

Universidad Nacional Costa Rica

*Variaciones de las concentraciones de mercurio total
gaseoso en el aire y su impacto ambiental*

Prof. Dr. Juan Valdés González

UNA

28/06/2013

jvaldes@una.ac.cr, juanvalde@gmail.com

Universidad Nacional Costa Rica

CONTENIDO

- 1. Introducción**
- 2. Fuentes de mercurio**
- 3. Transporte del mercurio**
- 4. Efecto sobre el ambiente**
- 5. Sitios de muestreos**
- 6. Metodología**
- 7. Resultados**
- 8. Conclusiones**

UNA

28/06/2013

jvaldes@una.ac.cr, juanvalde@gmail.com

INTRODUCCIÓN

- 1. Metal líquido**
- 2. Tóxico por inhalación e ingestión**
- 3. Se acumula en riñones, hígado, pulmones y el estómago**
- 4. Teratógeno y neurotóxico**
- 5. Presión de vapor a 20 °C de 0,0017 mbar**
- 6. Vapores extremadamente peligrosos**
- 7. Compuestos orgánicos de mercurio tóxicos, para la salud y el ambiente.**

Fuentes de mercurio

A. Naturales

1. Actividad volcánica
2. Actividad geotérmica
3. La liberación de mercurio geológicamente presente en suelos y en la roca madre
4. Ambiente acuático (Puede ser metilado a metilo de mercurio)

Fuentes de mercurio

B. Antropogénicas

1. Combustión de los combustibles fósiles. (Responsable del 2/3 de las emisiones globales de mercurio).*
2. Combustión de fuentes naturales (Biomasa).
3. Producción Industrial (cemento, plomo, cinc, soda caústica, obtención de oro artesanal, mercurio)
4. Disposición de residuos que contienen mercurio (baterías, monitores de computadoras, tubos fluorescentes, instrumentos de medición, interruptores eléctricos).

* Pacyna et al, 2006

Fuentes de mercurio

A. Antropogénicas

1. Amalgamas dentales
2. Rellenos sanitarios
3. Minería
4. Explotación geotérmica.
5. Incineración

Efectos sobre la salud

- El sistema nervioso es afectado por las tres formas (Hg^0 , Hg (II) o Hg^{2+} y el metilo de mercurio).
- Exposición Ocupacional - Insuficiencia renal o disfunción renal a través de la exposición a mercurio inorgánico - por ejemplo. la minería de oro

La exposición no profesional es sobre todo debido al consumo de pescados y mariscos (restauraciones dentales de amalgama de mercurio)?

Metilación del mercurio

- Bacterias reductoras de sulfato (SRB).
- Bacterias productoras de metano.
- Bacterias reductoras de hierro.
- Procesos abióticos - metil donadores.

Transporte de Mercurio a larga distancia

- El tiempo de permanencia en la atmósfera es de 1 año o menos para el mercurio elemental, Hg^0 .
- El Hg^0 se oxida a Hg^{2+} , que es soluble en agua y es removido de la atmósfera por la precipitación húmeda.
- El Hg^0 es la forma en que se traslada a la atmósfera (volatilización) desde los suelos, la vegetación y el agua.
- Las deposición de mercurio varía ~ 6 y $20 \text{ ug Hg m}^{-2} \text{ año}^{-1}$

Transporte a larga distancia de mercurio ligado a la lluvia ácida

La tasa de conversión de Hg^0 a $\text{Hg}(\text{II})$ es más lento con altos niveles de dióxido de azufre.

La deposición se produce más lejos de la fuente donde el aire es más fresco y más baja en dióxido de azufre

Más producción de metilo de mercurio y más biodisponibilidad en sistemas de bajo pH

-

Alteraciones de Cuencas

La pérdida de la vegetación del suelo produce:

Mayor evapotranspiración freática

Aumento de las escorrentías

Movilización de la materia orgánica y del mercurio de los suelos (mercurio atrapado por falta de volatilización)

El drenaje fluye a través del horizonte orgánico del suelo

Las represas hidroeléctricas

El metilmercurio aumenta su concentración durante unos 20 años.

El Mercurio almacenado en el componente orgánico del suelo se moviliza.

Nuevos procedimientos para modificar regiones inundadas podría reducir o eliminar el impacto de las represas hidroeléctricas.

-

Influencia de la radiación UV en la volatilización del agua y en la degradación de MeHg

La exposición a los rayos ultravioletas convierten el Hg (II) a Hg (0), que puede volatilizarse a la atmósfera.

La exposición a los rayos UV degradará MeHg

La acidez aumenta la acumulación de mercurio en la cadena alimentaria

El Dimetil mercurio se libera de los vertederos, plantas de tratamiento de aguas residuales e instalaciones de producción de petróleo y gas - una fuente potencial de metil mercurio

El aumento del consumo de combustibles Fosiles en los últimos 200 años y otros cambios

El mercurio almacenado se incorpora de nuevo al balance global

Mercurio (Hg^0)

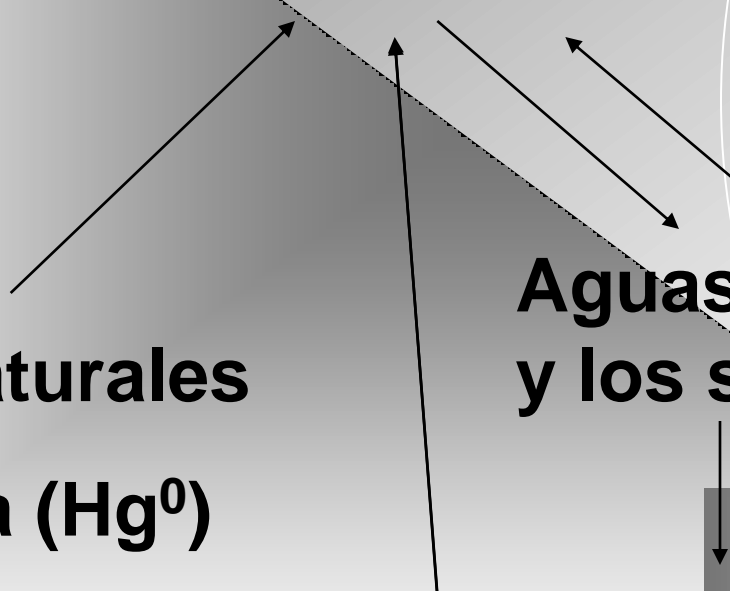
Atmosférico

Fuentes Naturales

Geotérmica (Hg^0)

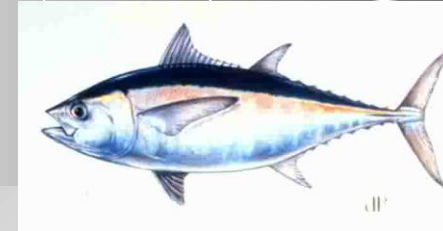
Aguas Marinas y dulces y los suelos (Hg^{2+})

Sumidero or Almacenamiento (HgS , $DMHg$)



El MeHg en la cadena alimenticia

95%



65%



30%



15%



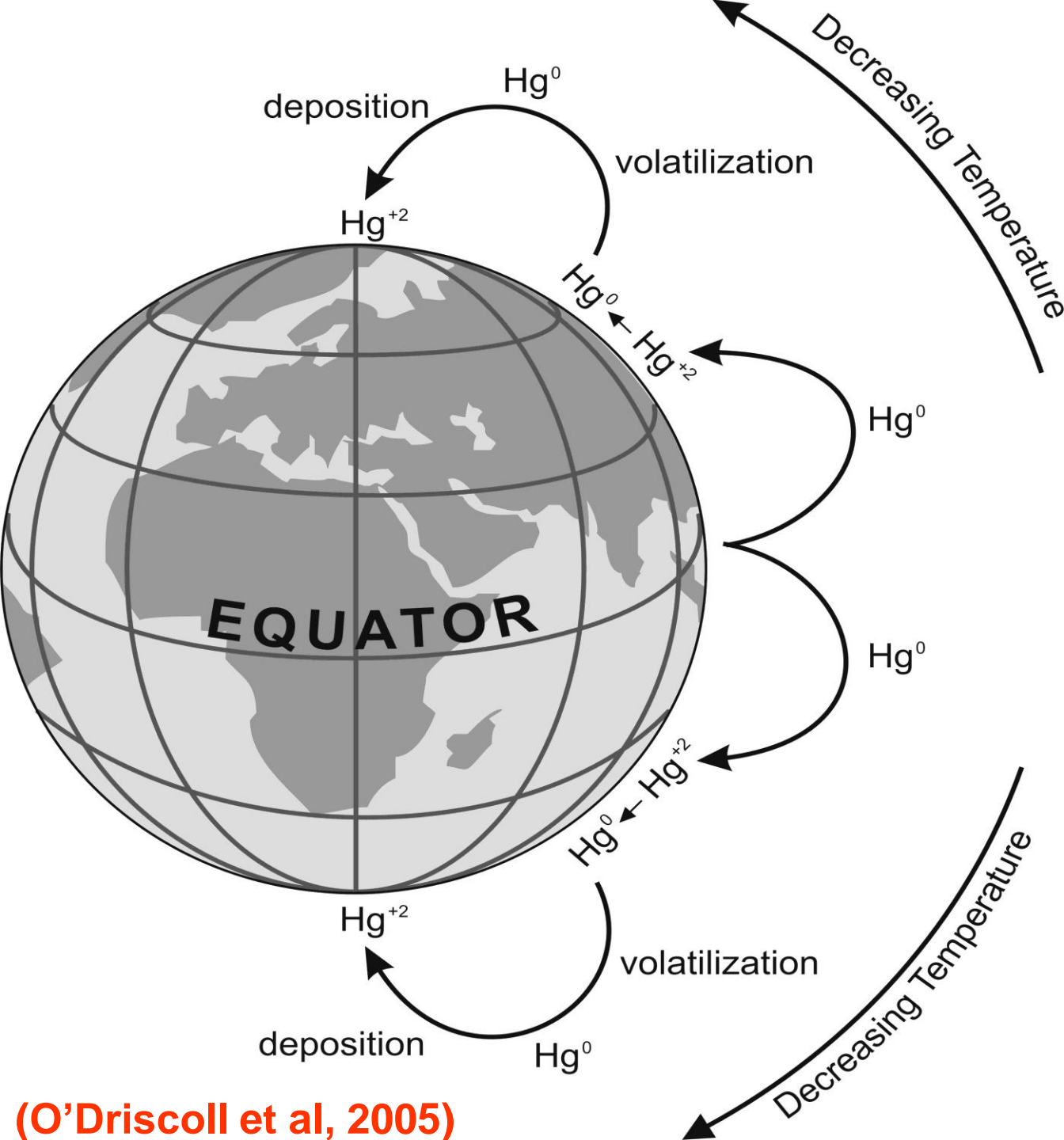
Particulado
Suspendido <5%

Water 0.1-6%



Deposición húmeda
Ambito 2-90 ng L⁻¹
como Hg²⁺?
6 -> 18 ug Hg m⁻² y⁻¹
deposición seca
Partículas Hg?

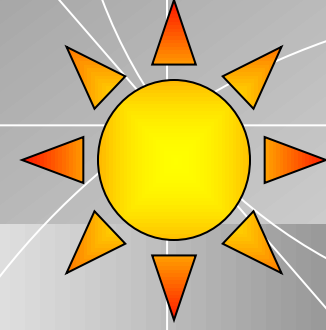
Red de medición de la deposición
de mercurio



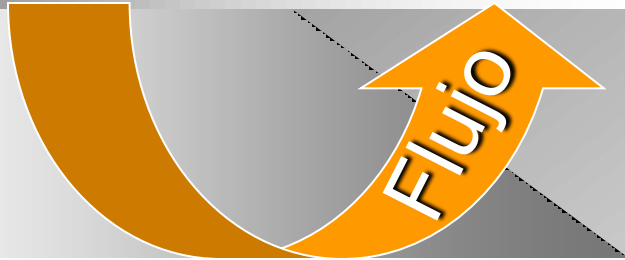
El mercurio
pasa por
ciclos de
oxidación y
reducción

(O'Driscoll et al, 2005)

¿Qué procesos gobiernan la volatilización del mercurio en los lagos?



Viento



Hg^0

Flujo

DGM
(Hg^0)

Foto- Reducción

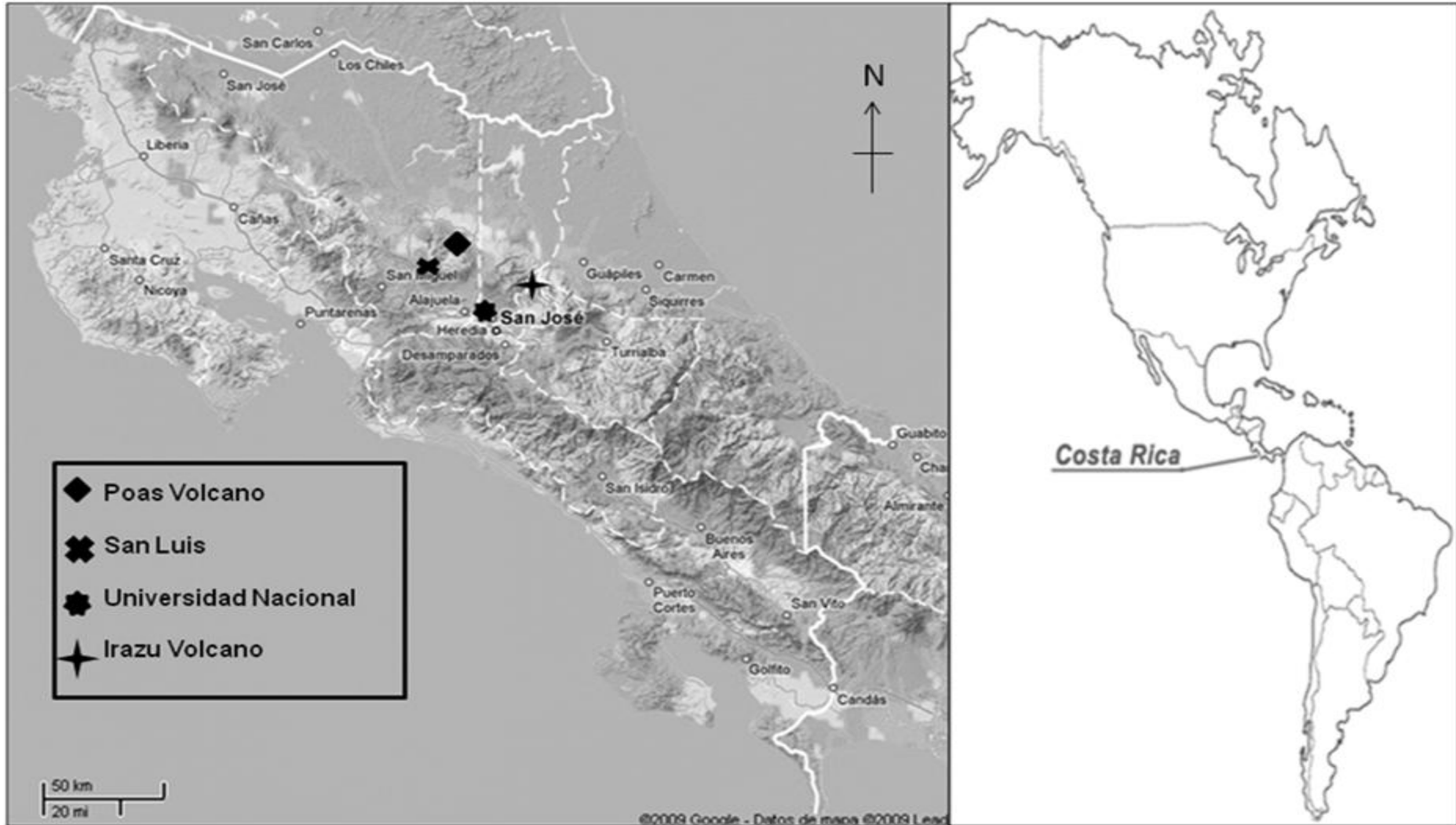


Foto- Oxidación



Hg^{+2}

Localización de los puntos de muestreo



**La reducción de los sulfatos ocurre a altas temperaturas – Se formarán el metilo y el dimetilo de mercurio?
Cuál es el papel que juegan los politionatos?**

Volcan Irazú,
Costa Rica

METHODOLOGY

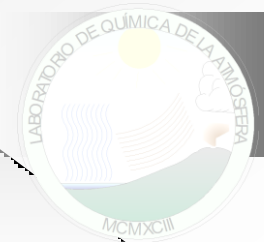
- El mercurio total gaseoso (TGM) fue determinado usando un Tekran 2537A (Tekran Inc. Toronto) Analizador de mercurio en fase gaseosa -

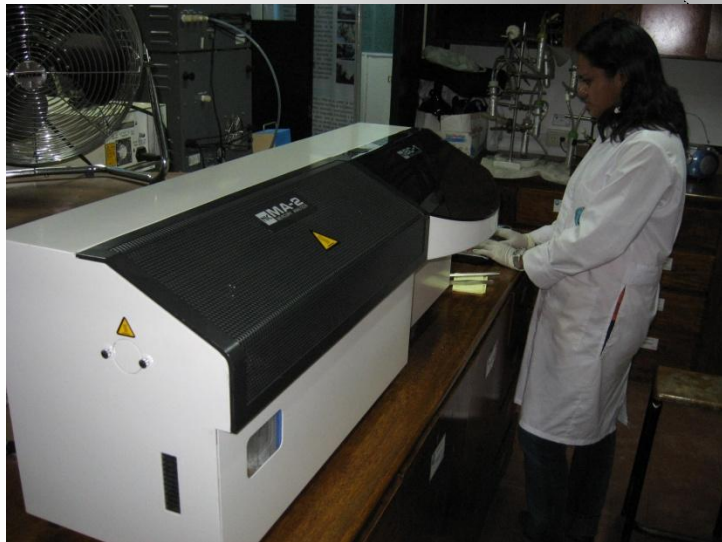





- Los datos meteorológicos fueron obtenidos con una estación meteorológica portátil marca Campbell.



Estación
meteorológica
Campbell











UNA    uOttawa

¿Qué come usted?

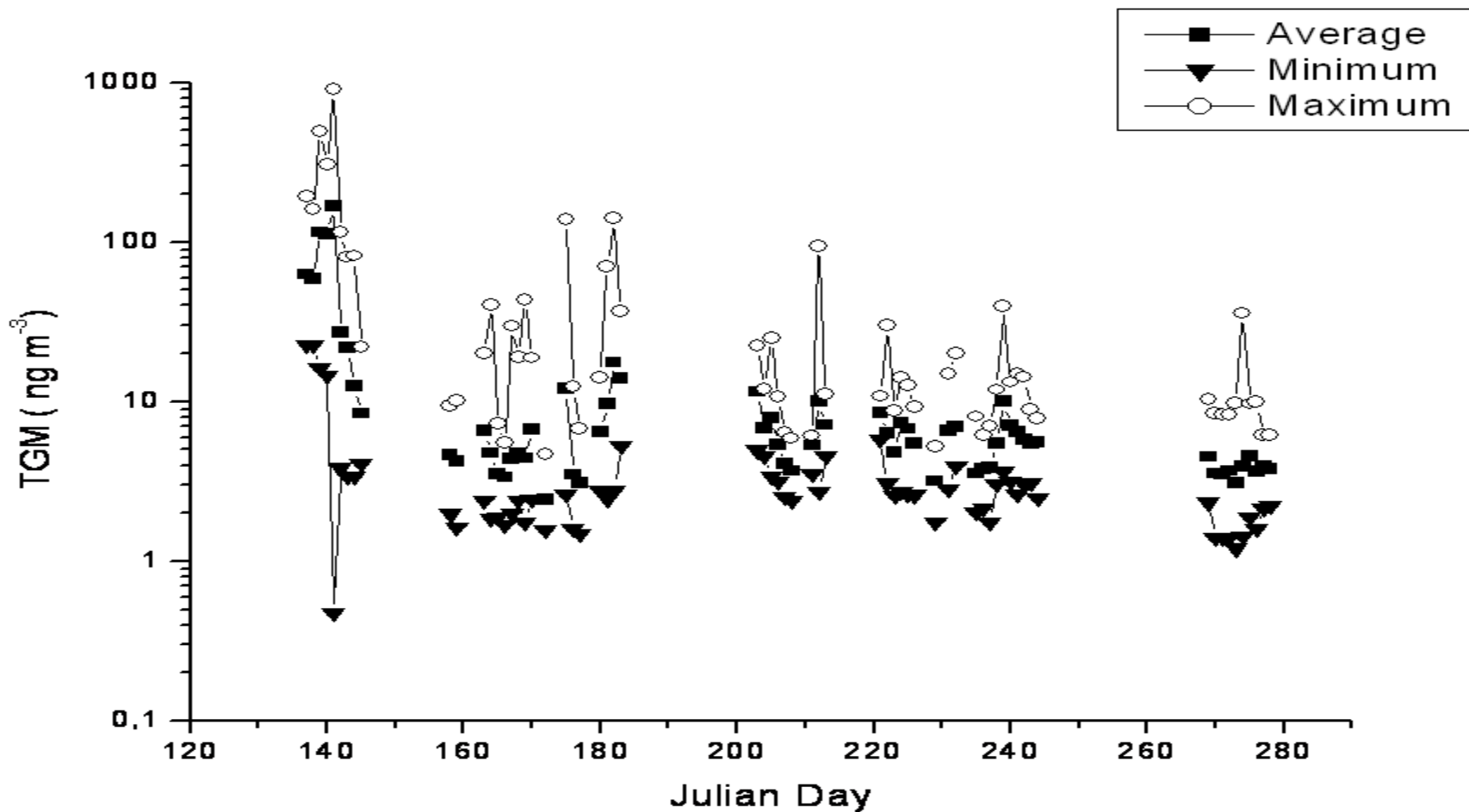
Proyecto de Mercurio en Costa Rica

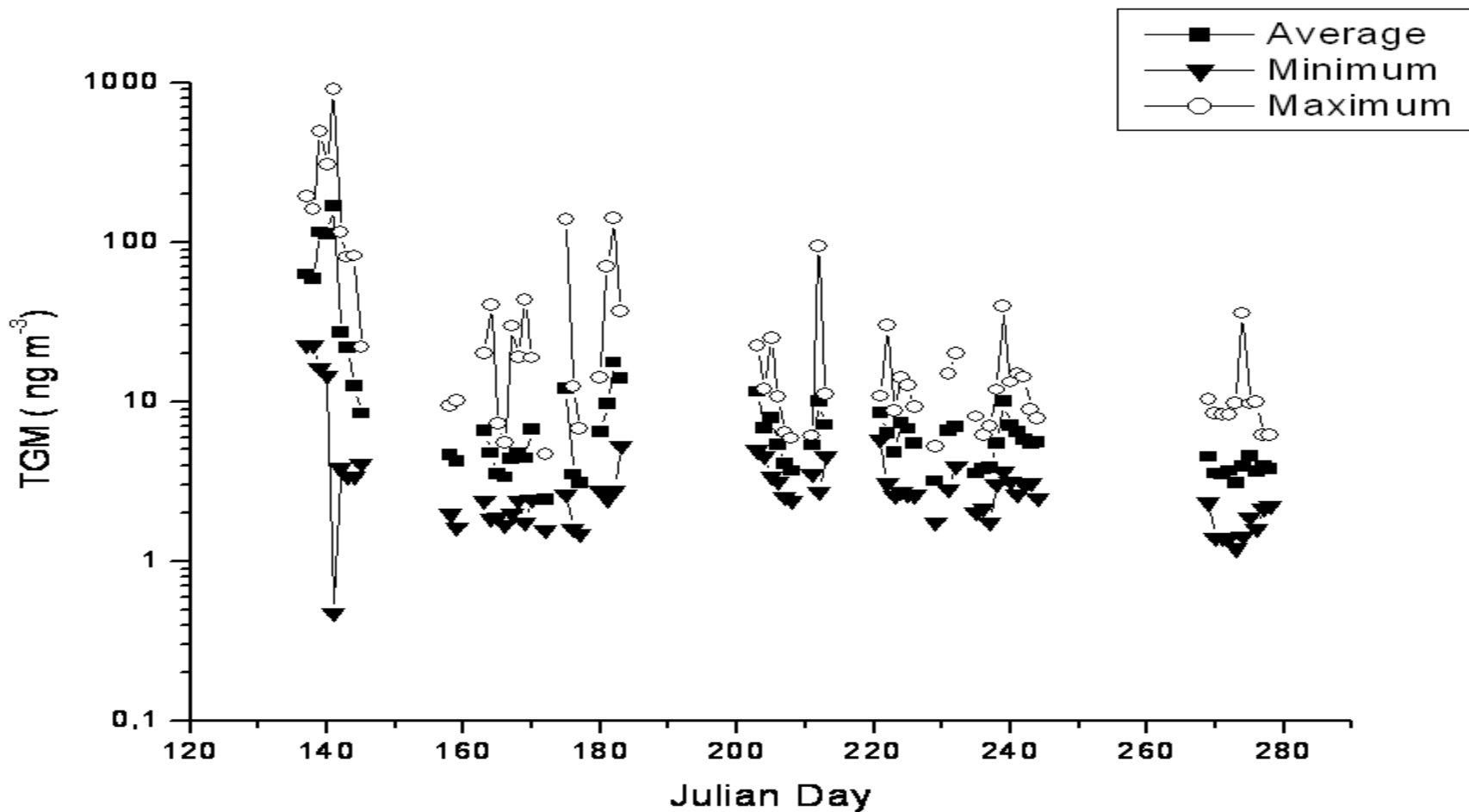
Instrucciones generales:

1. Lea y escuche la información sobre el proyecto.
2. Si decide participar, firme el consentimiento informado.
3. Responda a cada pregunta en el cuestionario de forma personal, lo mejor que pueda.
4. Las primeras 4 páginas serán removidas para proteger su confidencialidad.
5. Le enviaremos sus resultados personales y los resultados generales del proyecto por correo electrónico en agosto, 2009.

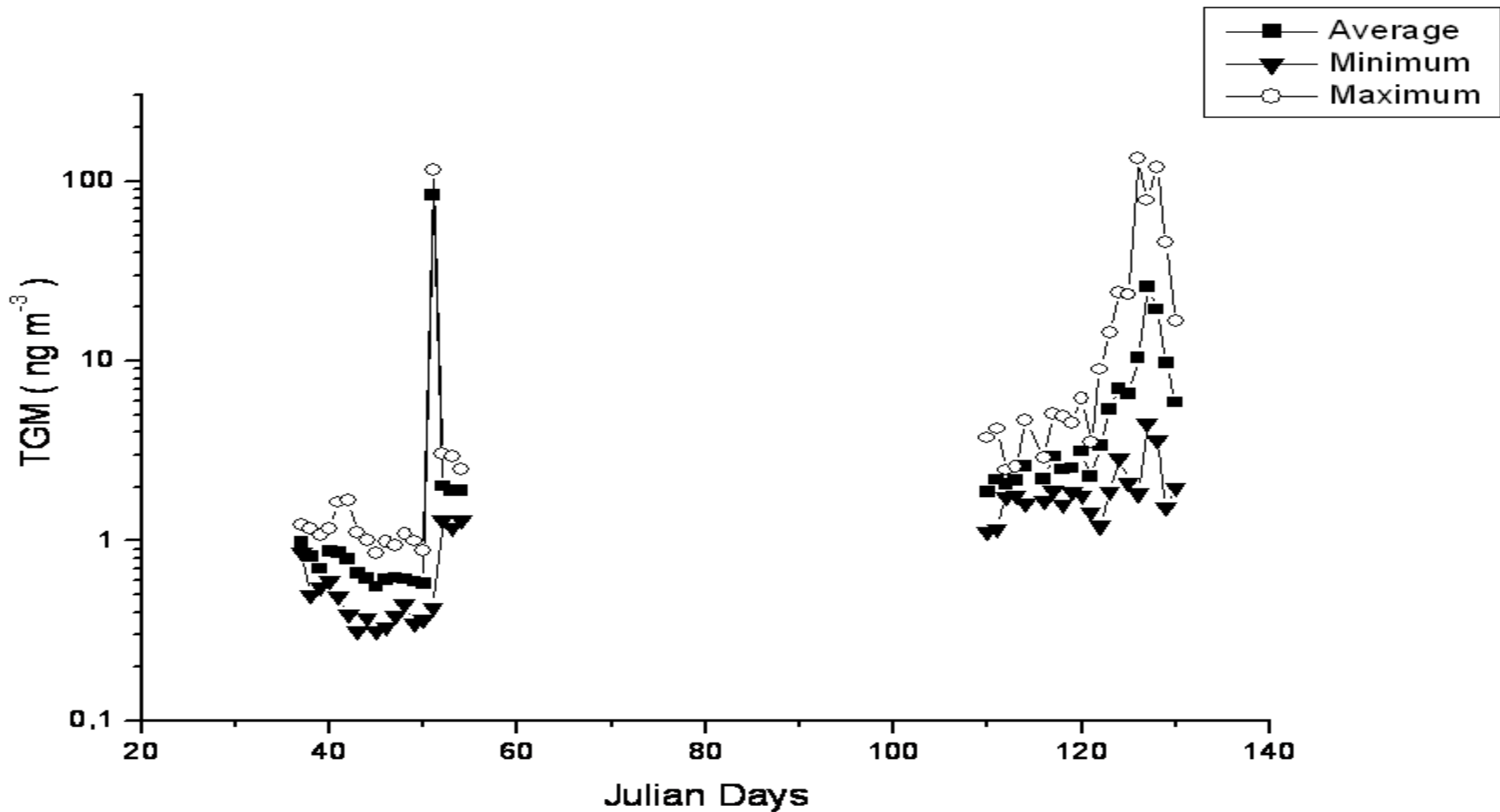




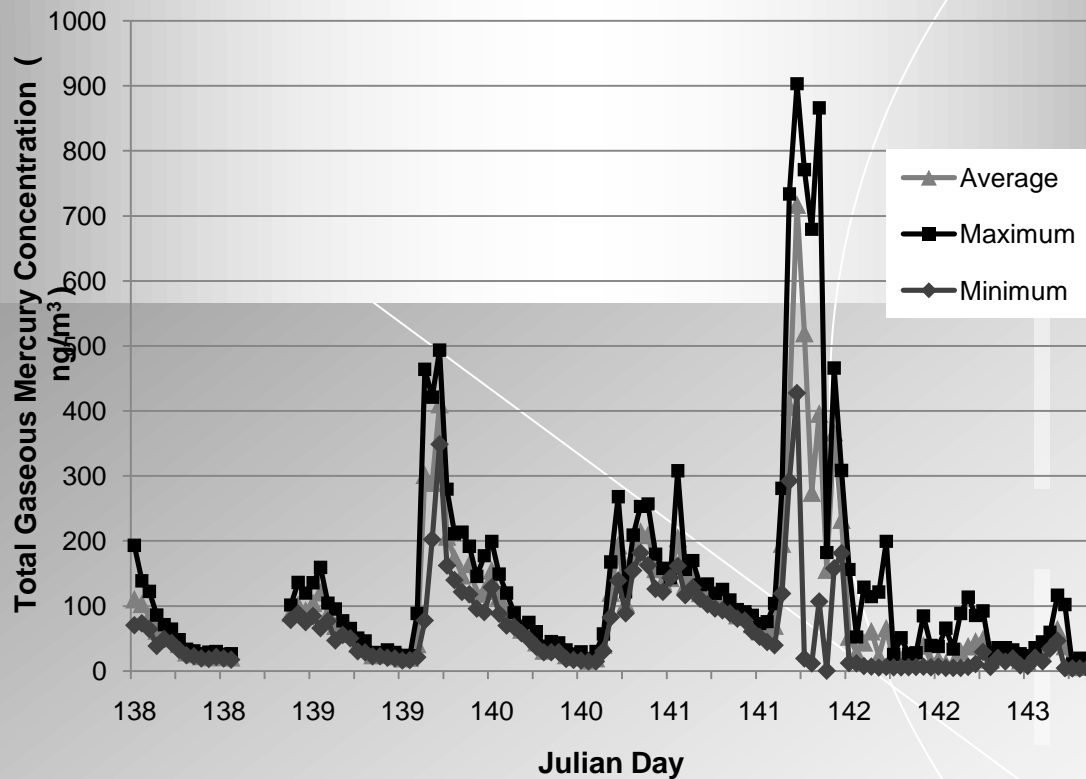
Concentraciones promedio de mercurio total gaseoso en la Universidad Nacional entre mayo y diciembre del 2008



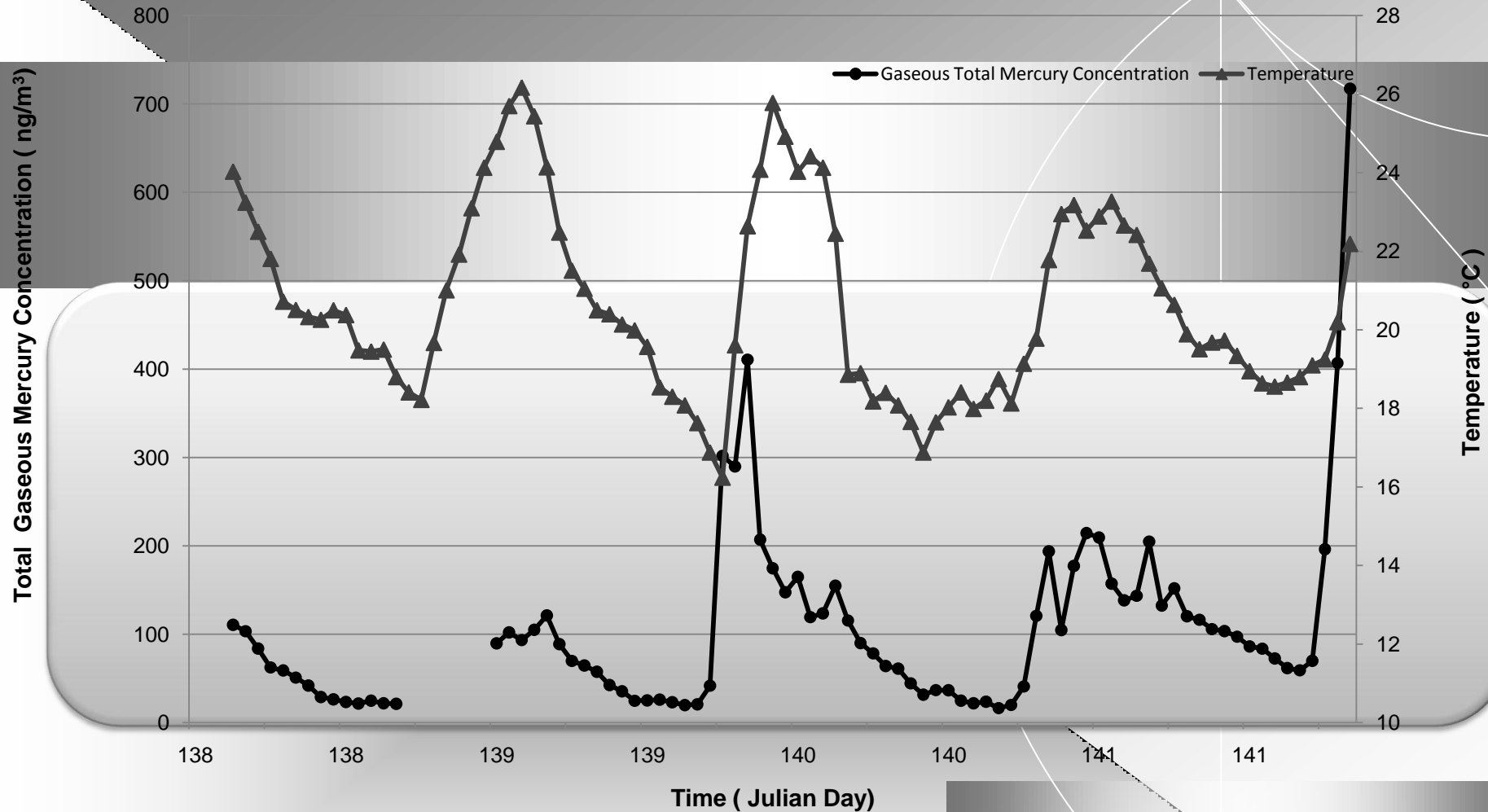
Concentraciones promedio de mercurio total gaseoso en la Universidad Nacional entre mayo y diciembre del 2008



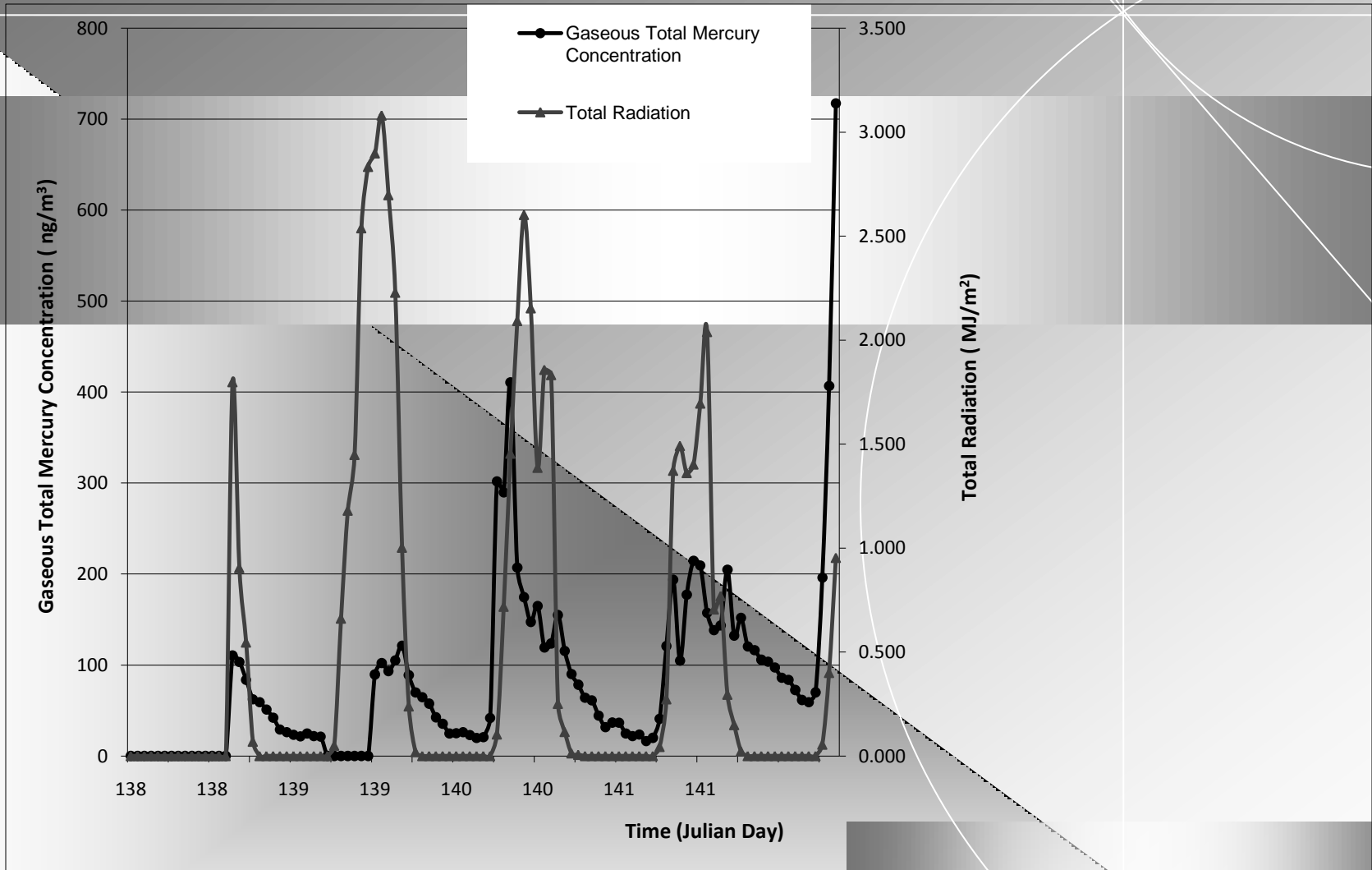
Concentraciones promedio de mercurio total gaseoso en la Universidad Nacional de enero a mayo del 2009



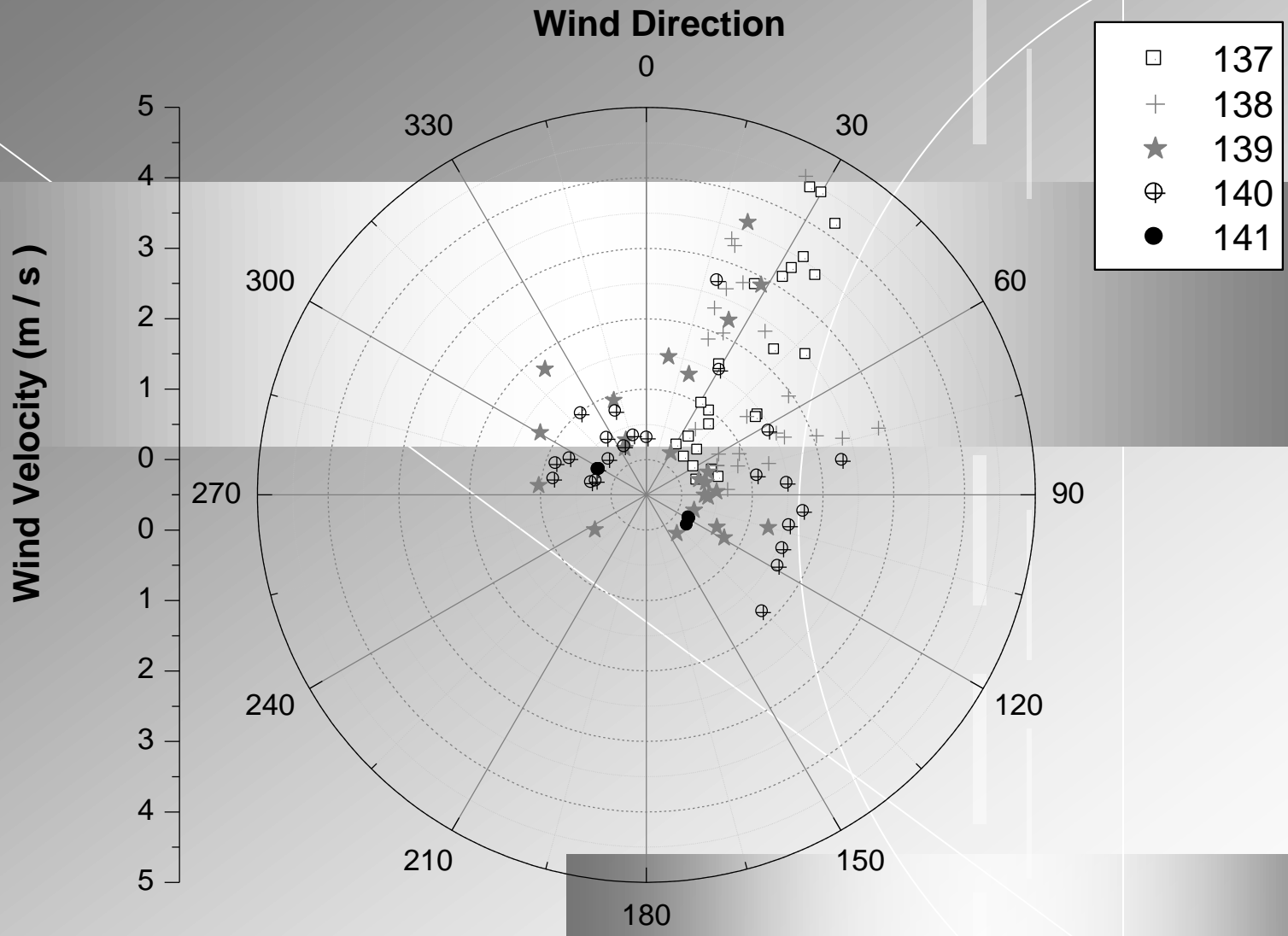
Variación de la concentración promedio de mercurio total gaseoso desde el 16 al 21 de mayo del 2008.



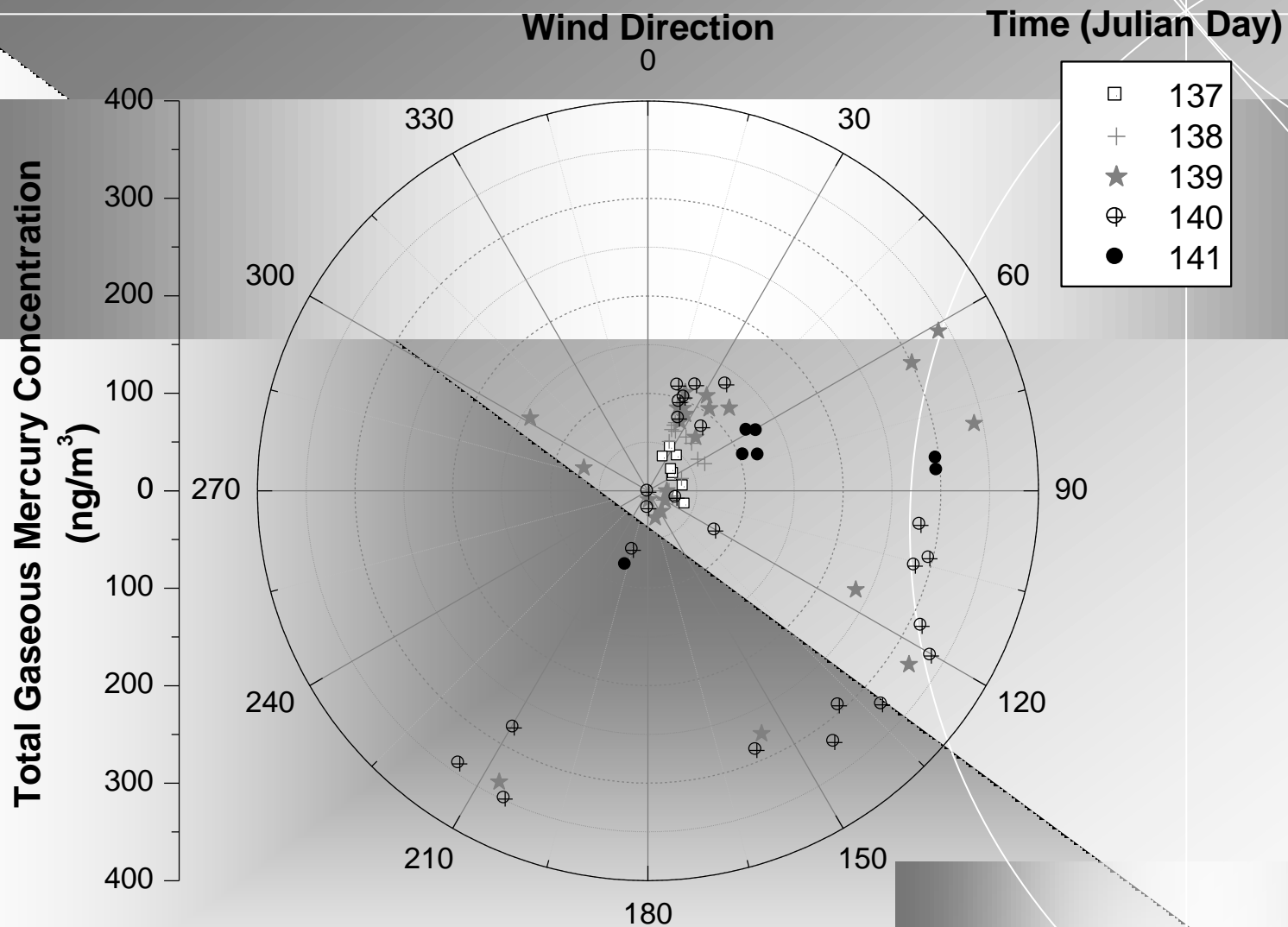
Comportamiento de la concentración de mercurio total gaseoso con respecto a la temperatura del 16 al 21 de mayo del 2008



Variación de la concentración de mercurio total gaseoso y de la intensidad de la radiación entre el 16 y 21 de mayo del 2008



Velocidad y dirección del viento del 16 al 21 de mayo del 2008



Variación de la concentración de mercurio total gaseoso en relación con la dirección del viento.

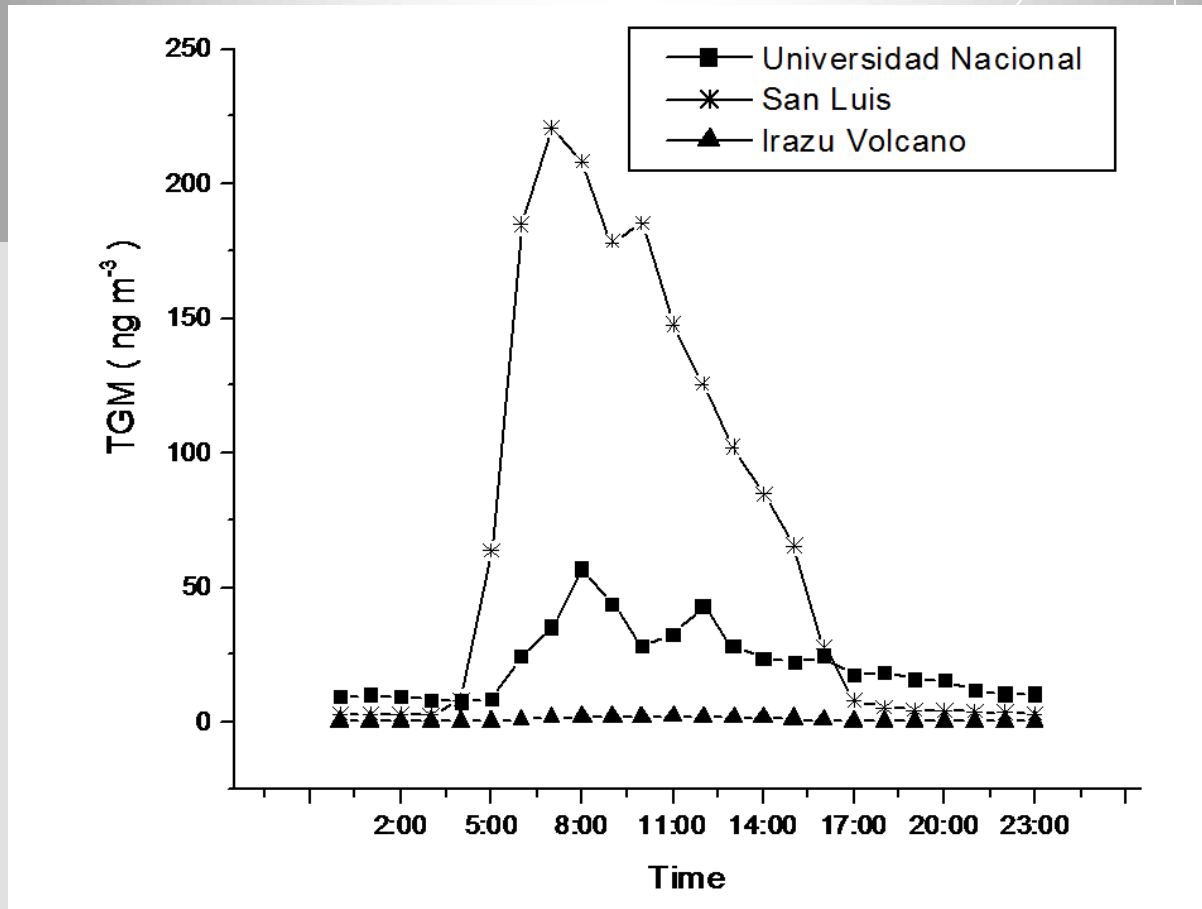
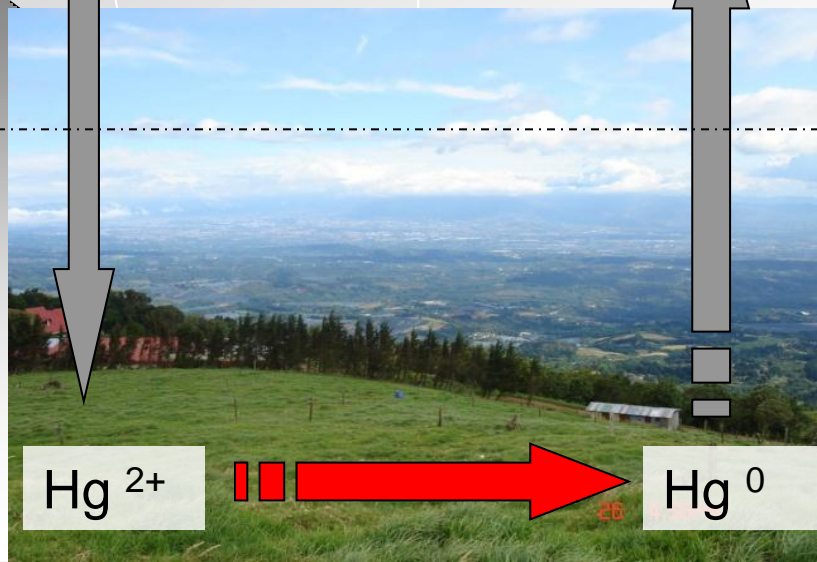
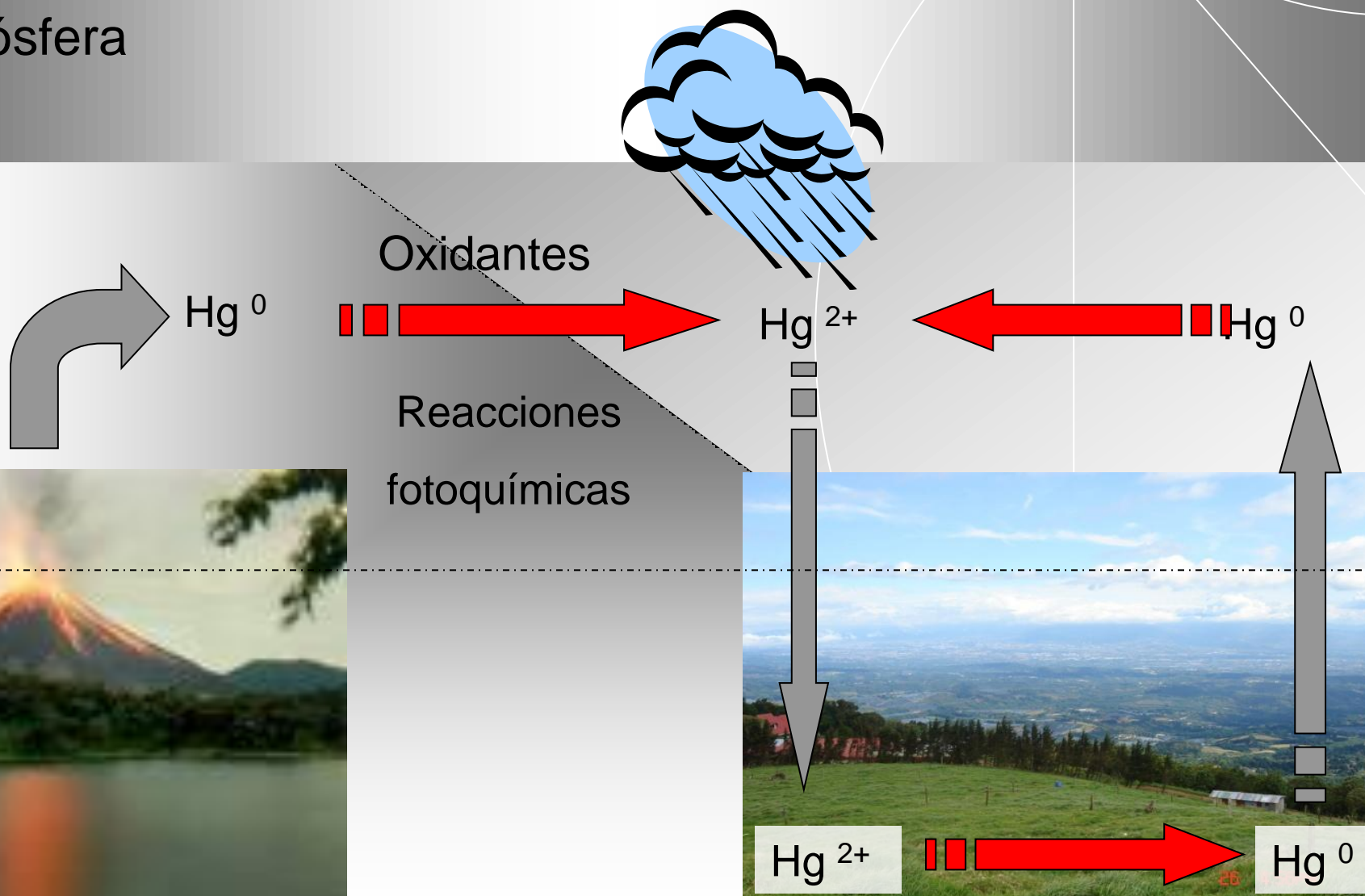


Figure 7. Variación de la concentración promedio de mercurio total gaseoso en la Universidad Nacional (mayo 2008 a Mayo 2009), San Luis (31 de octubre al 08 de noviembre del 2008) y en el volcan Irazú del 03 al 09 de marzo del 2009.

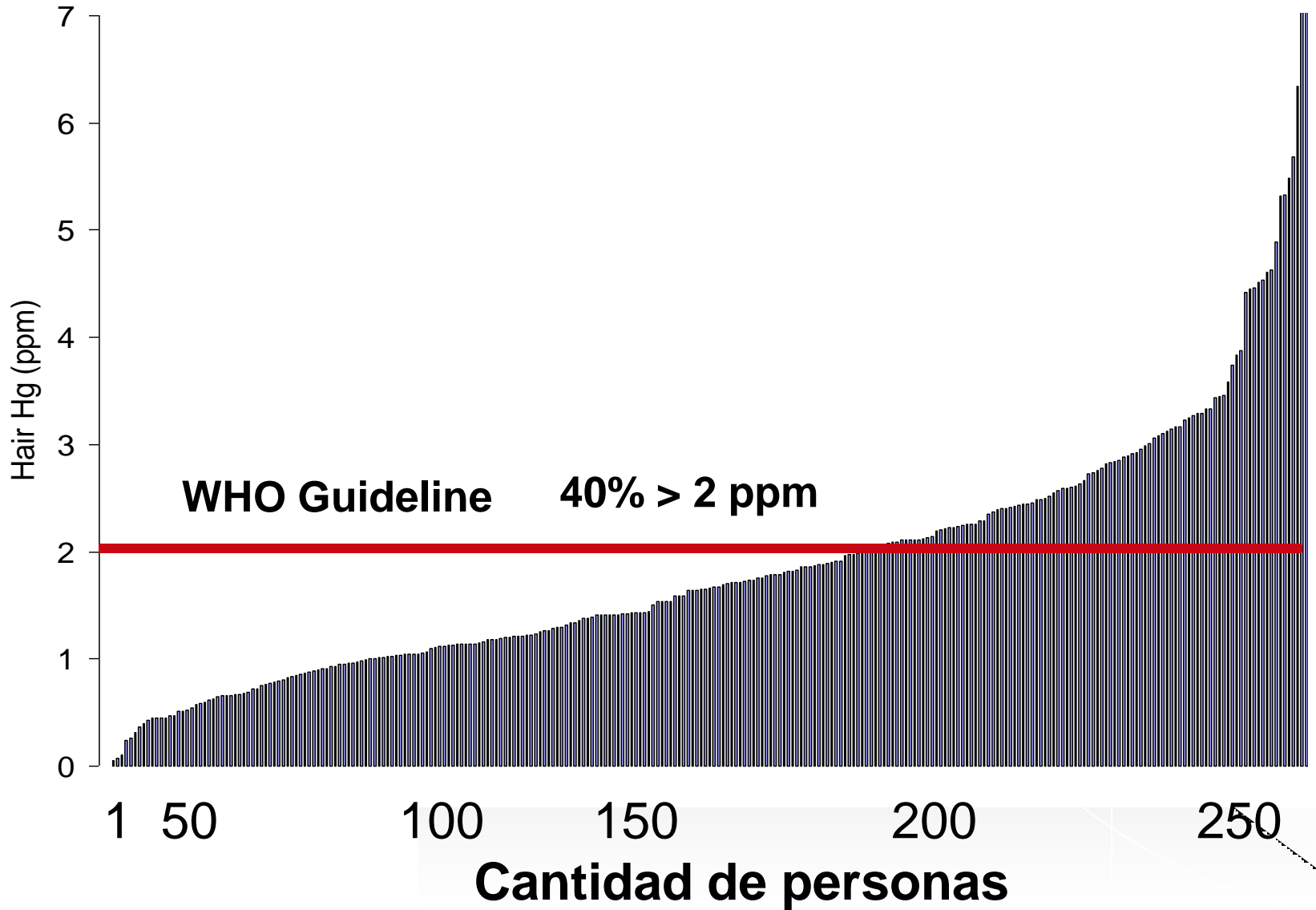
Cuadro 3: Resumen de las concentraciones de mercurio total gaseoso medidos en Costa Rica 2008-2009.

Lugar	Fecha	Concentración de mercurio total gaseoso (ng /m ³)		
		Máxima	Mínima	Promedio
Volcán Poás	21/05/2008	807	403	583
San Luis	31/10/2008 - 08/11/2008	628	1,03	69,8
Grecia	11/11/2008 - 18/11/2008	442	1,48	29,7
Alajuela	17/12/2008 - 25/01/2009	15,3	0,4	2,92
UNA, Heredia	05/2008 - 10/2008	903	0,48	14,1
Una ,Heredia	02/2009 - 05/2009	135	0,32	5,8
Ciudad Turrialba	10/10/2008 - 15/10/2008	3,87	0,54	1,31
Volcán Turrialba	21/10/2008	113	27,5	57,4
Volcan Irazú	03/03/2009 - 08/03/2009	645	0,24	0,98
Mínimo promedio y valores promedios están dentro del ámbito generalmente aceptado		Selin et al., 2007		1-2

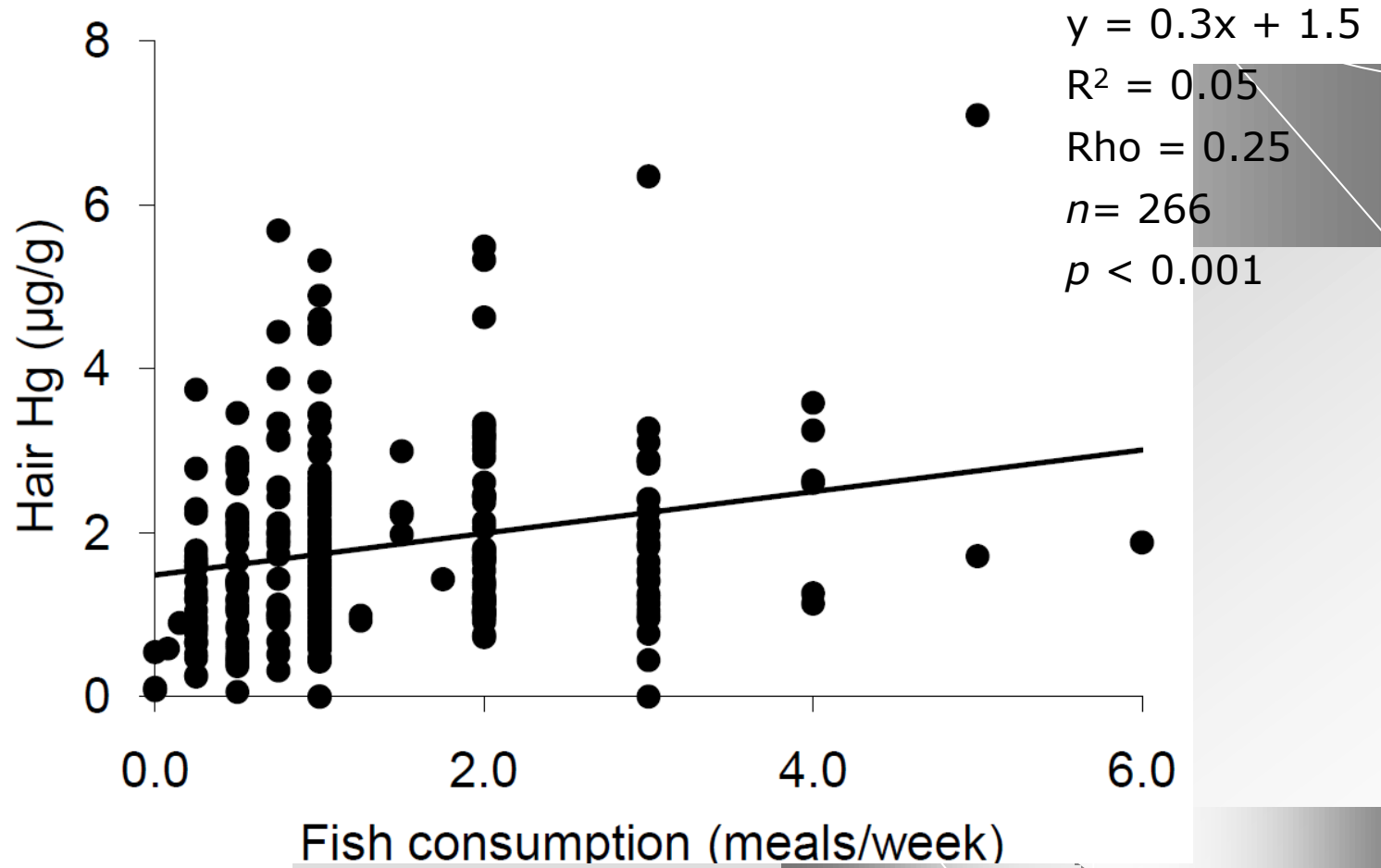
Atmósfera



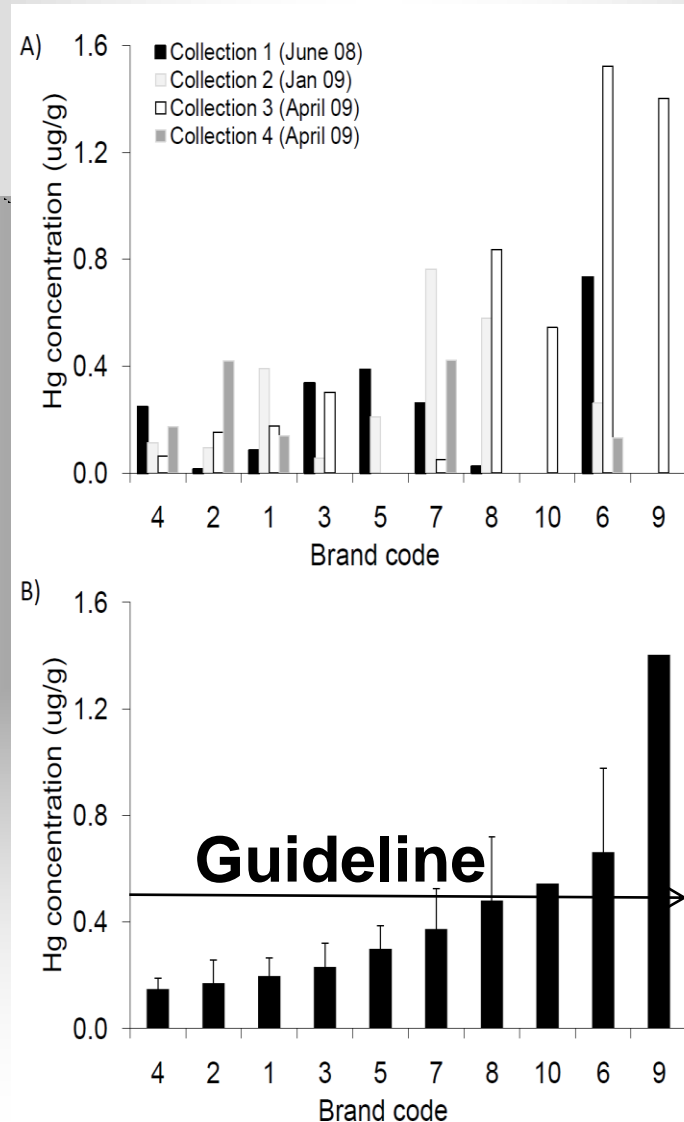
Participant Hair Mercury (ppm)



A)



Concentraciones de mercurio en 10 marcas de atún en conserva compradas en Heredia junio de 2008 a abril 2009. a) concentración de Hg por lata (n = 32), y b) concentraciones medias de mercurio en cada marca



Medición de mercurio en aguas termales (Abril del 2013)



Tolé

Temperatura ambiente, no ebulen

Se encontraban diez (10) pozos

Coordenadas:

17P0426730

±4m 0910709

Concentraciones:

[11, 10, 11, 9, 10, 10, 10, 12, 12, 12]

Promedio 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Medición de mercurio en aguas termales (Abril del 2013)



The background features a complex geometric design. It includes a large gray rectangle at the top, a diagonal gray shape on the left side, and a gray rectangle at the bottom right. A white grid is overlaid on the scene, with a vertical line and a horizontal line intersecting at the top right. A large white arc is also present, centered near the top right intersection.

MUCHAS GRACIAS

Balance - Beneficios vs Riesgos

EPA. Estudio para el Congreso en 1997

Dosis de referencia = $0,1 \text{ ug / kg de peso corporal por día}$

Cabello Hg = 1 ug / g

OMS, (ingesta diaria tolerable) = $0,47$ los hombres y $0,2$
para las mujeres y los niños

$\text{ug / kg de peso corporal / día}$

Cabello Hg = 2 ug / g

Fish concentración = $0,5 \text{ ug / g}$

Peso de la persona = 50 kg

Peso del pescado para una comida = 200 g

Ingesta = $0,5 \text{ ug / g}$ multiplicado x por 200 g de pescado y
dividido entre el peso corporal $50 \text{ kg} = 2$

¿Puede tener una porción de pescado una vez cada 20 días (EPA).

Balance - Benefits vs Risk continued

EPA y la FDA de 2004, publicó el siguiente consejo para las mujeres que desean quedar embarazadas o son madres, ancianas, niños pequeños:

- ◆ El pescado contiene proteínas de alta calidad y otros beneficios nutricionales esenciales, que son bajos en grasas saturadas y contienen ácidos grasos omega-3.
- ◆ Las mujeres y los niños pequeños en particular deben incluir pescados o mariscos en sus dietas.
- ◆ El consumo responsable es comer los más bajos en mercurio - no exceder la ingesta diaria tolerable.
- ◆ Coma peces más pequeños y evite los peces depredadores - atún y el pez espada!
- ◆ El mercurio es altamente correlacionado con el costo - comer barato

CONCLUSIONES

- El mercurio emitido en los volcanes se oxida y se deposita en el suelo durante la estación seca. Esto puede o no puede estar influenciada por otros contaminantes atmosféricos, tales como peróxido de hidrógeno y ozono.
- Con el inicio de la temporada húmeda, el mercurio II (Hg^{+2}) puede ser reducido de nuevo a Hg^0 en presencia de radiación UV y re-emite a la atmósfera como Hg^0 , produciendo altas concentraciones de mercurio en el aire ambiente.
- Las concentraciones más altas de mercurio se registraron durante el mediodía cuando los niveles de radiación eran más altos.
- Las mediciones realizadas en el Volcán Poás y San Luis confirmaron que los valores eran mucho más altos que cerca del volcán.

CONCLUSIONES

- Si bien la contribución de los volcanes en el contribución global es significativo, la concentración de mercurio en el aire cerca del volcán puede contribuir a los niveles elevados de mercurio en la cadena alimentaria.
- Si el Hg^0 liberado se oxida rápidamente como resultado de las condiciones oxidantes de la atmósfera (ozono, peróxido de hidrógeno), las tasas de deposición serán mucho mayor que en las zonas donde las tasas de oxidación son más bajas.
- El mercurio oxidado está entonces potencialmente disponible para que ocurra la metilación del mercurio.
- Debemos recordar que se trata de metilmercurio que se biomagnifica en las cadenas de alimentos más importantes para el hombre y es la forma que atraviesa la sangre del cerebro y las membranas placentarias.

CONCLUSIONES

- La reducción del consumo de combustibles fósiles no sólo reducirá el dióxido de carbono, sino también las emisiones de mercurio.
- El calentamiento climático aumentará el transporte del mercurio.
- El calentamiento climático aumentará la formación de metilo de mercurio.
- La deposición húmeda es una fuente significativa de metilo de mercurio.
- Las fuentes para la formación del metilo de mercurio deben ser identificados (presas hidroeléctricas, sedimentos, desechos de la minería, la tala y la agricultura)

The background features a complex geometric design. It includes several gray rectangular blocks of varying sizes and shades, some overlapping. A prominent white circle is centered in the upper right quadrant, with thin white lines extending from its center to the edges of the frame. A diagonal white line also crosses the scene from the top left towards the bottom right. The overall aesthetic is clean and modern.

MUCHAS GRACIAS