

USO AGRÍCOLA DEL AGUA RESIDUAL URBANA : EL CASO DE MÉXICO Y CHINA.

Sánchez González, Arturo
González Méndez, Blanca
Siebe, Christina

Grupo Suelo y Ambiente, Instituto de Geología, UNAM

El reúso del agua residual en el mundo

- Superficie regada: entre 5 y 20 millones de has
- Equivale a 7 - 10% del total de la superficie mundial permanentemente irrigada.
- Al menos el 10% de la población mundial consume alimentos producidos bajo el riego con agua residual

Países en los que se riega con agua residual:



3 millones has regadas con aguas residuales en 1989 (WHO, 1989).

20 años después

Se incrementó 6 veces la superficie.

El agua residual en el mundo

Países desarrollados

Desarrollo de tecnología y financiamiento para tratar el agua

Beijing solo puede tratar el 50% de las A. R. (Raschid-Sally, 2010)

Países en vías de desarrollo

Uso de A. R. en la periferie de las ciudades.

El riego agrícola es la vía para disponer del residuo.

La ciudad de México trata menos del 5% de sus A.R. (Jiménez et al, 2004)

El agua residual en el mundo

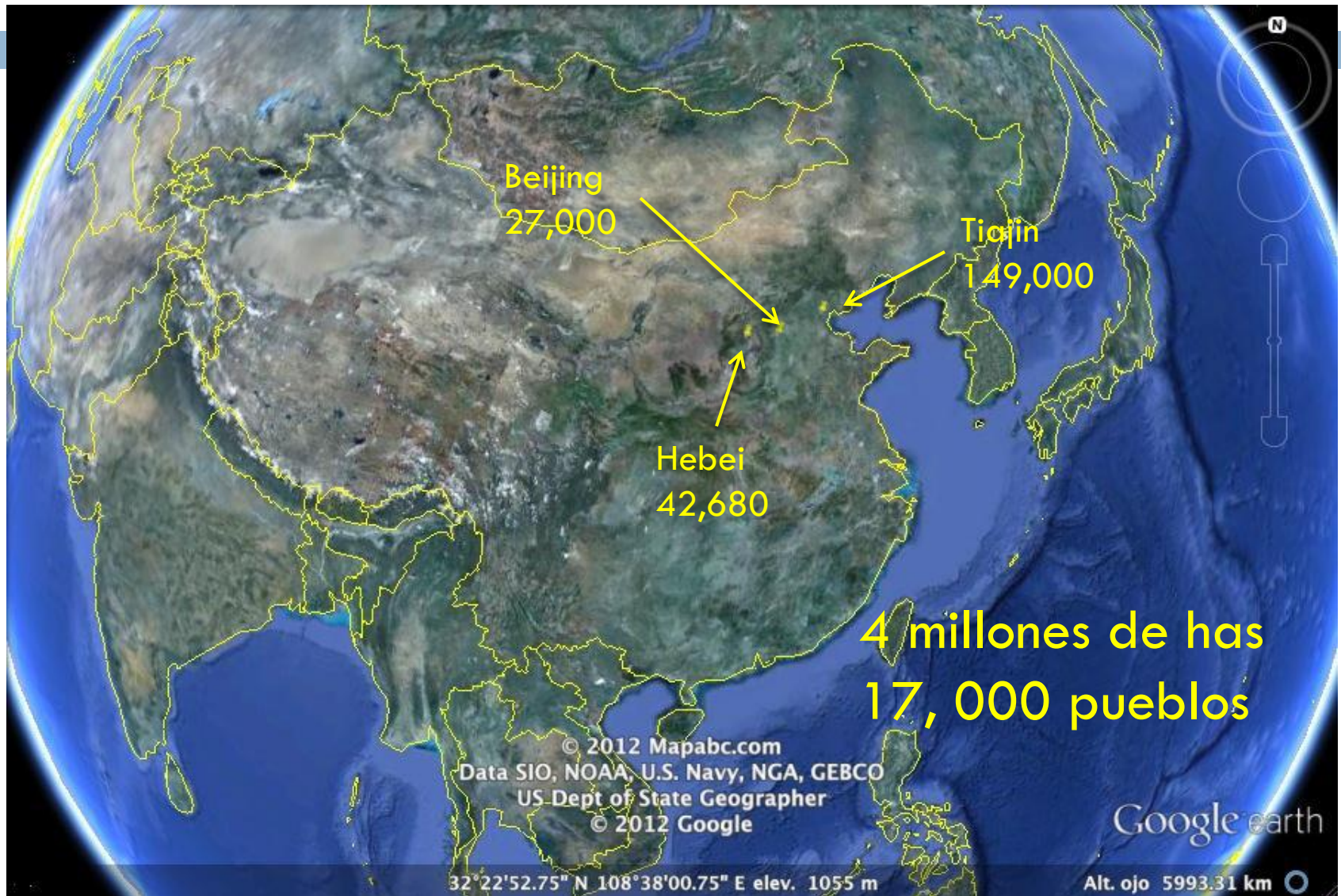
Ventajas

- Optimización del uso del agua en zonas con déficit hídrico.
- Reciclaje de nutrientes en zonas agrícolas.
- Incremento en la productividad agrícola.
- Disposición del agua residual a bajo costo.

Desventajas

- Incremento de elementos potencialmente tóxicos
- Exposición a patógenos
- Salinización del suelo
- Riesgo de contaminación del agua subterránea
- Emisión de gases efecto invernadero (GEI's)
- Elevación del nivel freático

Riego con agua residual en China:



Riego con agua residual en México



Riego con agua residual en el Valle del Mezquital, Edo. de Hidalgo:



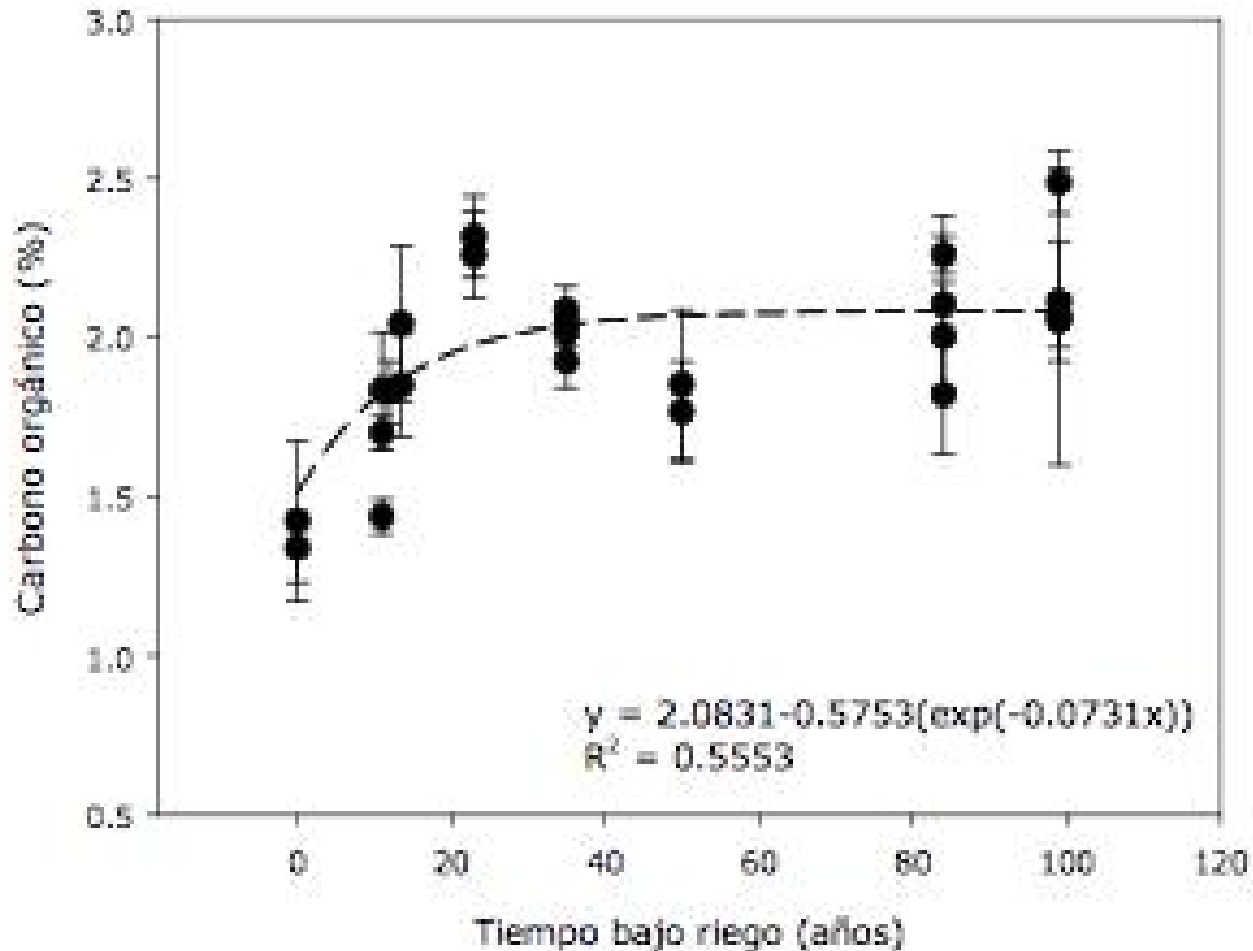
Riego con agua residual en el Valle del Mezquital, Edo. de Hidalgo:

Impactos positivos:

- incremento de la productividad agrícola (aumento del rendimiento de maíz de 2 a más de 12 t ha⁻¹, INEGI, 1990).

Impactos positivos del riego con agua residual:

Materia orgánica del suelo en el Valle del Mezquital



Riego con agua residual en el Valle del Mezquital, Edo. de Hidalgo:

Impactos negativos:

- Exposición al agua residual cruda
 - ▣ Infección por *Ascaris lumbricoides*.
 - ▣ Mayor prevalencia de enfermedad diarreica en menores de 5 años.
- Exposición al agua residual almacenada en presa de retención.
 - ▣ Infección en menores de 15 años por *Entamoeba histolytica*.

Cifuentes et. al., (1991)

Ciclaje de nutrientes

Valle del Mezquital:

Nutrientes

Alfalfa

572 kgN ha⁻¹

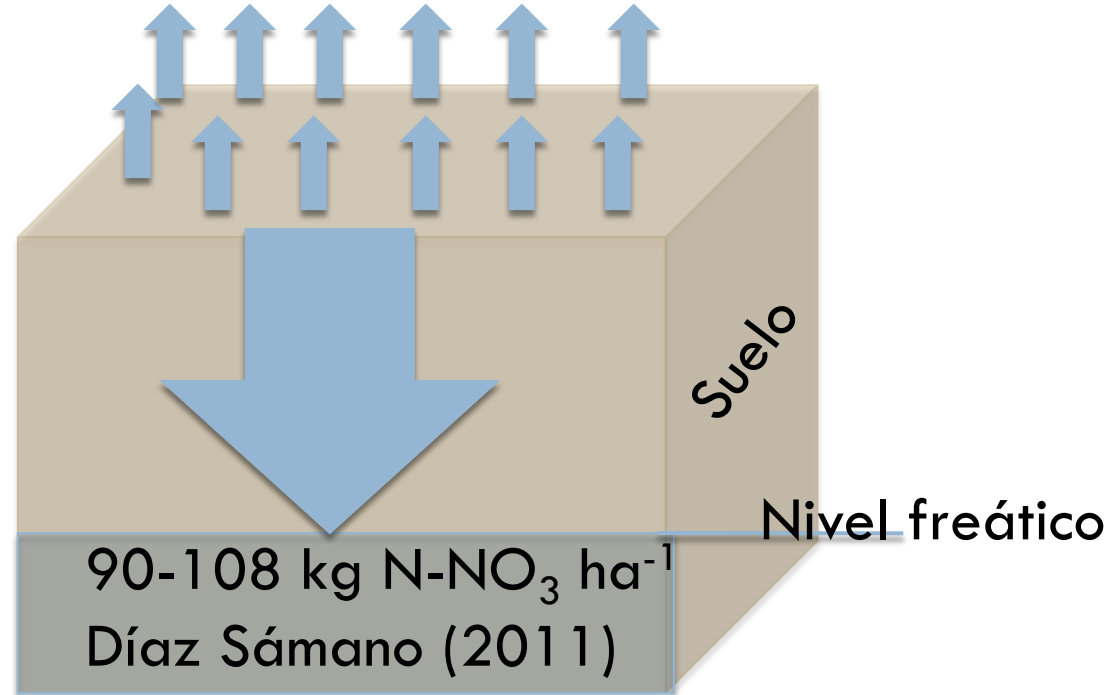
227 kgP ha⁻¹

781 kgK ha⁻¹

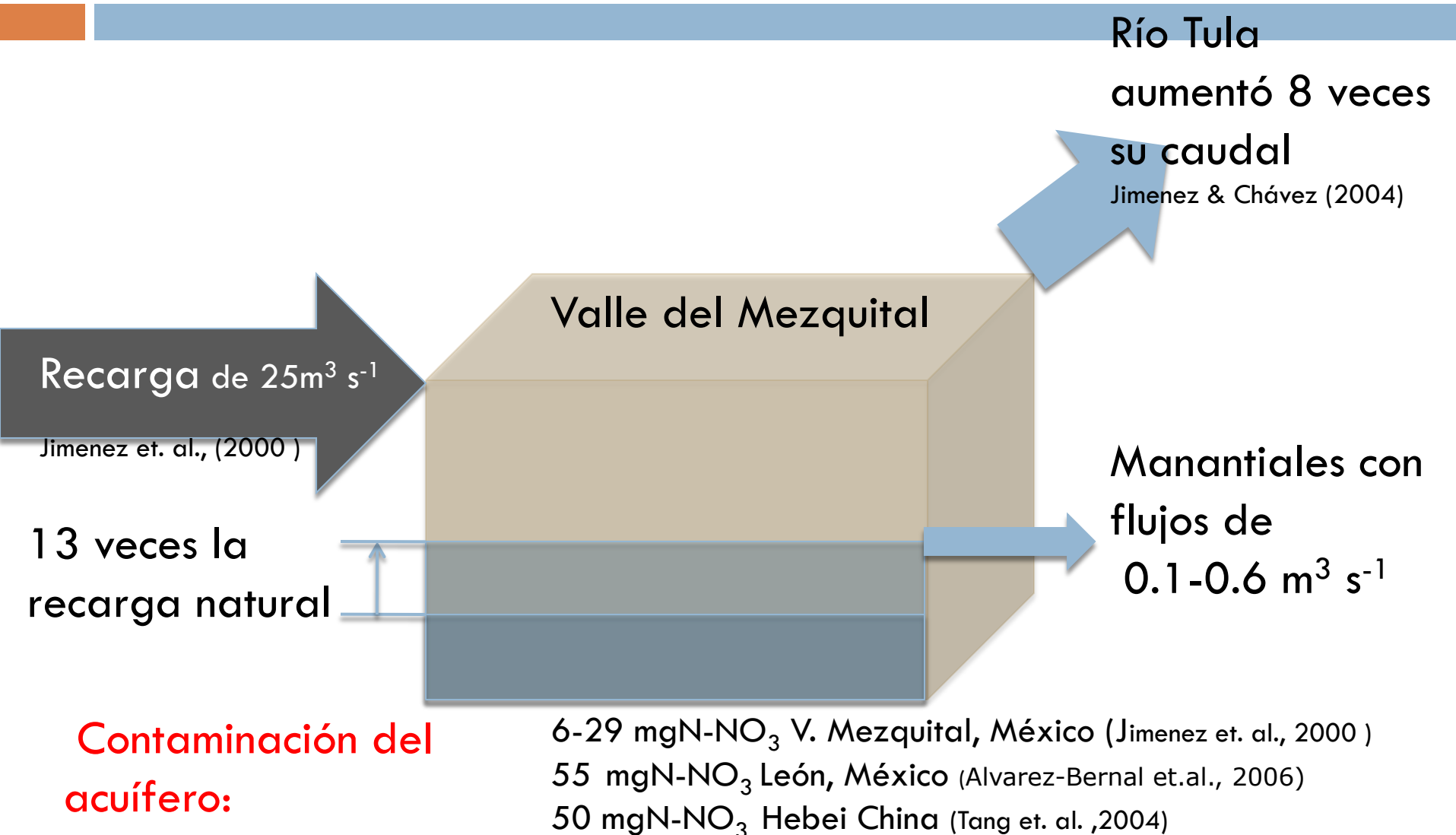
= 1.5 a 8 veces más que
la extracción anual de
nutrientes por los cultivos.

Siebe,(1994)

0.826 mg N-N₂O/m² h
(González, 2010)

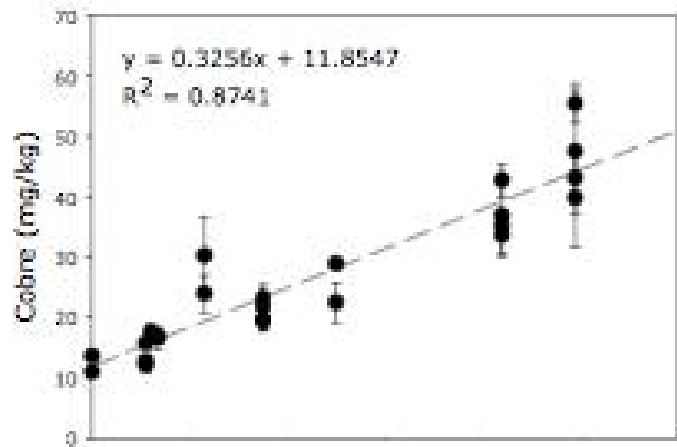


Impactos en agua subterránea

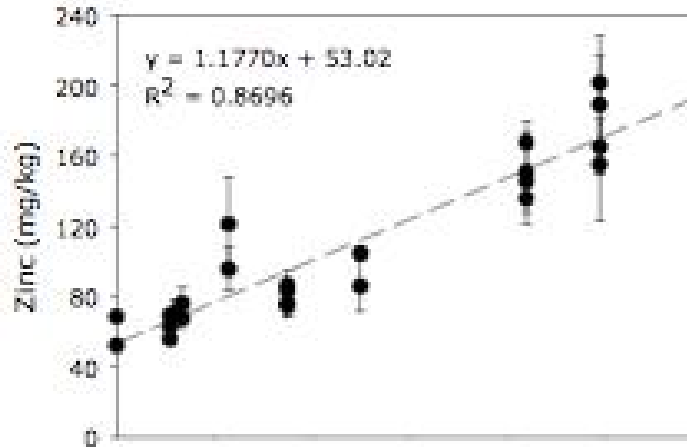


Acumulación de metales pesados en suelos del Valle del Mezquital (Chapela Lara, 2011):

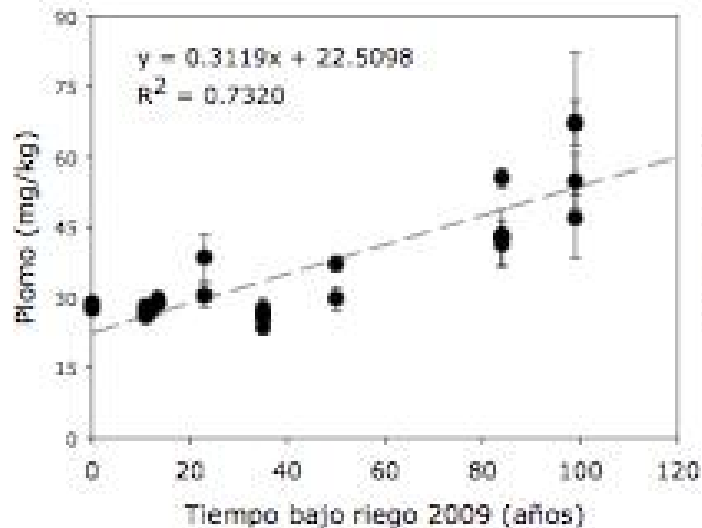
Cu



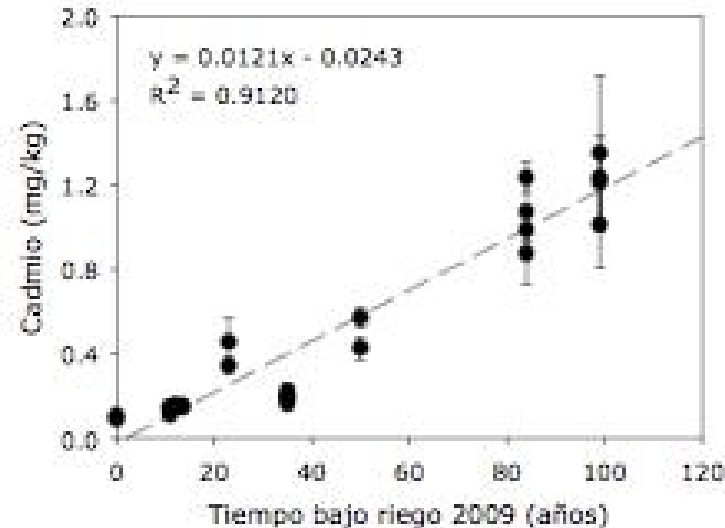
Zn



Pb



Cd



Acumulación de metales pesados en suelos regados con agua residual en China:

	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Cd mg kg ⁻¹	
Beijing 50 años	48.7	176	52.7	1.71	Khan et. al., 2008a
Beijing 40 años	88	162.5	24.5	0.27	Liu et. al., 2005
Hebei 20-30 años			34.2	1.05	Liu et. al., 2007
Sin riego	32.2	42.34	13	0.13	Khan et. al., 2008a

Diseminación de fármacos

	Cheng et.al., 2011	Gibson et.al., 2010	Cheng et.al., 2011	Suelo/ tiempo	Gibson et.al., 2010	Duran et.al., 2009	Gibson et.al., 2010
	Agua		Suelo		Suelo		aporte anual
	ng/L		µg/kg		µg/kg		µg/kg
Triclosan	10.8 - 2.8	84-1032	1.8 - 1.7	Ph 10	35.3		2
	10.8 - 2.0			Ph 90	3.3	4.4	
	66.2 - 8.2			Lep 10	9		
				Lep 90	16.7	18.6	
Naproxeno	14.2 - 0.30	7267 - 13589		Ph 10	0.24		41
	< 0.20			Ph 90	0.39	0.55	
	109 - 1.1			Lep 10	0.64		
				Lep 90	0.98	0.73	
Carbamacepina	46.9 - 24.9	84 - 240		Ph 10	13.3		0.8
	< 0.15			Ph 90	6.2	6.48	
	2.2 - 20.2			Lep 10	5		
				Lep 90	37	5.14	
Ibuprofeno		742-1406		Ph 10	0.3		3.9
				Ph 90	0.23	0.25	
				Lep 10	0.18		
				Lep 90	0.23		
Diclofenaco		2052 - 4824				13.3	

Conclusiones

Ventajas

- Optimización del uso del agua en zonas con déficit hídrico.
- Reciclaje de nutrientes en zonas agrícolas.
- Incremento en la productividad agrícola.
- Disposición del agua residual a bajo costo.

Beneficio económico

Ahorro en bombeo de agua, agua de buena calidad se destina al consumo humano

Ahorro en fertilizantes

Mayor ingreso para agricultores

Ahorro del costo del tratamiento del agua (el filtro suelo es gratis)

Conclusiones

Desventajas



Costos

- Incremento de sustancias contaminantes
- Riesgo de contaminación del agua subterránea
- Exposición a patógenos
- Salinización del suelo
- Emisión de gases efecto invernadero (GEI's)

Riesgos a la salud:
Disminución en la eficiencia de tratamientos con antibióticos

Mayor incidencia de enfermedades

Reducción de la superficie agrícola por ensalitramiento.

Calentamiento global.

Conclusiones

- El reúso del agua residual para riego agrícola es común en ambos países.
 - ▣ = **Oportunidad para la cooperación bilateral.**
- Esta práctica impacta negativamente el ambiente y es un riesgo para la salud pública
 - ▣ Análisis costo-beneficio
 - ▣ Conocer el valor \$ de los servicios ambientales
 - ▣ = **Oportunidad para estudios interdisciplinarios.**

¡Gracias por su atención!

- Contacto: Grupo Suelo y Ambiente
- Dra. Christina Siebe
- Instituto de Geología, UNAM
- siebe@unam.mx