

# El estado de las políticas de control en México

## Experiencias en el monitoreo y evaluación ambiental

### Taller Internacional 2009 sobre el Carbono Negro en América Latina

**Victor J. Gutiérrez Avedoy**

19 de octubre de 2009

*Dirección General del Centro Nacional de Investigación Y Capacitación Ambiental*



**SEMARNAT**



SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



**Instituto Nacional de Ecología**

**DGCENICA**

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

[www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

# Antecedentes



SEMARNAT



DGCENICA



# Carbón Total



SEMARNAT

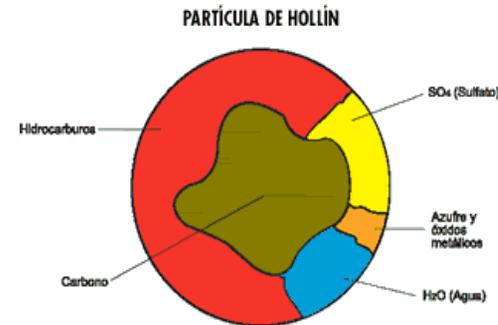


DGCENICA



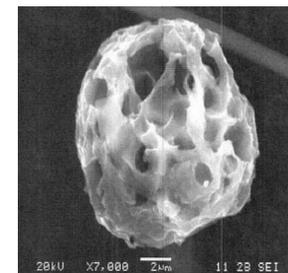
La quema de biocombustibles, de combustibles fósiles y de biomasa es la principal fuente de emisión del carbono total a la atmósfera.

La composición y propiedades químicas del carbón total son altamente variables y dependen del material inicial y de las condiciones de la combustión.



Las partículas sólidas de carbón total, por lo general constan de un núcleo de carbono puro, al que se hallan adheridos los siguientes componentes:

Hidrocarburos (HC), Agua (H<sub>2</sub>O), Sulfato (SO<sub>4</sub>), Azufre y óxidos metálicos varios.



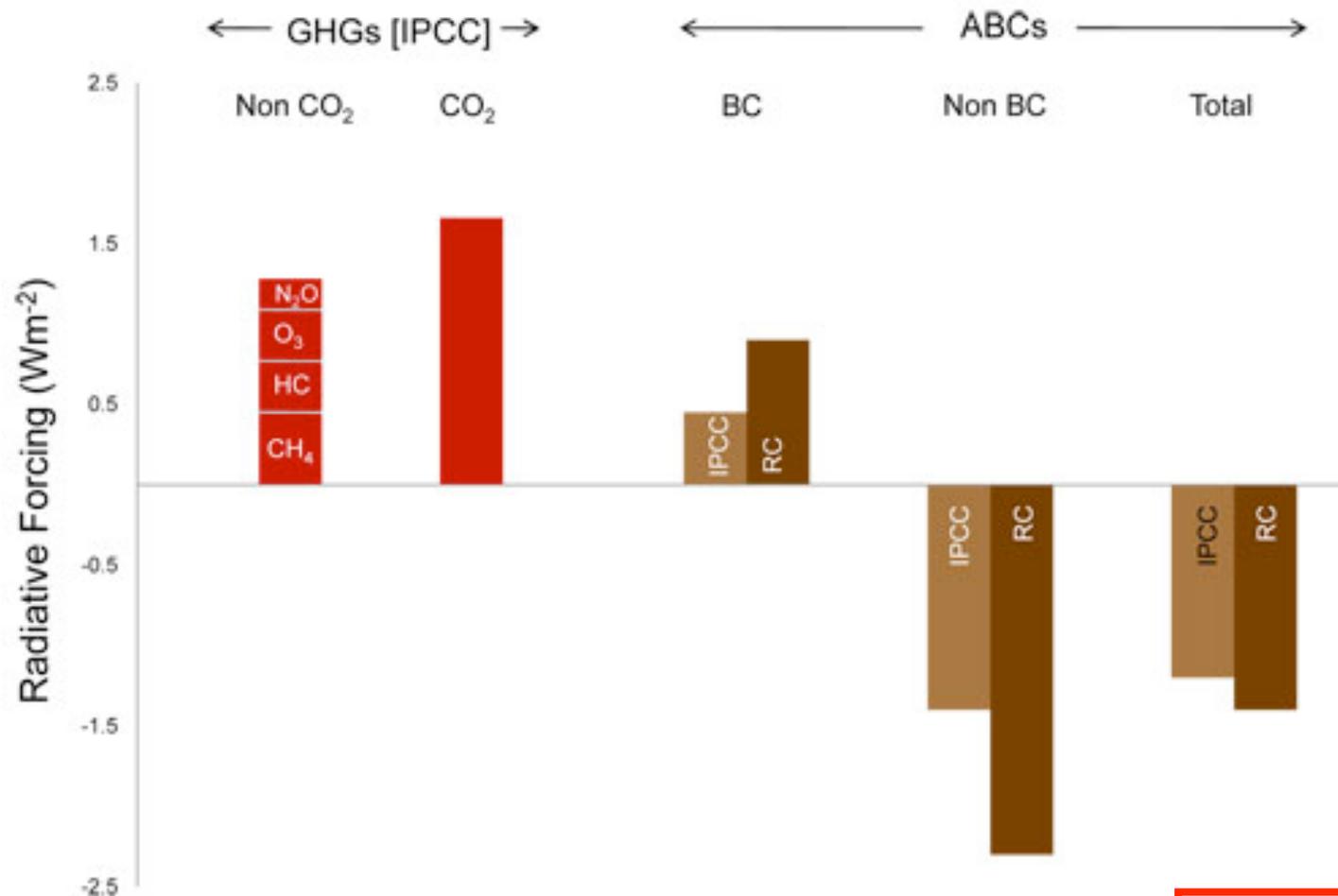
# Fuerza radiativa global debido a GHGs & ABCs



SEMARNAT



DGCENICA



RC: Ramanathan & Carmichael, 2008

# Se requiere caracterizar a las PM



SEMARNAT

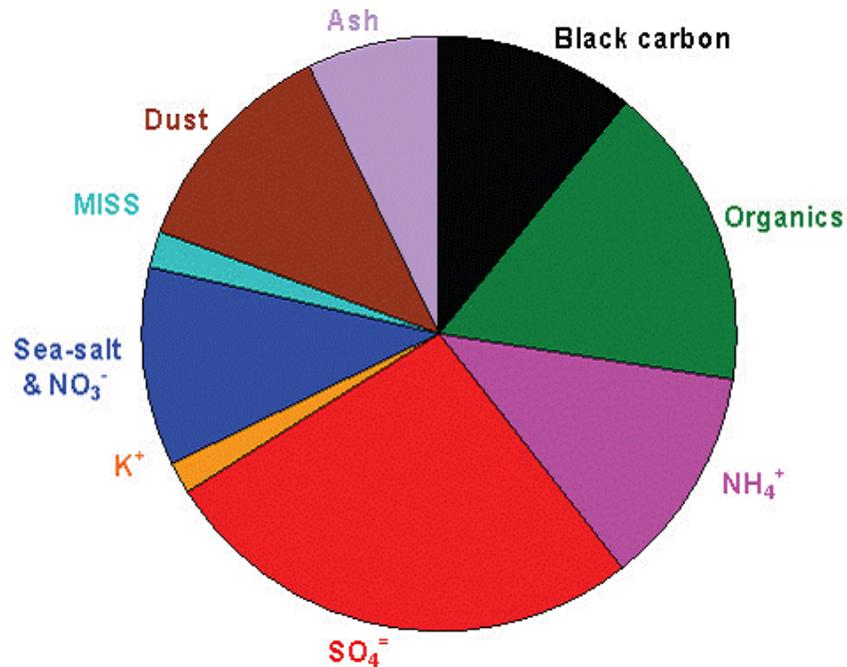


DGCENICA

fuente?

Toxicidad?

Efectos?



Carbón negro  
20% biocombustible  
40% combustible fósiles  
40% quema de biomasa

Composición de la nube café atmosférica (ABC) sobre el sureste de Asia: (<http://www-abc-asia.ucsd.edu>)

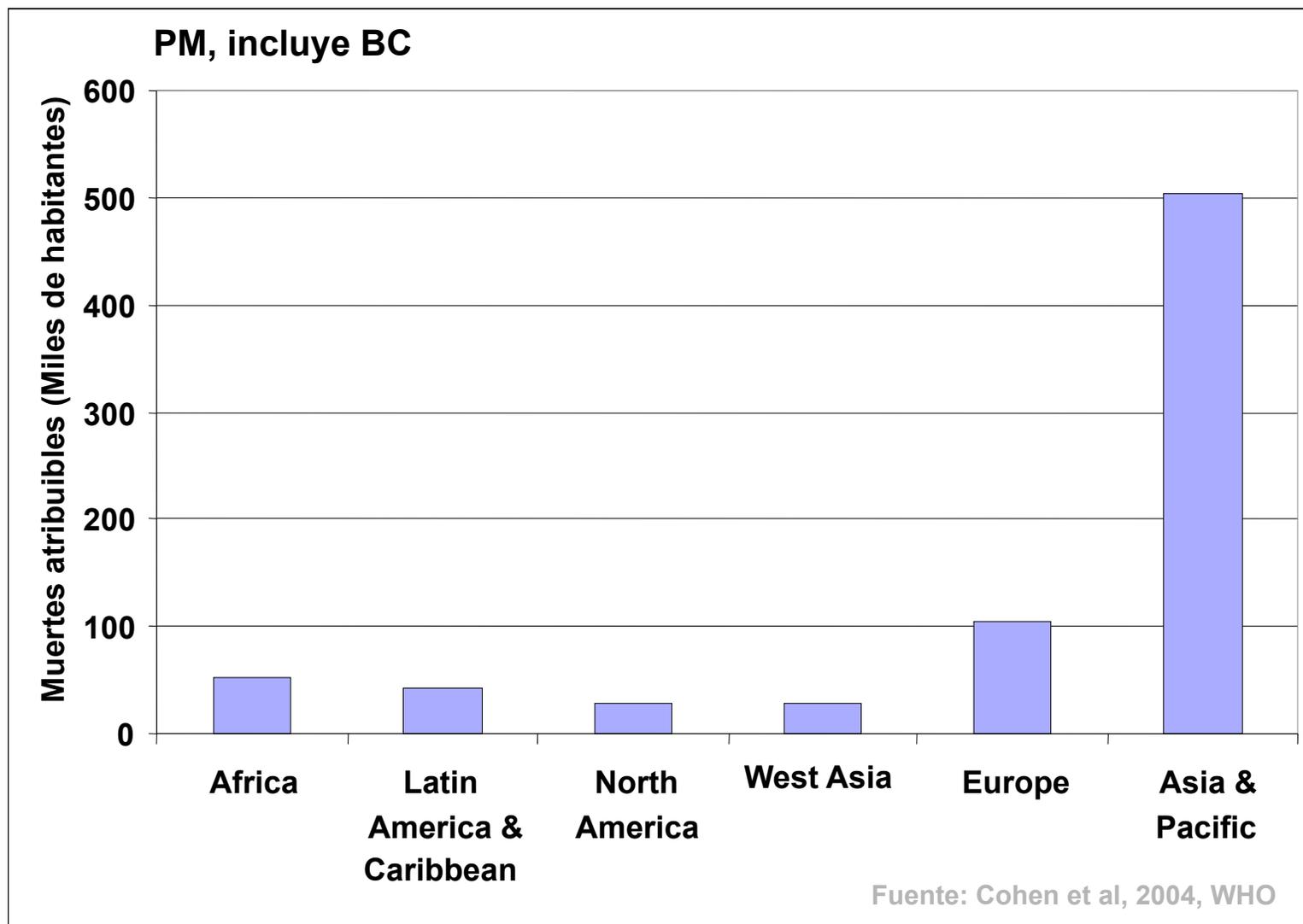
# Muertes prematuras ocasionadas por partículas suspendidas



SEMARNAT



DGCENICA



# Experiencias por uso de leña



SEMARNAT



DGCENICA



## Impactos en salud por humo de leña

- En el mundo hay 1.3 billones de hogares que consumen leña para cocinar y calentar su hogar (WHO, 2007)
- 1.5 millones de niños y mujeres mueren de forma prematura a causa de las altas concentraciones de humo dentro de los hogares (WHO, 2007)
- La contaminación del aire interior por combustión de biomasa dentro del hogar es el 4º riesgo más importante para la salud en países en desarrollo (WHO, 2004)
- En México, en los estados con población indígena, en donde el uso de fogón abierto es común, las enfermedades respiratorias agudas constituyen la primera causa de mortalidad en menores de 5 años (Riojas et al., 2001)



SEMARNAT



DGCENICA

# Uso de leña en México para cocción de alimentos y calefacción



SEMARNAT



DGCENICA



- En México 1 de cada 5 hogares (el 80% de ellos rurales) usan algún tipo de biomasa para cocinar y calentar la vivienda en fogones abiertos:
  - Uso ineficiente de combustibles de recursos renovables
  - Emisiones de gases de efecto invernadero
  - Emisiones de contaminantes (gases y partículas): en interiores y al aire ambiente
  - Efectos negativos en la salud de niños pequeños y mujeres

# Estudio comparativo de estufas



SEMARNAT



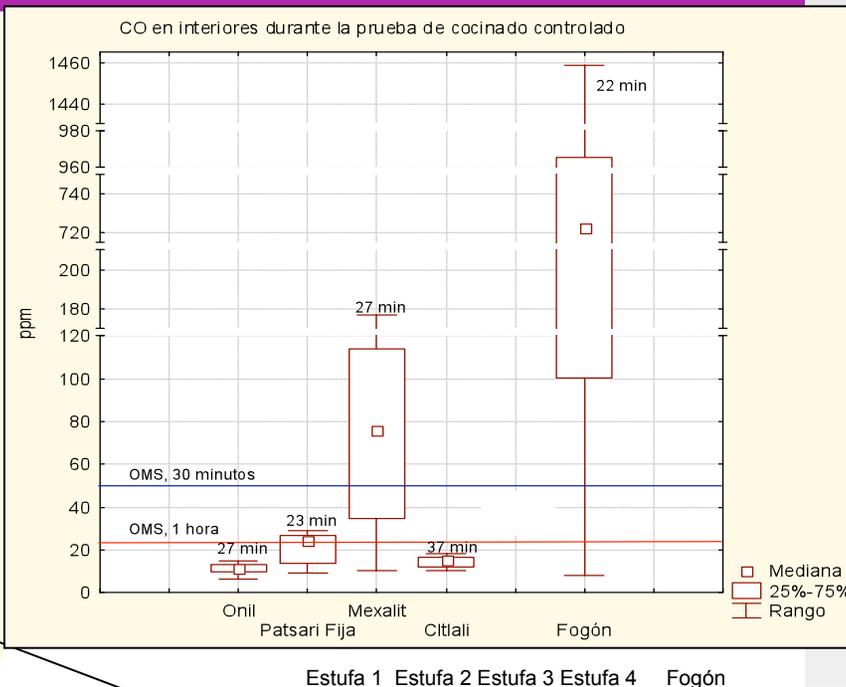
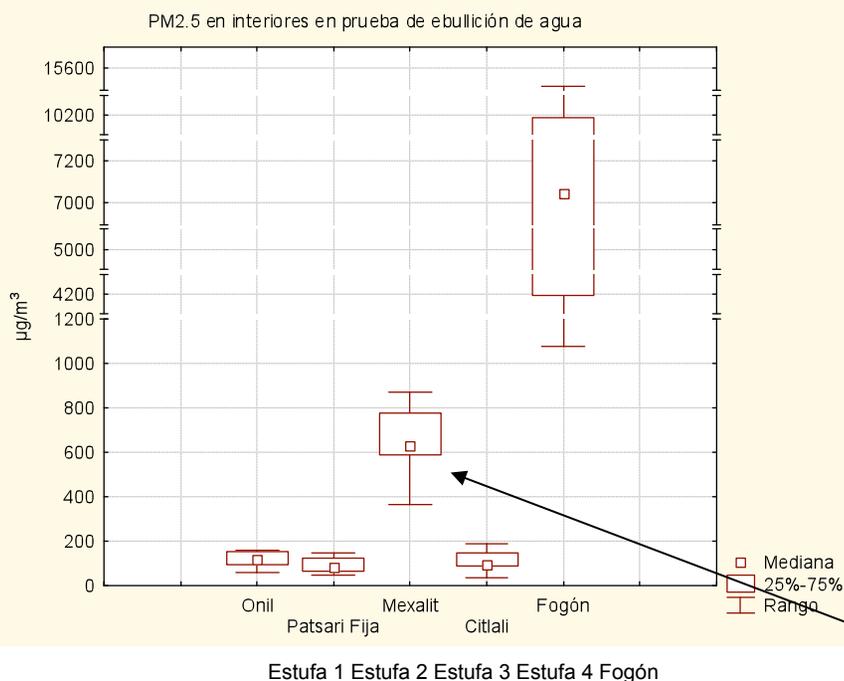
DGCENICA

## Objetivo General

- Desarrollar indicadores que coadyuven a la selección de estufas mejoradas a ser implementadas a través de un programa masivo de intervención en zonas de alta y muy alta marginalidad en nuestro país, a partir de una evaluación de eficiencia energética, reducción de contaminantes y adopción.



# Contaminantes en interiores: PM2.5 y CO



La concentración de PM2.5 y CO al interior de la cocina es menor con todas las estufas mejoradas vs fogón abierto. Sin embargo con ninguna de las tecnologías evaluadas se reduce la concentración a niveles equivalentes a estándares de calidad del aire

Con excepción de una estufa, no se observan diferencias en las concentraciones de PM2.5 pero sí para CO.



SEMARNAT

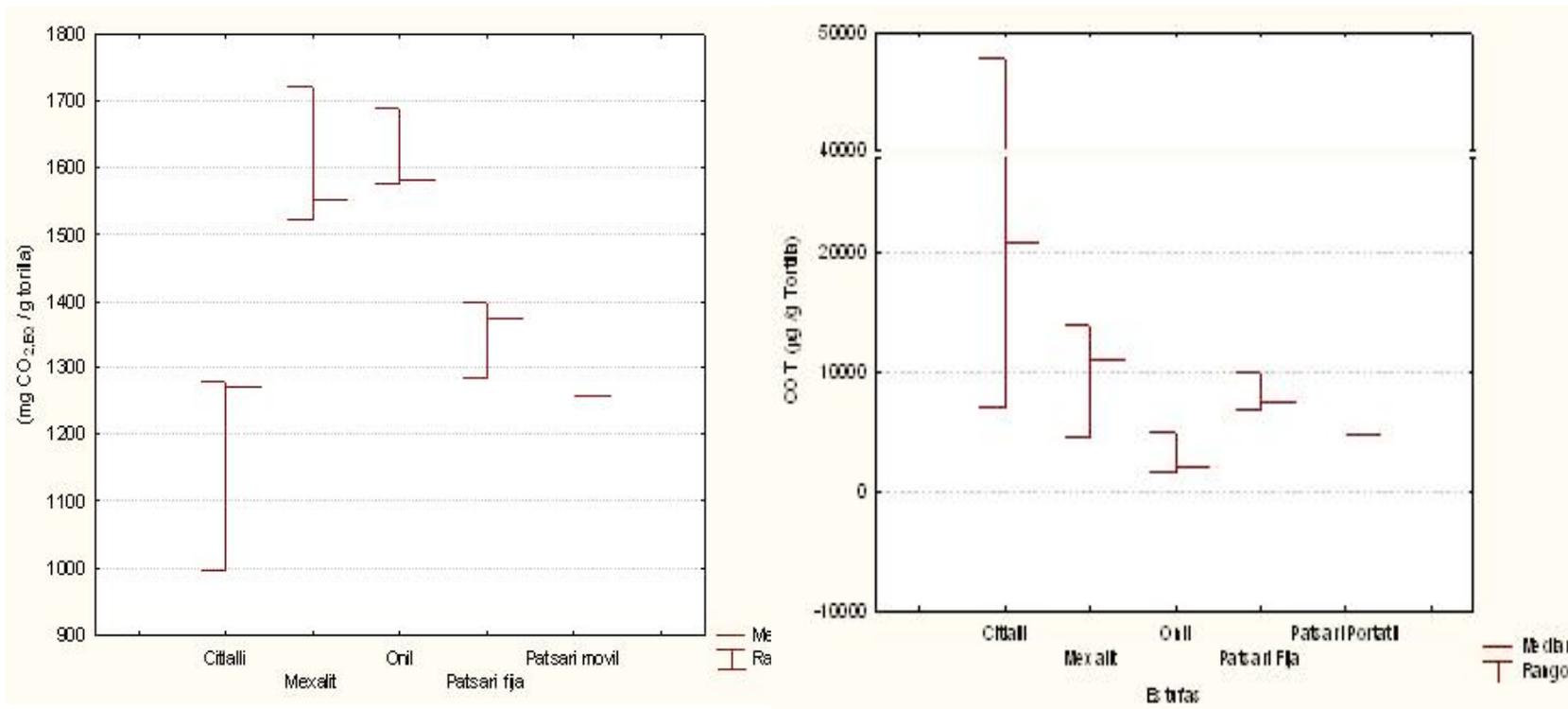


DGCENICA

# Factores de emisión de gases de efecto invernadero

Se observan diferencias en las emisiones de GEI por gramo de tortilla cocinado no obstante, son del mismo orden de magnitud

De igual forma se observan diferencias en los factores de emisión de CO, lo cual es un indicador de una combustión incompleta. La evaluación de las estufas debe contemplar de forma integrada los FE



# Comparativo en reducción de emisiones y de factores de emisión de GEI



SEMARNAT



DGCENICA

	Citlalli	Mexalit	Onil	Patsari	Fogón
<b>Reducción en el Factor de Emisiones de GEI</b>					
CO <sub>2</sub> (mg/g Tortilla)	71	<b>100</b>	105	86	
CH <sub>4</sub> (µg/g Tortilla)	150	<b>100</b>	21	73	
CO (µg/g Tortilla)	149	<b>100</b>	50	81	
NO <sub>x</sub> (µg/g Tortilla)	80	<b>100</b>	137	94	
N <sub>2</sub> O (µg/g Tortilla)	84	<b>100</b>	54	64	
PCO (µg/g Tortilla)	159	<b>100</b>	62	118	
PCI (µg/g Tortilla)	18	<b>100</b>	26	19	
<b>Reducción de contaminantes en interiores</b>					
PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	95	92	97	94	<b>100</b>
CO (ppm)	98	87	98	97	<b>100</b>
<b>Eficiencia Energética</b>					
Diferencia del consumo de la leña (g)	61	78	88	81	<b>100</b>
Tiempo (min)	200	121	147	116	<b>100</b>

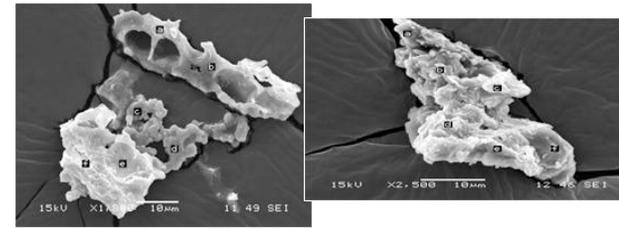
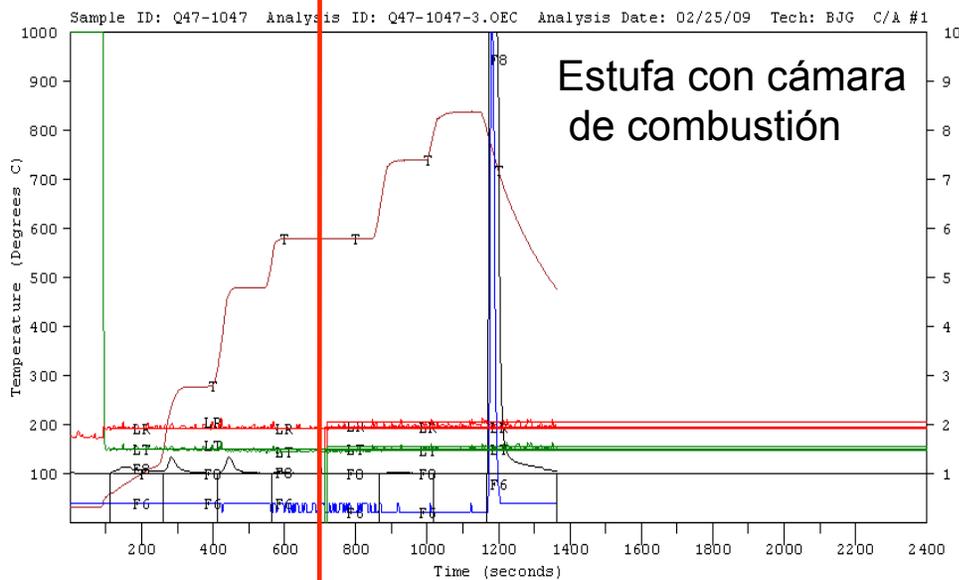
# Resultados Preliminares; Carbón orgánico y elemental



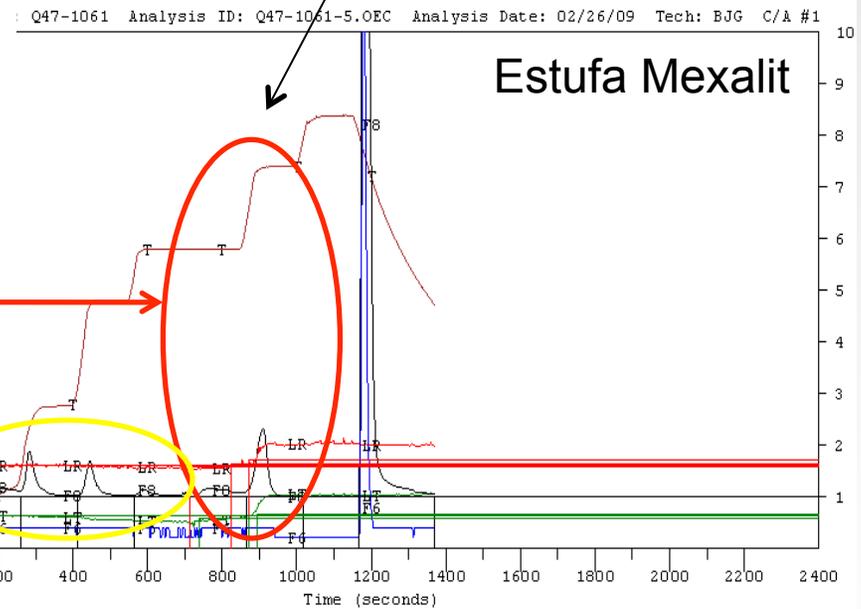
SEMARNAT



DGCENICA



Mayor presencia de carbón elemental en estufa sin cámara de combustión



Carbón ELEMENTAL

Carbón ORGÁNICO

# Beneficios de la implantación de programas de estufas mejoradas

- Todas las estufas mejoradas presentaron ventajas respecto al fogón en términos de consumo de combustible y concentraciones de contaminantes en el interior.
- Las PM2.5 disminuyen de una media de 7000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a valores entre 100 y 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pero aún no se cumple con la NOM de 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 24 horas.
- Ahorros del 40 al 60% en el uso de biomasa
- Reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero
- Disminución de las concentraciones de contaminantes en interiores (PM2.5 and tóxicos en el aire)
- Disminución de la morbilidad en infantes y mujeres
- Reducción en los tiempos de recolección de leña y de mantenimiento de las cocinas



SEMARNAT



DGCENICA

# Determinación de PM2.5 por la quema de leña en una población del Estado de Michoacán



SEMARNAT



DGCENICA

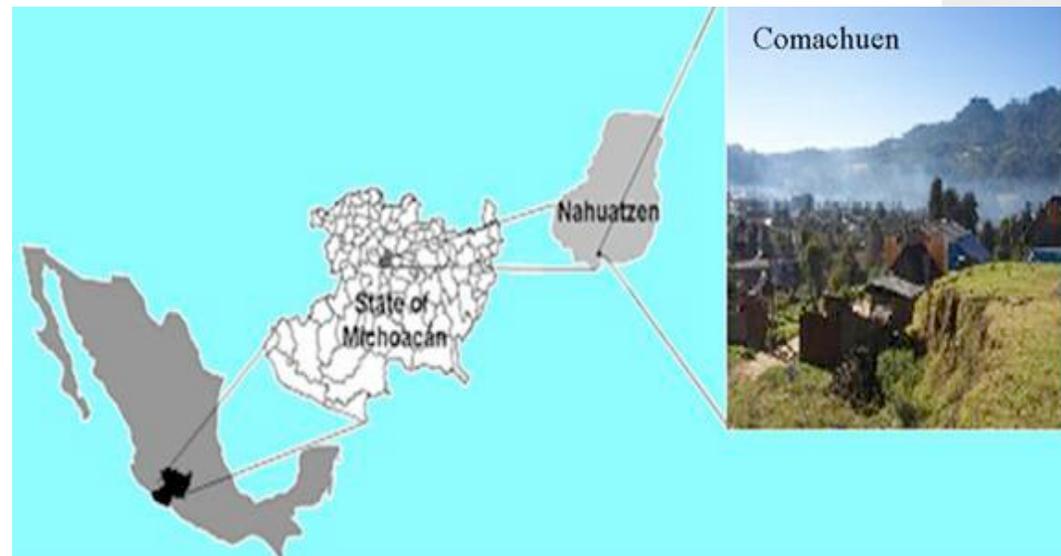
## Propósito

- Determinar la exposición personal de mujeres a PM2.5 durante la combustión de leña antes y después de la intervención
- Caracterizar la composición de las partículas para encontrar el perfil de la combustión de leña

- Comachuen es a pueblo con 4,300 habitantes
- Lengua nativa Purepecha
- No existen otras fuentes de contaminación
- Principal actividad; productos de madera
- Viviendas construidas de madera

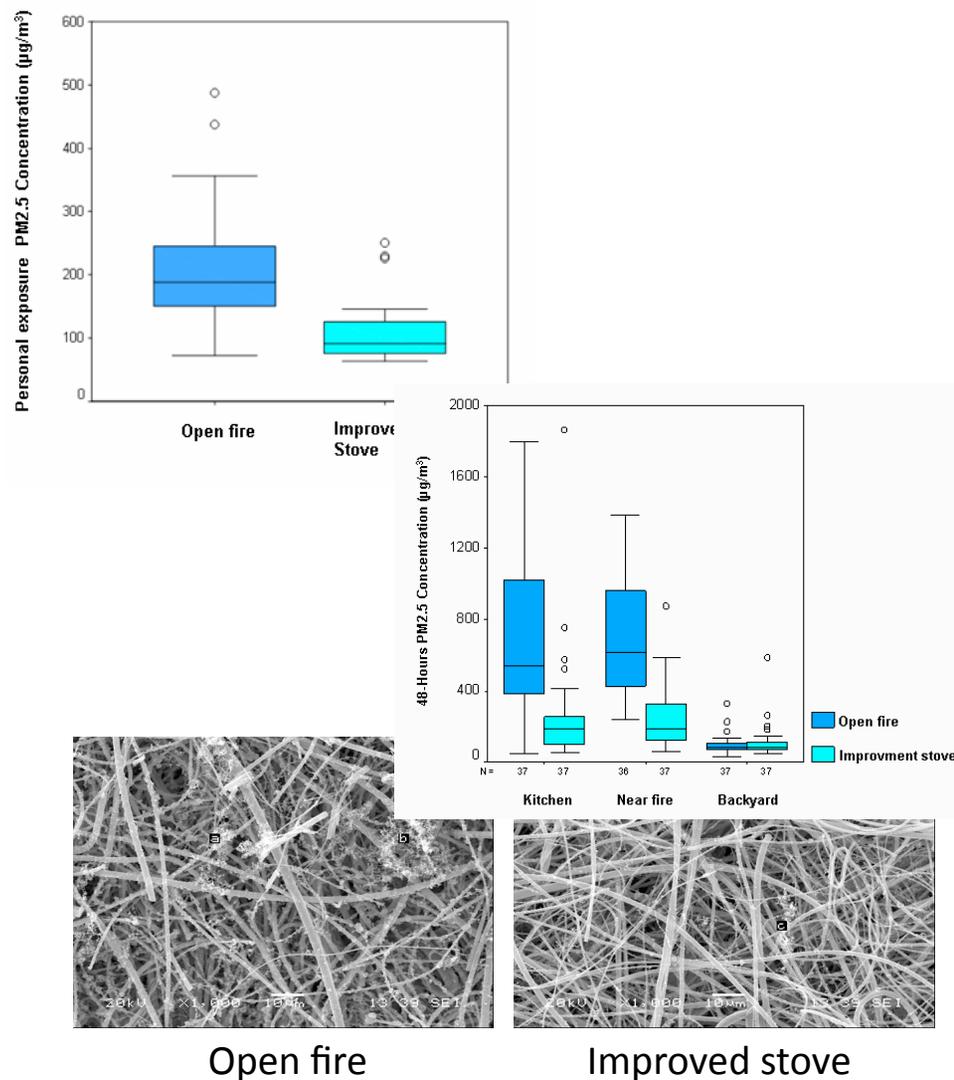
## Fechas

- Noviembre/2004-enero/2005, previo a la instalación de las estufas.
- Segundo periodo utilizando estufas mejoradas: Abril-Mayo/2005



# Michoacan; Resultados

- Reducción significativa de 2.5-3.3 veces en PM2.5
- La exposición personal total a PM2.5 disminuyó 50% con el uso de estufas mejoradas
- La composición de PM2.5 indicó alta presencia de hollín.
- El análisis elemental encontró Cl, K, and Ca como indicadores de quema de biomasa.



# Exposición personal en medios de transporte



SEMARNAT



DGCENICA

Evaluación de la implementación de STR

Metrobús Insurgentes, D.F.  
(2005-2006, concluido)



Corredor Cero Emisiones, Eje Central,  
México D.F.  
(en proceso, línea base 2008)



BRT Monterrey, Nuevo León  
(en proceso, línea base 2009)



# Reducción exposición personal corredor Insurgentes

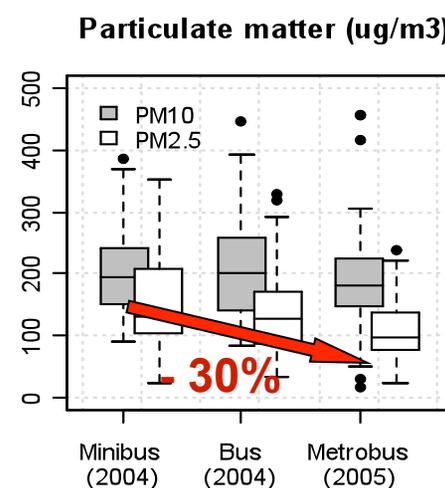
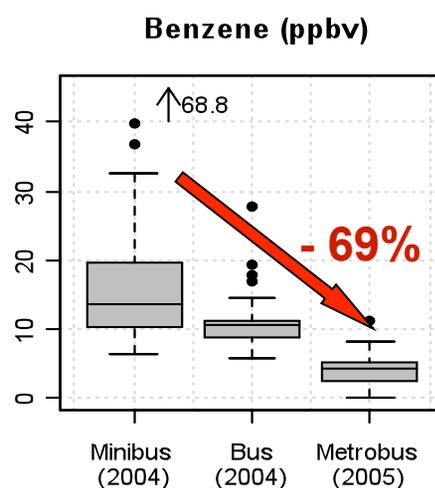
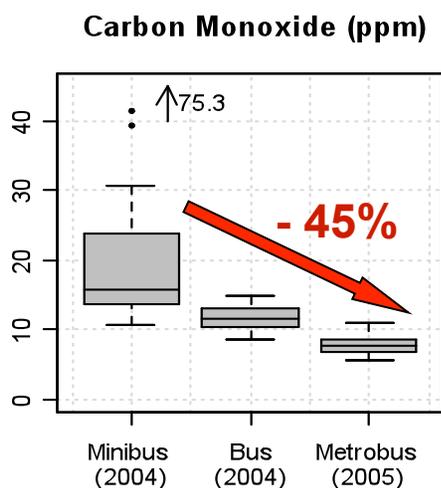


SEMARNAT



DGCENICA

## CO, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> y benceno antes y después de la implementación del BRT





SEMARNAT



DGCENICA

# Beneficios de la implantación del metrobús

## Beneficios esperados entre 2005 y 2015

### Reducción

280 mil tons of CO<sub>2</sub>-equivalente en 10 años

Cobeneficios:

### Reducción anual

144 tons de hidrocarburos totales  
690 tons de óxidos de nitrógeno  
2.8 tons de material particulado fino  
1.3 tons de dióxido de azufre

### Reducción

6100 días laborables perdidos  
660 días de actividad restringida  
12 casos nuevos de bronquitis

### Crónica

3 muertes prematuras  
Beneficios en salud equivalente a \$3 millones USD/año

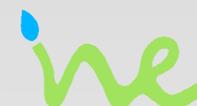
### Beneficios de tiempos de viaje por año

Ahorro de 2 millones de horas en horas pico (\$1.3 millones USD)

**Beneficios neto presente**  
**\$12.3 Millones de dólares**



SEMARNAT



DGCENICA

## Corredor “Cero emisiones” en Eje central

- Únicamente Trolebús
- Carril exclusivo
- Reducción del tiempo de recorrido y contaminación
- Reducción de la exposición del usuario a contaminantes
- Mejoramiento del entorno urbano
- PM2.5, BTX (benceno, tolueno y xileno) y monóxido de carbono (CO) en: Trolebús; Autobús/Microbús/Trolebús (ruta mixta); parabús ubicado en Eje Central y 16 de septiembre



# Resultados previos al implantación del corredor

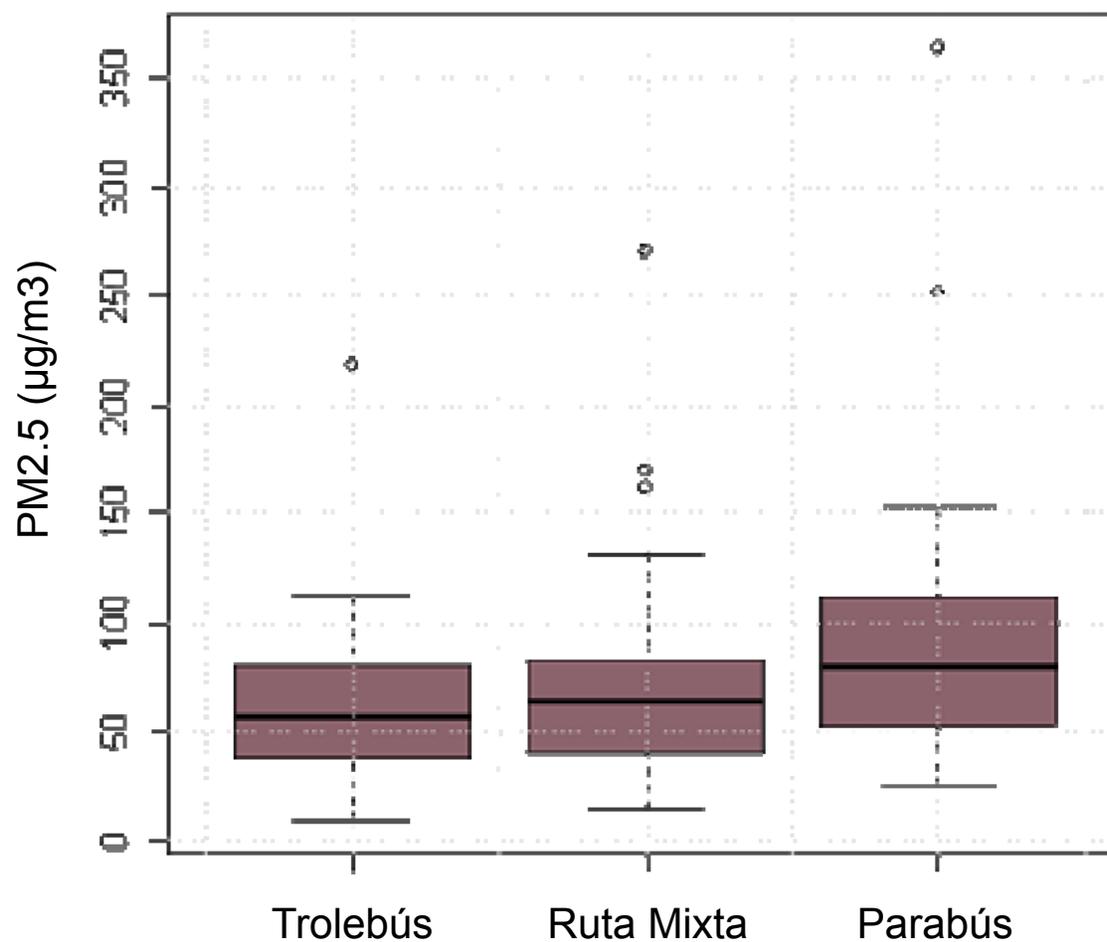


SEMARNAT



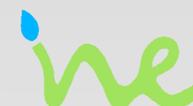
DGCENICA

## ■ Partículas suspendidas (PM2.5)





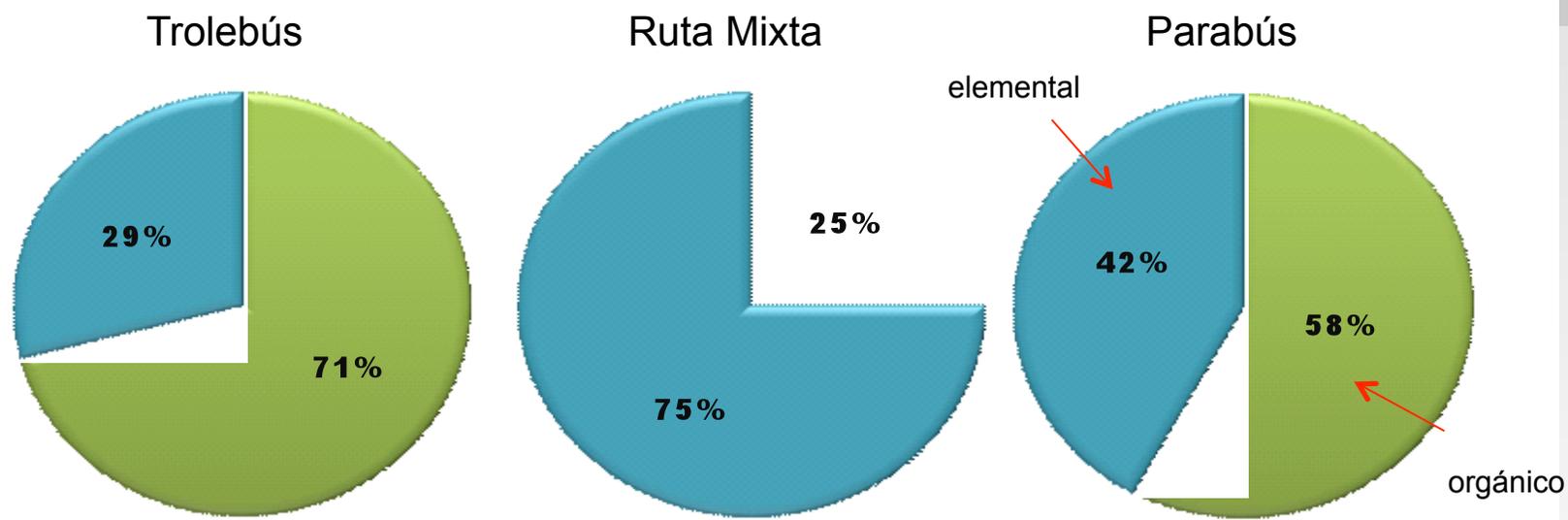
SEMARNAT



DGCENICA

## Resultados previos al implantación del corredor

- Partículas suspendidas PM2.5:\*  
Carbón elemental vs. orgánicos



\* Fuente: Cenica, 2009

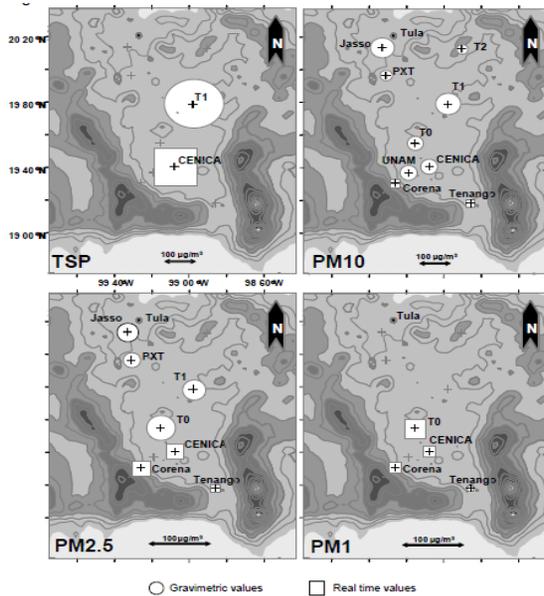
# Carbono contenido en las partículas suspendidas durante la campaña MILAGRO



SEMARNAT



DGCENICA



Proporción de carbono total en PM10

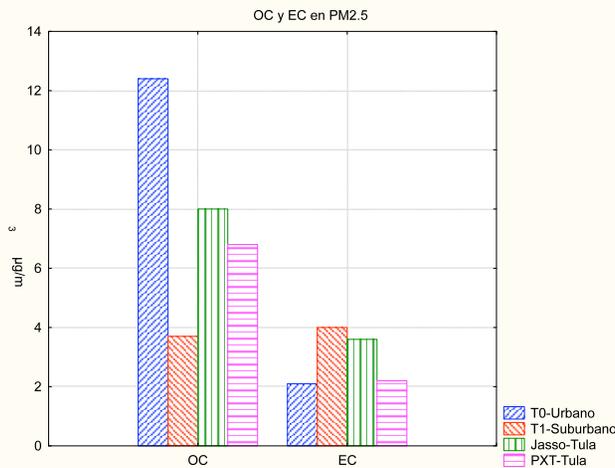
- 32-46 %, en sitios urbanos
- 35-37 %, en sitios industriales de Tula
- Menos del 23 % en sitios suburbano y rural, T1 y T2, respectivamente.

Proporción de carbono total en PM2.5

- 55 % en sitio urbano
- 51-53 % en sitios industriales
- 30 % en sitio suburbano

La tasa de EC/OC demostró que hay mayor contribución de OC en el área urbana. El EC tiene orígenes de combustión de transporte de carga a diesel en la zona periurbana.

En la ZMVM, hay un aporte estimado del 5 al 15 % de PM2.5 por quema de biomasa por la correlación de carbono con el indicador potasio.



Fuente:

X. Querol, J. Pey, M. C. Minguillón, N. Pérez, A. Alastuey, M. Viana, T. Moreno, R. M. Bernabé, S. Blanco, B. Cárdenas, E. Vega, G. Sosa, S. Escalona, H. Ruiz, and B. Artíñano (2008). PM speciation and sources in Mexico during the MILAGRO-2006 Campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 111-128.

# Laboratorio de CO/CE de la DGCENICA



SEMARNAT



DGCENICA

- ❑ Analizador de Carbón térmico óptico, modelo 2001 DRI
- ❑ De 2003 a la fecha 450 muestras analizadas
- ❑ Proyectos en el 2009
  - *“Determinación de concentraciones de PM10 en la región Tula-Tepeji”*
  - *“Estudio comparativo de estufas mejoradas para sustentar un programa de intervención masiva en México”*
  - *“Evaluación de los beneficios en la exposición personal de usuarios del Eje Central por instrumentación de cambios en el transporte”*
  - *“Evaluación preliminar del impacto ambiental por la producción artesanal del ladrillo: Cambio climático, eficiencia energética y calidad del aire”*
  - *“Estudio Preliminar de Emisiones de COV’s y PM2.5 Emitidos por Fuentes Vehiculares en la Ciudad de Toluca”*
  - *“Estudio de impacto por exposición personal a contaminantes generados por fuentes móviles que circulan en el corredor Ruiz Cortines y Lincoln. Primera etapa”*
  - *“Estudio Preliminar de Compuestos Tóxicos en Aire Ambiente en la Zona Metropolitana de Guadalajara”*

## Retos de política pública

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, contaminantes criterio, tóxicos en el aire (incluyendo COPs) y carbón negro.
- Programas de monitoreo y generación de inventarios (bases de datos a nivel local y regional)
- Incorporación de combustibles más limpios
- Modificación de prácticas de cultivo
- Control de fuentes de quema de biomasa.
- Incorporación de nuevas tecnologías y fortalecimiento de capacidades
- Disminución de la pobreza



SEMARNAT



DGCENICA

# Gracias



SEMARNAT



DGCENICA



“Para saberlo tienes que eliminar el carbón negro .”

“Podrías decirme cual camino debo tomar alcanzar La sustentabilidad?”

[javedoy@ine.gob.mx](mailto:javedoy@ine.gob.mx)

Lewis Carroll: Alices's Adventures in Wonderland