



# MONITOREO DE ESTUFAS PATSARI: *resultados preliminares*

**Rodolfo Díaz**

GIRA A. C.

TALLER:

Adiestramiento sobre contaminación intramuros y monitoreo de energía  
doméstica

Antigua, GUATEMALA, 2 – 6 de mayo de 2005.

# Esquema de la presentación

- Antecedentes
- El proyecto de estufas Patsari
- El estudio de monitoreo

# Uso de leña en México

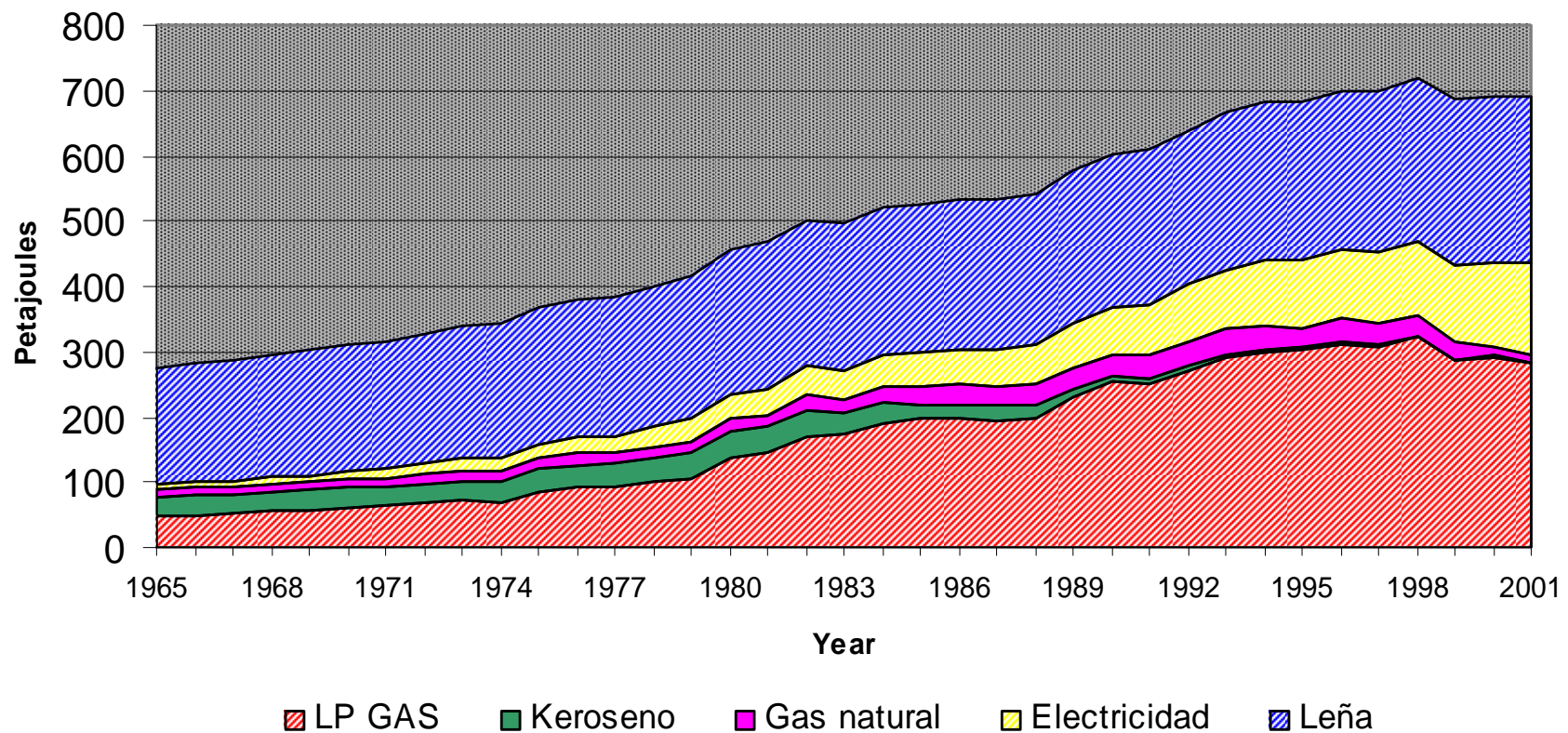
- Uno de cada tres hogares usan leña como principal fuente de energía COCINAR
  - 28 millones de habitantes
- El consumo promedio es de 2.1 kg/cap/día o 4.6 ton/fam/año
- El elevado consumo se debe a la baja eficiencia de la tecnología usada
- El GLP no sustituye a la leña, sólo la **COMPLEMENTA**  
→ existe una tendencia al uso múltiple de combustibles



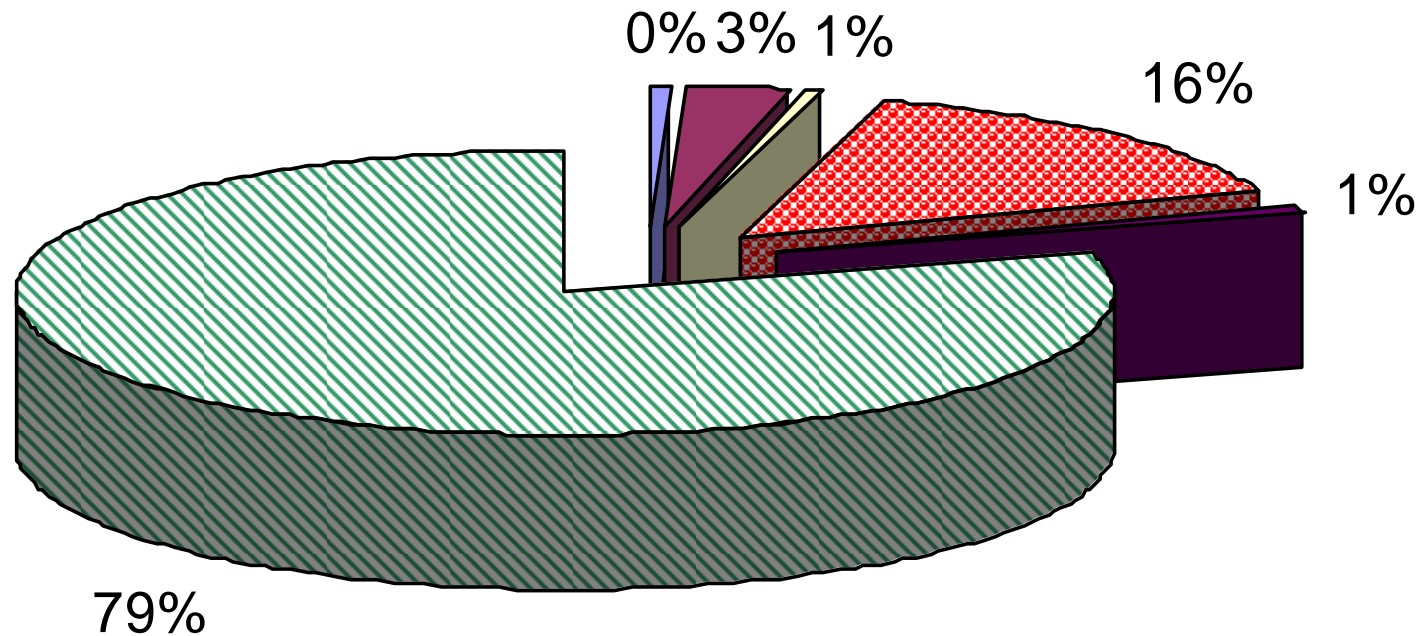
# USO DE ENERGÍA EN MÉXICO

## Sector residencial

El 40% de la energía residencial proviene de la leña (320 PJ/año)



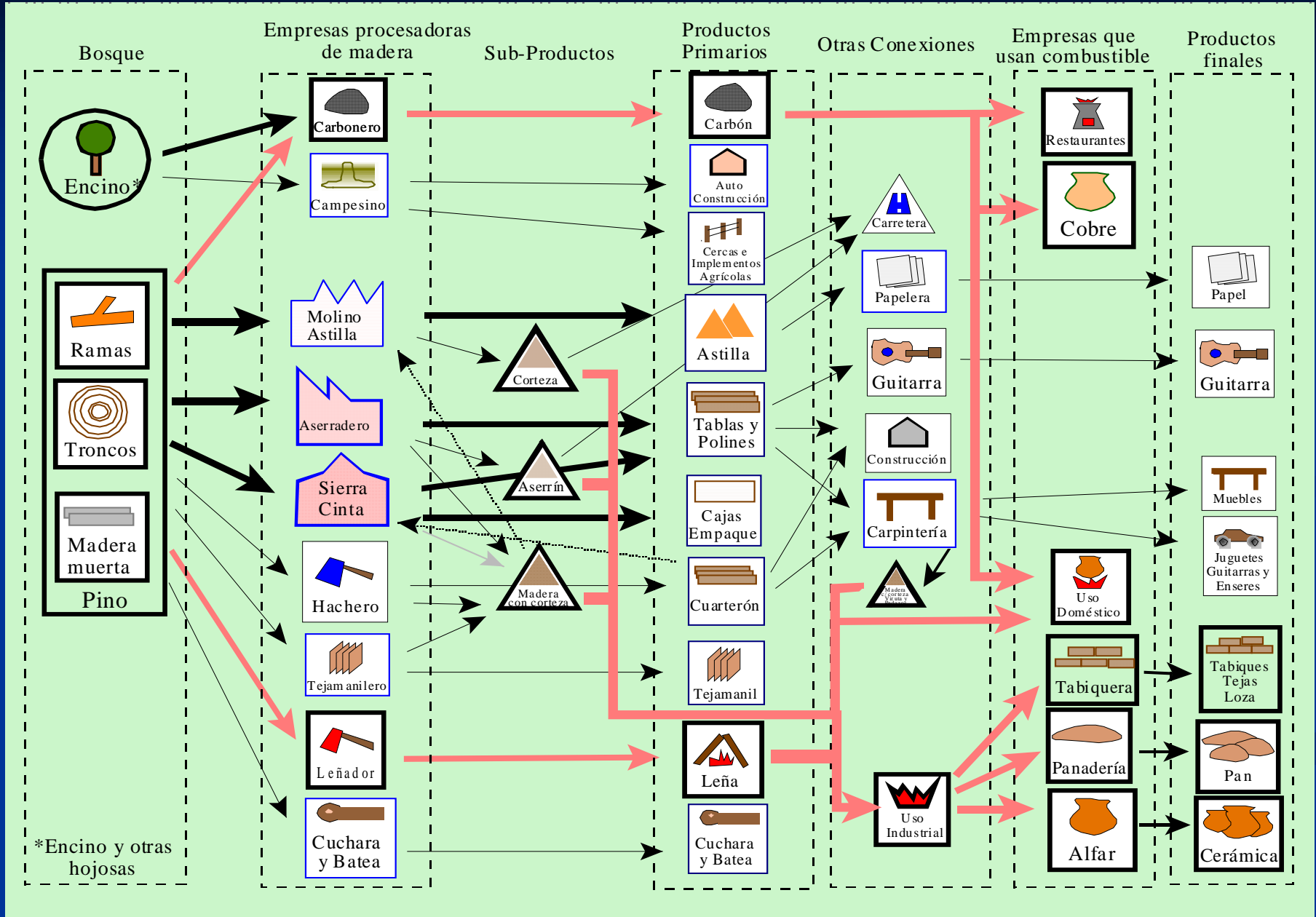
# El 79% de la madera usada en México se destina a energía



■ Carbón ■ Celulósicos ■ Polines ■ Madera en rollo ■ Triplay ■ Leña

Fuente: SEMARNAT, 1999; Díaz, 2000.

# FLUJO DE LA MADERA



# Recurso: disponibilidad y acceso



Turícuaro, Mich.



Turícuaro, Mich.



Nahuatzen, Mich.



Unguarán, Mich.



Venta de leña en Jarácuaro, Mich.

# Bosque y extracción de leña



Nocutzepo, Mich.



Nocutzepo, Mich.



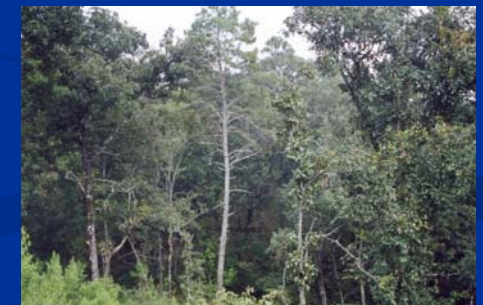
Las Tablas, Mich.



Nocutzepo, Mich.



Nocutzepo, Mich.



Plutarco Elías Calles, Mich.



# Tecnologías más usadas



Casas Blancas, Mich.



Edo. de Mexico



Nocutzepo, Mich.



Calentón, Chihuahua



Oaxaca, Restaurant



Nocutzepo, Mich.

¿Y...?

# ALTERNATIVAS (1)

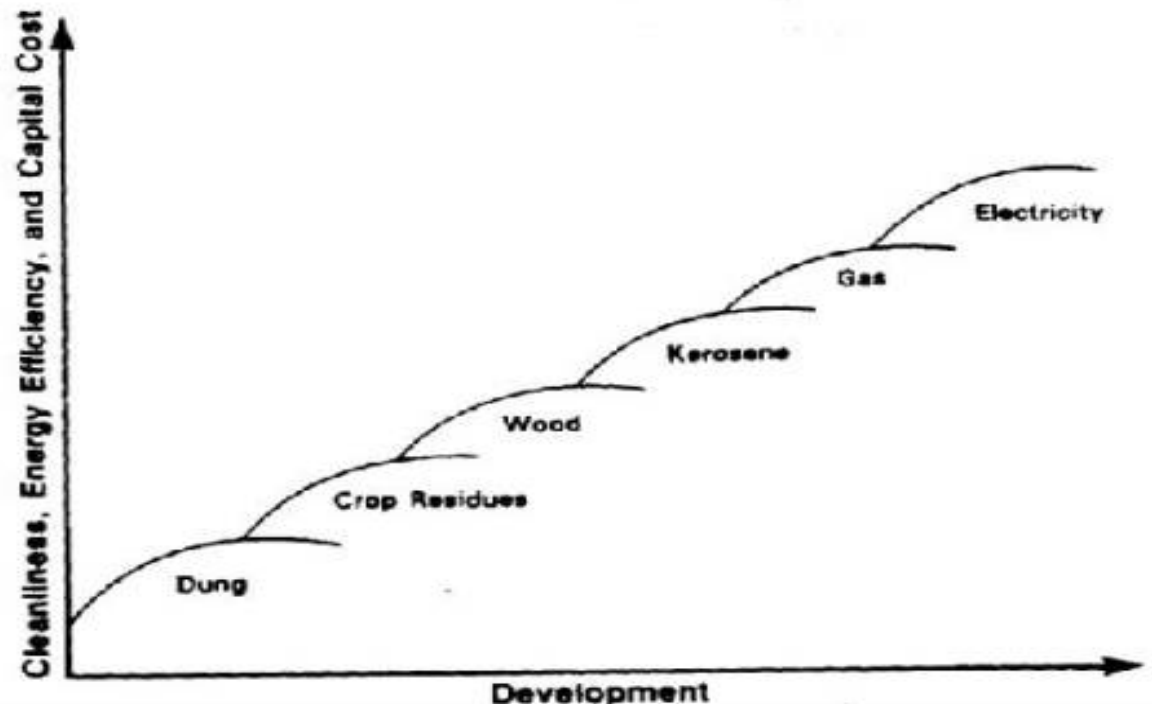
## *VISIÓN CONVENCIONAL*

### Introducción de tecnologías y combustibles “modernos”

Existe un proceso “natural” (progreso) de las formas tradicionales -atrasadas- → a las modernas -occidentales-

*Estufa de gas licuado de petróleo (GLP)*

Fuel Ladder  
“Escala de preferencias”



# ESTUFA DE GAS

## VENTAJAS Y LIMITANTES

- Símbolo de status
- Mayor rapidez para cocinar “ciertos” alimentos
- Pérdida de autogestión
- Acceso diferenciado (alto costo de inversión)
- “Fácil” limpieza de la cocina y trates
- Elevado costo del gas
- Dificultades de distribución
- No se pueden hacer varios platos tradicionales (tortillas)

# Pero....



# ALTERNATIVAS (2)

## *VISIÓN ALTERNATIVA*

Desarrollo de opciones con una visión integral

*Ambiental – Socioeconómica – Cultural – Tecnológica – Salud*

El nicho de las “tecnologías apropiadas”





PROYECTO:

“Mejoramiento del nivel de vida de los hogares rurales mediante el uso sustentable de leña”



# Contexto y ubicación

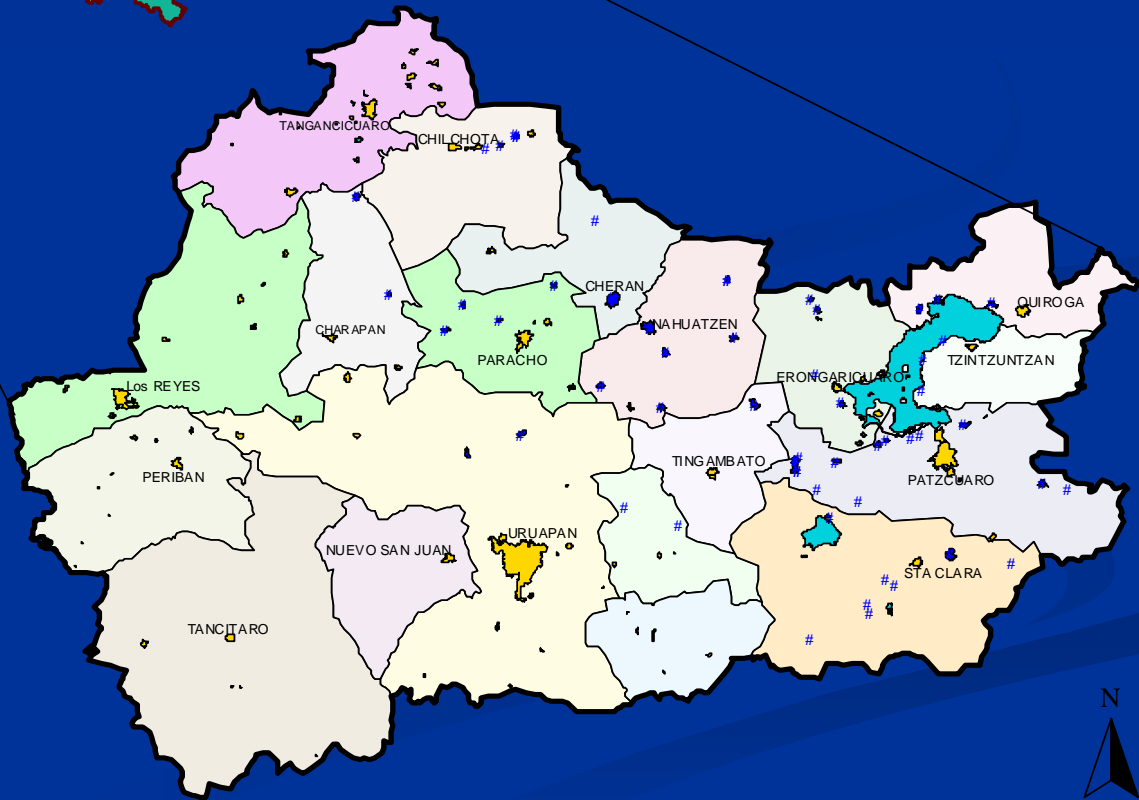
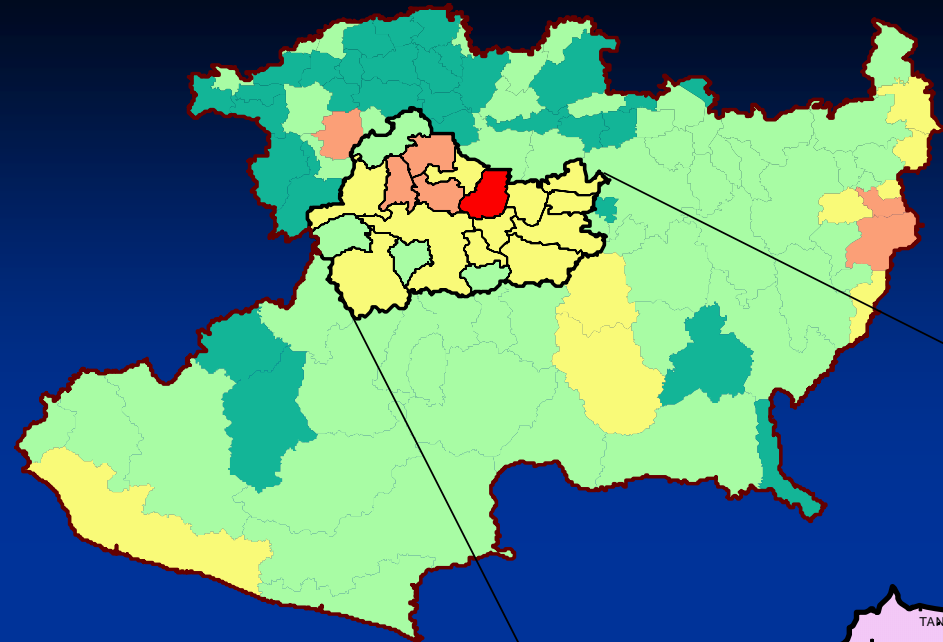


Proyecto



# La Región Purhépecha

19 municipios  
220,000 usuarios de leña



## SIMBOLOGIA

- Límite Estatal
- Límite Región Purepécha
- Límites Municipales

## Índice de Criticidad

- Baja Prioridad
- Media-Baja Prioridad
- Media Prioridad
- Alta-Media Prioridad
- Alta Prioridad

# Componentes del proyecto



Monitoreo y evaluación

Promoción y difusión



Prioridades y Necesidades

Autogestión Regional

Innovación tecnológica



La Estufa Tortilleras



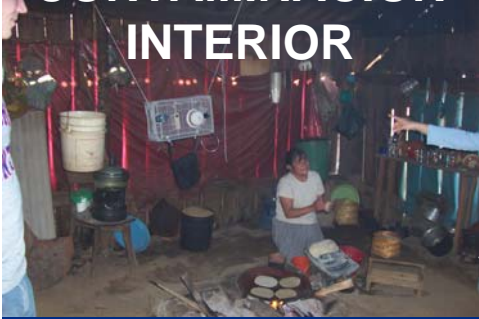
# MONITOREO DE ESTUFAS PATASARI



# OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Documentar los impactos asociados al uso de fogones tradicionales
- ✓ Determinar los beneficios de las estufas eficientes de leña
- ✓ Entender las percepciones y preferencias de las usuarias
- ✓ Desarrollar metodologías y protocolos replicables en otras regiones de México

**CONTAMINACIÓN  
INTERIOR**



**ADOPCIÓN**



**SALUD**



**TECNOLOGÍA EFICIENTE  
(ESTUFAS PATSARI)**

**GASES DE EFECTO  
INVERNADERO**



**COMERCIALIZACIÓN**  
Autogestión regional



**PERCEPCIONES**



**DESEMPEÑO  
TECNOLOGÍA**



Energía Rural

MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE VIDA DE LOS HOGARES RURALES,  
MEDIANTE EL USO SUSTENTABLE DE LA LEÑA

BASE DE DATOS DE CONSTRUCCION DE  
ESTUFAS PATSARI

Ver todas las Fichas de construcción

Agregar Patsari 1 entrada

Agregar Patsari 2 entradas

P1

P2

Buscar

Catálogo de fotos

Listado de usuarias

Salir



Fichas de construcción

MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE VIDA DE LOS HOGARES RURALES,  
MEDIANTE EL USO SUSTENTABLE DE LA LEÑA

FICHA DE CONSTRUCCION

P1 Núm.: 0 Núm. Entrevista: 0 Fecha: 03-May-05 Constructor: [dropdown]  
Control interno: 0 Comunidad: [dropdown]

Dirección: [text field]

Datos Generales | Construcción | Encendido | Funcionamiento | Comentarios | Pagos | Fotografías

DG.1 Nombre de la usuaria: [text field]

DG.2 Edad: 0 años DG.5 Combustible: [dropdown]

DG.3 Idioma: [dropdown] DG.6 Obtención de leña: [dropdown]

DG.4 Personas: 0 DG.7 Tipo de fogón: [dropdown]

DG.4 Niños: 0 DG.8 Tipo de estufa: [dropdown]

DG.4 Adultos: 0 DG.9 Tipo de leña: [dropdown]

Tipos de fogón

Tipos de estufas

Tipos de leña

Materiales de la

Ubicaciones estufas

Ubicaciones cocinas

Materiales cocina

Materiales comal

Comunidades

Constructores

Registro: 345 de 345

## PERCEPCIONES



## OBJETIVO

- Conocer si las personas involucradas en el estudio **perciben** algún **cambio** a partir del **uso** de las estufas mejoradas en:
  - Relaciones sociales y familiares
  - Salud
  - Actividad/tiempo
  - Cocinado.

## ¿CÓMO?

- Grupos focales
- Entrevistas a profundidad



# MUESTRA:

**Dos grupos focales por comunidad:**

- 1. Mujeres con estufa (inicio y 9 meses después de la estufa)**
- 2. Mujeres sin estufa**

**Adicionalmente:**

- 3. Dos informantes clave**
- 4. Seis entrevistas a mujeres tortilleras (antes y después de la estufa)**





# Avances

## Relaciones sociales y familiares

### ■ Roles de género

#### ■ Mujeres

- Responsables de cocina
- CB Mujeres compran leña
- CB Embarazo: todas las actividades

#### ■ Hombres

- Ninguna responsabilidad en la cocina
- Co-I, Co-F y M: responsable de ir por la leña

#### ■ Niños

- Niños: ayudan a “leñar” desde los 10. Co y M
- Niñas: ayudan en la cocina desde los 8 Co
- Van por la leña desde los 10 M

# Avances

Percepciones en torno a la salud y su relación con la cocina

<b>Factores / Comunidad</b>	<b>Casas Blancas</b>	<b>Comachuén-Inicio</b>	<b>Comachuén-Final</b>	<b>Mojonera</b>
Humo	Vías respiratorias en mujeres	Ardor de ojos	Enfermedades de pulmones Asma	Pulmones Tos Asfixia Contaminación
Calor	Ojos llorosos y dolor Catarro Calentura		Gripa Ojos llorosos	Dolor de cabeza Punzada en los ojos
Leña	Dolor de cintura	Dolor de espalda	Dolor de espalda y cintura	Dolor de espalda y cintura Caídas Amputaciones Astillamiento
Fuego	Quemaduras	Dolor de rodilla Quemaduras	Quemaduras	Quemaduras

# Avances

## Aspectos técnicos de la cocina y el cocinado

- Estufas mejoradas. Expectativas
  - Que no se regrese el humo
  - Que caliente bien
  - Que se le pueda poner comal de barro
  - Que ahorre leña

## Actividad/tiempo

- En torno a la cocina
  - Pasan demasiado tiempo en la cocina (entre 6 y 7 horas al día)
  - El fogón se enciende entre 2 y 4 veces al día
- En torno a la leña
  - Se invierte mucho tiempo en ir por la leña. Entre 3 y 7 horas.
  - Si tuvieran “tiempo libre” lo invertirían en quehacer de la casa (CB, Co, M), sembrar flores (Co-I) y coser (M)



## OBJETIVO

- Evaluar el impacto de la introducción de estufas mejoradas en la disminución de enfermedades respiratorias en las mujeres y niños menores de cinco años.

## MÉTODO:

- Cuestionarios
- Registros médicos:
  - espirometrías, oximetrías, CO exhalado, hemoglobina, pruebas cutáneas, inmunoglobulina E, antropometrías.





# MUESTRA:

**Grupo control:**  
**Fogón tradicional**  
300 mujeres y 300 niños

**Grupo experimental:**  
**Con estufa**  
300 mujeres y 300 niños

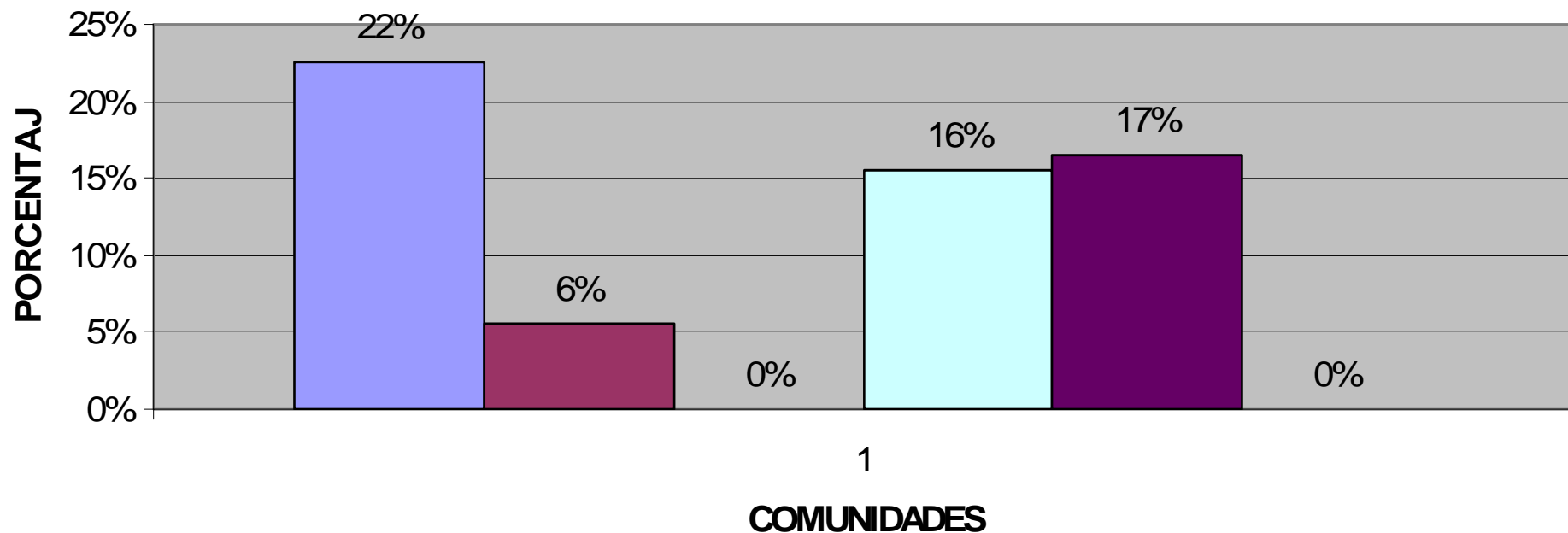
**Total: 600 viviendas**



# Avances



**PORCENTAJE DE DESERCIÓN**

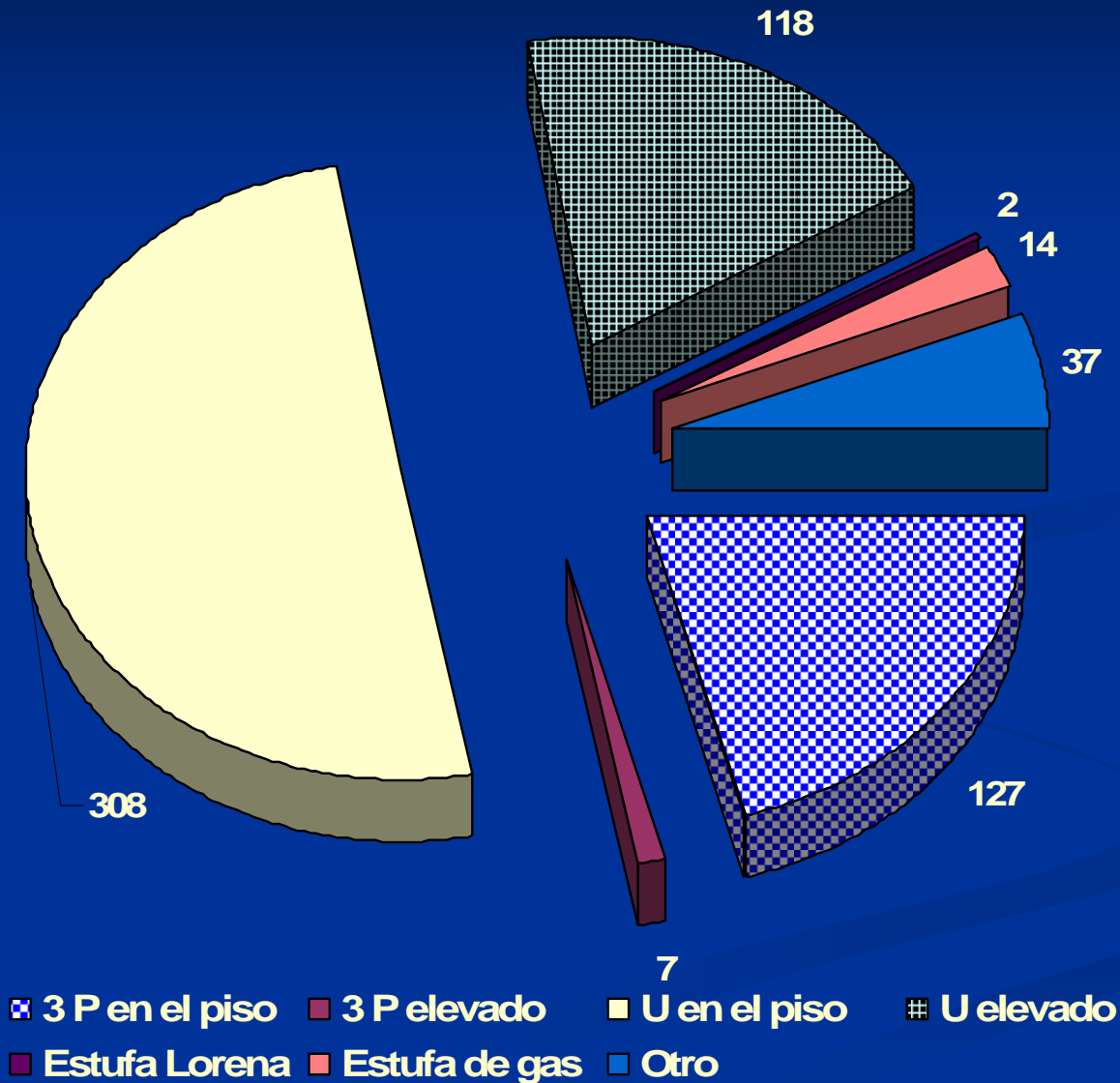


■ COMACHUEN ■ QUINCEO □ LA MOJONERA □ CASIMIRO LECO ■ TURICUARIO ■ TANACO

# Tipo de fogón y frecuencia de uso

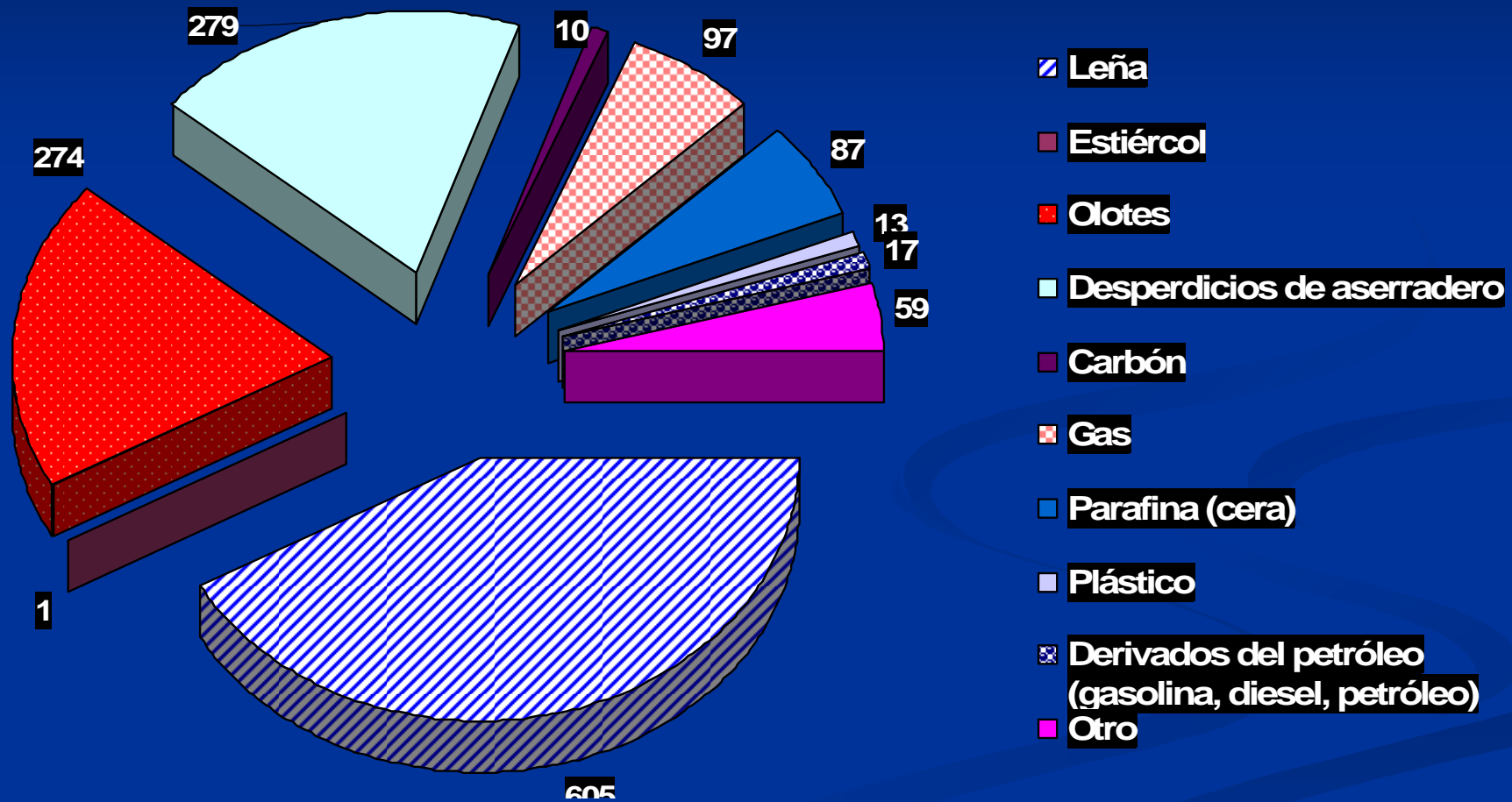
Frecuencia de uso del fogón en el hogar	Diario	2 a 3 veces por semana	Menos 1 vez a la semana
3 P en el piso	145	6	1
3 P elevado	6	---	1
U en el piso	314	2	---
U elevado	135	2	---
Estufa Lorena	4	---	---
Estufa de gas	57	14	5
Otro	44	1	---

# Dispositivo principal usado en el día





# Combustibles utilizados en el hogar



# Duración del cilindro de gas

¿Cuánto tiempo le dura el cilindro de gas?	Frecuencia	Porcentaje
No aplica	508	86.25
< 1 mes	4	0.68
1 mes	9	1.53
2 meses	11	1.87
3 meses	22	3.74
> 3 meses	26	4.41
Otro	9	1.53
Total	589	100

# Quema de basura

¿Quema basura?	Frecuencia	Porcentaje
No	279	45.89
Si	295	48.52
A veces	34	5.59
Total	608	100
¿La basura se quema junto a la casa?		
No	221	65.97
Si	114	34.03
Total	335	100



## OBJETIVO:

Evaluar la eficiencia y el funcionamiento de estufas de leña con base en protocolos internacionales con el fin de predecir su comportamiento en condiciones controladas de laboratorio y en condiciones reales de uso

## MÉTODO:

- Prueba ebullición del agua (PEA)
- Prueba cocinado controlado (PCC)
- Prueba funcionamiento de cocina (PFC)



# Resultados preliminares: Prueba de cocinado controlado (PCC) para tortillas

Consumo de leña (CL)  $\pm$  un error estándar, carbón remanente (CR) y consumo específico de combustible (CEC) para cada tipo de estufa ( $n = 6$ ).

Tipo de estufa	CL (kg leña/kg tortilla)	CR (g)	CEC (MJ/kg)
Patsari 1 entrada (comal de metal)	<b>0.63</b> $\pm$ 0.03	<b>117</b>	<b>12.59</b>
Patsari 2 entradas (comal de barro)	0.91 $\pm$ 0.09	205	18.30
Fuego abierto (3 piedras)	1.49 $\pm$ 0.17	205	29.77
Tradicional tipo U	1.85 $\pm$ 0.17	362	36.98



## PCC para tortillas (ahorro de combustible)

Consumo de leña (CL) y porcentaje de ahorro en el consumo de combustible para cada tipo de estufa con respecto al “fogón tipo U”.

Tipo de estufa	CL (kg leña/kg tortilla)	Ahorro (%)
Patsari 1 entrada (comal de metal)	0.63	<b>66%</b>
Patsari 2 entradas (comal de barro)	0.91	<b>51%</b>
Fuego abierto (3 piedras)	1.49	19%



# KPT - MUESTRA:

Grupo intervención:

**Con estufa**

23 familias

Grupo control:

**Fogón**

6 familias

Mediciones:

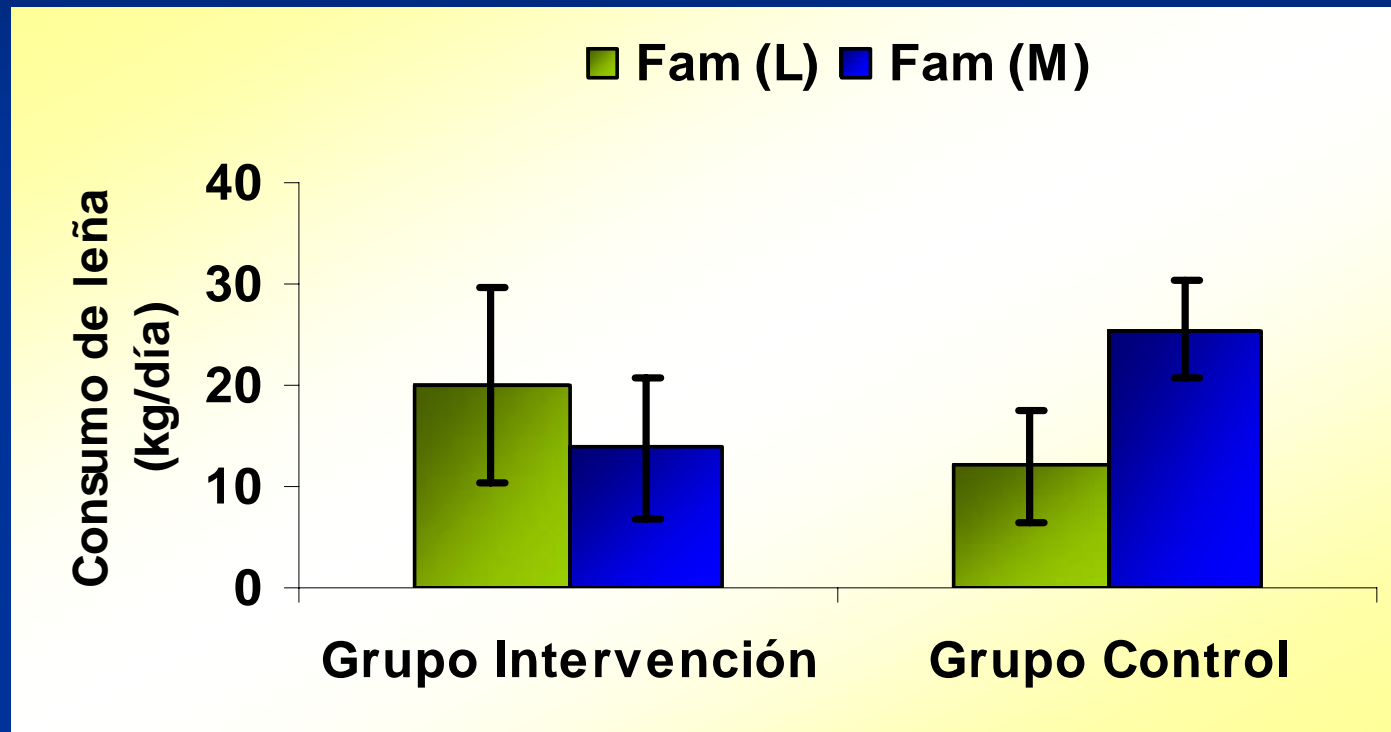
- Al inicio
- 3 meses después
- 6 meses después

Total: 29 familias





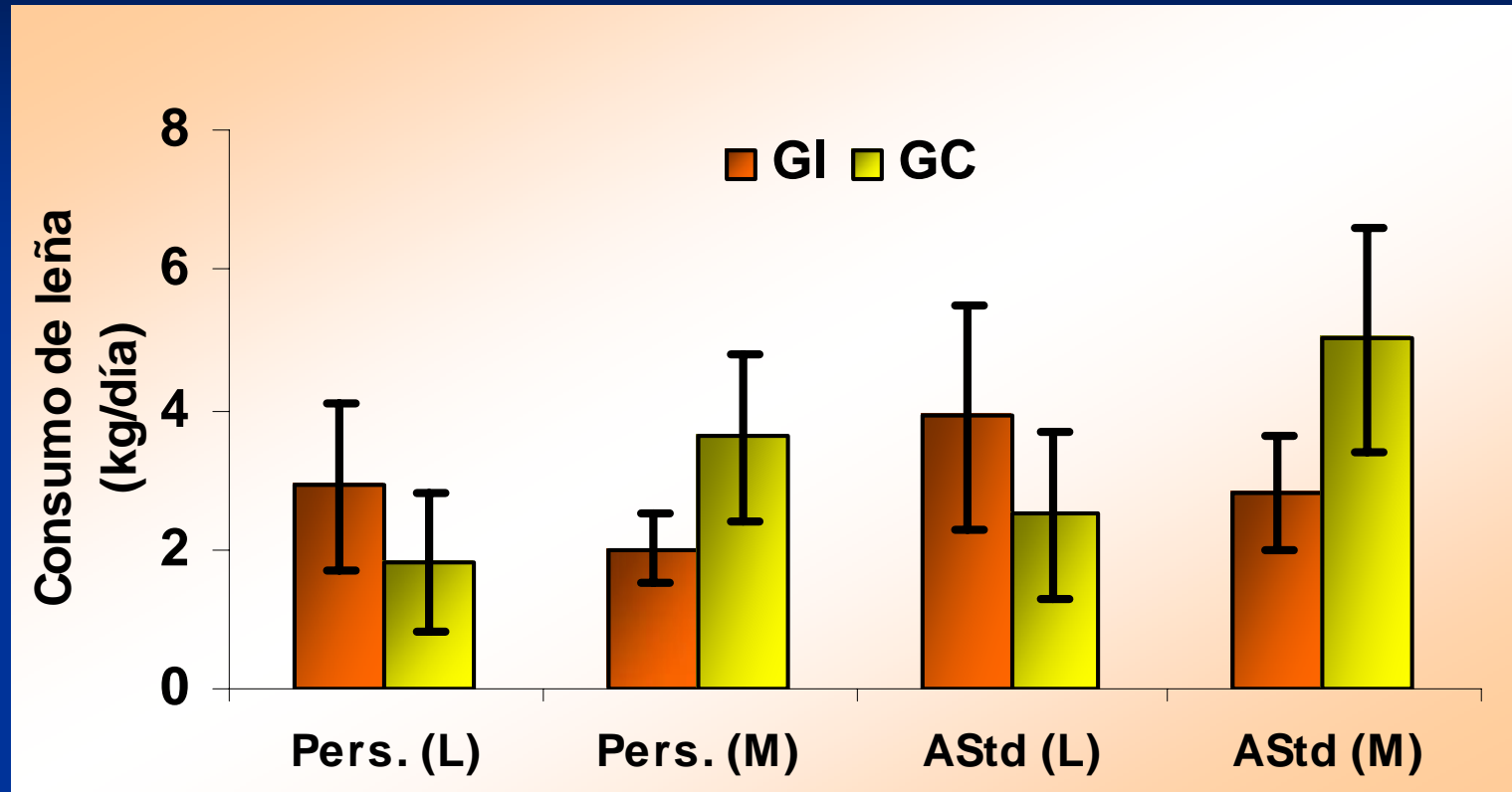
# Resultados preliminares: Previo a la construcción de la estufa



Promedios ( $\pm$  D.E.) en el consumo de leña por familia.  
Para el Grupo de Intervención y el Grupo Control.  
L = Usuarios exclusivos de leña;  
M = Usuarios mixtos (leña y gas).



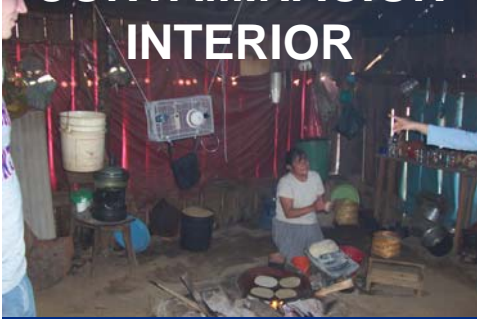
## Previo a la construcción de la estufa



Promedios ( $\pm$  D.E.) en el consumo de leña por persona (Pers) y Adulto estándar (AStd) para el Grupo de Intervención (GI) y el Grupo Control (GC).

L = Usuarios exclusivos de leña y M = Usuarios mixtos (leña y gas).

## CONTAMINACIÓN INTERIOR



## OBJETIVO:

Determinar diferencias de concentración y exposición de contaminantes por la adopción de las estufas eficientes.

## MÉTODO: (Dispositivos para medir)

- Partículas finas
- Monóxido de carbono
- Compuestos orgánicos volátiles

1. Fogón o estufa.
2. Microambiente cocina.
3. Microambiente patio.
4. Microambiente cuarto.
5. Exposición personal.
6. Exposición ambiental.

**MUESTRA:**

**Total: 60 viviendas**

**Estudio longitudinal:  
Antes de la estufa y  
Después de la estufa**



# Colocación de equipos

Compuestos orgánicos volátiles (ppm)

Placa de absorción pasiva

Concentración de CO (ppm)

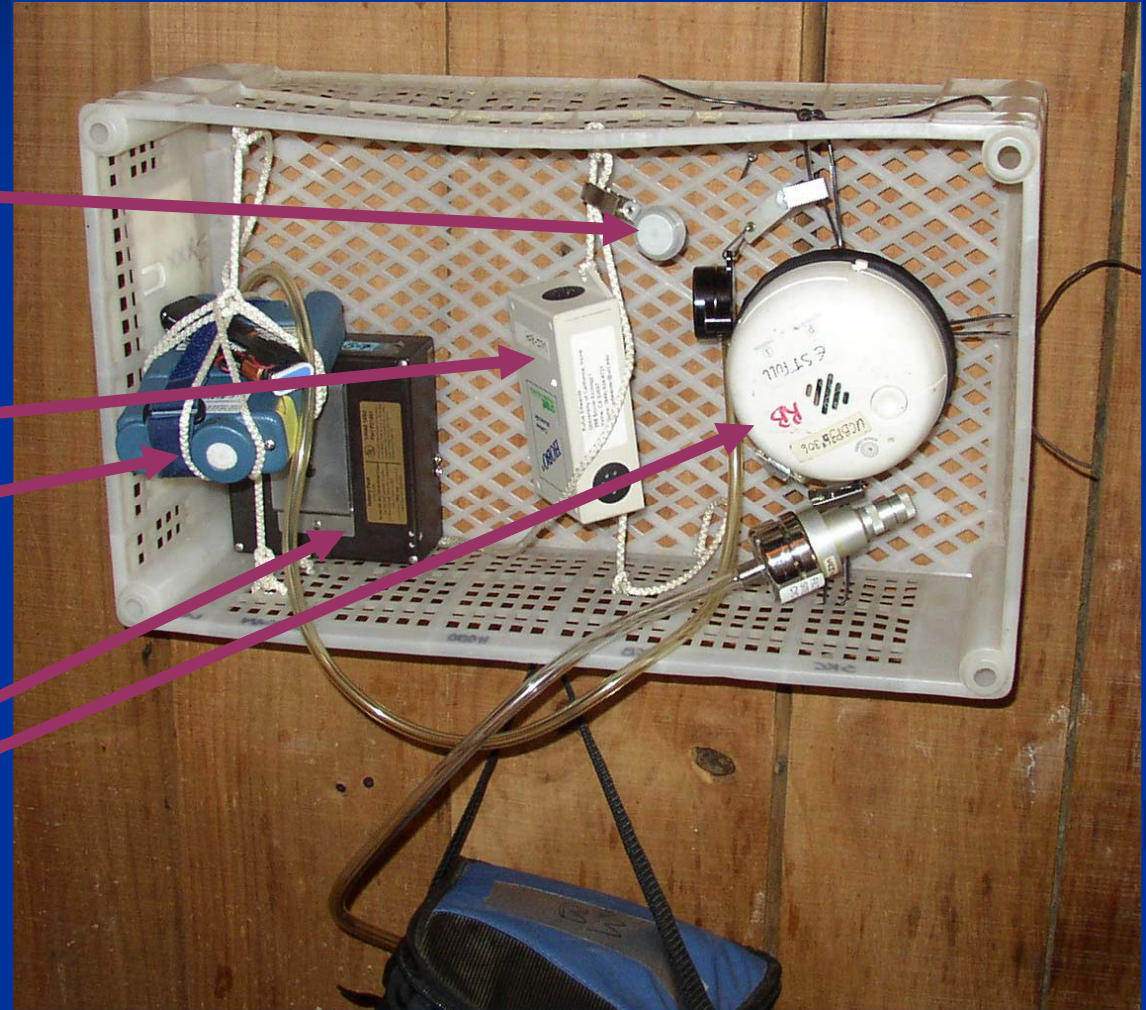
Equipo HOBO

Equipo LANGAN

Concentración de partículas 2.5 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )




Equipo SKC

UCB



# Cuestionario

## Cocina

<p>IAP_C 1.- Diseño de la cocina</p>	<p> .....1</p> <p> .....2</p> <p> .....3</p> <p>Otro _____</p> <p>.....4</p>	<p>12%</p> <p>72%</p> <p>12%</p> <p>3%</p>
<p>IAP_C 2.- Nivel de ventilación en las paredes sin contar ventanas</p> <p><b>Criterios:</b></p> <p><b>Nada</b>- paredes sin ranuras</p> <p><b>Poco</b>- paredes con algunas ranuras angostas(&lt;1cm)</p> <p><b>Regular</b>- paredes con muchas ranuras angostas(&lt;1cm) o entre 1-3 ranuras de mas de 1 cm</p> <p><b>Mucho</b>- paredes con muchas ranuras de más de 1 cm</p>	<p>Nada.....0</p> <p>Poco.....1</p> <p>Regular.....2</p> <p>Mucho .....3</p>	<p>5%</p> <p>43%</p> <p>38%</p> <p>14%</p>
<p>IAP_C 4.- ¿Alguna persona de la familia duerme en la cocina?</p>	<p>No..... 0</p> <p>Si..... 1</p> <p>No sabe o no contestó..... 99</p>	<p>91%</p> <p>9%</p> <p>0%</p>

# GRÁFICA DE UCB, MONITOREO 48h, USO DEL FOGÓN

Show As

UCB326

- Volts  
 Mass

Calibration Start   
 Calibration End

Sample Start   
 Sample End

Chamber Const   
 Regression Const

Photo-Electric

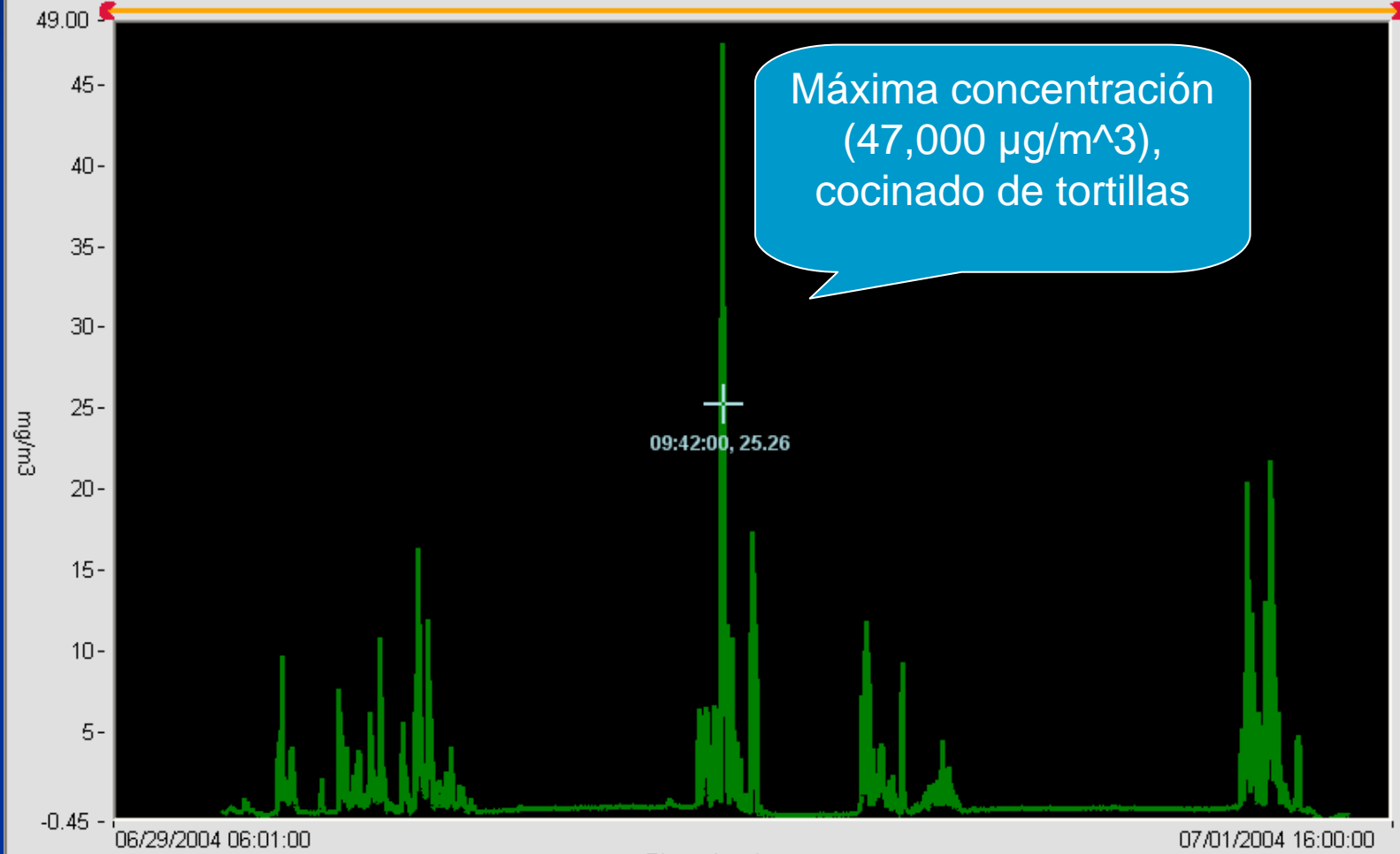
arith. mean 0.918776  
 geo. mean NeuN  
 std. dev. 2.302799

median 0.350155  
 75th % 0.556179  
 95th % 4.001181  
 min. -0.446428  
 max. 47.534427

15 minute avg  
 highest 15.584552  
 2nd highest 8.489533  
 3rd highest 7.932109

**N** = 3,061.0

Save Stats



Photoelectric mass

- PhotoElectric  
 Ionization  
 Temperature  
 Humidity  
 Battery  
 Ultra-Sound

# Resultados preliminares

Ubicación del monitor	Concentraciones de 24 horas de PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				
	Promedio	Máximo	Mínimo	D.S.	N
Al lado del fogón	1,583	2,826	767	856	9
Microambiente cocina	595	844	324	204	7
Microambiente patio	64	83	43	20	3

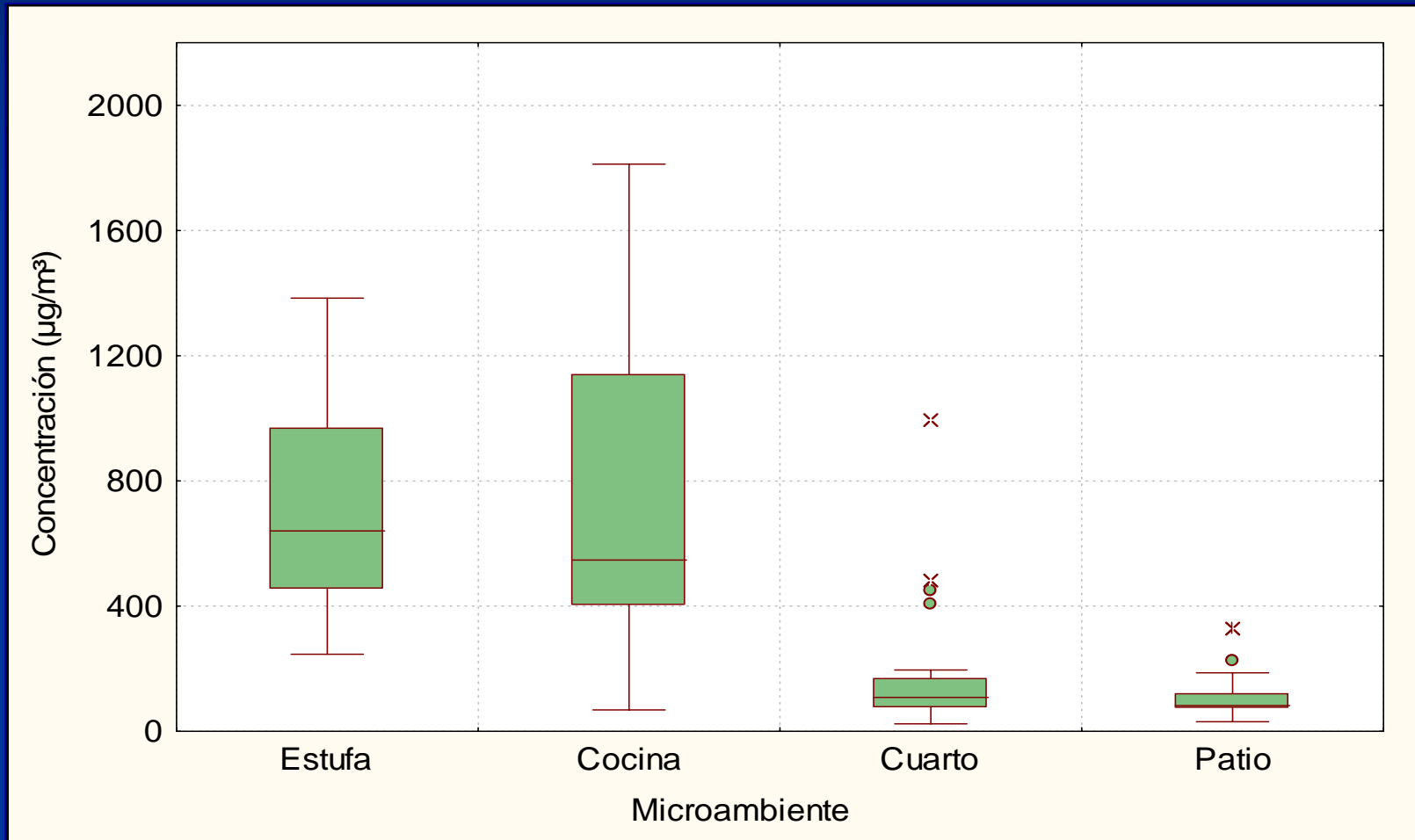
# Estadísticas descriptivas

## Base de datos-SKC (BASE LIMPIA)

Micro-ambiente	Estufa	Cocina	Patio	Cuarto	Ambiental
Máximo	1384	1812	328	995	276
Mínimo	247	69	31	24	26
<b>Promedio</b>	<b>742</b>	<b>715</b>	<b>96</b>	<b>175</b>	<b>69</b>
Mediana	643	547	81	108	59
Desviación Estándar	343	479	56	198	51
N	31	32	34	28	21



# Distribución diferentes Micro-ambientes concentraciones $PM_{2.5}$ (SKC)

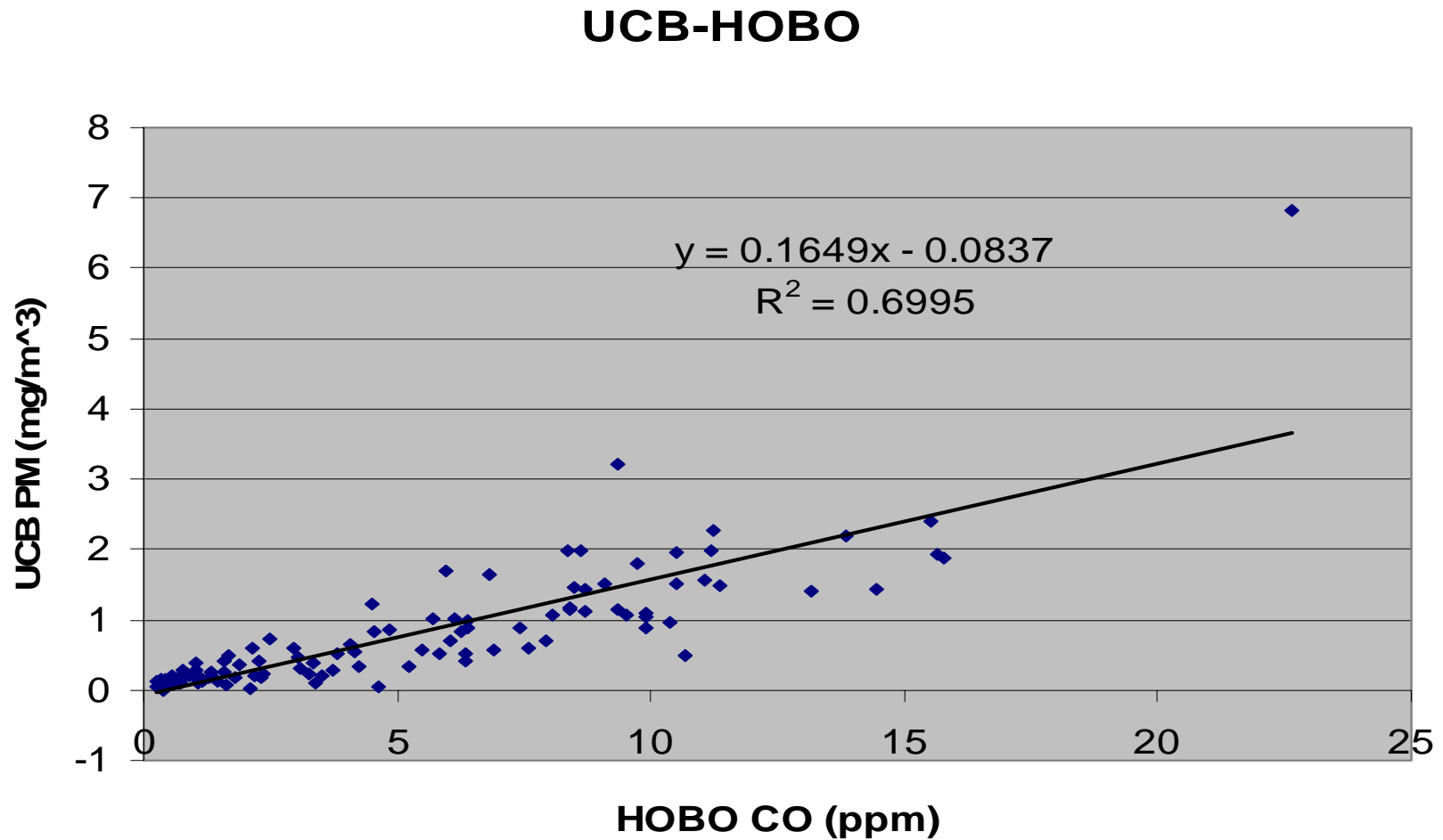


# Resultados preliminares

Tipo de estufa	Concentraciones de PM <sub>2.5</sub> al lado del fogón o estufa (µg/m <sup>3</sup> )				
	Promedio	Máximo	Mínimo	D.S.	N
Fogón abierto	1,583	2,826	767	856	9
Patsari	115	157	74	59	2

**92% reducción**

# CO (HOBO) vs. PM<sub>2.5</sub> (UCB)



## OBJETIVO:

- Cuantificar las emisiones de GEI en los fogones tradicionales y estufas Patsari
  - Desarrollar un método para mediciones continuas en tiempo real
  - Realizar mediciones de campo por medio de una campana portátil
  - Evaluar el efecto de la eficiencia en la caracterización de COV

## MÉTODO:

- Cromatografía de gases
- Concentración de dióxido de azufre
- Concentración de dióxido de nitrógeno



## GASES DE EFECTO INVERNADERO





**GASES DE EFECTO  
INVERNADERO**



## **MUESTRA:**

**Mediciones en laboratorio:**

- ✓ Fogones
- ✓ Estufa Patsari

**Mediciones en campo:**

- ✓ Estufas Patsari
- ✓ Fogones

**Total: 30 viviendas**

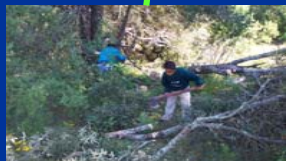


# ESTUFA patsari



# Beneficios de las ESTUFAS PATSARI

MEJORA EL AMBIENTE



No se dana al bosque



Se gasta menos leña



Se ahorra dinero



Van menos veces a la leña



Tiempo libre



No hay humo en la cocina



Hay dinero para otras cosas



Menor riesgo de enfermarse



Cocina bonita

MEJORAN LAS CONDICIONES DE VIDA

# GRACIAS...

Mayor información:

**Rodolfo Díaz**

Energía rural, GIRA A.C.

E-mail: [rdiaz@gira.org.mx](mailto:rdiaz@gira.org.mx)

[rodolfodiazj@yahoo.com.mx](mailto:rodolfodiazj@yahoo.com.mx)

[www.gira.org.mx](http://www.gira.org.mx)