



CAPACIDAD DE CAPTURA DE CONTAMINANTES POR AZOTEAS VERDES: METALES PESADOS E HIDROCARBUROS.



*E. Arellano Leyva, O. Sour Tovar,
F. Villegas Pérez, A. García
Sámano, M. Hernández, A.
Martínez Romero, A. Leal Rueda,
Judith Márquez-Guzmán,
Jerónimo Reyes-Santiago*,
MARGARITA COLLAZO-
ORTEGA***

**Laboratorio de Desarrollo en Plantas,
Departamento de Biología Comparada,
Facultad de Ciencias.**

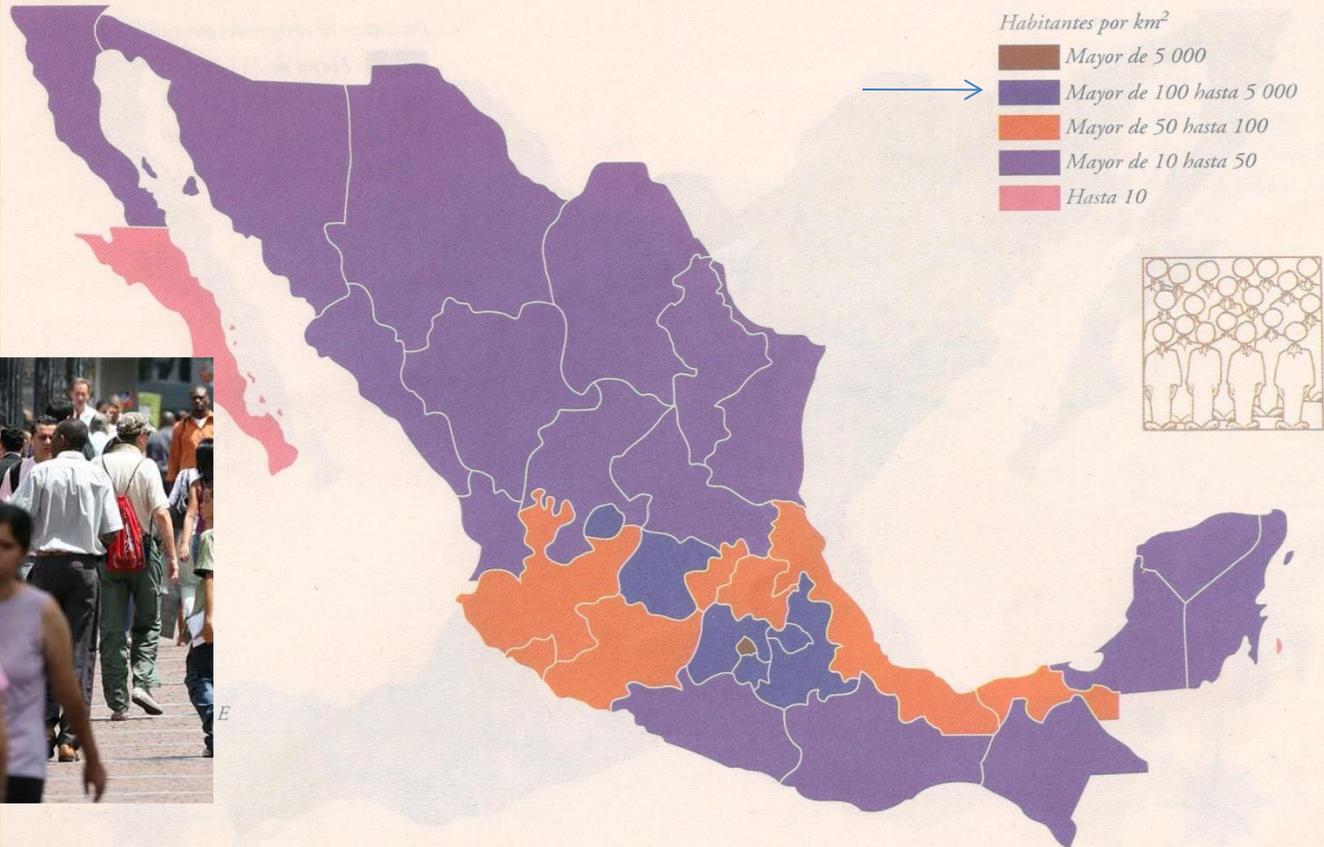
***Jardín Botánico, Instituto de Biología.**

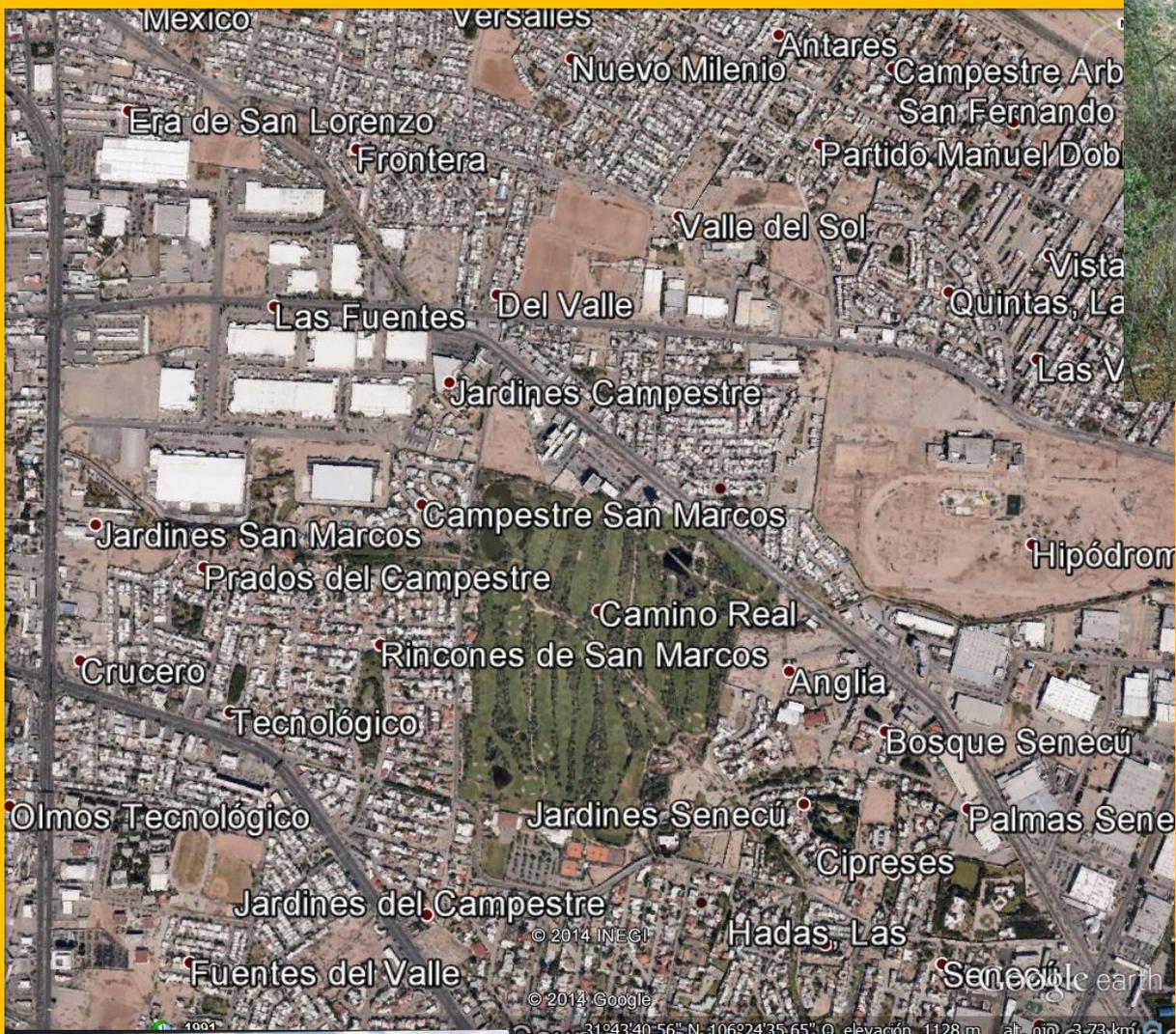
****mague.collazo@ciencias.unam.mx**



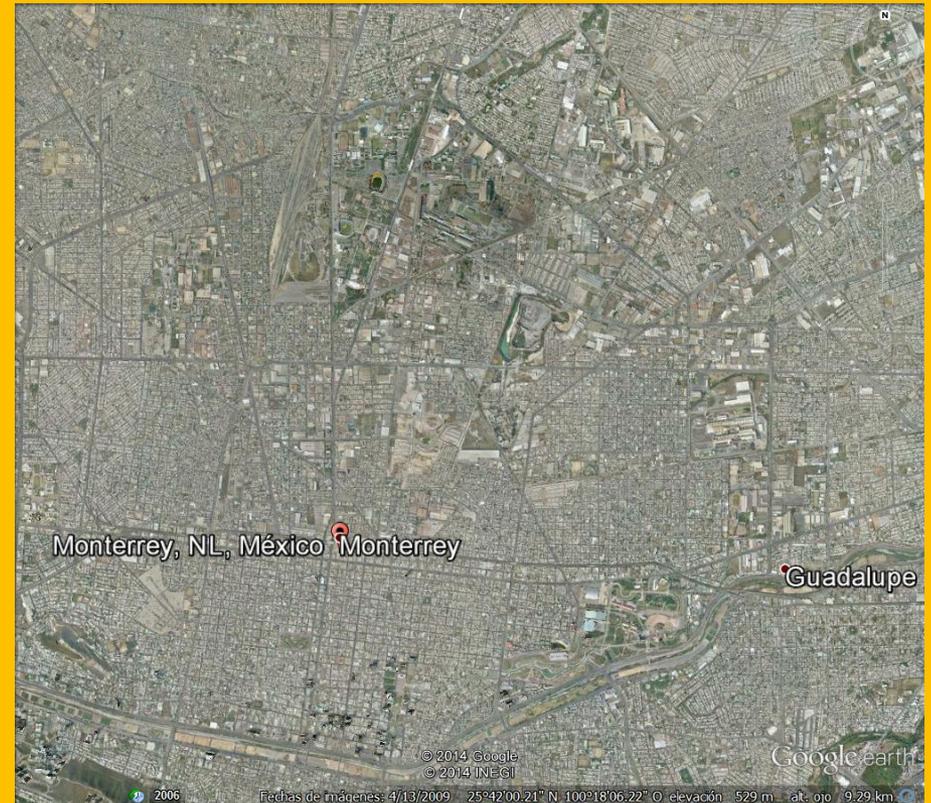
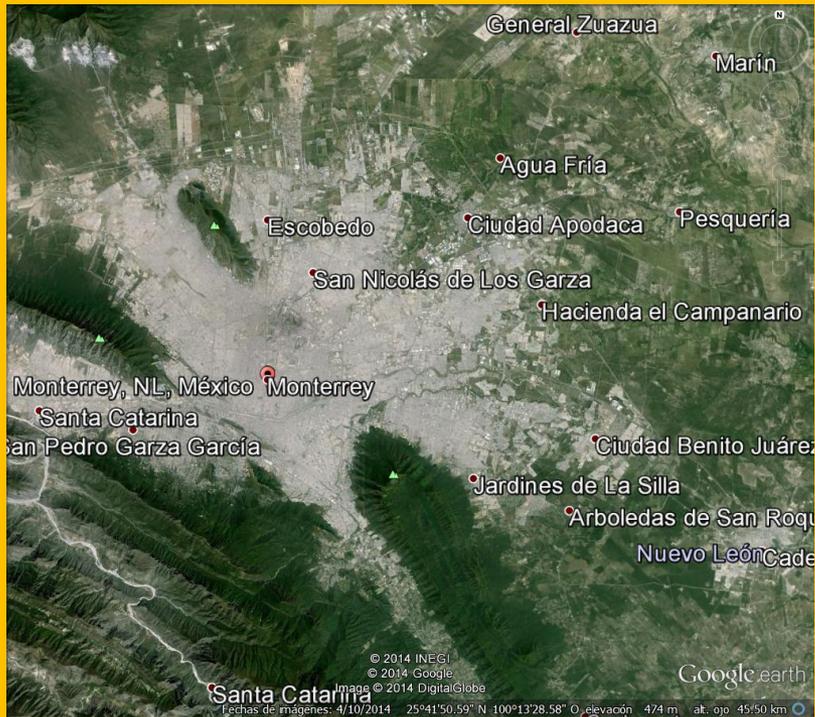
Población total:
112, 336 538 habitantes

Densidad de población por entidad federativa





Población Estado de Chihuahua:
3,406,405
En Cd. Juárez: 1, 332 131



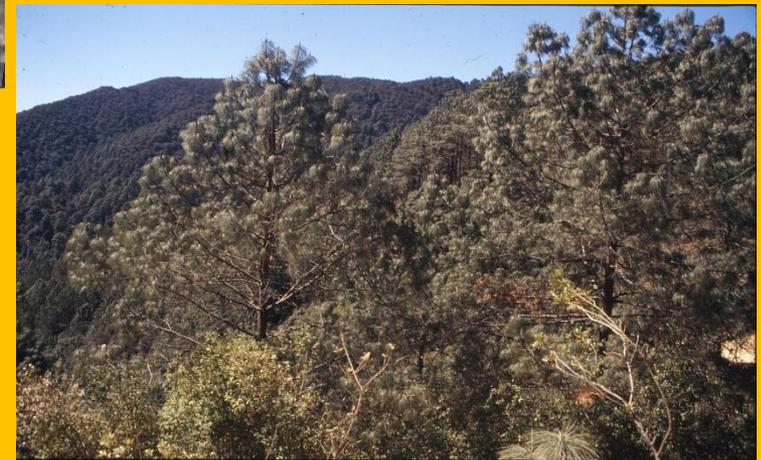
Población Estado de Nuevo León: 4, 653 458
ZMM: 4 036 112 (12 Municipios)



Agua
Escuelas
Guarderías
Hospitales
Mercados
Depósitos de basura
Seguridad, etc.



**CAMBIOS EN EL USO
DEL SUELO**



ZMVM=60 municipios
(59 del estado de México y 1 de Hidalgo)
y las 16 delegaciones del D F).
Población en 2010: 29 millones de habitantes



FUNCIONES ECOSISTÉMICAS

- Retención de humedad relativa
- Estabilización de la temperatura
- Captura de dióxido de carbono
- Hábitat de fauna y flora
- Captación de contaminantes
- Distractor

Primer sábado
Segundo sábado
Tercer sábado
Cuarto sábado
Quinto sábado

HOY **NO** CIRCULA **SABATINO**

de las 5 a las 22 horas

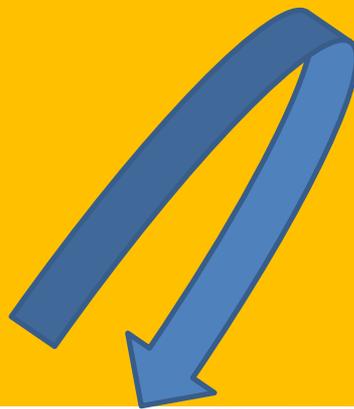
más información...

- Solicitud de autorización para exentar el Programa "Hoy no Circula" para personas con Discapacidad.
- Solicitud de autorización de traslado por robo, siniestro y reparación mayor.

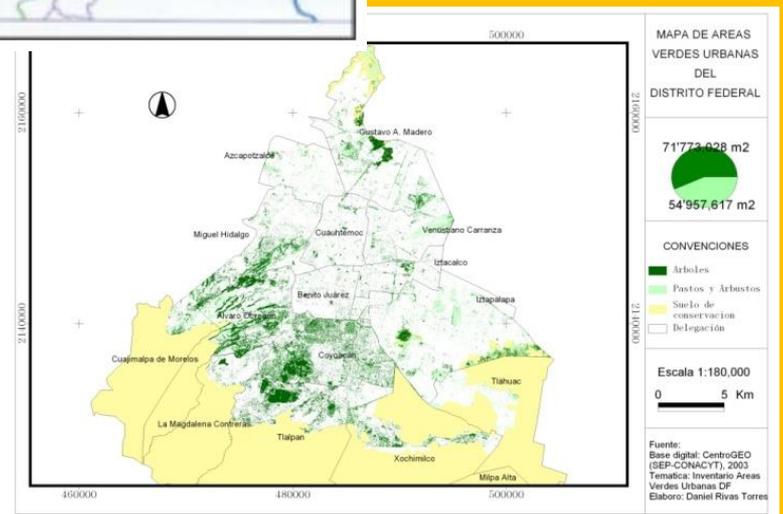
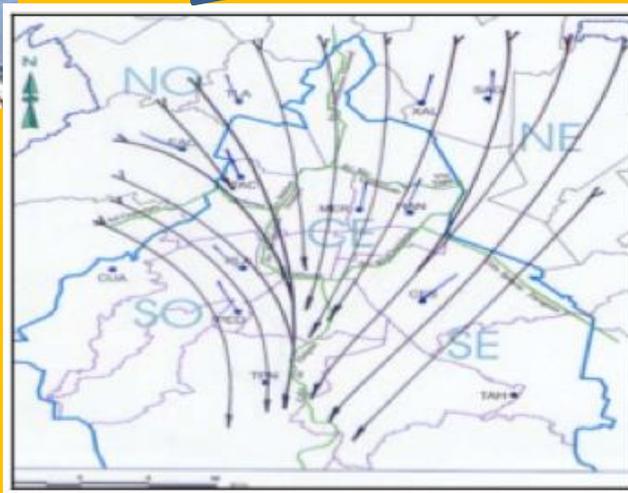


ACCIONES PARA MEJORAR
LA CALIDAD DEL AIRE
EN LA ZMVM





DIRECCIÓN DE
LOS VIENTOS



IMECA, 2011

CALIDAD DEL AIRE

MALA
212 días (58%)

MUY MALA
29 días (8%)

BUENA
5 días (1%)

2011
365 días

114 días con niveles de riesgo para la salud

REGULAR
119 días (33%)

**Intervalos en Puntos
IMECA**

0-50

51-100

101-150

151-200

201-300

Calidad del Aire

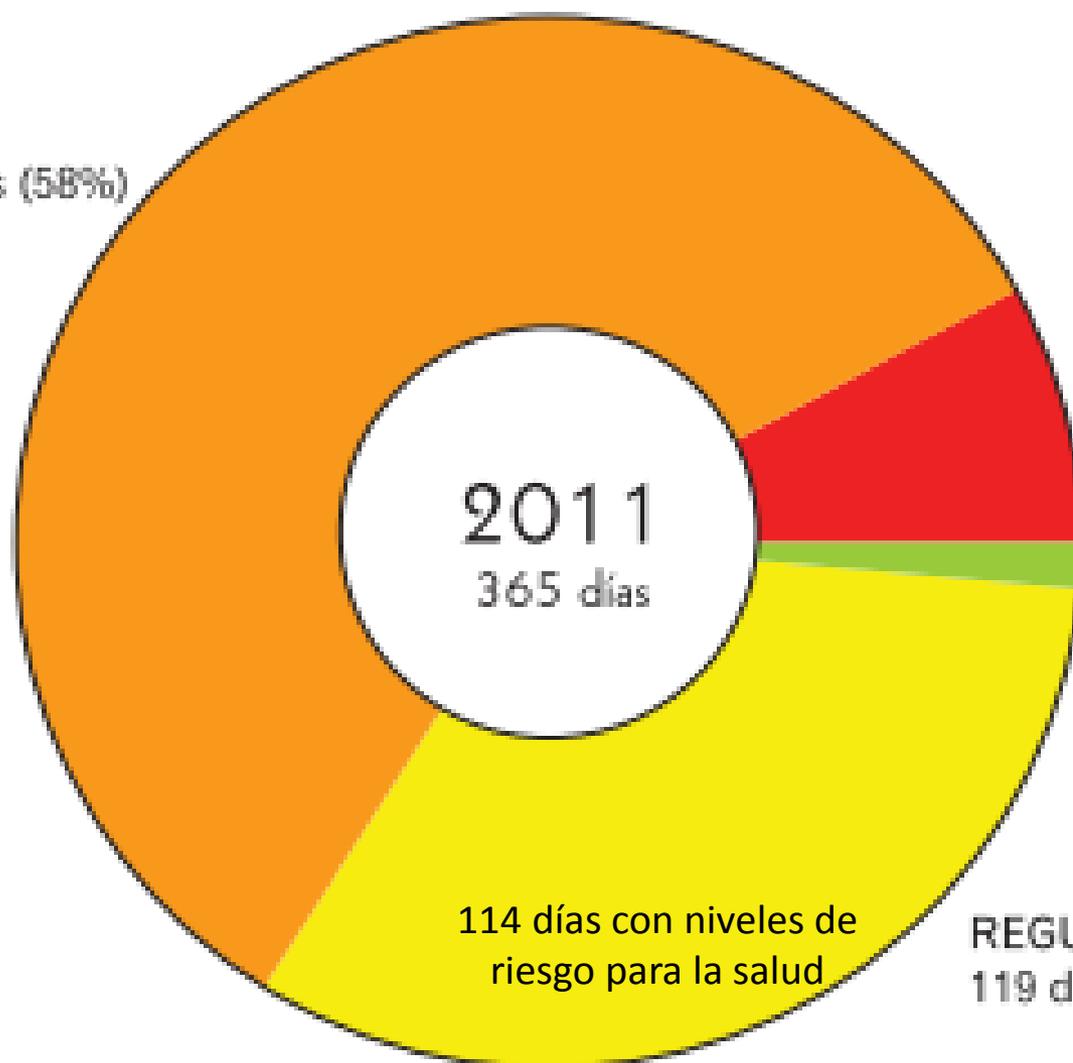
Buena

Regular

Mala

Muy Mala

**Extremada-
mente Mala**



Un agente contaminante

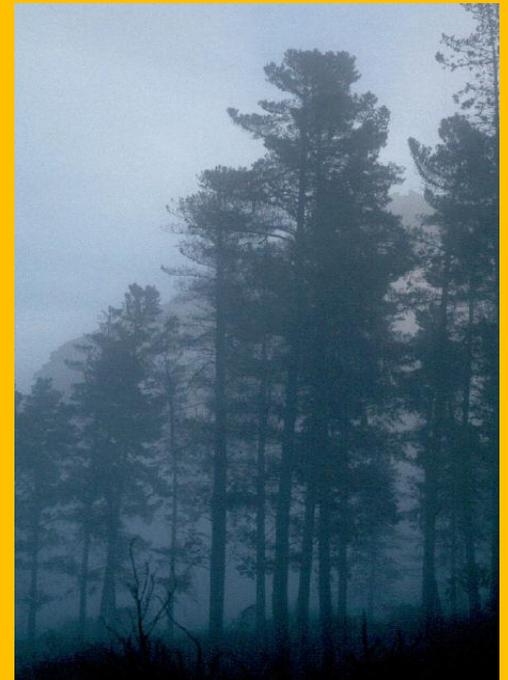
es aquel elemento o compuesto cuya concentración se encuentra por encima de los valores naturales, y son producto principalmente de actividades antropogénicas, compuestos que no pueden ser dispersados y causan serios efectos en la salud humana..... (flora y fauna)

Los HAPs son compuestos orgánicos que contienen dos o más anillos aromáticos. A elevadas temperaturas, la pirólisis de compuestos orgánicos produce fragmentos de moléculas y radicales que se combinan para formarlos (pirosíntesis) (Neilson, 1998).

Contaminantes criterio

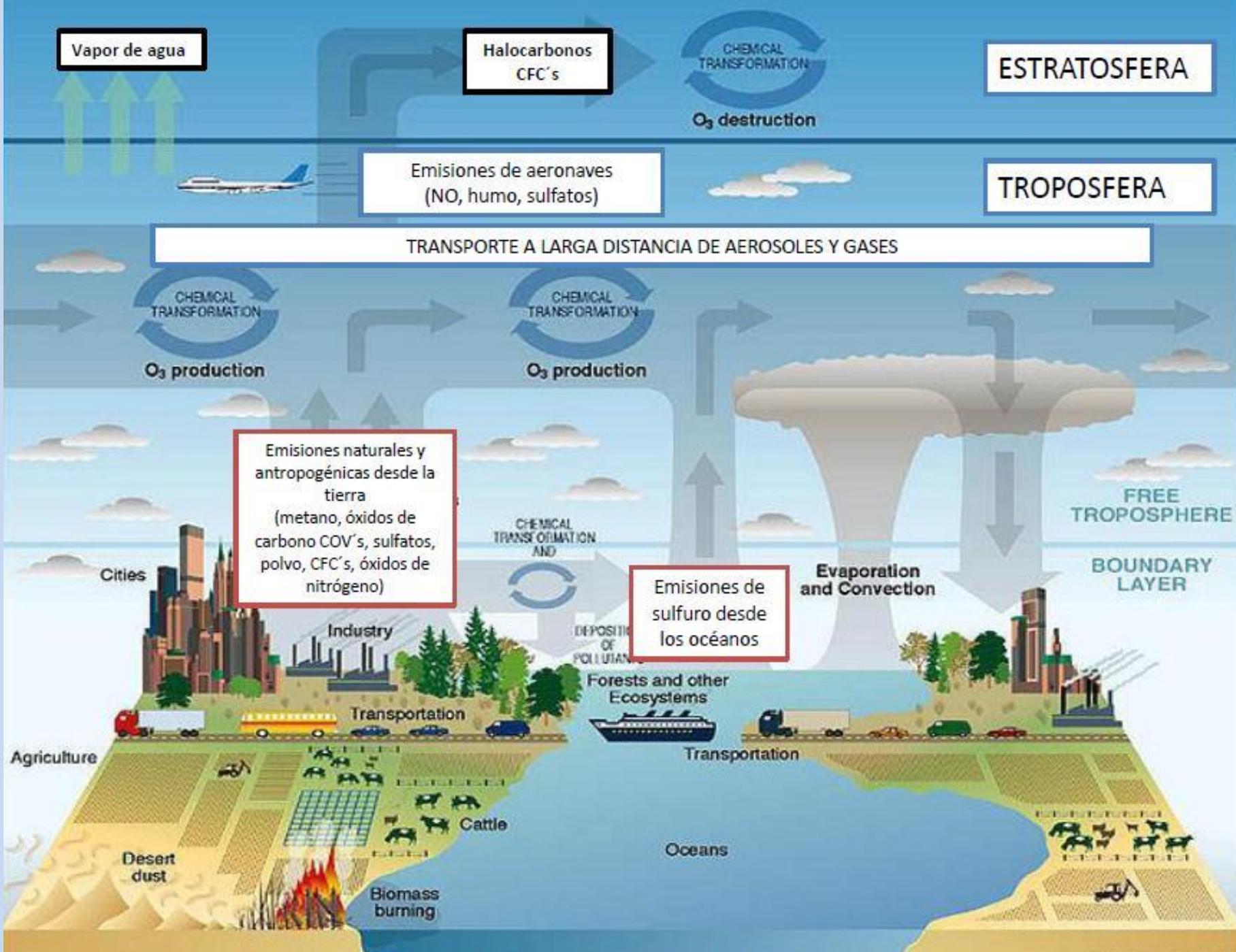
para determinar la calidad del aire

- Óxidos de azufre (SO_x):
dióxido de azufre (SO₂)
- Óxidos de nitrógeno (NO_x):
dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Monóxido de carbono (CO)
- Ozono (O₃)
- Partículas suspendidas PM₁₀,
PM_{2.5} (HAPs)
- Compuestos orgánicos volátiles (COVs)
- Hidrocarburos (HC)
- Plomo (METALES PESADOS)



FUENTES DE CONTAMINANTES





Vapor de agua

Halocarbonos
CFC's



ESTRATOSFERA

Emissiones de aeronaves
(NO, humo, sulfatos)

TROPOSFERA

TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA DE AEROSOL Y GASES



Emissiones naturales y antropogénicas desde la tierra
(metano, óxidos de carbono COV's, sulfatos, polvo, CFC's, óxidos de nitrógeno)

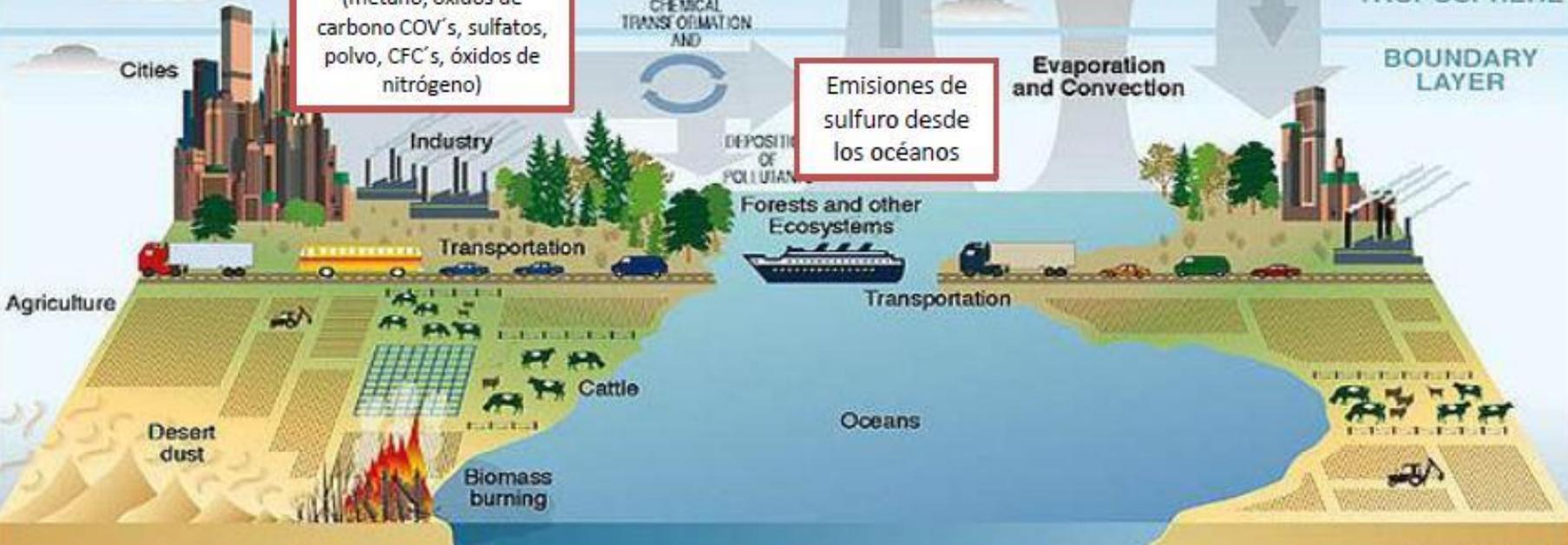
Emissiones de sulfuro desde los océanos



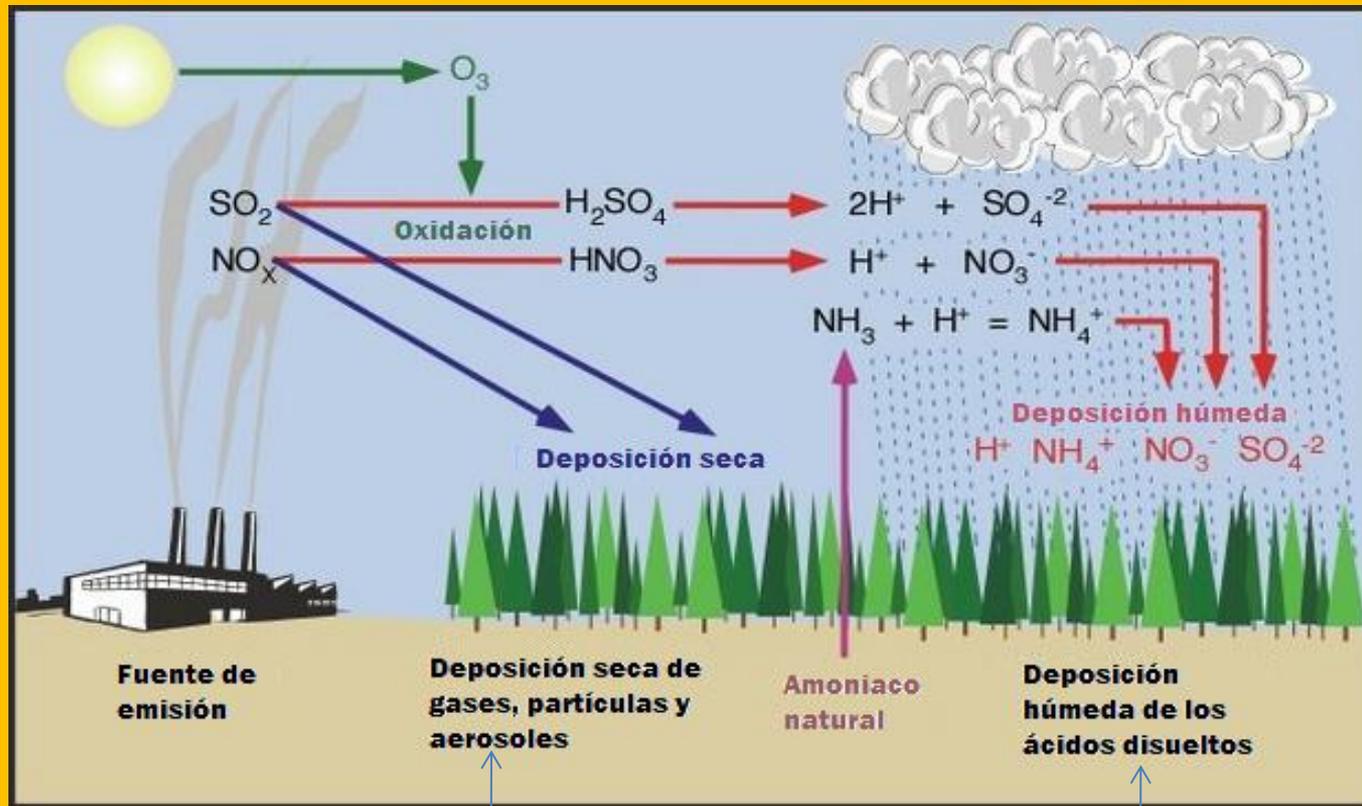
Evaporation and Convection

FREE TROPOSPHERE

BOUNDARY LAYER



Mecanismos de remoción de los contaminantes de la atmósfera



Proceso de sedimentación gravitacional y de transferencia turbulenta que remueve partículas y gases de la atmósfera.

Transportados hacia la superficie por gotas de agua, granizo, nieve, cristales de hielo o neblina, donde colisionan, son absorbidas o experimentan reacciones químicas en fase acuosa.

Daños a la salud

SO₂: Causa broncoconstricción, bronquitis y traqueítis. Agrava enfermedades respiratorias y cardiovasculares existentes.



NO₂: Irrita las vías respiratorias. Causa bronquitis y pulmonía. Reduce significativamente la resistencia respiratoria a las infecciones.



CO: Inhabilita el transporte de oxígeno hacia las células. Provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas, estados de inconsciencia e inclusive la muerte.



Benceno: Produce efectos nocivos en la médula ósea. Se asocia con el desarrollo de leucemia mieloide. Daña el sistema inmunológico. En las mujeres, puede provocar irregularidades en la matriz. En mujeres embarazadas, el benceno puede pasar de la sangre de la madre al feto.



O₃: Irrita el sistema respiratorio. Reduce la función pulmonar. Agrava el asma. Inflama y daña las células que recubren los pulmones. Agrava las enfermedades pulmonares crónicas. Causa daño pulmonar permanente. Se asocia directamente a incrementos en la mortalidad.



CO₂: Enfermedades respiratorias

Pb: Causa retraso en el aprendizaje y alteraciones de la conducta.



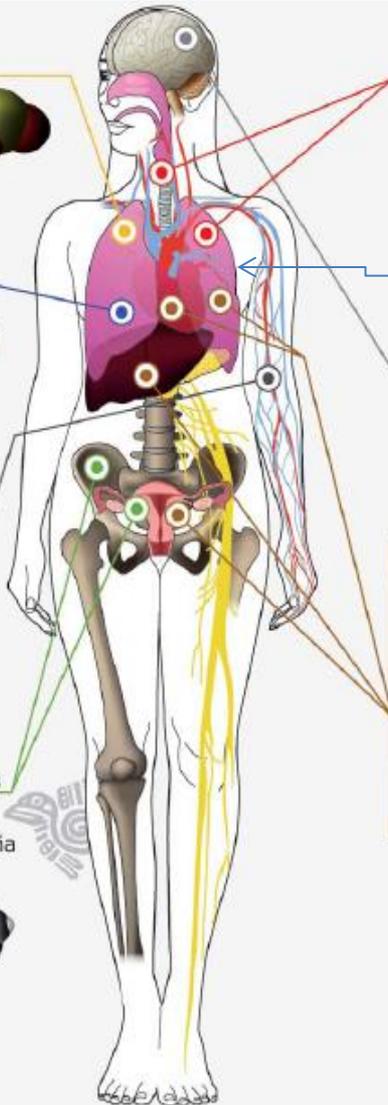
PM₁₀: Agravan el asma. Favorecen las enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar. Se asocia directamente a incrementos de la mortalidad en todos los grupos de población.



PM_{2.5}: Ingresan a la región más profunda del sistema respiratorio. Agravan el asma. Reducen la función pulmonar. Están asociadas con el desarrollo de la diabetes. Existe una relación con la mortalidad en todos los grupos de población. En mujeres embarazadas, pueden ocasionar disminución en el tamaño del feto y, una vez nacido, reducción de la función pulmonar.



Fuente: *Calidad del Aire en la Ciudad de México. Informe 2010.*



Metales pesados

Grupo de elementos cuya densidad atómica es mayor a 6 g cm^{-3} , emitidos por fuentes naturales y/o antropogénicas.

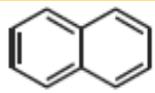
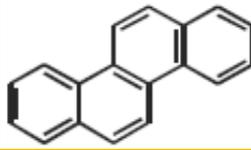
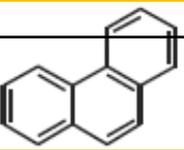
Comúnmente asociados con la contaminación ambiental y su toxicidad para los seres vivos. Los principales, por ser un riesgo potencial para la salud humana, son: **Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sn, Sr, V y Zn** (Alloway, 1990).

Algunos forman parte de los componentes básicos de los ecosistemas a muy bajas concentraciones, pero si ésta excede los límites normales en los ambientes contraminados, la estructura y función de los sistemas naturales puede verse alterada (PNUMA, 2014).

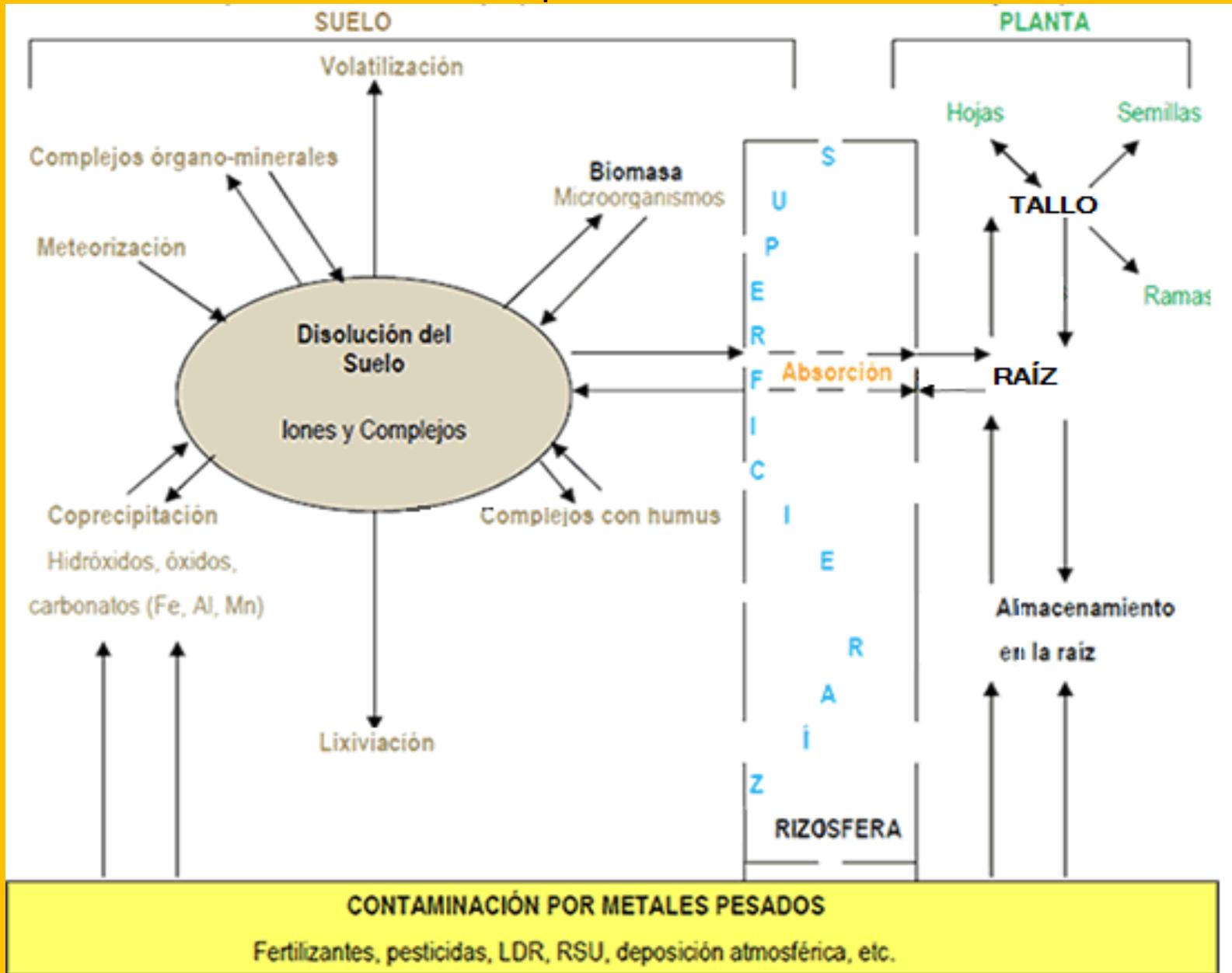
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)

Compuestos orgánicos que contienen dos o más anillos aromáticos.

A elevadas temperaturas, la pirólisis de compuestos orgánicos produce fragmentos de moléculas y radicales que se combinan para formarlos (pirosíntesis) (Neilson, 1998).

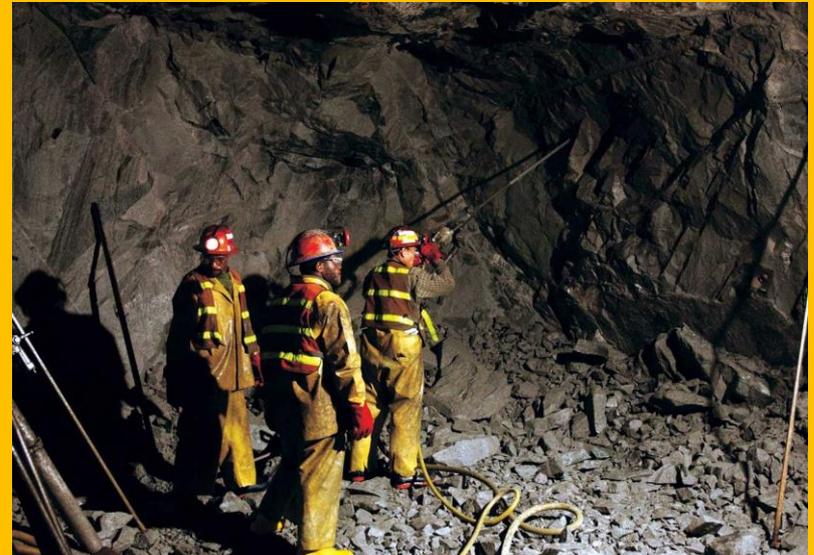
1. Naftaleno, $C_{10}H_8$ PM 128.171	9. Benzo(a)antraceno, $C_{18}H_{12}$ PM 252.309
	
5. Fenantreno, $C_{14}H_{10}$ PM 178.229	16. Benzo(ghi)perileno, $C_{22}H_{12}$ PM 276.331
	

Factores que influyen en la movilidad de los metales pesados del suelo.

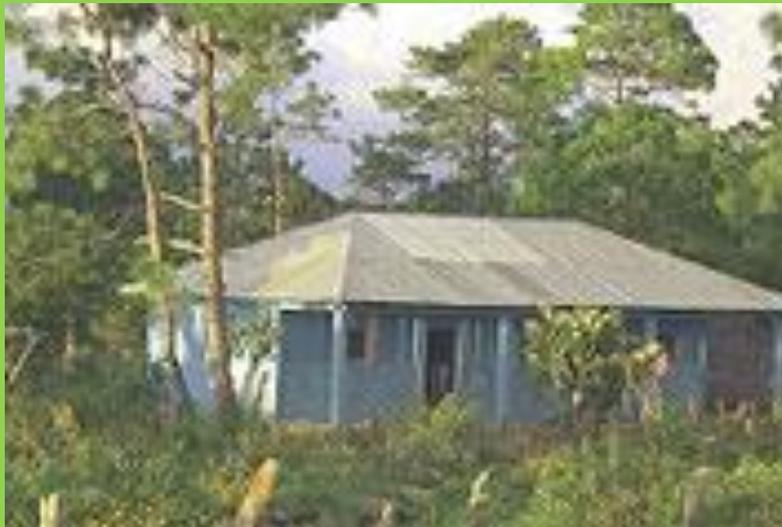


Fuentes de exposición humana y ambiental a metales pesados

La concentración en la atmósfera es cada vez mayor debido a sus emisiones por las fuentes naturales y antropogénicas, como vientos, tormentas, erupciones volcánicas, quema de biomasa, evaporación, combustión de combustibles fósiles, fundición de minerales, emisión de cenizas térmicas de plantas de energía, minería y el uso insostenible de los recursos naturales.



¿ALTERNATIVAS?



NATURACIÓN: colocar plantas sobre superficies pavimentadas.



← → EXTENSIVA

AZOTEA VERDE

INTENSIVA





Ejemplos de azoteas verdes: (A) intensiva, (B) semi-intensiva y (C) extensiva; (D) esquema general de las capas constitutivas de una azotea verde.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES PARA SU SELECCIÓN

Para el sistemas de naturación es necesario seleccionar aquellas plantas que requieran poco mantenimiento, que puedan adaptarse a las condiciones extremas del lugar de plantación y que permitan obtener una cobertura de vegetación rápida y duradera.

Las condiciones generales que deberá soportar la vegetación en este sistema son:

- Alta radiación solar (cuando la vegetación esté dispuesta horizontalmente u orientada hacia el sol).
- Escaso volumen de suelo (predominantemente mineral).
- Largos periodos de sequía.
- Temperaturas extremas.
- Condiciones de nulo mantenimiento.





Echeveria agavoides



Echeveria sp.



E. pulvinata

Asparagaceae



Agave celsii

Cactaceae



Opuntia tomentosa



Echinocactus grusonii



¿SON ACUMULADORAS?



**CAPACIDAD DE ACUMULAR
O ELIMINAR
CONTAMINANTES
PELIGROSOS PARA EL
MEDIO AMBIENTE POR
PROCESOS QUÍMICOS,
BIOLÓGICOS Y FÍSICOS QUE
AYUDAN A LA
BIORRECUPERACIÓN DE
SUSTRATOS
CONTAMINADOS
(Cunningham y Berti, 1993), Y
TRANSFORMARLOS EN
PRODUCTOS NO TÓXICOS O
MENOS TÓXICOS.**



Metabolizado o almacenado, reduciendo o evitando la liberación de contaminantes en otras zonas del medio (fitoestabilización) y la planta los aprovecha para su crecimiento y desarrollo. Eliminandose así la contaminación.



En compuestos inorgánicos contaminantes (metales, metaloides y radionucleidos), únicamente es posible su fitoestabilización o fitoextracción, porque estos contaminantes no son biodegradables.



**¿OCURRE ESTO EN UNA
AZOTEA VERDE?**

SITIOS DE ESTUDIO

Distrito Federal

México

Zoem.com, 2010.



Colegio Americano, Álvaro Obregón
Azotea verde semi intensiva



Jardín Botánico, C. U., Coyoacán
Azotea verde extensiva



Edificio Vizcaya, Centro. Del. Cuauhtémoc

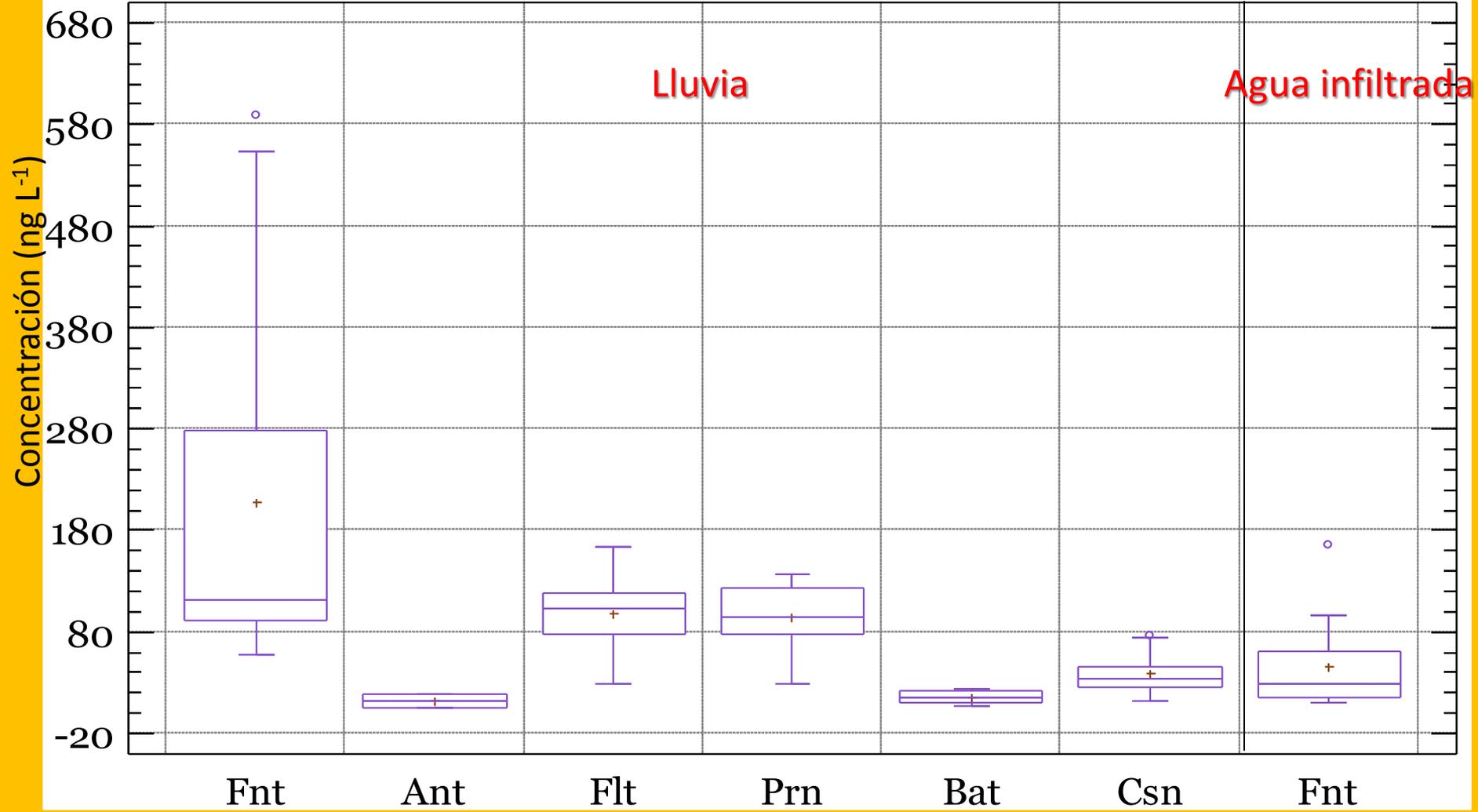


HAPs , METALES PESADOS EN AGUA DE LLUVIA

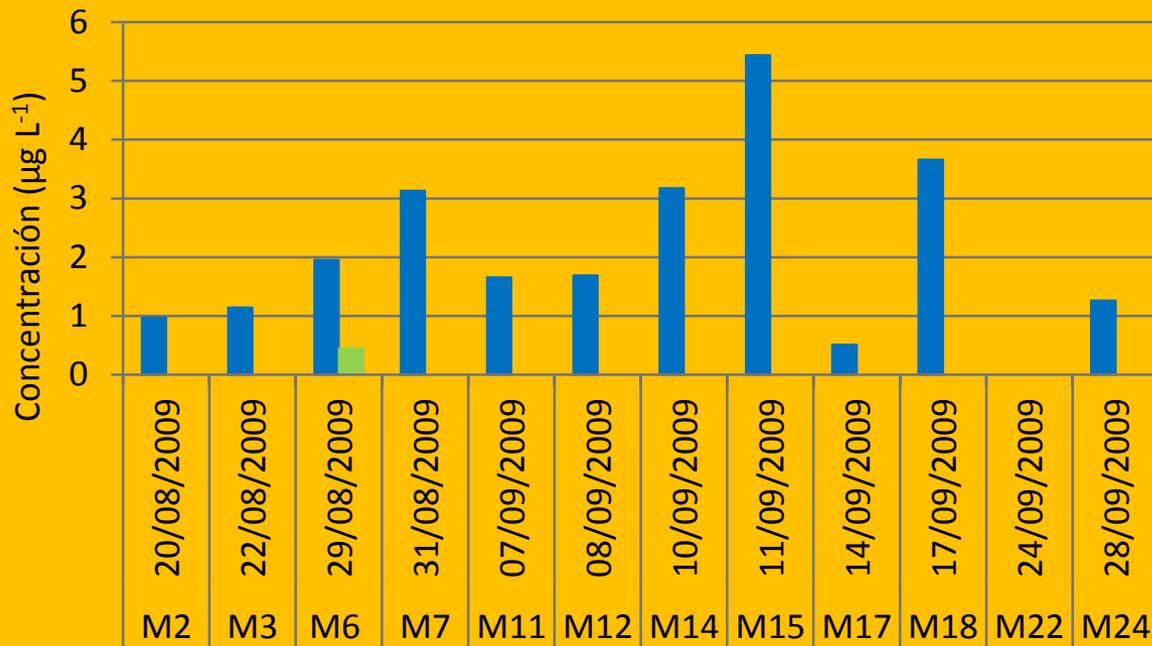


HAPs MPM

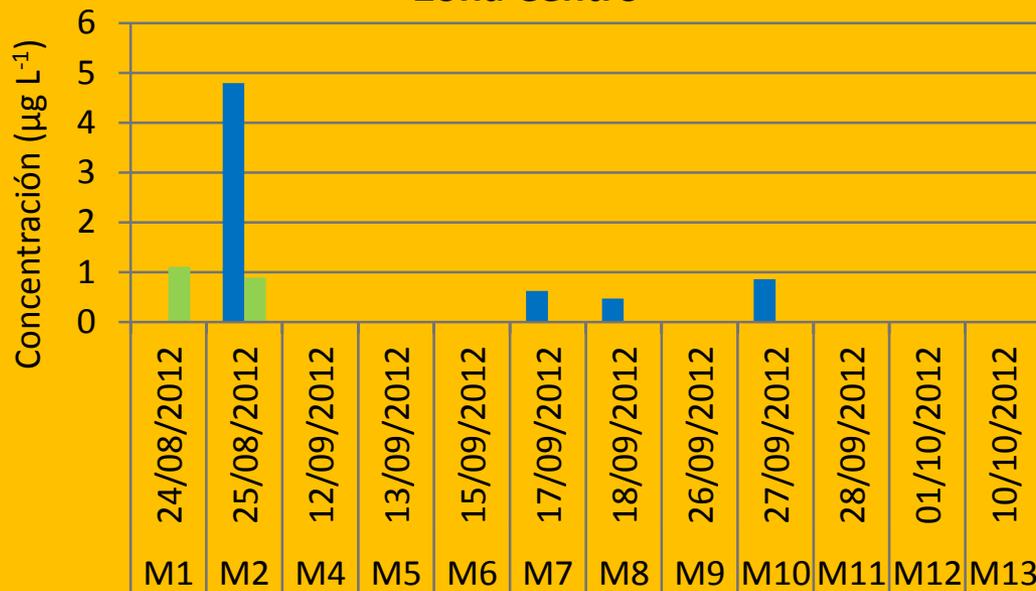
+ Mediana I Min-Max ○ Valor atípico menor
□ 25%-75% = (154, 621) ⊕ Valor atípico extremo
= (345, 484)



Zona Sur

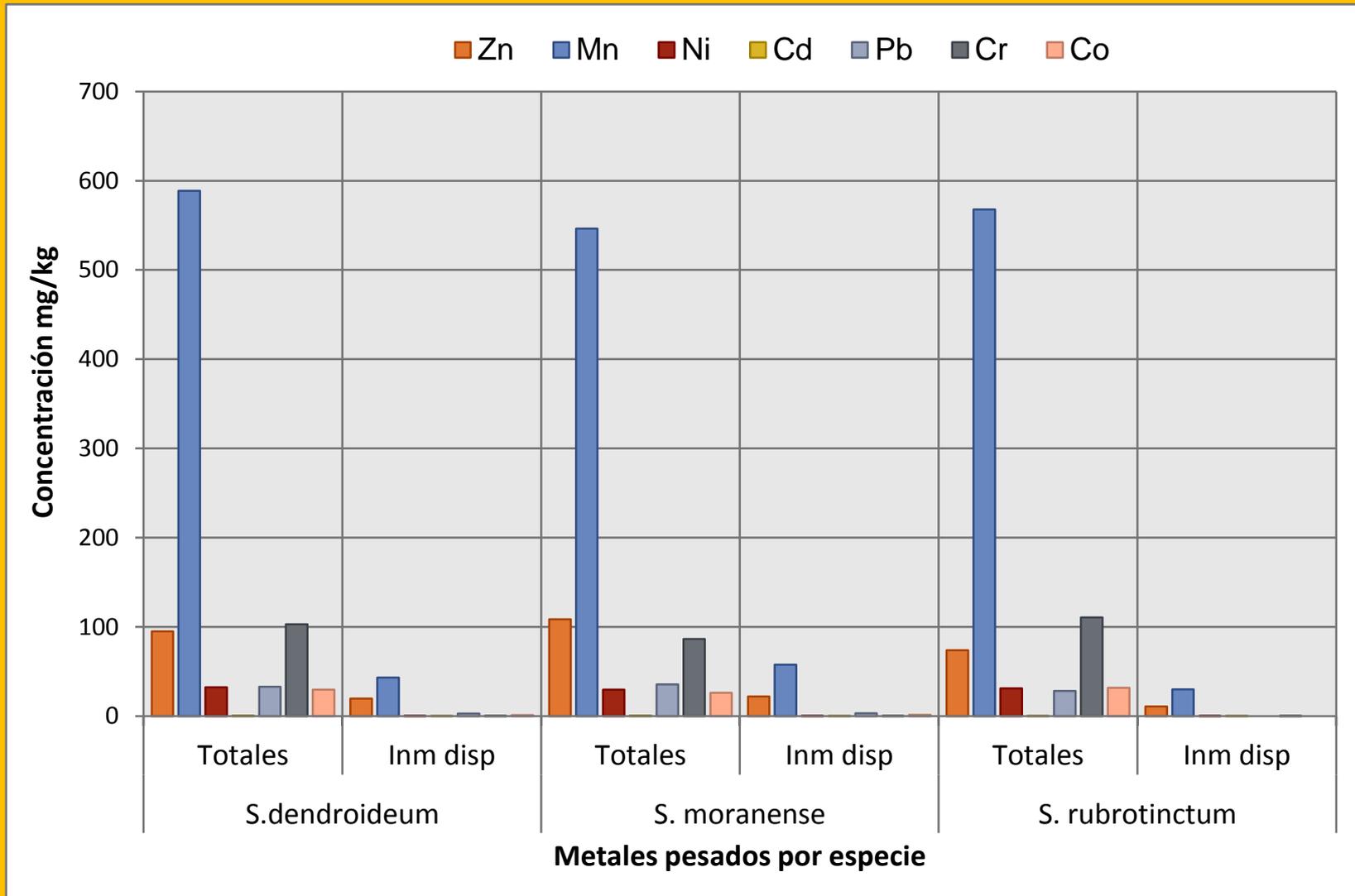


Zona Centro

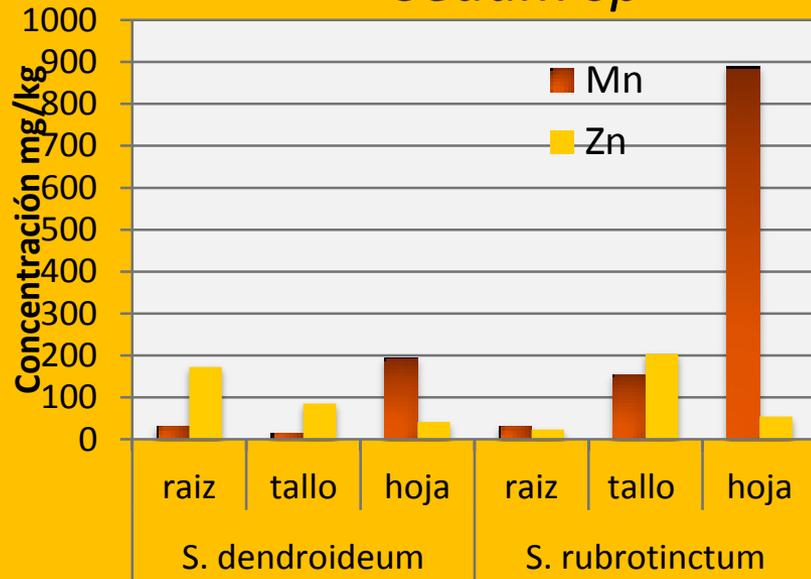


Plomo

METALES PESADOS TOTALES E INMEDIATAMENTE DISPONIBLES EN EL SUELO DE TRES ESPECIES DE *Sedum*



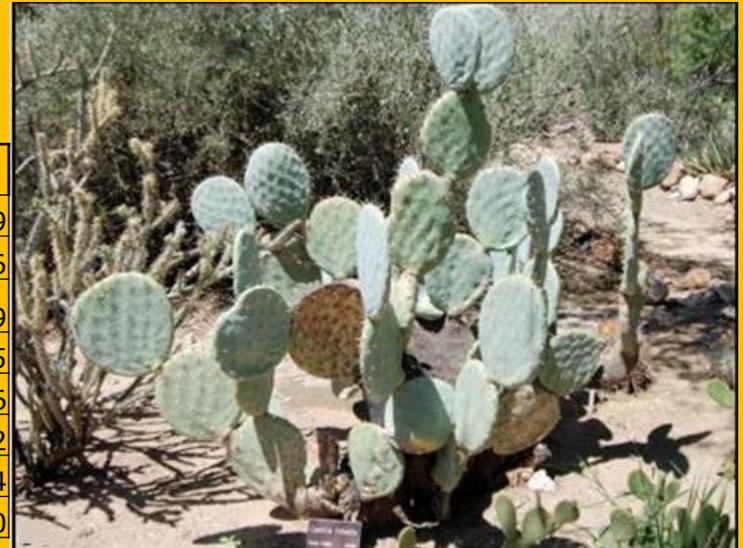
METALES PESADOS EN TEJIDOS DE *Sedum sp*



Metales en raíz de una especie de *Opuntia* (microscopía electrónica de barrido)

JBOFR2

Elemento	%
O	35.19
Al	0.76
S	10.9
K	0.85
Ca	3.06
Sr	1.2
Ba	48.04
Total	100



Conclusiones

- Neutralización de las deposiciones ácidas.
- Las azoteas verdes intensivas tienen la capacidad de retener contaminantes (HAPs y metales pesados) y agua de la precipitación.
- Algunas especies tienen características de ser acumuladoras. La acumulación se da en tallo y raíz, y a nivel celular principalmente en córtex y corteza.
- En suelo y planta las concentraciones mas altas corresponden a Zn y Mn.
- Por lo tanto, las AVE proveen servicios ecosistémicos en zonas urbanas al disminuir algunos contaminantes atmosféricos y retenerlos en suelo y planta.

Conclusiones

- La naturación o desarrollo de la INFRAESTRUCTURA VERDE es una actividad prioritaria para sustituir parcialmente a la vegetación original, y prestar así los beneficios ecosistémicos requeridos para el bienestar ambiental y humano.
- Esta tarea debe ser apoyada por las autoridades municipales, estatales y federales. Y junto a la sociedad civil tomar acciones conjuntas para su implementación.
- Deben desarrollarse, mejorarse y ejecutar planes adecuados de crecimiento urbano que garanticen la relación debida entre habitante y proporción de área verde para cada uno.
- Es una tarea multidisciplinaria en la que intervienen biólogos, ingenieros, arquitectos, consultores, y puede ser realizada tanto a nivel público como privado.
- Es importante que se ofrezcan incentivos, por ejemplo fiscales, para la construcción de infraestructura verde.

Agradecimiento: Programas PAPIIT IN 225510 , IT 201813. DGAPA. UNAM



GRACIAS