} promedio (µg/m ³)			PM _{2.5} acumulado (mg/m ³ - año)		
	Coef	95% CI		Coef	95% CI	
FEV ₁ (mL)	-0.338	-0.676	-0.0001	-0.100	-0.203	0.002
FVC (mL)	-0.298	-0.675	0.079	-0.090	-0.205	0.024
FEF ₂₅₇₅ (mL/s)	-0.993	-1.898	-0.089	-0.289	-0.564	-0.014

Ajustado por edad (años), talla (cm), obesidad en la última medición (IMC>30 kg/m²), Purépecha y nivel educativo (años)

N=217 mujeres, 1101 observaciones

Al menos 2 y hasta 11 observaciones por mujer

Tiempo de seguimiento promedio=8.5 años

La exposición acumulada a pm2.5 disminuye significativamente la capacidad pulmonar de las mujeres

Conclusiones

- La exposición de las mujeres que han utilizado la estufa eficiente de leña durante el periodo de seguimiento **disminuyó al menos 50%** comparando con las participantes que han continuado con el fogón tradicional.
- .



Conclusiones

- La reducción en la exposición de partículas finas, que se puede lograr usando estufas eficientes de leña, **muestra un efecto protector con una menor caída de la función pulmonar, indicando una disminución del riesgo de desarrollar EPOC en una población de mujeres jóvenes.**
- Un seguimiento a largo plazo de esta cohorte podría confirmar esta reducción del riesgo de enfermedad.
- Para lograr este beneficio en salud, es necesario hacer énfasis en la reducción sostenida de la exposición al humo de leña.

Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis Potosí y Propuesta de Intervención

Dr. Horacio Riojas Rodríguez, Responsable técnico

Programa de Estufas Ecológicas

En el estado de **San Luis Potosí**, como parte del Programa Mejoramiento de Vivienda, se han construido poco más de **60 mil estufas de leña (ecológicas)** en las cuatro regiones del Estado entre los años 2010 a 2014, por lo que es de interés del gobierno estatal conocer los **efectos a la salud en la población beneficiaria y obtener recomendaciones para el programa. LA SECRETARIA DE SALUD NOS SOLICITA ESTA EVALUACION**

Objetivo del Programa:

Reducir el número y porcentaje de las viviendas donde se cocina con leña en fogones abiertos (sin chimenea), para atenuar la problemática en aspectos de salud, ambiente, género y calidad de vida.

Programa de Estufas Ecológicas

Cobertura geográfica:

Los 58 municipios del estado de San Luis Potosí

Financiamiento:

Tripartita: * Federación a través del Programa PDZP (50%)
* estado a través de recursos de la SEDESORE (25%)
* municipio (25%)

Bipartita: * estado (50%)
* municipio (50%)

Preguntas de investigación

- ¿Los procesos operativos del Programa de Estufas Ecológicas son eficaces y suficientes para el logro de los objetivos planteados?
- ¿Qué proporción del total de estufas de leña instaladas se han adoptado y usado de forma sostenida y adecuada?
- ¿Los modelos de estufas ahorradoras de leña se adaptan a las necesidades locales?
- ¿Qué factores favorecen y obstaculizan la adopción y uso sostenido de la nueva tecnología?
- ¿El Programa de Estufas Ecológicas ha logrado la sustitución de fogones abiertos por tecnologías más eficientes en las viviendas intervenidas medida como una disminución significativa en la exposición de los habitantes a los contaminantes del aire?
- ¿El Programa de Estufas Ecológicas ha dado como resultado beneficios en la salud de los habitantes de las viviendas beneficiadas?

Objetivo general

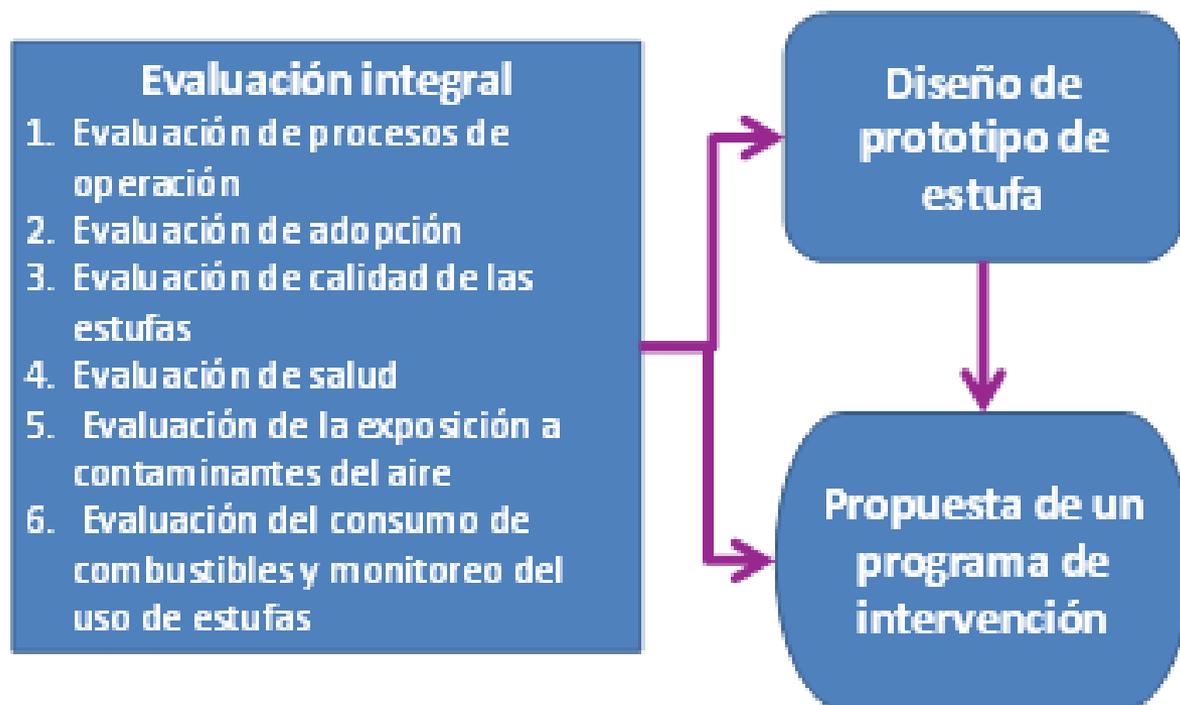
Evaluar de manera integral el impacto en la salud del Programa de Mejoramiento de Vivienda-Estufas Ecológicas en el estado de San Luis Potosí a través de indicadores que incluyen:

- implementación del programa,
- adopción y uso sostenido de la nueva tecnología,
- exposición a contaminantes del aire en interiores
- efectos a la salud en la población de mujeres y niños menores de 5 años

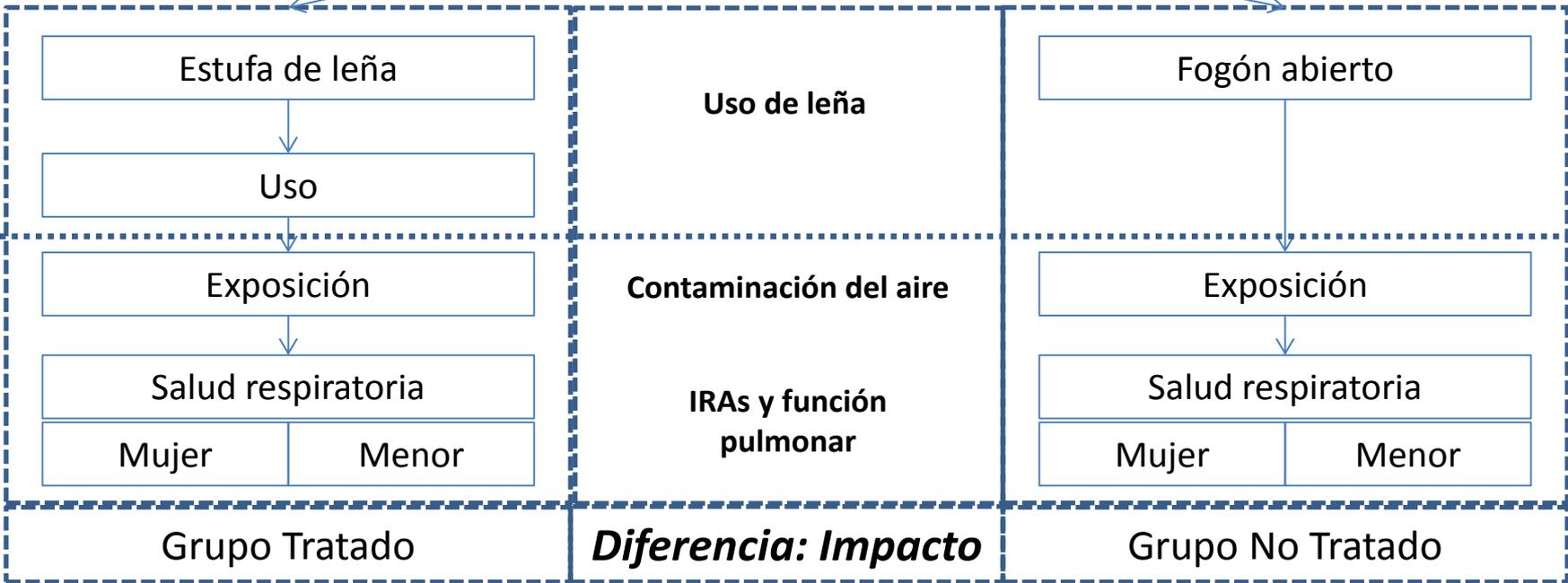
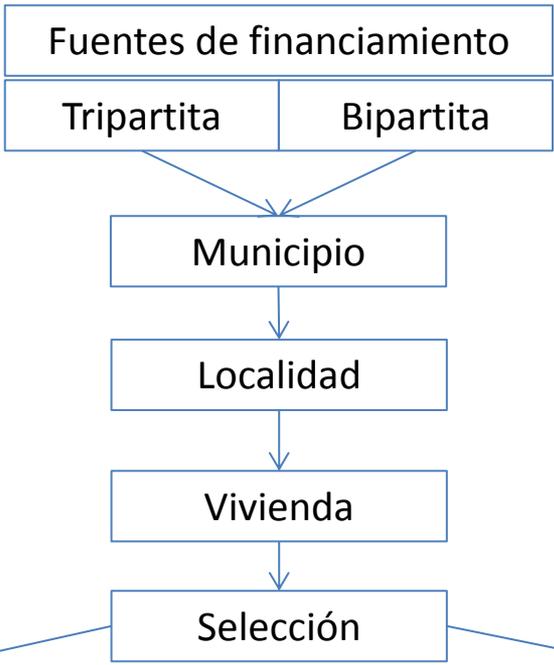
Y definir un programa de intervención.

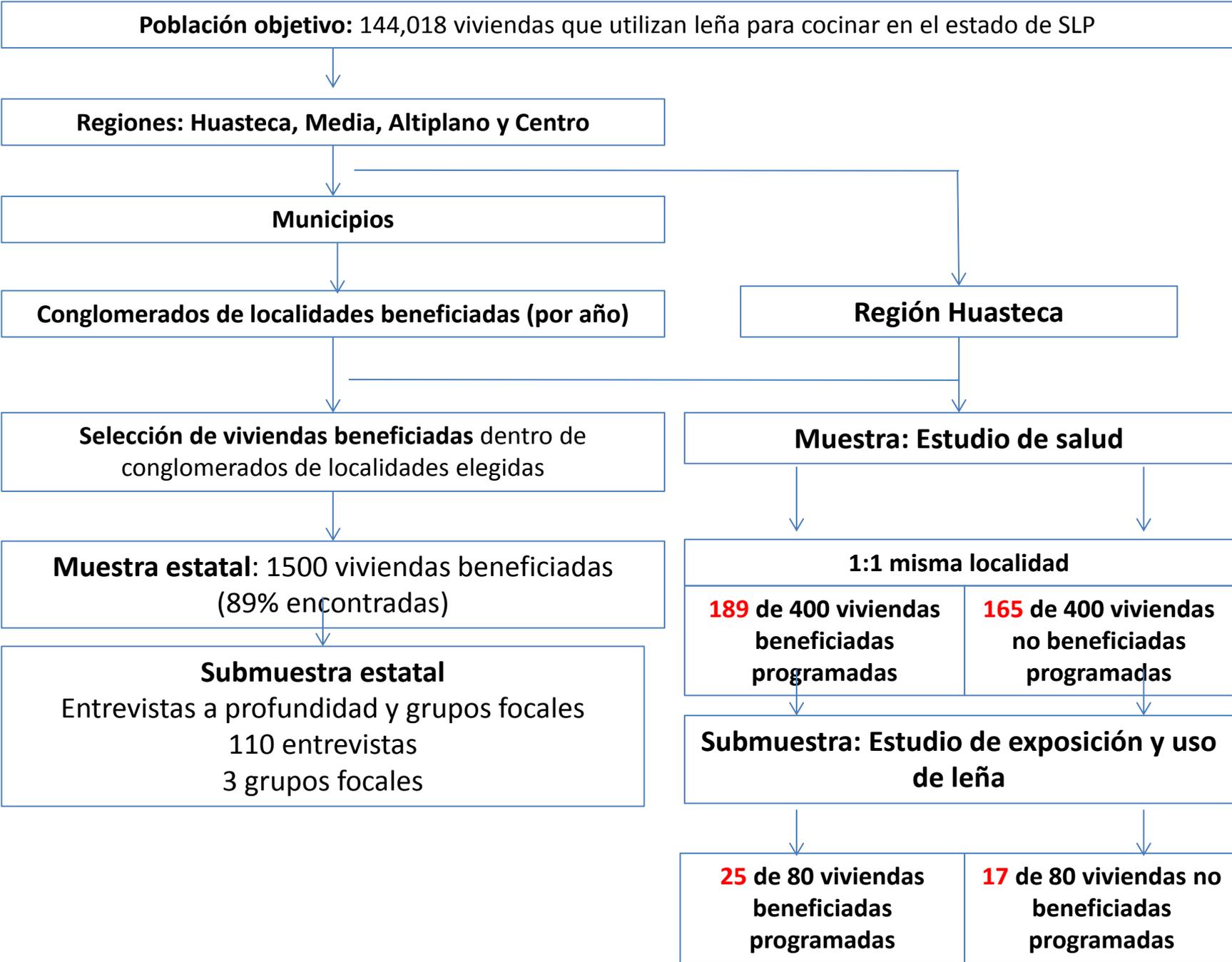
Componentes del estudio

Evaluación Integral del Programa de Estufas Ecológicas en San Luis Potosí y Propuesta de Intervención



Proceso







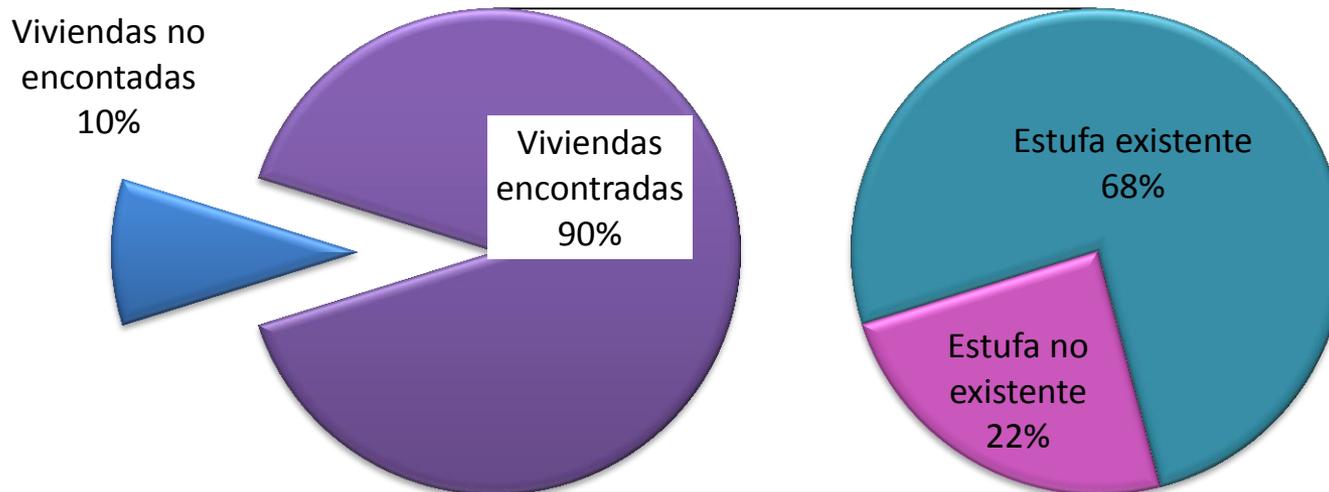
RESULTADOS PRELIMINARES

Evaluación de Procesos: Análisis FODA

Tema		Fortalezas	Debilidades
	Externas	Internas <ul style="list-style-type: none"> •Atención de problemática de prioridad estatal y nacional •Compromiso del personal normativo y operativo •Concurrencia de recursos de tres niveles de gobierno •Participación ciudadana a través de los CCO 	<ul style="list-style-type: none"> •Limitada difusión del programa •Procesos no definidos en la normatividad •Insuficiente inversión municipal para concurrencia de recursos •Insuficiencia presupuestal para la operación y seguimiento del programa •Obligatoriedad de construir un tipo específico de estufa ecológica •Falta de estudio de adopción con características regionales
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> •Impulso nacional y estatal a las políticas de desarrollo social en zonas prioritarias •Participación de otras instancias estatales y municipales en apoyo a población en localidades de muy alta y alta marginación •Política social orientada a disminuir el rezago y la marginación social •Concurrencia de recursos federales a través del Programa de Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP) 	Fortalezas/Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> •Congruencia del Programa con el impulso de políticas en zonas prioritarias •Impulso a la participación ciudadana con fortalecimiento en la relación gobierno-sociedad •Concurrencia de recursos de los tres niveles de gobierno 	Debilidades/Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> •Oportunidad de mejorar la difusión del Programa con apoyo de la sociedad •Presencia de otras instancias gubernamentales para concurrir y reducir insuficiencias presupuestales. •Impulso nacional y estatal de políticas sociales que permiten incrementar recursos. •Concurrencia de recursos de otros sectores para procesos específicos del programa.
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio de Gobierno con riesgo de cambio de prioridades •Presiones políticas para asignación de beneficiarios •Inestabilidad en el entorno económico nacional y estatal 	Fortalezas/Amenazas <ul style="list-style-type: none"> •Políticas social de prioridad nacional disminuye el riesgo de cambio de prioridad •Participación ciudadana para vigilar la operación del programa •Concurrencia de recursos en riesgo por inestabilidad económica nacional y estatal 	Debilidades/Amenazas <ul style="list-style-type: none"> •Limitada difusión del programa y presiones políticas para asignar beneficiarios •Procesos no definidos y presiones políticas para asignar beneficiarios •Inestabilidad económica nacional y estatal e insuficiencia presupuestal. •Cambio de gobierno con riesgo de cambio de prioridades e insuficiencia presupuesta para la operación del programa. •Cambio de gobierno con cambio de prioridades y baja inversión municipal para concurrencia de recursos.

Evaluación de Calidad de las estufas: Diagnóstico tecnológico (n=1500)

Diagnóstico tecnológico



La estufa NO existe en la vivienda (motivos)				
Destruída por el usuario	Transferida a otra familia	No se entregó	Sin información	Si existe
203	5	116	4	1026
				Existentes 76%
				No existentes 24%



Evaluación de Calidad: Diagnóstico tecnológico

Modelos de estufas encontradas (n=1026)

Año	DIF-SLP	Mexquitic	Onil	Otro	Patsari	Total	
2010	302			1	1	304	30%
2011	256	7	1	10		274	27%
2012	145	1		36		182	18%
2013	9	76	88			173	17%
2014	1	63	13			77	8%
2015	16					16	2%

Región	DIF-SLP	Mexquitic	Onil	Otro	Patsari
Altiplano	78	6	39	42	
Centro	40	140	16	1	
Huasteca	463		26		1
Media	148	1	21	4	
	729	147	102	47	1
	71.1%	14.3%	9.9%	4.6%	0.1%



DIF-SLP



Mexquitic



Onil

Evaluación de Calidad: Diagnóstico tecnológico

Modelos de estufas encontradas (n=1026)

Estufas existentes y encontradas en las viviendas

Región	Buen estado	Buen estado c/modificaciones	Desgaste menor	Desgaste mayor	Destruída por uso	Destruída por el usuario	Deterioro grave
Altiplano	90	13		51	3	1	7
Centro	151	20	1	17	2	1	5
Huasteca	230	40		95	9	15	101
Media	97	11		43	3	1	19
	568	84	1	206	17	18	132
	55.4%	8.2%	0.1%	20.1%	1.7%	1.8%	12.9%

Región	Fuga de humo en entrada de leña	Fuga de humo en comales
Altiplano	52	77
Centro	52	48
Huasteca	214	197
Media	88	60
	406	382
	39.6%	37.2%



COMENTARIOS FINALES

El correcto desarrollo de los programas de estufas mejoradas, puede reducir significativamente problemas relevantes de salud pública, sin embargo es necesario:

- Contar con un seguimiento durante un tiempo razonable
- Tomar en cuenta los factores que se ha demostrado inciden en la aceptación y la opinión de las usuarias
- Considerar los usos combinados de diferentes dispositivos y combustibles
- Contar con arreglos interinstitucionales que garanticen la operación de los procesos
- Incorporar de manera activa al sector salud considerando los beneficios que la reducción de exposiciones significa en términos de riesgos y costos

Equipo de trabajo

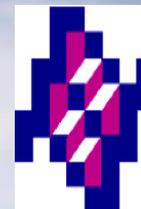
Nombre	Cargo dentro del proyecto	Institución de adscripción
Dr. Horacio Riojas Rodríguez	Responsable técnico	INSP
M. en C. Luz Angélica de la Sierra de la Vega	Investigadora	INSP
Dra. Astrid Schilmann Halbinger	Investigadora	INSP
M. en C. Minerva Catalán Vázquez	Investigadora	INER
Dra. Horacia Fajardo Santana	Investigadora	COLSAN
Dr. Fernando Díaz-Barriga Martínez	Investigador	UASLP
Dr. Rogelio Pérez Padilla	Investigador	INER
Dr. Omar Masera Cerutti	Investigador	UNAM
Dra. Ilse Ruiz Mercado	Investigadora	UNAM
Dr. Rogelio Flores Ramírez	Investigador asociado	UASLP
Dr. Víctor Berrueta Soriano	Investigador asociado	GIRA

Equipo de trabajo

Nombre	Cargo dentro del proyecto	Institución de adscripción
Lic. Ester Librado de la Cruz	Estudiante Maestría	INSP
Lic. Daniela Karina García Rodríguez	Estudiante Maestría	UASLP
Lic. Gabriela Pacheco Guzmán	Estudiante Maestría	INSP
Luis Alfredo Ortiz Vázquez	Estudiante Licenciatura	UASLP
Ervin Merced López	Estudiante Licenciatura	UASLP
Brenda Carolina Romero Orellana	Investigadora de campo	UASLP
Viridiana del Carmen Robledo Valero	Investigadora de campo	INER
María Lourdes Mendoza Flores	Investigadora de campo	UNAM
Evaristo Herrera Medina	Trabajo de campo	UASLP
Felix Patricio Chavez	Trabajo de campo	GIRA
Ruben Gabriel Trinidad	Trabajo de campo	GIRA
Ana Beatriz Magallanes Gonzalez	Trabajo de campo	GIRA



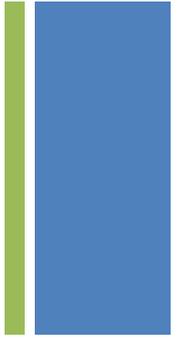
CIECO



GRACIAS
hriojas@insp.mx

+

Broadening perspectives... from cookstoves



to kitchens and households



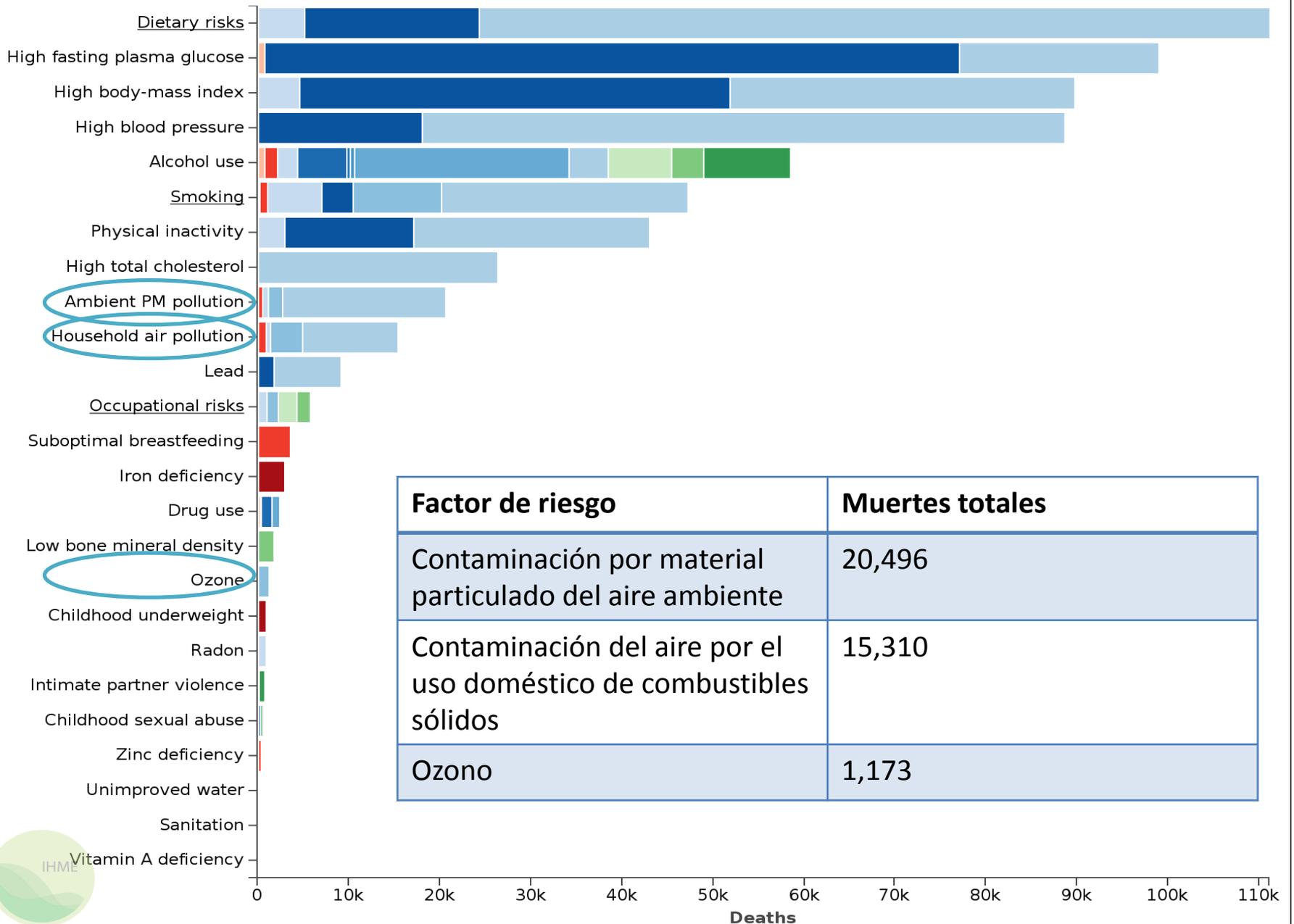
FIN

Estimaciones de la carga de la enfermedad

- Estas estimaciones se expresan como las muertes prematuras y como los años de vida perdidos ajustados por discapacidad (DALYs por sus siglas en inglés)
- Carga de la enfermedad que se atribuye a los factores de riesgo:
 - Contaminación por material particulado del aire ambiente
 - Contaminación por ozono del aire ambiente
 - Contaminación del aire por el uso doméstico de combustibles sólidos



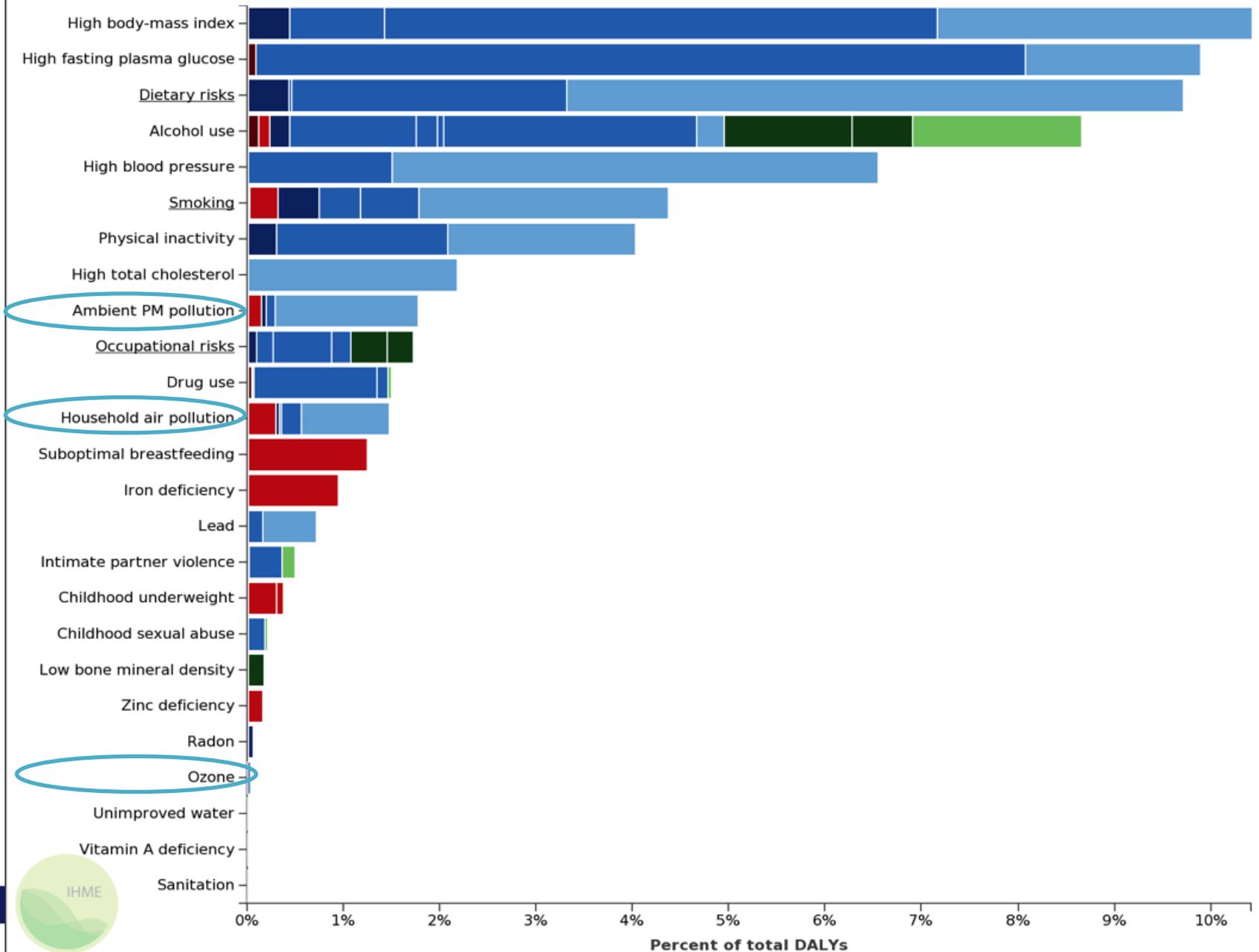
Mexico, deaths
Both sexes, All ages, 2010



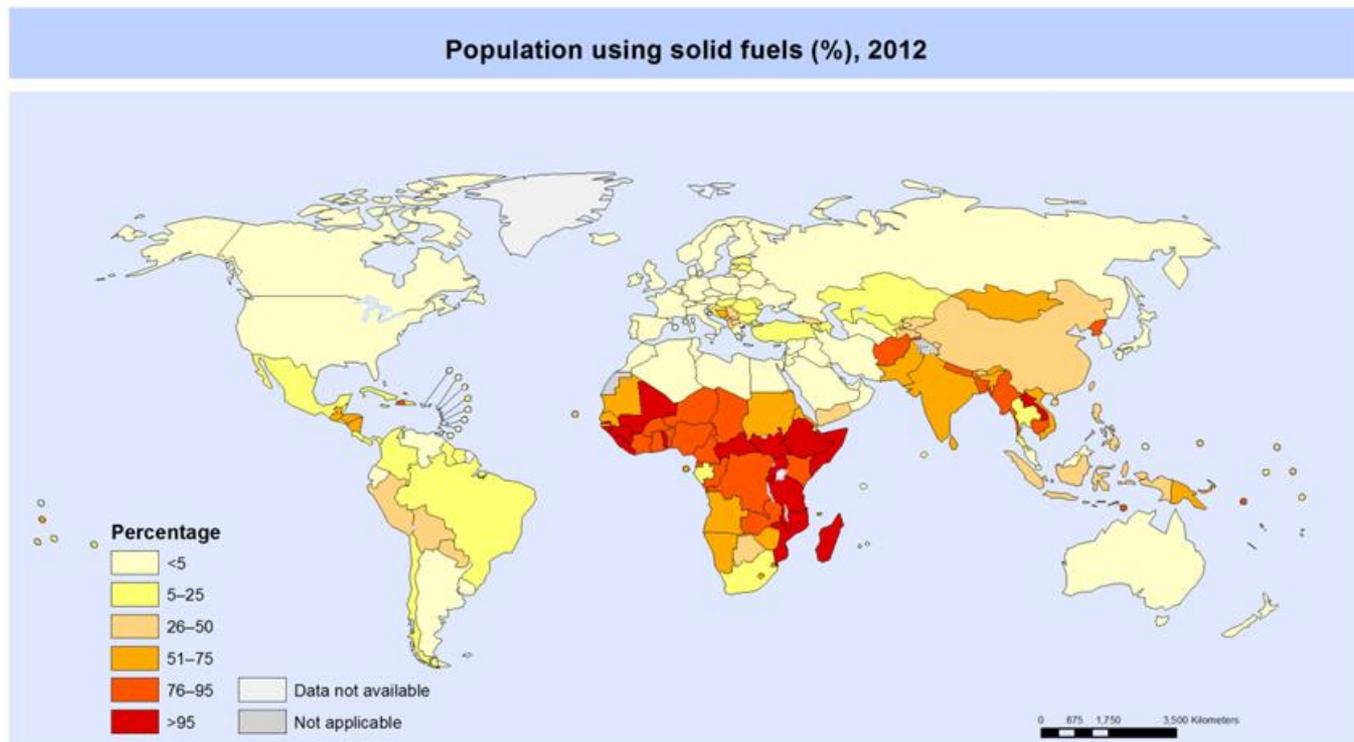
Factor de riesgo	Muertes totales
Contaminación por material particulado del aire ambiente	20,496
Contaminación del aire por el uso doméstico de combustibles sólidos	15,310
Ozono	1,173



Mexico, DALYs
Both sexes, All ages, 2010



Porcentaje de la población por país que utiliza combustibles sólidos para el año 2012



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization
Map Production: Public Health Information
and Geographic Information Systems (GIS)
World Health Organization



© WHO 2013. All rights reserved.

Alrededor de 3 mil millones de personas en el mundo usan combustibles sólidos: 2.4 mil millones usan biomasa (leña, carbón vegetal, estiércol, residuos de cultivos), y el resto utiliza el carbón para la mayoría de sus necesidades energéticas en el hogar

Estudio de casos y controles hospitalarios

Mujeres mayores de 40 años de edad reclutadas en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) en la Ciudad de México

Indicador de exposición crónica al humo de leña: Horas-años

Casos diagnosticados como

- Bronquitis crónica (definición clínica)
- EPOC (espirometría)

Cuatro grupos control

- Tuberculosis pulmonar (TB)
- Neumopatías intersticiales difusas (NID)
- Pacientes de otorrinolaringología (ORL)
- Visitantes sanas

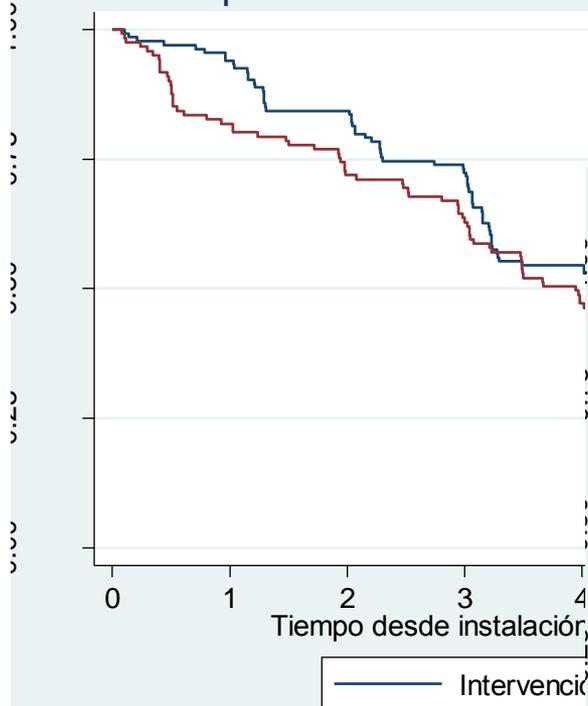
Razón de momios (RM) ajustada (IC 95%), la probabilidad del evento comparando los grupos expuestos y no expuestos,

Casos	TB	NID	ORL	Visitantes
BC sin EPOC	1.8 (0.8-4.6)	4.7 (2.1-11)	4.1 (1.8-9.4)	8.3 (3.4-20)
BC y EPOC			6.0 (2.0-17)	14 (4-58)

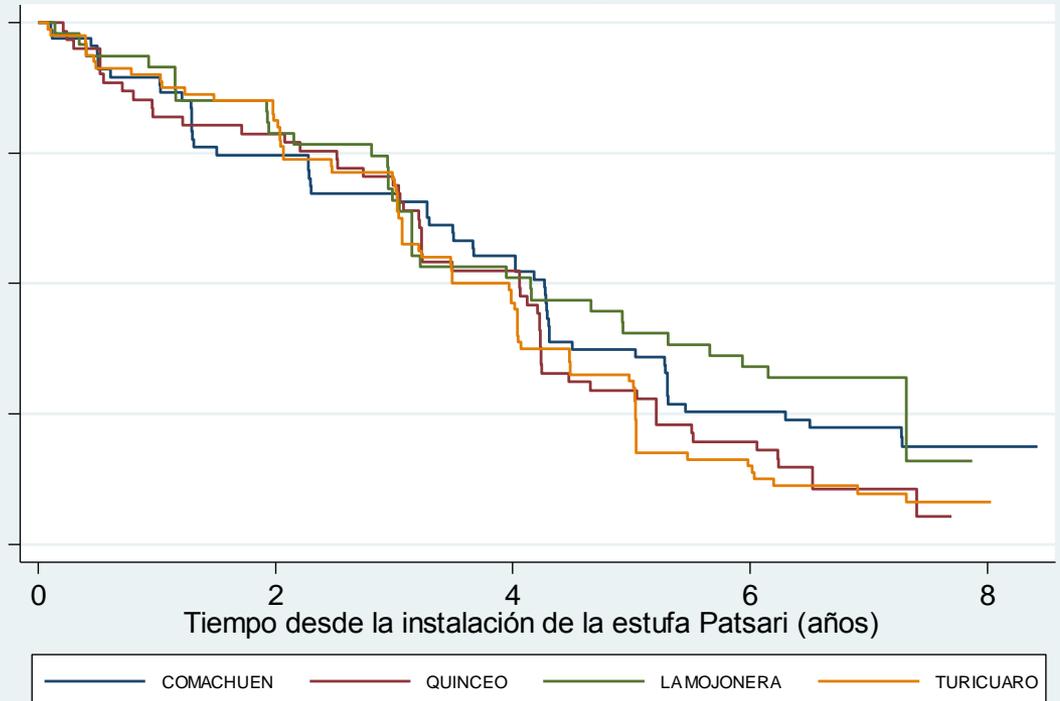
Las mujeres con una historia prolongada de cocinar en fogones tradicionales tienen un mayor riesgo de ser diagnosticadas con bronquitis crónica y EPOC. Este riesgo se incrementa conforme aumenta la exposición.

Supervivencia de la estufa Patsari (destruida o abandonada)

Supervivencia de la estufa (gráfica Kaplan-Meier)



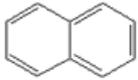
Supervivencia de la estufa (gráfica Kaplan-Meier)



HUMO: MEZCLA DE PAHs

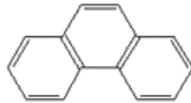
Naftaleno (NAP)

Abundante en
Fase gaseosa



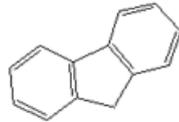
Fenantreno (PHEN)

Abundante en
Fase gaseosa



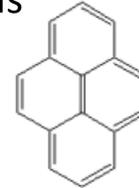
Fluoreno (FLUO)

Fase gaseosa



Pireno (PYR)

Abundante en fase
Gaseosa y particulada
Constituyente regular de
Mezclas de PAHs



**PAHs
Carcinogénicos
BaP y otros**

**Absorción
Distribución
Metabolismo
Excreción**

ORINA: METABOLITOS MONO-HIDROXILADOS (OH-PAH)

Presentes como conjugados de glucurónido o sulfato

**1-NAP
2-NAP**

**1-PHEN
2-PHEN
3-PHEN
4-PHEN**

**2-FLUO
3-FLUO
9-FLUO**

**1-PYR
Biomarcador de exposición a
la mezcla de PAHs más
empleado**

From Cookstoves to Dynamic Cooking Systems

Landscape Effects
(Non-Renewable Biomass)



Compatibility with traditional practices and culture
Comparative Advantages with competing devices
Access Constraints (price, availability fuel)



Adoption
Sustained use



(Lab tests / Emission Factors; Effic); Cost



Actual HH GHG
Emissions
& Exposure

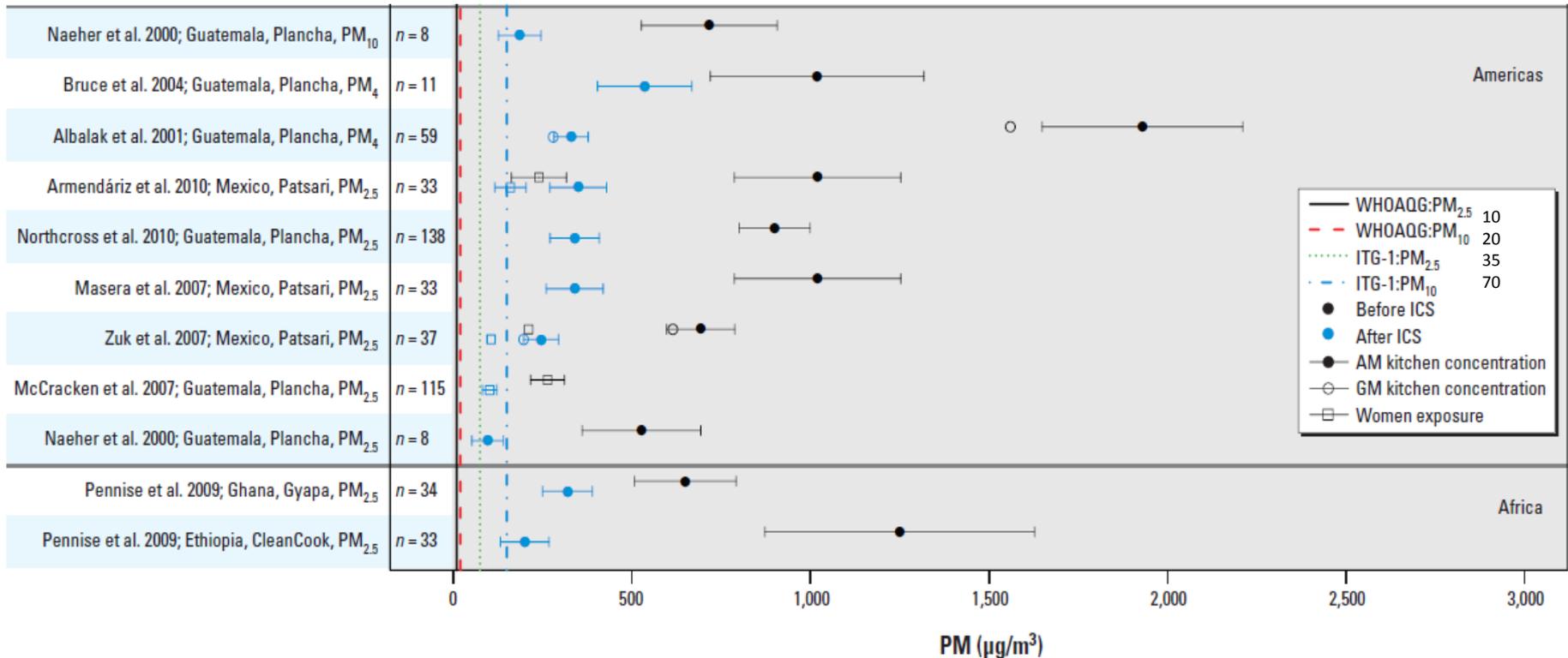


Implications of Stacking



- **Residual use of traditional fires as** single stove-fuel combinations will not likely cover all the tasks performed by fires
- **Complex stove/fuel use patterns**, where each fuel/stove is used for the task where it performs the best
- **Reduced health benefits** from the use of clean stoves

Niveles de exposición en otros estudios



Clark et al. 2013

+ Implications of Stacking for Future Cookstove Programs



- From “selling clean stoves” to promoting their sustained use and the displacement of traditional fires
- From “clean cooking” to “access to clean energy services” (including water and space heating...)
- From “single devices” to **integrated portfolios** including **improved practices** (moving fire, drying wood, pressure cooker), stoves (including biomass) and fuels

Componentes del estudio

Evaluación de procesos del Programa

- ✓ Operación del Programa
- ✓ Evaluación técnica de estufas instaladas en las diferentes regiones y años
- ✓ Aceptación, adopción y uso sostenido de la estufa instaladas

Evaluación de impacto del Programa

- ✓ Monitoreo de uso de la estufa, consumo de combustibles y contaminación del aire
- ✓ Evaluación de la salud de la madre y el menor (etapa basal y después de 6 meses)

Definición de la intervención

- ✓ Diseño y pruebas (laboratorio y campo) de prototipo de estufa eficiente de leña
- ✓ Programa de intervención (aspectos tecnológicos, difusión y promoción, monitoreo y seguimiento)



Relevant Publications

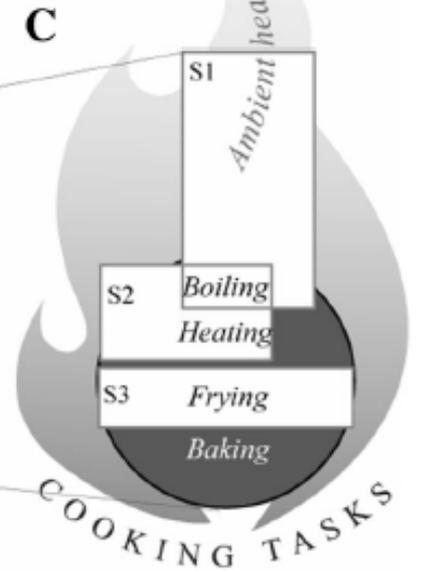
- Masera, O. R. et al. (2000). "From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model." World Development **28**(12): 2083-2103.
- Ruiz-Mercado, I., O. Masera, et al. (2011). "Adoption and sustained use of improved cookstoves." Energy Policy **39**(12): 7557-7566.
- Ruiz-Mercado, I., Masera, O. (2015) Patterns of Stove use in the context of fuel-device stacking: Rationale and Implications. **Ecohealth**. DOI: 10.1007/s10393-015-1009-4



- COOKING USES
- NON-COOKING USES



- RESIDUAL COOKING
- RESIDUAL NON-COOKING
- STOVES



- RESIDUAL COOKING
- RESIDUAL NON-COOKING
- STOVES



LABORATORIO DE INNOVACIÓN
Y EVALUACIÓN EN ESTEROS DE
BIOMASA

Thank you

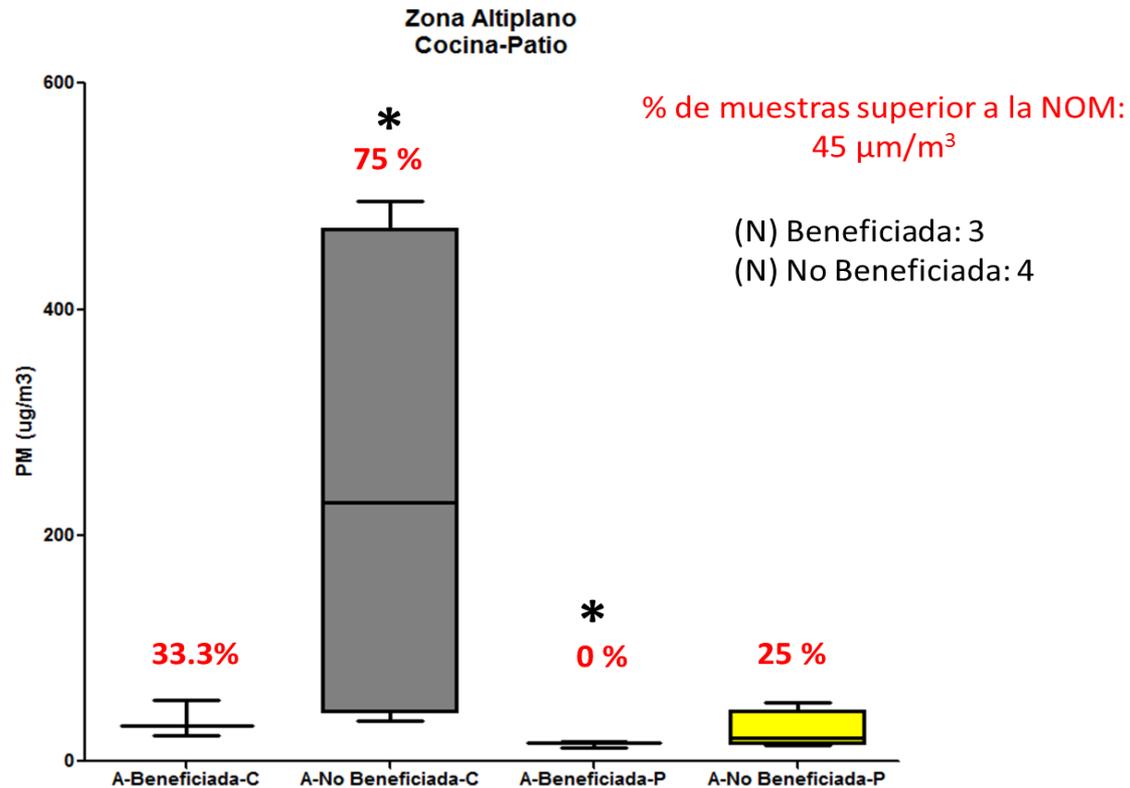


omasera@gmail.com
ilse.ruiz@gmail.com



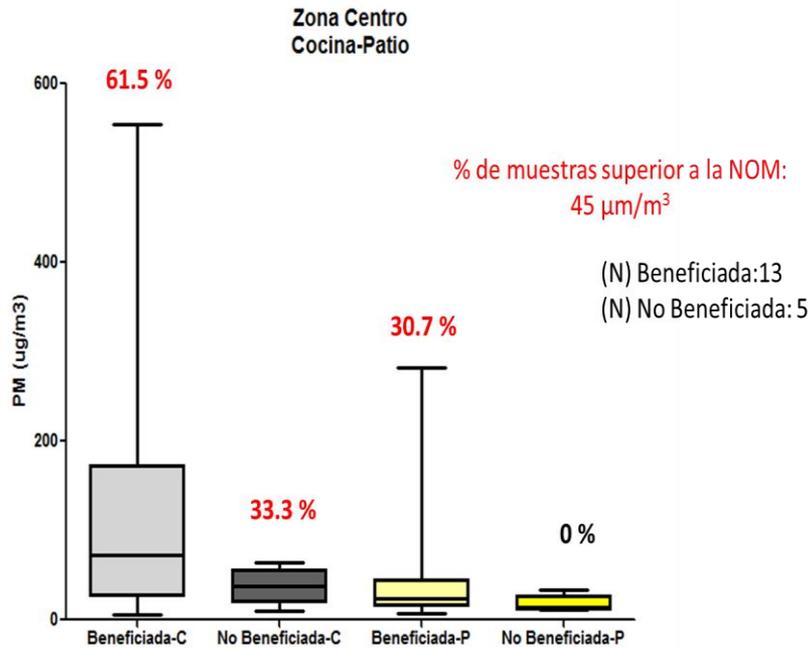
Evaluación de Exposición

Área	Cocina		Patio	
Beneficiaria	Si	No	Si	No
N	25	17	24	15
Mediana	61	55	37	33
Rango	5-554	10-394	8-283	11-85

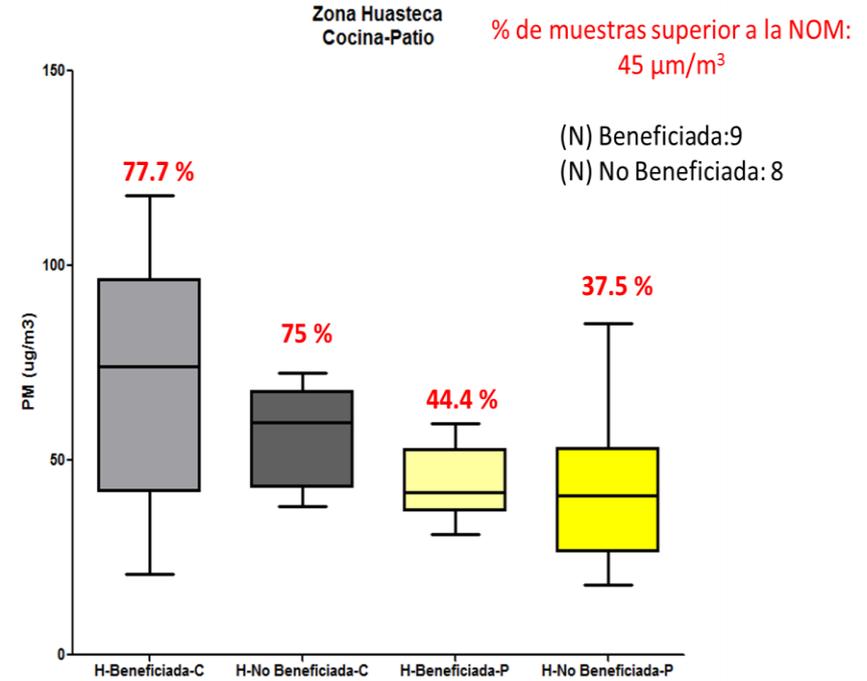


*Diferencia estadísticamente significativa. Kruskal-Wallis $P < 0.05$

Evaluación de Exposición



No existen diferencias estadísticamente significativas. Kruskal-Wallis P=0.489



No existen diferencias estadísticamente significativas. Kruskal-Wallis P=0.1146

Objetivos específicos

Objetivos específicos relacionados con la evaluación

- Realizar un análisis sistemático sobre la operación del Programa de Estufas Ecológicas con la finalidad de evaluar como los procesos conducen al logro de la meta, así como detectar los problemas operativos a los que se enfrenta y las buenas prácticas que se realizan, de manera que se puedan emitir recomendaciones que permitan mejorar su gestión.
- Evaluar el proceso de adopción de las estufas ecológicas implementadas, así como monitorear su uso sostenido.
- Evaluar los modelos y materiales utilizados en las estufas ecológicas implementadas
- Evaluar el impacto del Programa sobre la salud y seguridad de mujeres y niños menores de 5 años.
- Comparar los niveles de exposición a contaminantes del aire al interior de viviendas con fogones abiertos y estufas ecológicas.
- Evaluar el consumo de combustibles en hogares que utilizan estufas ecológicas y fogones abiertos.

Objetivos específicos cont.

Objetivos específicos relacionados con el diseño de la intervención

- Proponer un prototipo de estufa ecológica de leña que optimice su rendimiento
- Con base en lo anterior, proponer un programa de intervención que incluya el prototipo diseñado y las acciones de monitoreo y seguimiento necesarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Etapa 2: Metas

- Visita de seguimiento a 800 viviendas evaluadas durante la etapa previa en el estudio basal, además del monitoreo de la contaminación del aire en interiores.
- Evaluaciones técnicas de estufas en una submuestra de las viviendas seleccionadas.
- Reporte final sobre los impactos del Programa.
- Proceso de innovación tecnológica participativa involucrando a diversos actores del ámbito estatal y nacional para la definición de un diseño de prototipo de estufa ecológica que responda a las necesidades del estado.
- El plan de intervención incluirá: A) Identificación y análisis de capacidades de los diferentes actores involucrados, tanto del sector público como del privado; B) Determinación de alternativas tecnológicas apropiadas de acuerdo a las regiones; C) Propuesta de una estrategia de comunicación para la sensibilización, promoción y difusión; D) Modelo de capacitación a promotores, constructores, usuarias y actores encargados del seguimiento y monitoreo; E) Una estrategia para la implementación (construcción o instalación) de las estufas; F) Un plan de evaluación y monitoreo.

Etapa 2: Productos

- Evaluación cuantitativa del impacto del programa sobre el uso de combustible y las concentraciones de contaminantes dentro de las viviendas, así como en la prevalencia de signos y síntomas respiratorios de niños y en la capacidad pulmonar de mujeres.
- Prototipo de estufa eficiente de leña junto con el manual de operación de uso.
- Definición del programa de intervención, a partir de los resultados obtenidos.
- Comprobantes académicos que acrediten la graduación de 4 estudiantes de licenciatura, 2 de maestría y 1 de especialidad

Etapa 1: Metas

- Establecimiento de un equipo multidisciplinario y multisectorial de investigación incluyendo la coordinación con las diferentes autoridades locales y estatales.
- Diseño y piloteo de los instrumentos de recolección de información validados.
- Capacitación del personal de apoyo para el trabajo de campo.
- Selección de la población de estudio
- Diagnóstico técnico y de uso de estufas a nivel estatal en 1500 viviendas
- Evaluación del consumo de leña y uso de combustibles en una submuestra.
- Estudio basal de salud en una muestra de 800 viviendas y una submuestra para la medición de los niveles de contaminación en el interior de las viviendas y uso de los dispositivos de cocinado
- Análisis de los procesos de operación del Programa con la identificación de las áreas de oportunidad, así como los principales problemas y buenas prácticas o fortalezas
- Componente cualitativo en una submuestra de la población.



Rationale for Stacking

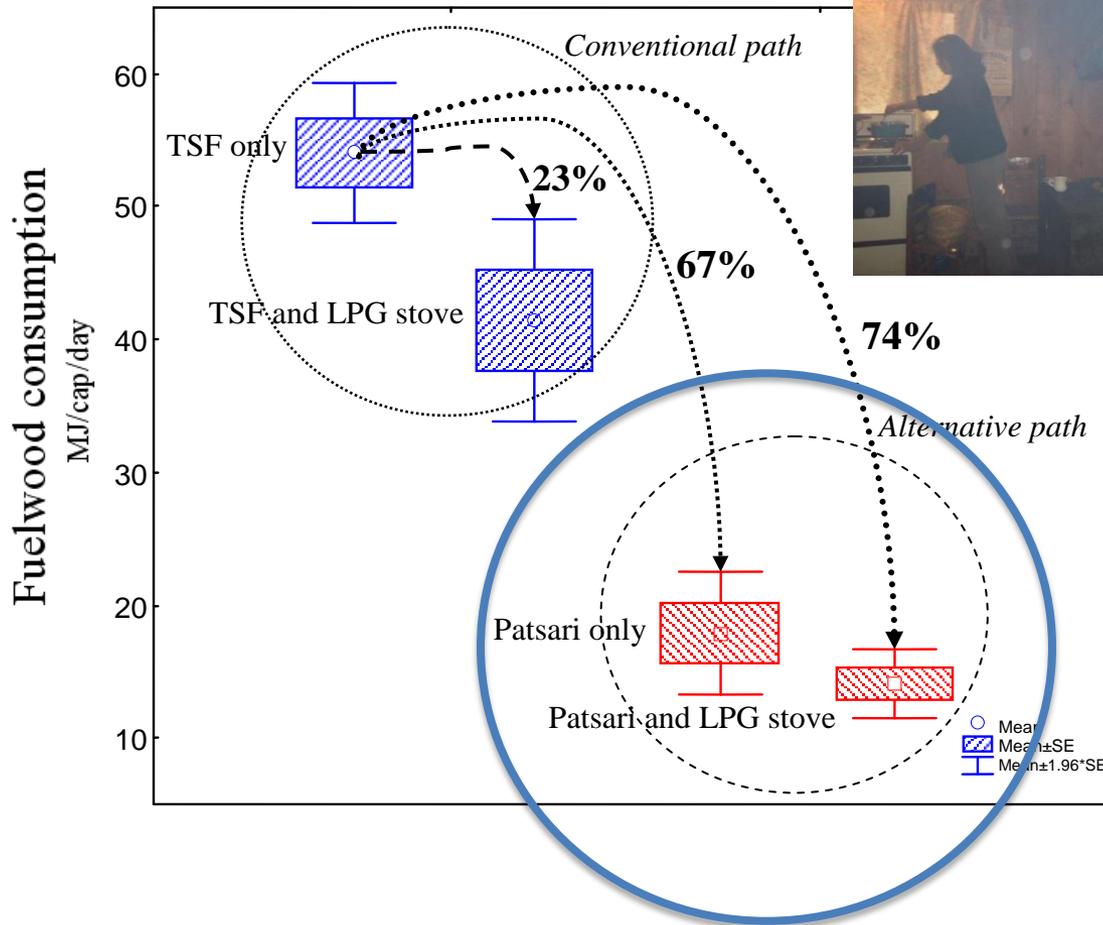


- Clean stoves/fuels are usually **sub-optimal** alternatives to traditional fires
 - Open fires satisfy **several needs**: cooking, water and space heating, animal feeding, roof protection, social gathering,...
 - “Cooking” is also a **complex integration of many tasks** (boiling, frying, smoking, slow cooking..)
- Relying on multiple/fuels devices provides flexibility and resilience to cope with fuel shortages due to environmental/economic/political reasons

(we do this all the time, why expecting poor people to do otherwise??)



Actual fuel savings from switching to cleaner fuels/stoves



Expected → 90% less energy use; no fw use; >> 90% IAP reduction

**Inspected → 23% fw savings switching to LPG (no IAP gains)
74% fw savings with ICS and LPG and 70% less IAP**

