



GEMyS
Grupo de Investigación
en Energías, Materiales
y Sustentabilidad

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN M² NTECARL² A LA ESTIMACIÓN DE RIESG² PARA LA SALUD P² R EXP² SIÓN INFANTIL A PL² M² EN SUEL² S C² NTAMINAD² S DE LA CUENCA MATANZA RIACHUEL² (R. ARGENTINA)

Jorge R. Zavatti; Luciana Antolini; Patricio D. Carmona; Noelia Osuna; Valeria A. Malinovsky; Juliana Z. Finkelstein; Susana I. García (Contacto: Dirección de Salud y Educación Ambiental – ACUMAR - sgarcia@acumar.gov.ar - Teléfono: +5491149938854 – Domicilio Postal: Esmeralda 255, CP 1002, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina).

México – Octubre/2018



Cuenca Matanza-Riachuelo

Localización.

Pb en Suelo
5 a 17650 ppm

PL[?] MBEMIAS
28 de 54 (52%) niños
> 5 ug Pb/dL

Obelisco

Cancha de Boca Juniors

Darrio de la Cuenca Matanza-Riachuelo



4 km

Google Earth

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
© 2018 Google

Evaluación de Riesgo – Modelo:

$$IS = CS \times TI \times 0,007 / PC$$

Donde:

IS = Ingesta Semanal de Pb por contaminación del suelo/polvo ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{semana}$);

CS = Concentración de Pb en el suelo/polvo (ppm);

TI = Tasa de Ingestión de suelo/polvo (mg/día);

0,007= Constante de adecuación de unidades de las variables del modelo;

PC = Peso Corporal (kg).

Simulación Monte Carlo:

El análisis probabilístico de la exposición a Pb asegura que la evaluación de riesgo contemplará la variabilidad y la incertidumbre que caracteriza a las variables incluidas en el modelo.

Se simularon 10.000 casos de exposición y cálculo de ingesta semanal de Pb para niños de ambos sexos de 3 años de edad y otros 10.000 casos para niños de 6 años.

Simulación Monte Carlo (Variables):

Variables con Distribución Normal:

- *PC niños de 3 años: Media = 15 kg y Desvío Estándar = 1,5 kg y
niños de 6 años: Media = 22 kg y Desvío Estándar = 3 kg
- *TI media = 100 mg/día y Desvío Estándar = 90 mg/día).

Variable con Distribución LogNormal (Box-Cox)

- *CS (mediciones propias) n = 160 media = 1100 ppm,
Desvío Estándar = 4300 ppm y Mediana = 260 ppm

Transformación Box-Cox

$$x = \frac{\left(\frac{y}{u}\right)^\lambda - 1}{\lambda}$$

$$z = \frac{x}{\sigma}$$

y = Concentración de Pb en suelo/polvo.
Variable aleatoria. Distribución LogNormal.

u = Mediana de $y = 260$ ppm Pb (N = 160)

λ = Parámetro que minimiza el DE de $x = -0.0169$

σ = DE de $x = 1.64227$

z = Variable Aleatoria de Distribución Normal
(Media = 0; DE = 1).

Estimación Probabilística de la Ingesta Semanal de Pb por consumo/exposición a Suelo/Polvo contaminado para Niños de 3 y 6 años - Barrio PAMPA											
	Conc. Pb Normalizada	Conc. Pb (ppm) mg Pb/kg Suelo	Ingestión mg Suelo/día	peso 3 años kg	peso 6 años kg	Ingesta Pb - 3 años ug Pb/kg.semana	6 años ug Pb/kg.semana	Ingesta Pb - Estadística Básica			
								3 años	6 años		
Media	0	1093	100	112	15	22		Media (ug Pb/kg.semana)	58,4	39,7	
D5	1	4264	90		1,5	3		Mediana	10,0	6,8	
Mediana		264	101	103				Percentil 95	215,1	146,0	
Distribución	N	LN	N	ABS()	N	N		Percentil 99	742,4	513,0	
Percentil 99		14177		307	19	29	742	Desvío Estándar	298,7	196,8	
Percentil 1		6		2	12	15	0,06	0,04	Varianza de la Muestra	89202,385	38719,53
									Máximo	15058	9914
	-0,2071386	185	62,4	62,4	15,6	25,1	3,2	3,2			
	0,19698859	360	-33,5	33,5	11,9	19,7	7,1	4,4			
	0,09089035	302	145,5	145,5	15,2	21,8	30,1	18,1	Total Escenarios Exposición	10000	10000
	-1,3915223	28	-35,6	35,6	13,8	21,2	0,3	0,3	Contar >25 ug Pb/kg.semana	3198	2475
	-0,0594355	236	129,1	129,1	15,9	25,3	13,4	6,4	% >25	32	25
	0,91851689	1198	10,6	10,6	14,5	18,7	6,3	4,8	Contar >250 ug Pb/kg.semana	425	255
	0,98480996	1340	135,0	135,0	19,3	22,4	85,3	56,5	% >250	4	3
	-0,7088647	82	19,3	19,3	14,7	20,2	-0,8	0,3			
	-0,3336152	151	31,5	31,5	18,9	23,1	-1,8	1,4			
	-0,2493834	173	151,6	151,6	12,3	18,3	14,9	10,0			
	-0,6571827	89	60,4	60,4	13,9	27,0	2,7	1,4			
	0,48719812	582	247,6	247,6	14,3	21,0	70,7	48,1			
	-0,313704	156	303,6	303,6	15,8	25,1	31,0	13,2			
	1,77002221	5122	196,3	196,3	14,5	16,8	485,3	427,7			
	1,42471208	2830	165,5	165,5	14,3	22,3	329,6	147,4			
	-0,371715	142	114,7	114,7	16,2	20,8	7,0	5,5			
	-0,7605718	76	197,6	197,6	14,2	17,9	7,4	5,8			
	-0,5680158	103	122,6	122,6	17,8	23,5	5,0	3,8			
	-1,1989778	37	219,6	219,6	17,0	25,7	3,4	2,2			
	-1,8210085	14	147,1	147,1	17,1	21,4	0,8	0,7			

3/10/2014 Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee

Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Co (JECFA)

LEAD

General Information
 CAS number: 7439-92-1
 Functional Class: Food Contaminant - METALS

Nivel de Exposición de Referencia

Como valor de referencia se utilizó la Ingesta Semanal Tolerable Provisional (**ISTP/FAO / MS**) de **25 µg Pb/kg•semana**.

Efecto Crítico: Disminución del Coeficiente Intelectual (IQ).

Por cada 1 µg Pb/kg•semana resultante de la exposición crónica a Pb en ambientes contaminados el **IQ de los niños decae 0,11 puntos**.

(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA, 2011).

Resultados:

Las IS de 1 de cada 3 niños (ambos sexos) de 3 años, y las IS de 1 de cada 4 niños (ambos sexos) de 6 años, **superan la ISTP/FA / MS de 25 µg Pb/kg•semana;**

El Percentil 95 de las IS es de:

215 µg Pb/kg•semana para niños de 3 años y de 146 µg Pb/kg•semana para niños de 6 años;

El riesgo de exposiciones que superen **10 veces la ISTP de Pb** es del 4 % para niños de 3 años y del 3 % para niños de 6 años.

Conclusiones:

Las concentraciones de Pb en suelo/polvo obtenidas en campo y los cálculos probabilísticos (Monte Carlo) desarrollados para determinar los respectivos Percentilos 95 de la ISTP, permiten estimar que los niños menores de 6 años del Barrio de la CMR relevado enfrentan:

- 1) Un riesgo del 30 % de perder puntos de IQ si se mantiene la exposición crónica a Pb actual.
- 2) Un riesgo del 5 % de perder hasta 20 puntos de IQ si se mantiene la exposición crónica a Pb.

Muchas Gracias por la Atención!!!!

Preguntas? Comentarios?

jzavatti@aluar.com.ar

Agradecimientos:

A los Equipos de Toxicología Ambiental, de la Unidad Sanitaria Ambiental, de Gestión de la Información Ambiental y del EISAAR de la DSYEA de ACUMAR;
Al Programa para la Gestión de Sitios Contaminados del MMayDS de Argentina;
Al Laboratorio Toxicológico del Hospital “Prof. Dr. Juan P. Garrahan” de Buenos Aires, Argentina.

