

**Cocinas Limpias en la  
Región de la OPS:  
¿Por Qué son Importantes?**

Kirk R. Smith, MPH, PhD  
Profesor de Salud Ambiental Global  
Universidad de California en Berkeley

# La ruta de la salud ambiental

Fuente

Emisiones

Concentración

Exposición

Dosis

Efectos en la  
salud

SOURCE

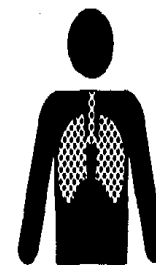
EMISSIONS

CONCENTRATION

EXPOSURE

DOSE

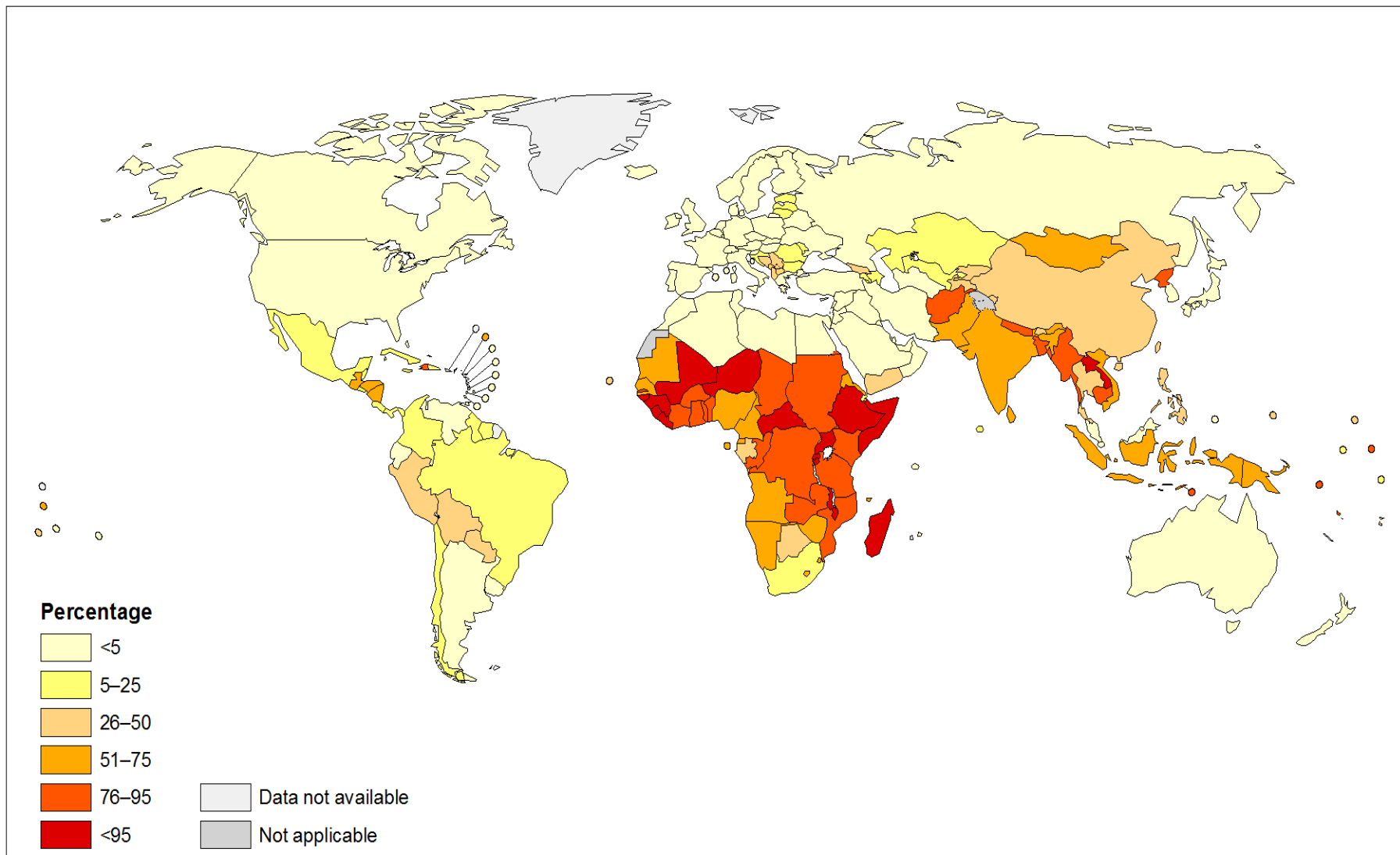
HEALTH EFFECTS



## Los tres combustibles sólidos principales



# Población que cocina con combustibles sólidos en 2010 (%)



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Public Health Information  
and Geographic Information Systems (GIS)  
World Health Organization



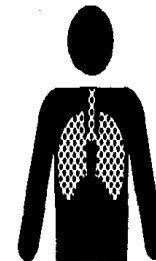
© WHO 2012. All rights reserved.

## Uso de biomasa para cocinar en América Latina, 2010

Argentina	0 (0, 12)	Guyana	7 (0, 20)
<u>Belice</u>	12 (0, 25)	<u>Haití</u>	91 (78, 100)
<u>Bolivia</u>	29 (32, 58)	<u>Honduras</u>	51 (38, 64)
Brasil	6 (0, 19)	<u>Jamaica</u>	11 (0, 24)
Chile	6 (0, 19)	<u>México</u>	14 (1, 27)
<u>Colombia</u>	14 (1, 27)	<u>Nicaragua</u>	54 (41, 67)
Costa Rica	6 (0, 19)	Panamá	18 (5, 31)
Cuba	0 (0, 22)	<u>Paraguay</u>	49 (36, 62)
Dominica	1 (0, 14)	<u>Perú</u>	36 (24, 50)
Rep.Dominicana	7 (0, 20)	St Vinc/Grenad	3 (0, 16)
Ecuador	2 (0, 15)	<u>Surinam</u>	12 (0, 25)
<u>El Salvador</u>	22 (9, 35)	Uruguay	0 (0, 13)
Grenada	0 (0, 0)	Venezuela	0 (0, 8)
<u>Guatemala</u>	57 (44, 70)		

# La ruta de la salud ambiental

SOURCE → EMISSIONS → CONCENTRATION → EXPOSURE → DOSE → HEALTH EFFECTS



# El humo es natural – ¿cómo puede enfermarte?

Es decir, como la leña es sobre todo carbono, hidrógeno y oxígeno, ¿acaso no se convierte toda en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  cuando se combina con oxígeno (cuando se quema)?



**NO:** La eficiencia de la combustión es mucho menos que 100%

# Contaminantes tóxicos en el humo de leña a partir de la combustión simple (incompleta)

- Partículas, CO, NO<sub>2</sub>
- Hidrocarburos
  - 25+ hidrocarburos saturados como *n-hexano*
  - 4 hidrocarburos insaturados como *1,3-butadieno*
  - 2 hidrocarburos aromáticos como *estireno*
  - 2 hidrocarburos heterocíclicos como *benzofenano*
- Compuestos orgánicos oxigenados
  - 25+ alcoholes y ácidos como *metanol*
  - 33+ fenoles como *catecol* y *cresol*
  - Muchas quinonas como la *hidroquinona*
  - Semiquinonas y otros radicales como la *nitrosofeno* y *nitrosonitrosoproleína*
- Compuestos orgánicos clorados como el *cloruro de metileno* y la *dioxina*

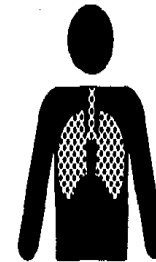
Un fogón típico emite el mismo humo que 400 cigarrillos

Fuente: Naeher et al,  
*J Inhal Tox*, 2007

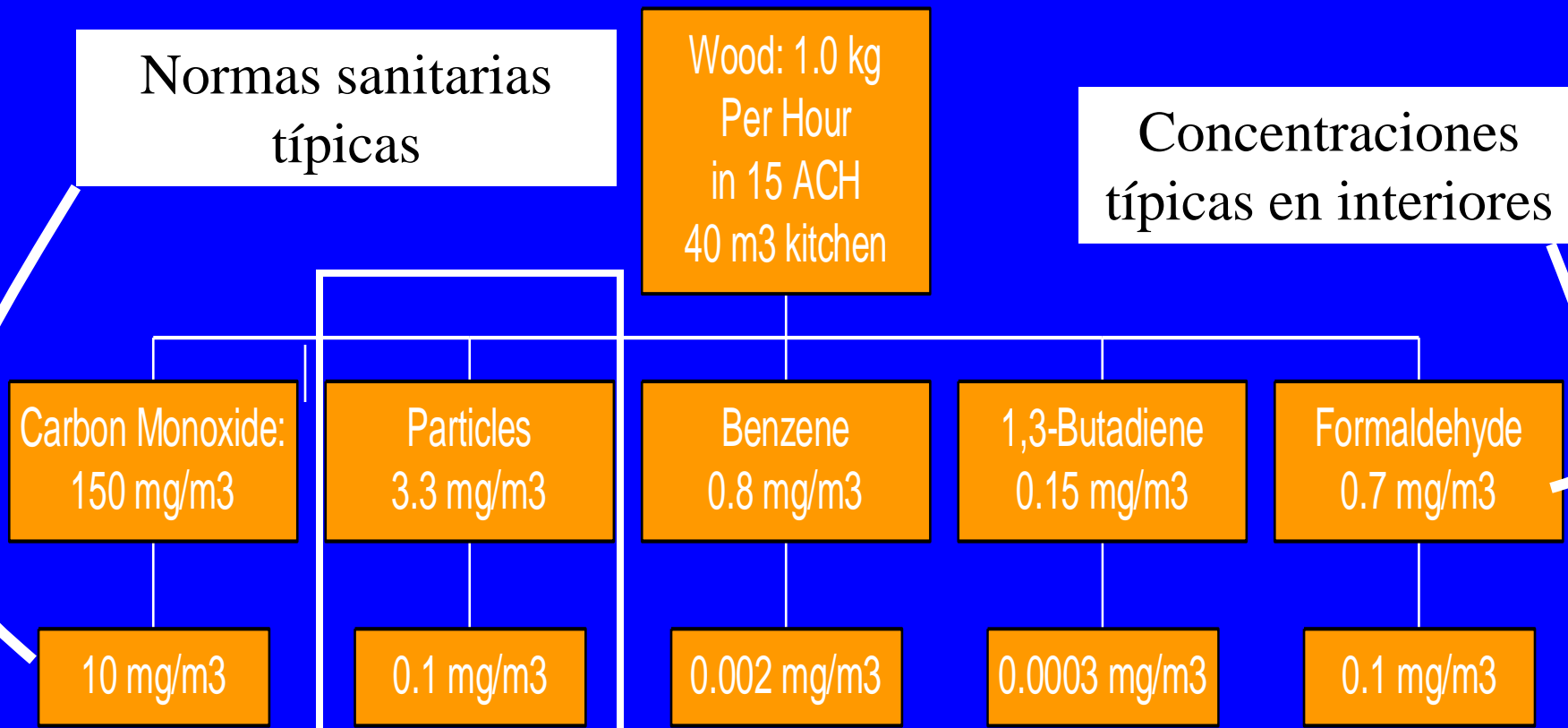


# La ruta de la salud ambiental

SOURCE → EMISSIONS → CONCENTRATION → EXPOSURE → DOSE → HEALTH EFFECTS



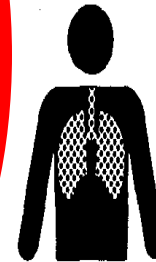
# Contaminantes producidos por un fogón de leña típico, que provocan daños a la salud



El mejor indicador

# La ruta de la salud ambiental

SOURCE → EMISSIONS → CONCENTRATION → EXPOSURE → DOSE → HEALTH EFFECTS



La primera persona en la historia de la humanidad cuya exposición fue medida haciendo la tarea más antigua de la historia de la humanidad

~5000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
durante la  
cocción  
>500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
en 24 horas  
-valores típicos  
en países OPS

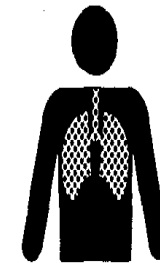
Emisiones y concentraciones, OK, ¿pero qué hay de la exposición?



India, 1981

# La ruta de la salud ambiental

SOURCE → EMISSIONS → CONCENTRATION → EXPOSURE → DOSE → HEALTH EFFECTS



# ¿Qué niveles de $PM_{2.5}$ afectan a la salud?

- Guías de Calidad de Aire de la OMS
  - promedio anual  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - Ningún microambiente público, en interiores o exteriores, debe tener más de  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- EPA (Agencia Ambiental de EUA)
  - Antes:  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hasta 2012: anual, en exteriores
  - Ahora:  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$
  - Lo mismo en California desde ~2000

# A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010

Stephen S Lim<sup>‡</sup>, Theo Vos, Abraham D Flaxman, Goodarz Danaei, Kenji Shibuya, Heather Adair-Rohani\*, Markus Amann\*, H Ross Anderson\*, Kathryn G Andrews\*, Martin Aryee\*, Charles Atkinson\*, Loraine J Bacchus\*, Adil N Bahalim\*, Kalpana Balakrishnan\*, John Balmes\*, Suzanne Barker-Collo\*, Amanda Baxter\*, Michelle L Bell\*, Jed D Blore\*, Fiona Blyth\*, Carissa Bonner\*, Guilherme Borges\*, Rupert Bourne\*, Michel Boussinesq\*, Michael Brauer\*, Peter Brooks\*, Nigel G Bruce\*, Bert Brunekreef\*, Claire Bryan-Hancock\*, Chiara Bucello\*, Rachele Buchbinder\*, Fiona Bull\*, Richard T Burnett\*, Tim E Byers\*, Bianca Calabria\*, Jonathan Carapetis\*, Emily Carnahan\*, Zoe Chafe\*, Fiona Charlson\*, Honglei Chen\*, Jian Shen Chen\*, Andrew Tai-Ann Cheng\*, Jennifer Christine Child\*, Aaron Cohen\*, K Ellicott Colson\*, Benjamin C Cowie\*, Sarah Darby\*, Susan Darling\*, Adrian Davis\*, Louisa Degenhardt\*, Frank Dentener\*, Don C Des Jarlais\*, Karen Devries\*, Mukesh Dherani\*, Eric L Ding\*, E Ray Dorsey\*, Tim Driscoll\*, Karen Edmond\*, Suad Eltahir Ali\*, Rebecca E Engell\*, Patricia J Erwin\*, Saman Fahimi\*, Gail Falder\*, Farshad Farzadfar\*,

CRA\*, publicada el 14 de diciembre de  
2012 en *The Lancet*

\* CRA: Evaluación Comparativa de Riesgos [*Comparative Risk Assessment*]

# El contexto

- Contaminación del aire en los hogares por el uso de combustibles sólidos para cocinar
- No se llama “en interiores” [*indoor*] porque el humo de los fogones se va al exterior y afecta a la gente en otros sitios cerca de la vivienda y la aldea,
- y entra a la atmósfera para formar parte de la contaminación del aire en el exterior [*outdoor air pollution, OAP*]



# El contexto (continuación)

- Se han realizado esfuerzos para hacer estimaciones congruentes entre los cuatro grupos de partículas de combustión, en la nueva CRA de la GBD\*
- Esto incluye tabaquismo activo, contaminación del aire en los hogares (CAH), tabaquismo pasivo, y contaminación del aire en exteriores
- Los riesgos de CAH se determinan en comparación con cocinas de gas ventiladas y cocinas eléctricas

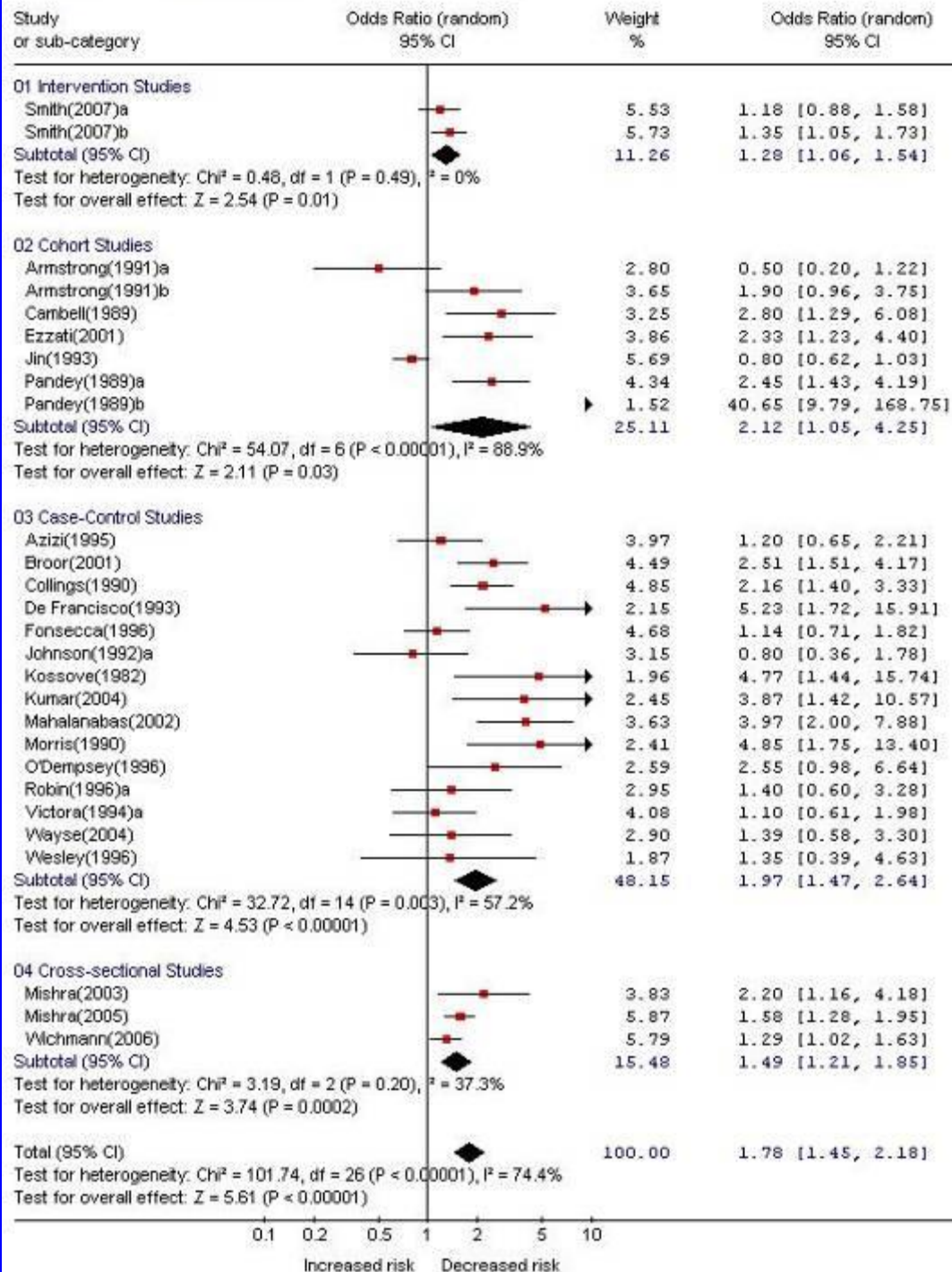
# Cuatro tipos de evidencias directas

- Cientos de estudios epidemiológicos que comparan los efectos en la salud en hogares que usan combustibles limpios, vs. combustibles contaminantes u otras medidas binarias de exposición
- Curvas Integradas Exposición-Respuesta para 5 enfermedades – vínculo con 4 tipos de contaminación del aire
- Para *ALRI*\* – con base en *RESPIRE*\*\* en Guatemala – se han publicado sólo:
  - Prueba controlada aleatorizada
  - Estudio de exposición - respuesta

\* *ALRI*: Infección Respiratoria Aguda de Vías Bajas [*Acute Lower Respiratory Infection*]

\*\* *RESPIRE*: Estudio Aleatorizado de Exposición sobre Contaminación en Interiores y Efectos Respiratorios [*Randomized Exposure Study of Pollution Indoors and Respiratory Effects*]

Study design	N*	OR	95% CI
Intervention	2	1.28	1.06, 1.54
Cohort	7	2.12	1.06, 4.25
Case-control	15	1.97	1.47, 2.64
Cross-sectional	3	1.49	1.21, 1.85
All	26	1.78	1.45, 2.18



# Evidencias indirectas cada vez mayores

- Biomarcadores de efectos
  - Presión sanguínea
  - Función cardíaca
  - Función pulmonar
  - Niveles de toxinas en orina
  - etc.

Enfermedades por CAH  
con evidencias robustas

ALRI/  
Neumonía



Cataratas

Enfermedades  
del corazón y  
apoplejía

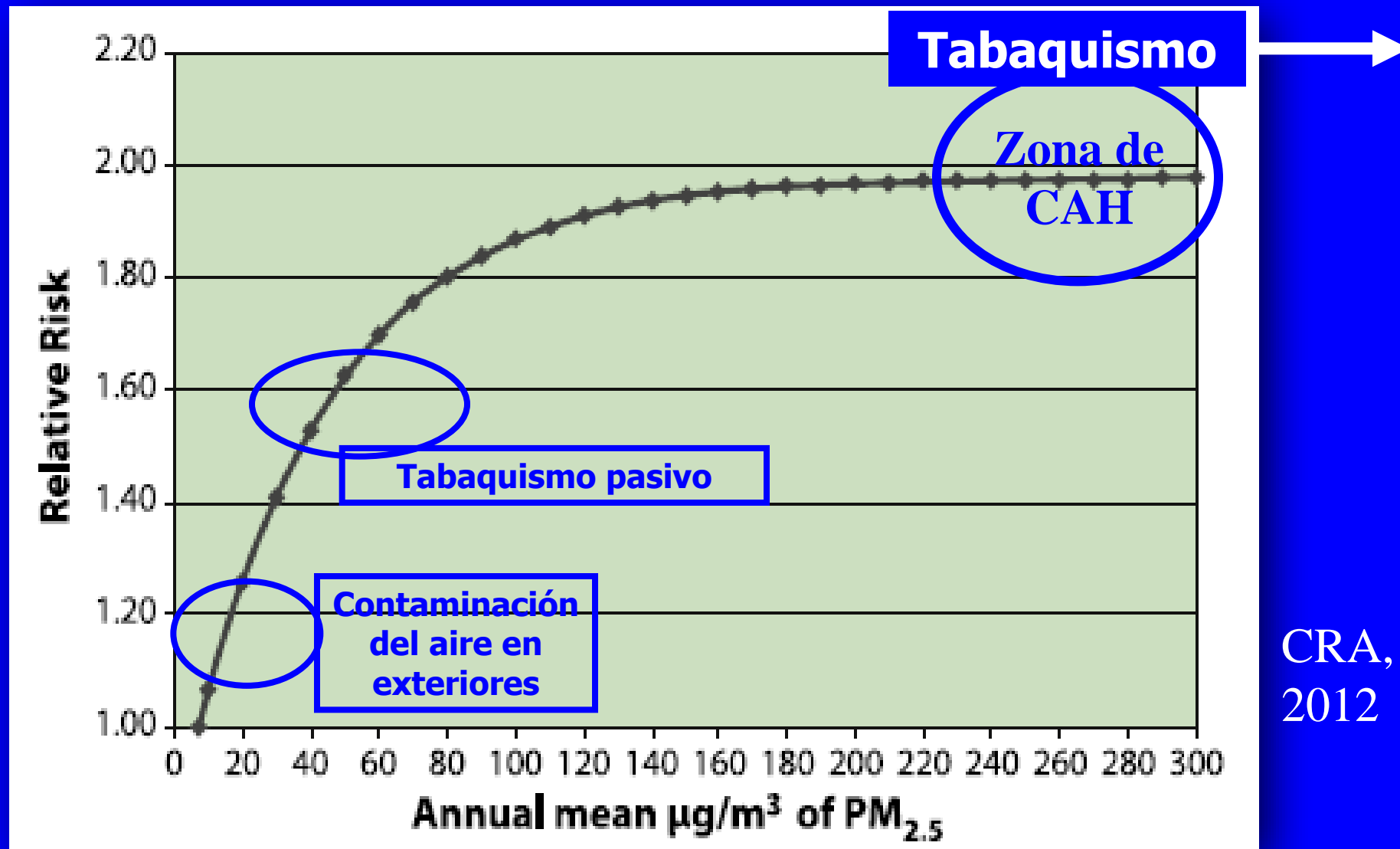
EPOC\*

Cáncer  
pulmonar

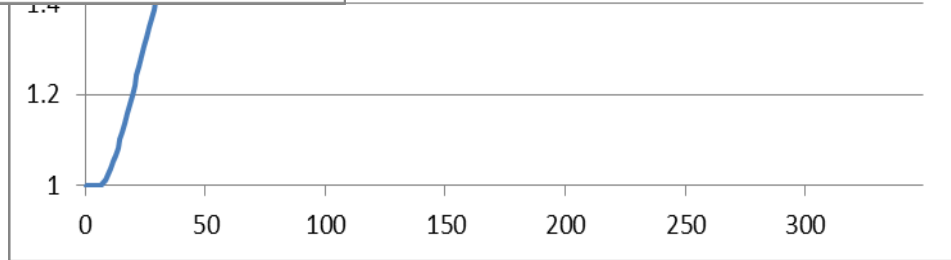
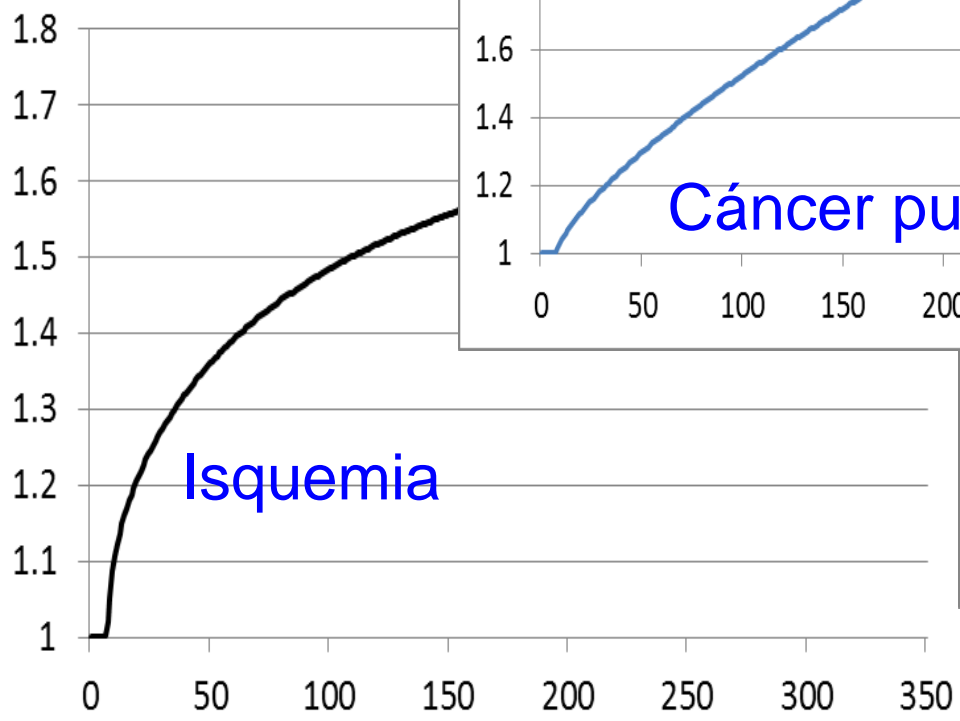
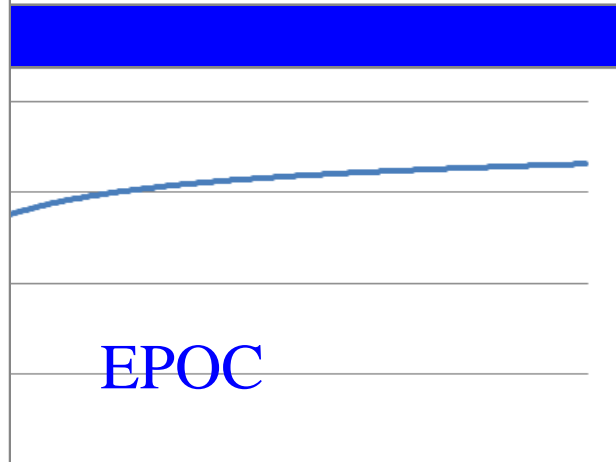
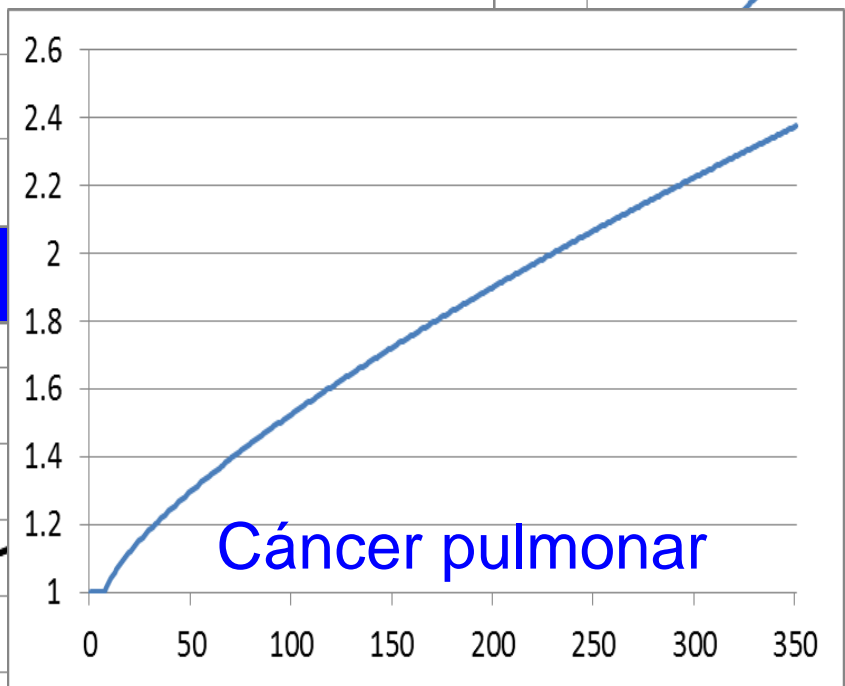
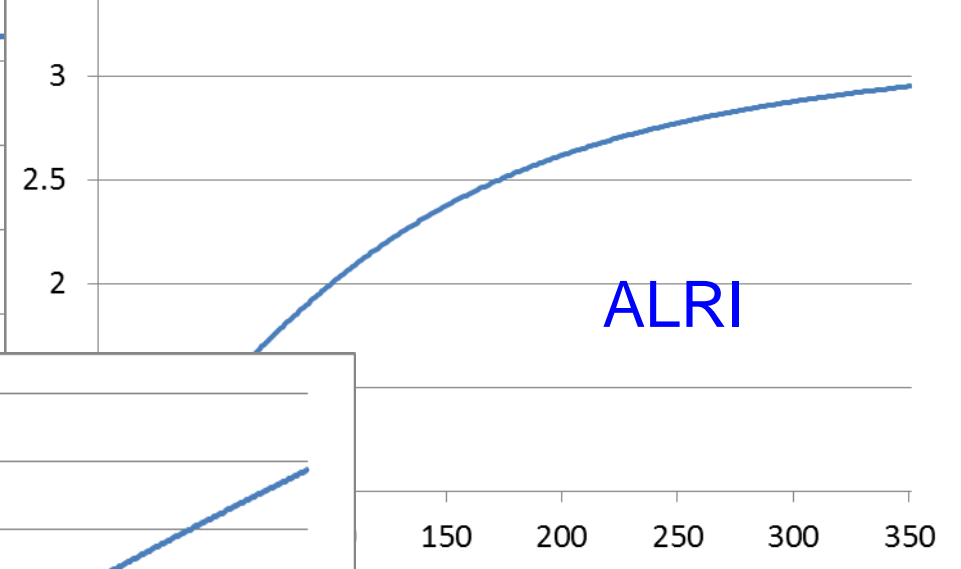
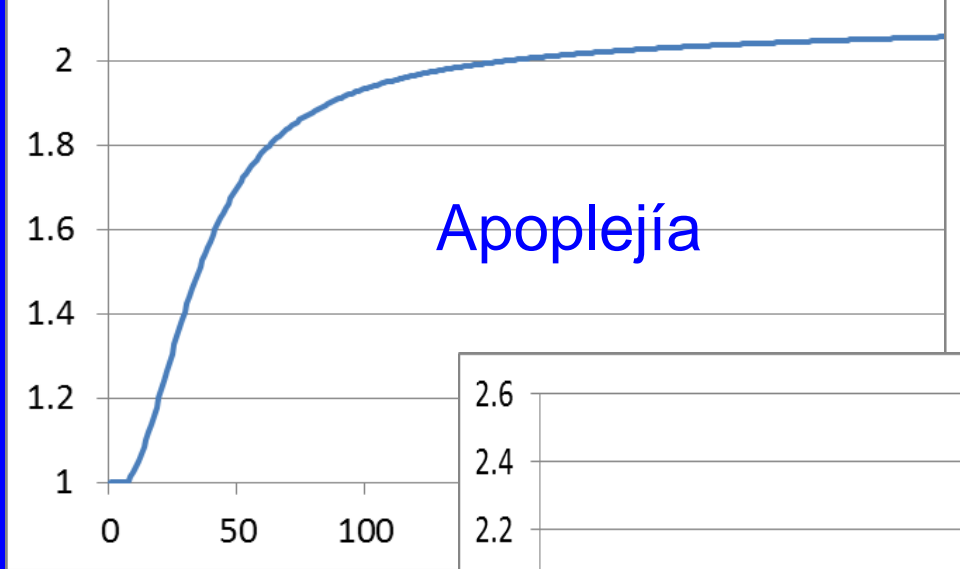
Estas enfermedades están incluidas en la CRA de la GBD

\* EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica [*Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD*]

Curvas integradas exposición-respuesta: Aire en exteriores, tabaquismo pasivo y activo, y CAH, contra enfermedades cardiacas



CRA,  
2012



Promedio anual de PM<sub>2.5</sub> [µg/m³]

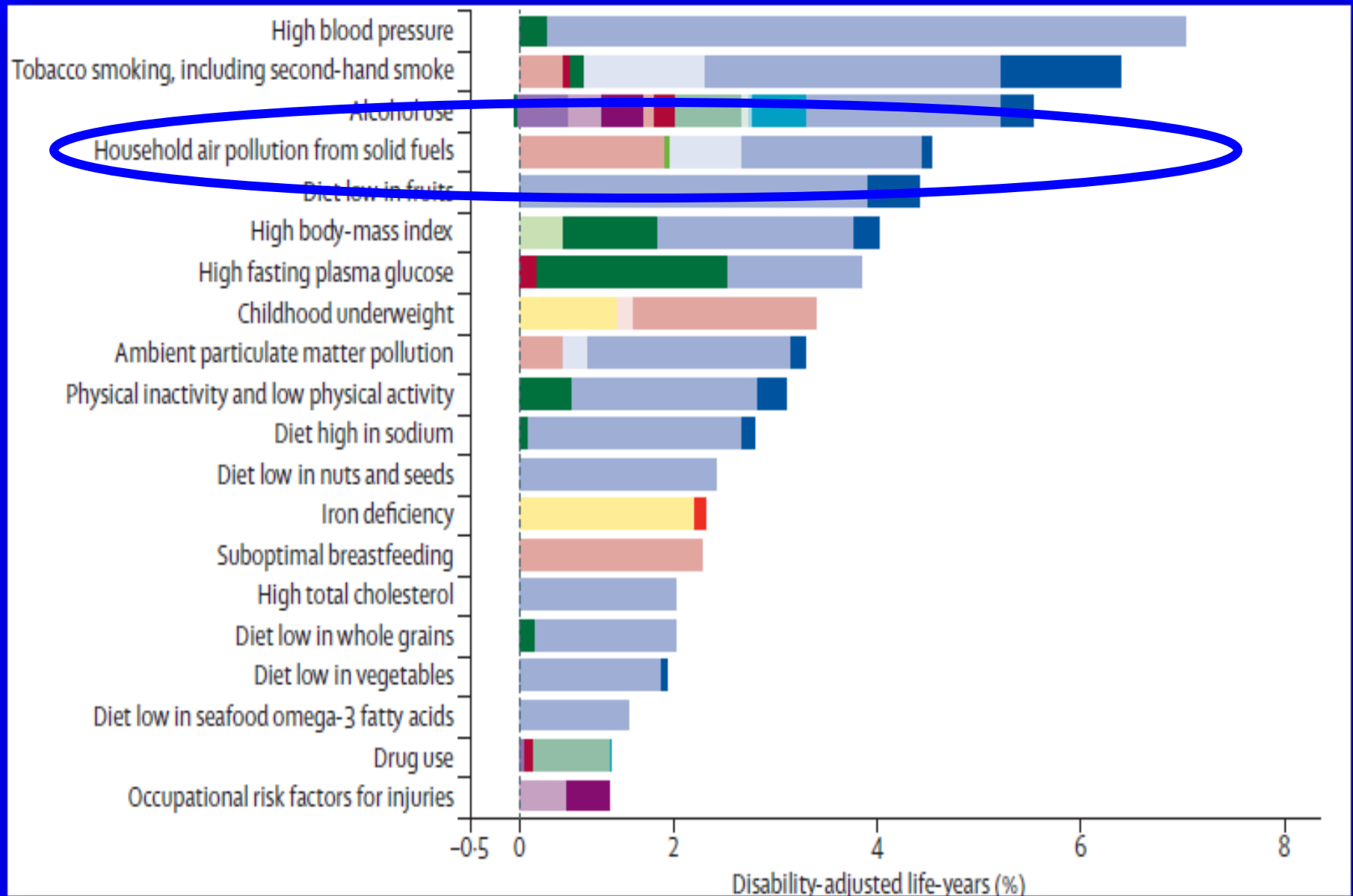
# Medidas

- Mortalidad: Es importante, pero puede ser engañosa, ya que no toma en cuenta la edad o los años de enfermedades o lesiones
  - Una muerte a los 88 años cuenta lo mismo que a los 18, lo que no es apropiado
- Los DALYs\* perdidos sí consideran la edad y las enfermedades
- La GBD 2010 compara las muertes contra la mejor expectativa de vida en el mundo: 86 años

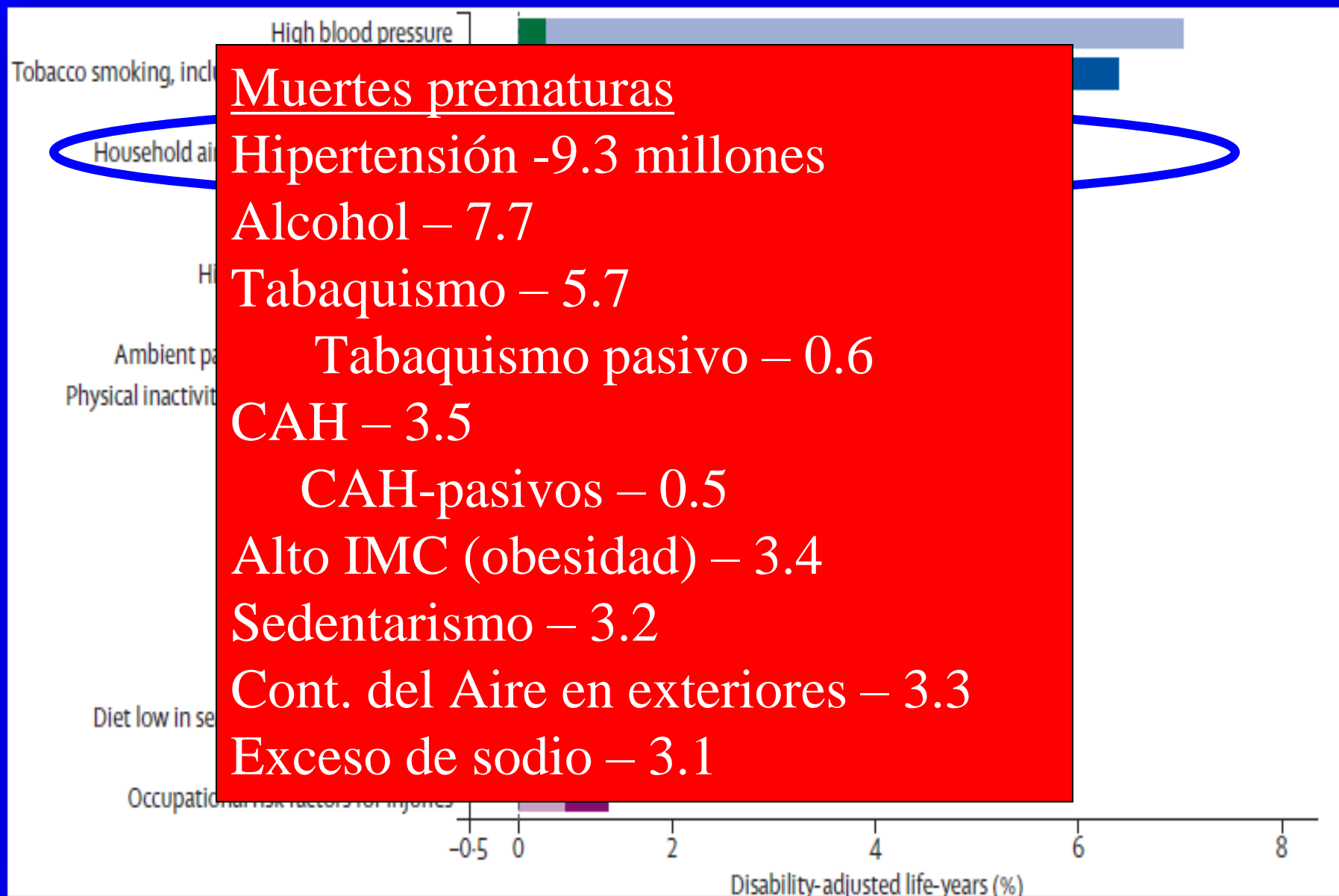
\* DALYs: Años de vida potencialmente perdidos [*Disability-adjusted Life Years*]



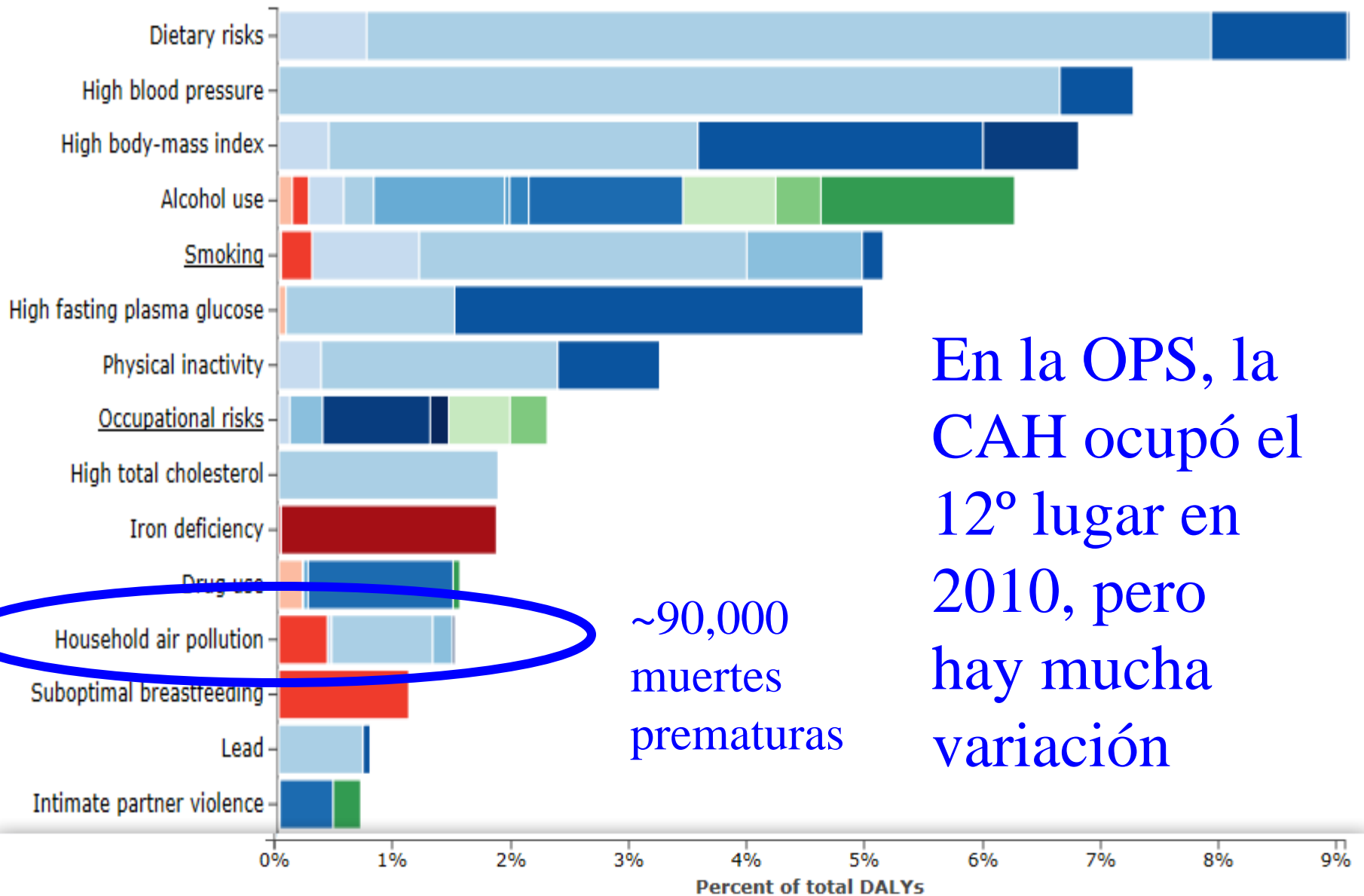
# DALYs globales 2010: Los 20 factores de riesgo principales



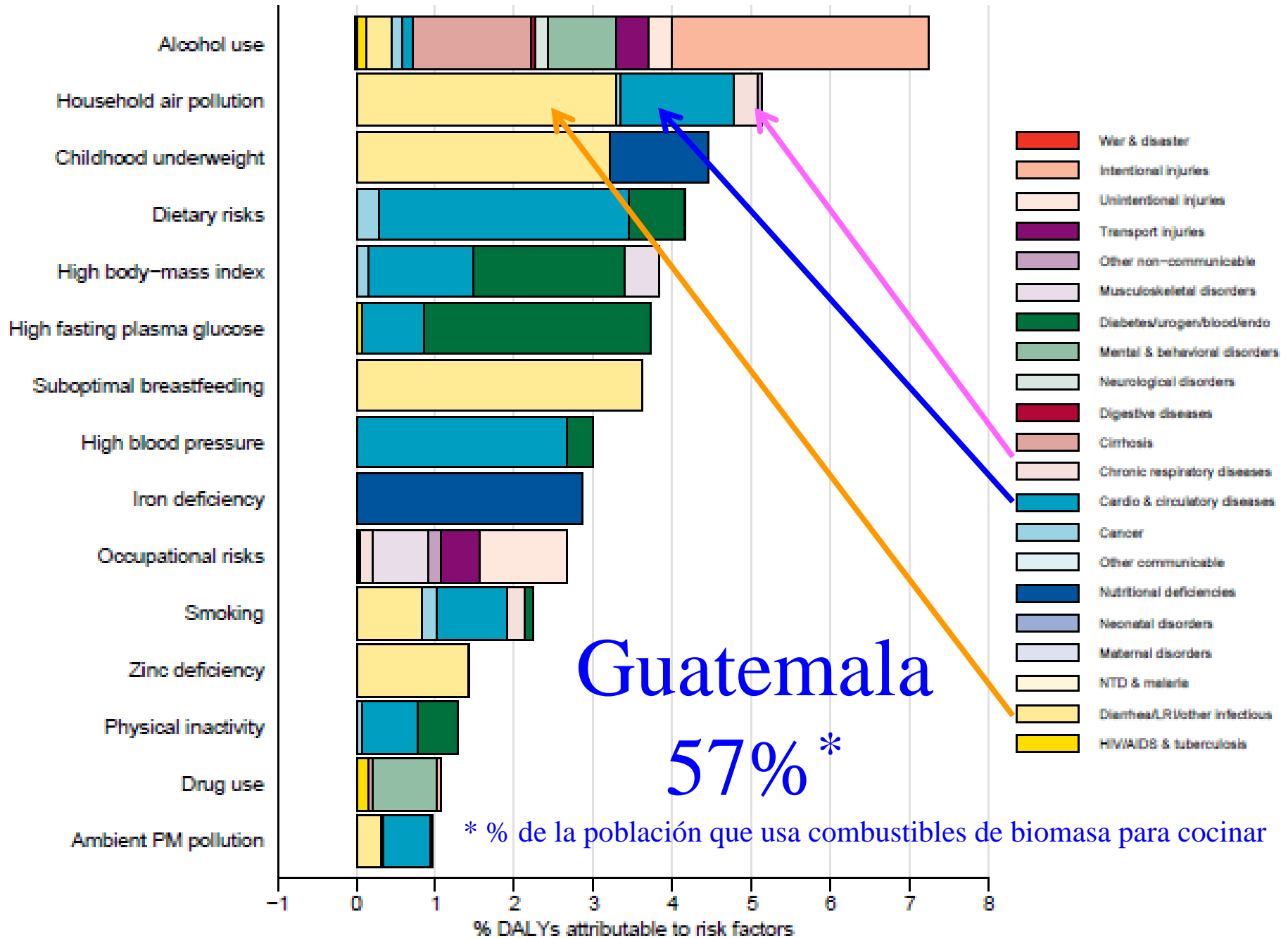
# DALYs globales 2010: Los 20 factores de riesgo principales



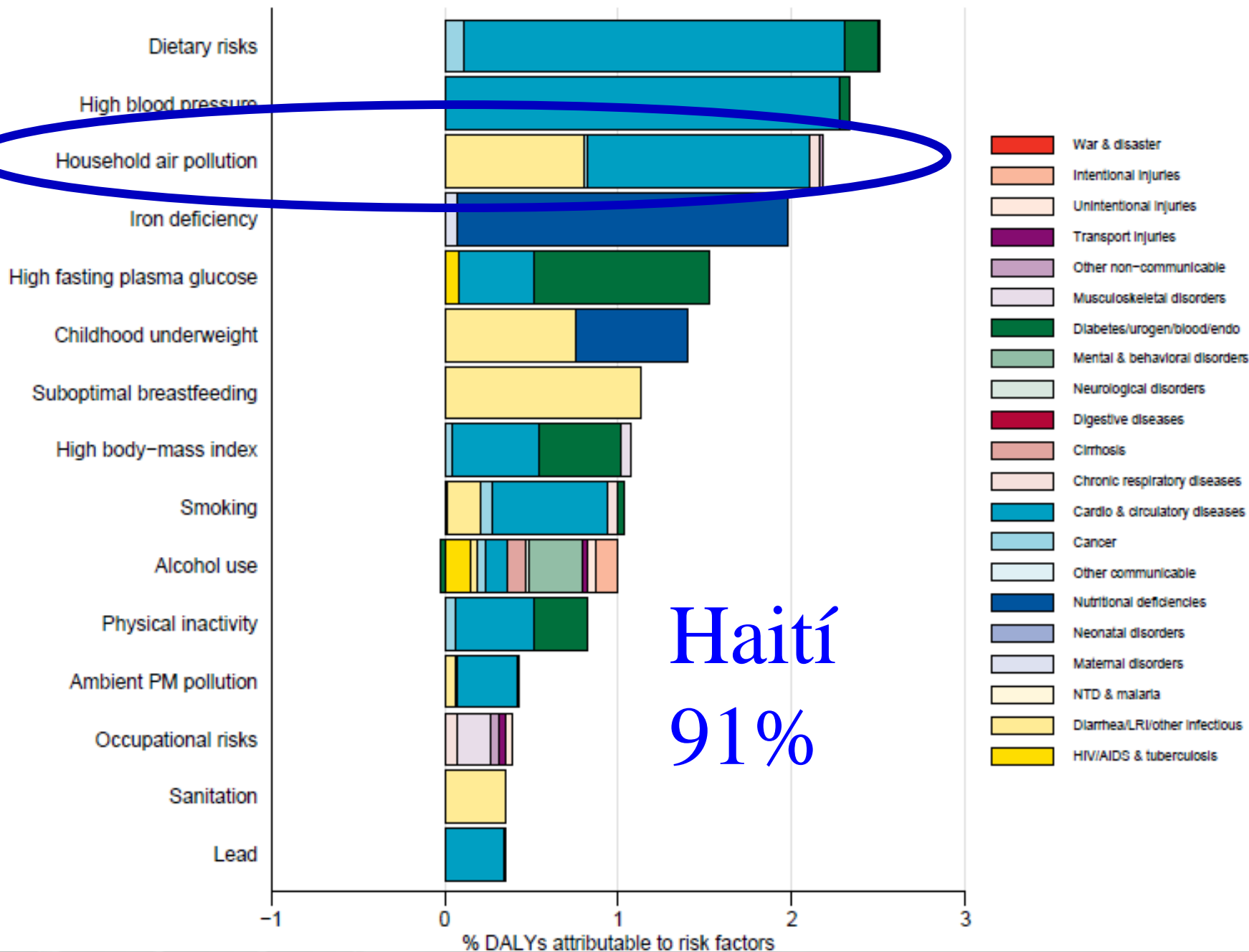
Latin America and Caribbean (World Bank), DALYs  
Both sexes, All ages, 2010



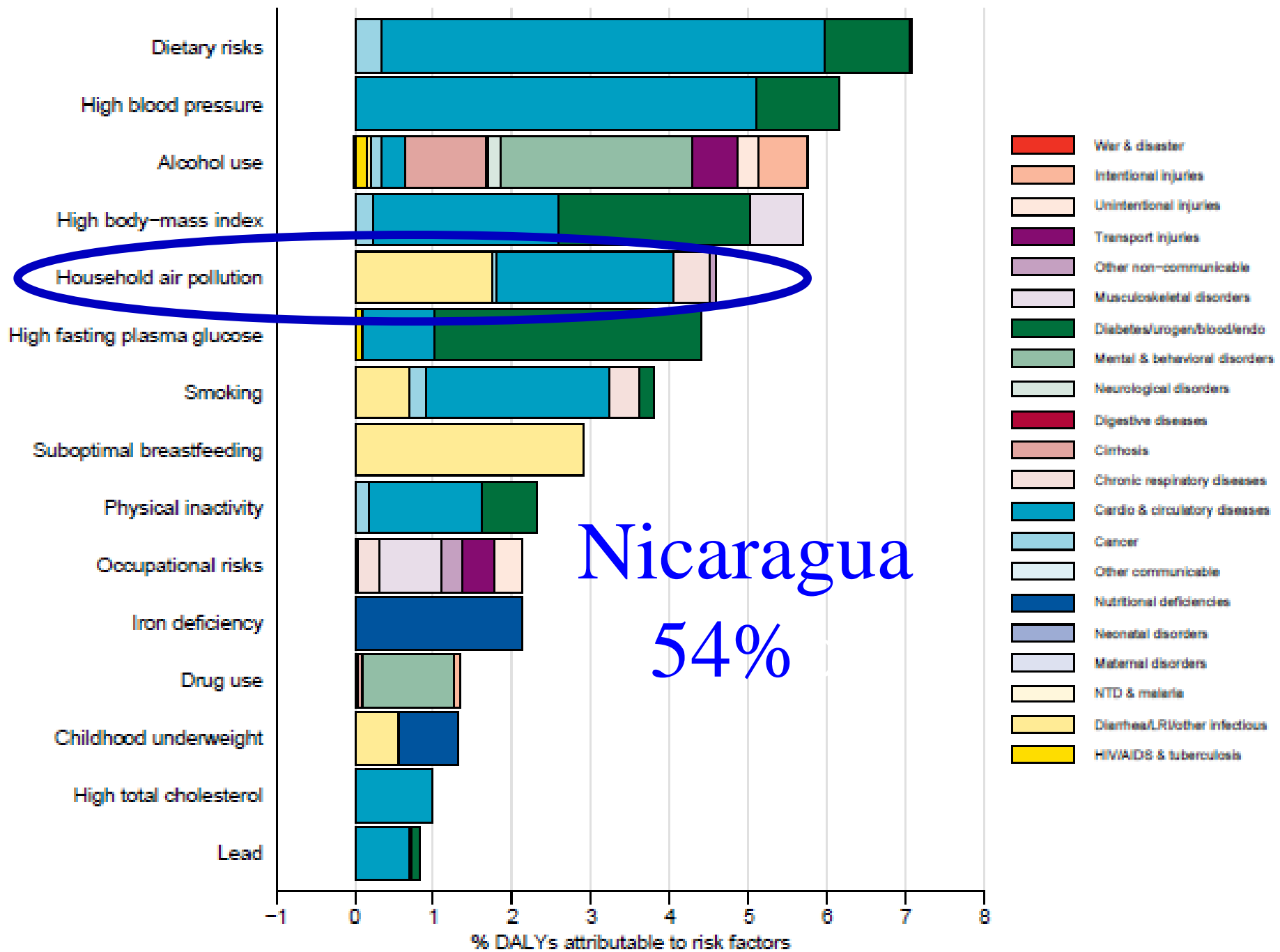
Burden of disease attributable to 15 leading risk factors in 2010, expressed as a percentage of Guatemala DALYs

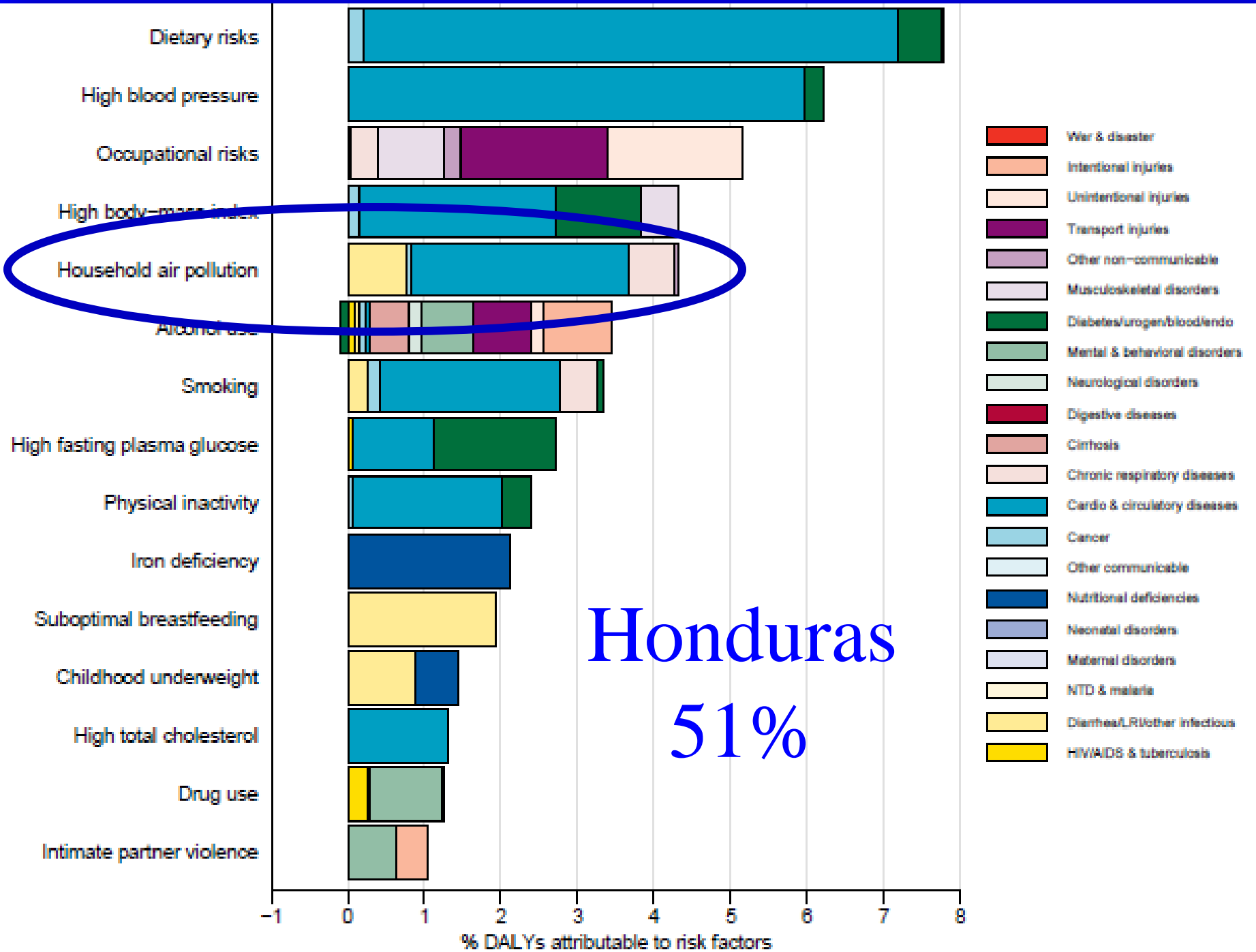


Burden of disease attributable to 15 leading risk factors in 2010, expressed as a percentage of Haiti DALYs

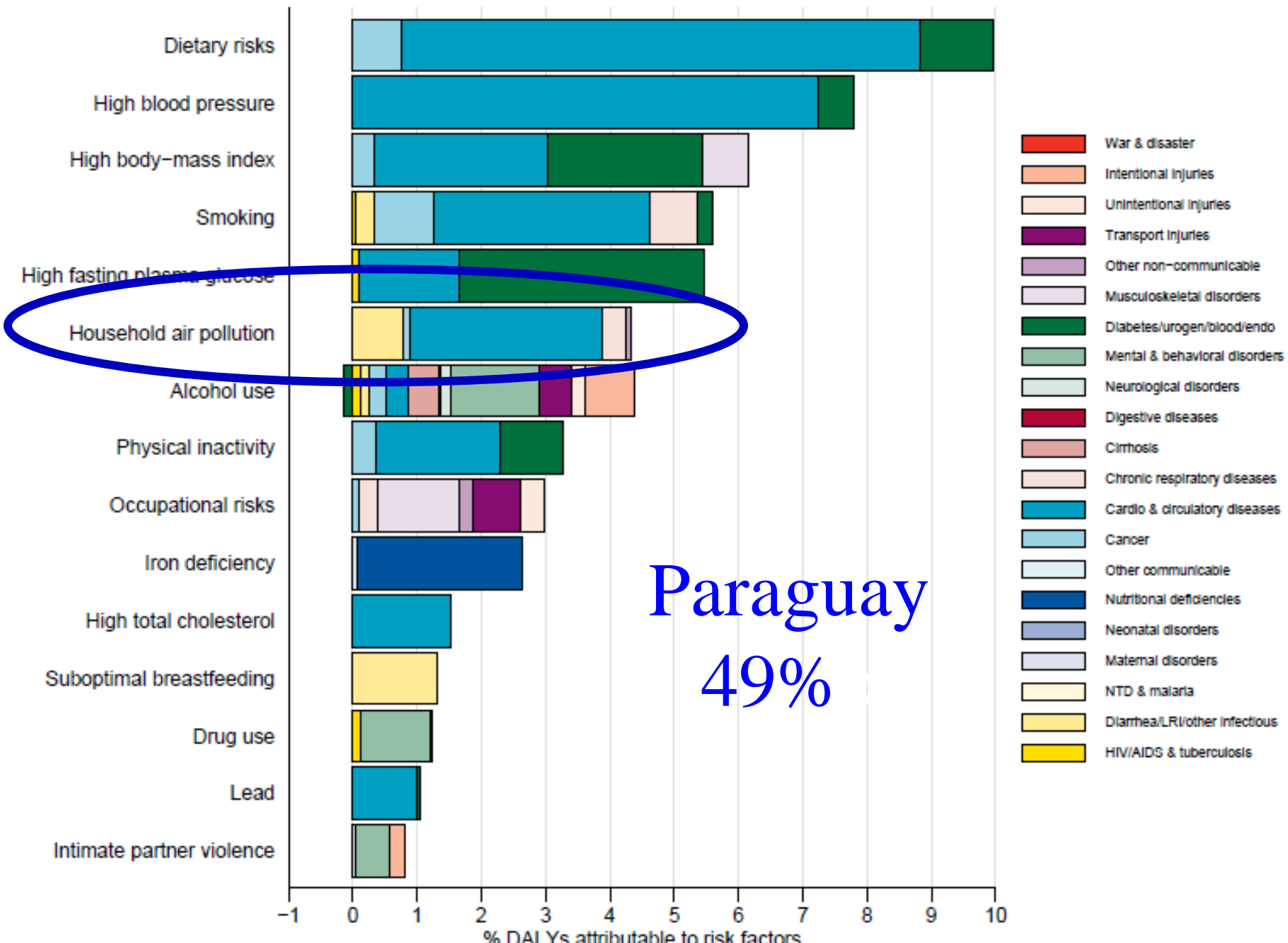


Haití  
91%

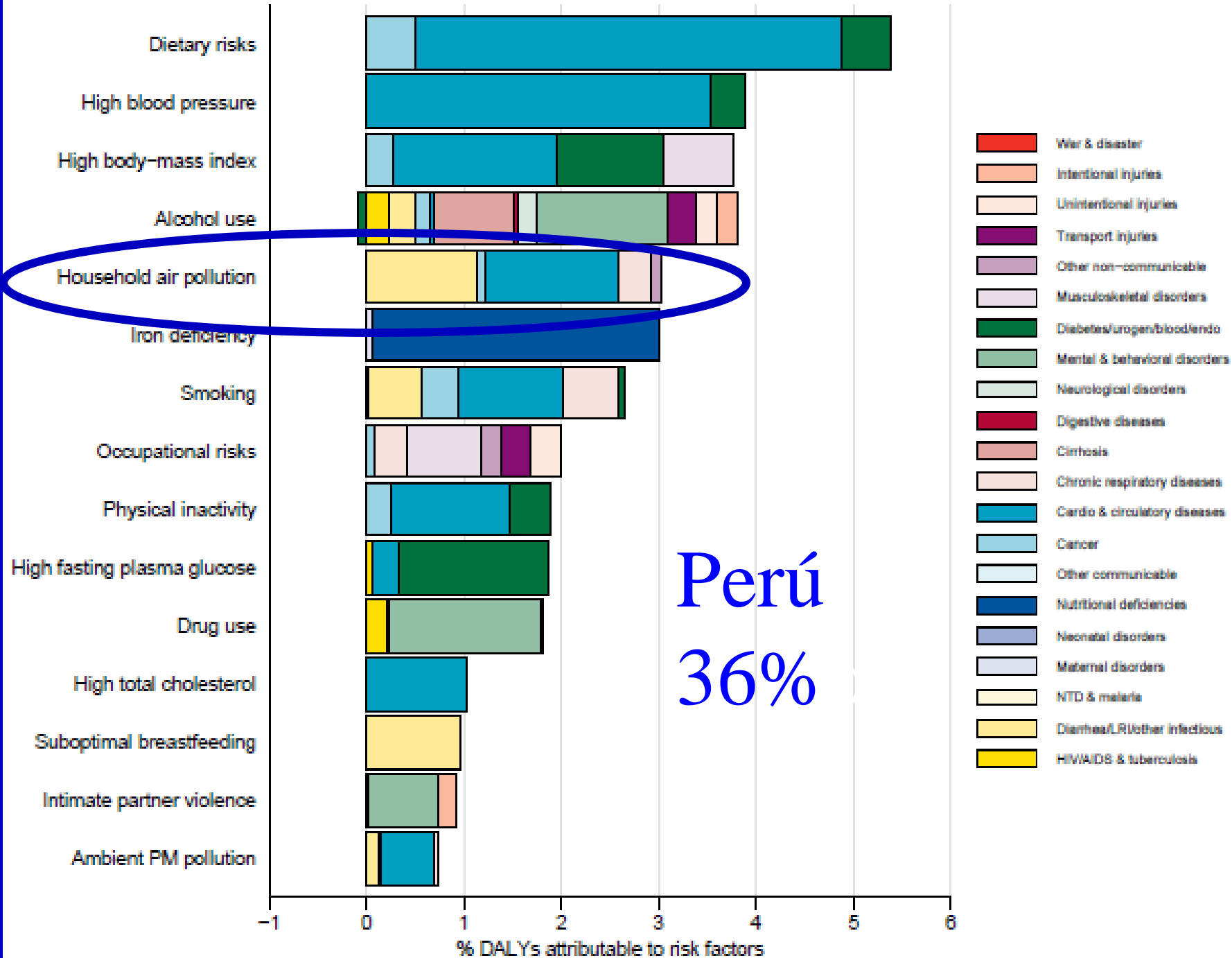




Burden of disease attributable to 15 leading risk factors in 2010, expressed as a percentage of Paraguay DALYs

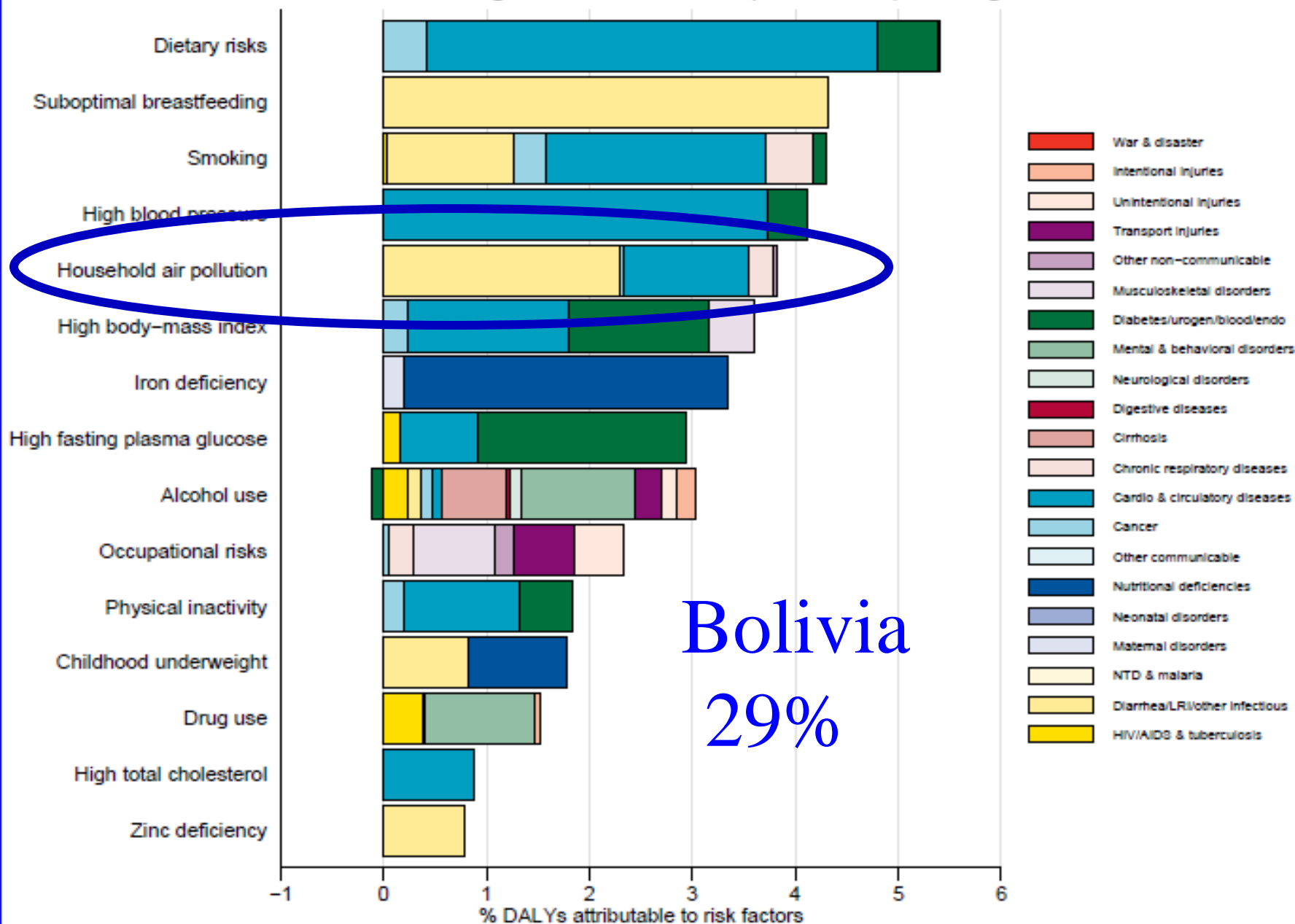


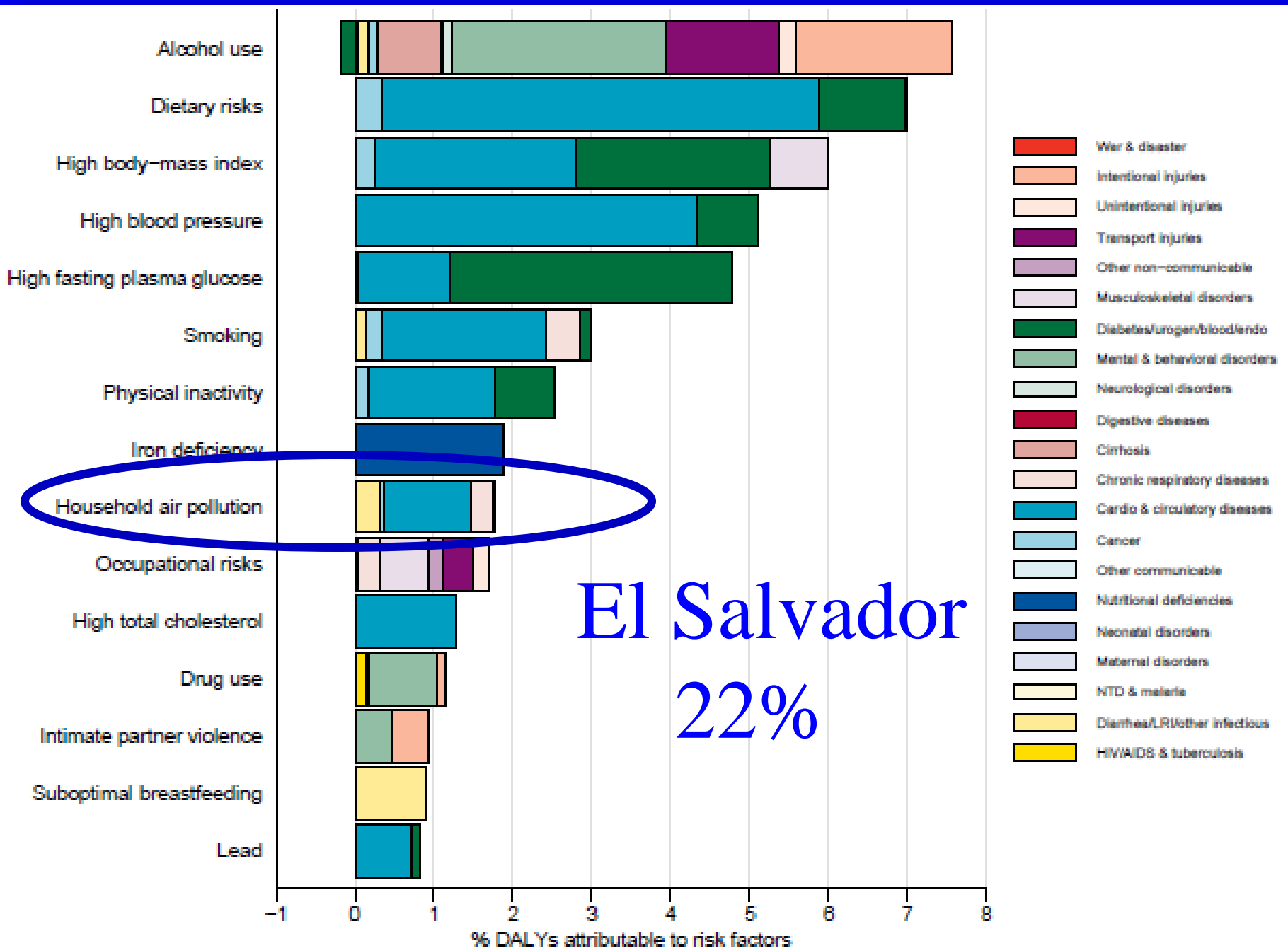


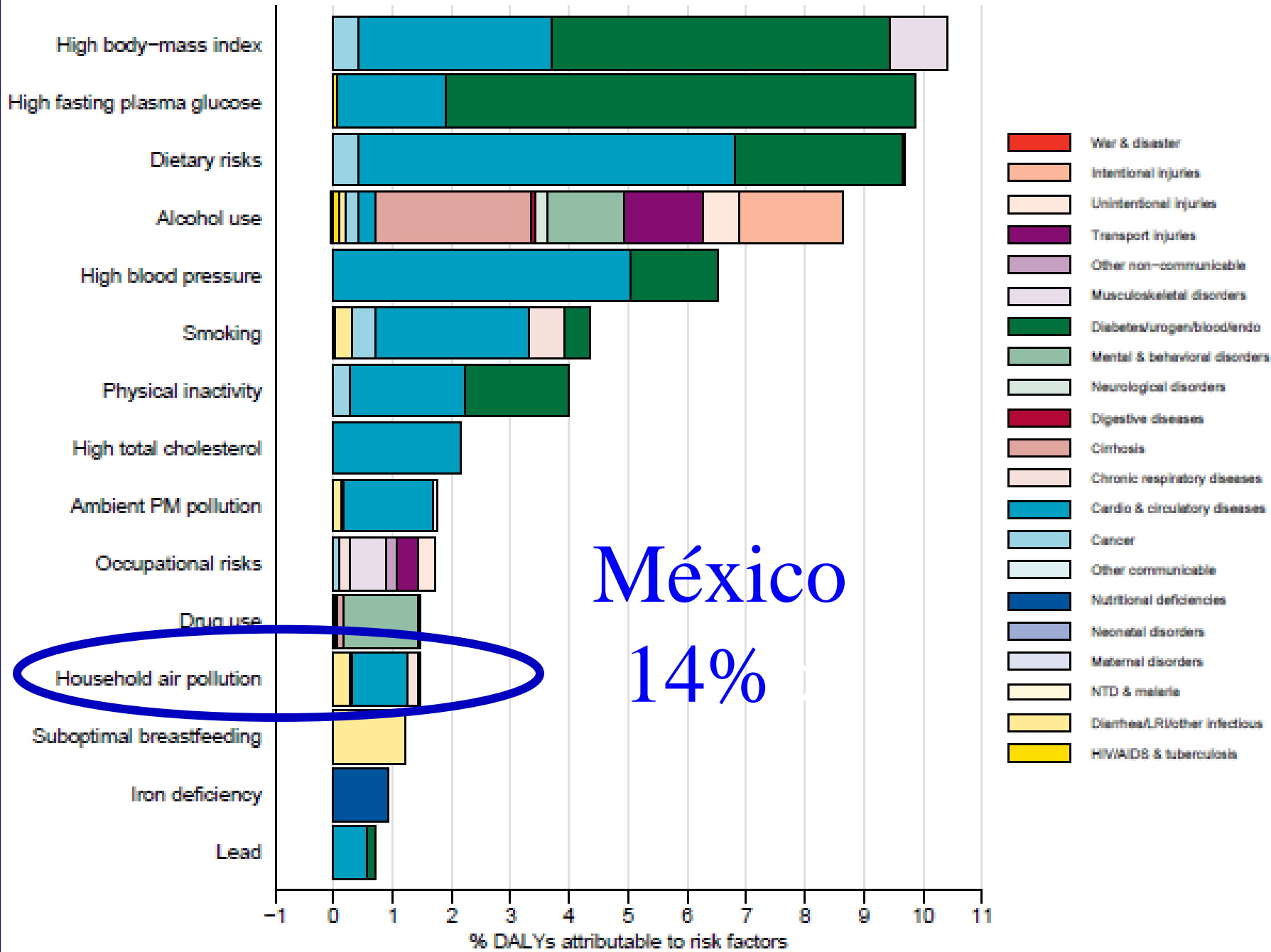


- War & disaster
- Intentional injuries
- Unintentional injuries
- Transport injuries
- Other non-communicable
- Musculoskeletal disorders
- Diabetes/urogen/blood/endo
- Mental & behavioral disorders
- Neurological disorders
- Digestive diseases
- Cirrhosis
- Chronic respiratory diseases
- Cardio & circulatory diseases
- Cancer
- Other communicable
- Nutritional deficiencies
- Neonatal disorders
- Maternal disorders
- NTD & malaria
- Diarthra/RL/other infectious
- HIV/AIDS & tuberculosis

Burden of disease attributable to 15 leading risk factors in 2010, expressed as a percentage of Bolivia DALYs

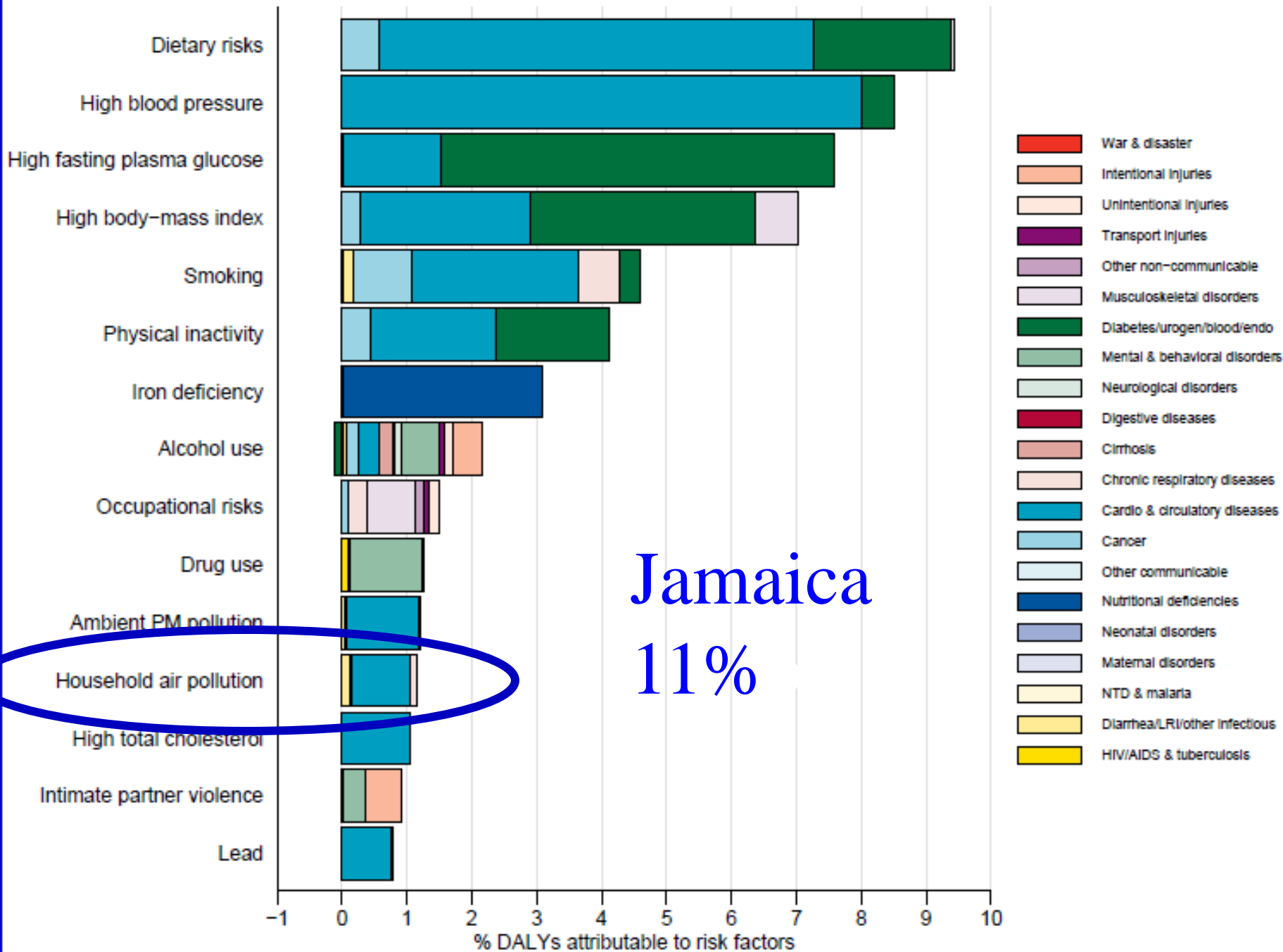






- War & disaster
- Intentional injuries
- Unintentional injuries
- Transport injuries
- Other non-communicable
- Musculoskeletal disorders
- Diabetes/urogen/blood/endo
- Mental & behavioral disorders
- Neurological disorders
- Digestive diseases
- Cirrhosis
- Chronic respiratory diseases
- Cardio & circulatory diseases
- Cancer
- Other communicable
- Nutritional deficiencies
- Neonatal disorders
- Maternal disorders
- NTD & malaria
- Diarhea/LR/other infectious
- HIV/AIDS & tuberculosis

Burden of disease attributable to 15 leading risk factors in 2010, expressed as a percentage of Jamaica DALYs



# Resumen de la CRA

- Uno de los principales factores de riesgo en el mundo para enfermedades
- El factor de riesgo ambiental más importante, dentro de todos los que fueron analizados
- El mayor impacto es en adultos - 3 millones de muertes prematuras (dos tercios de los DALYs)
- También relevante para niños ~500,000 muertes (un tercio de los DALYs)
- Fuente importante de contaminación del aire en exteriores

# No se incluyen todas las enfermedades

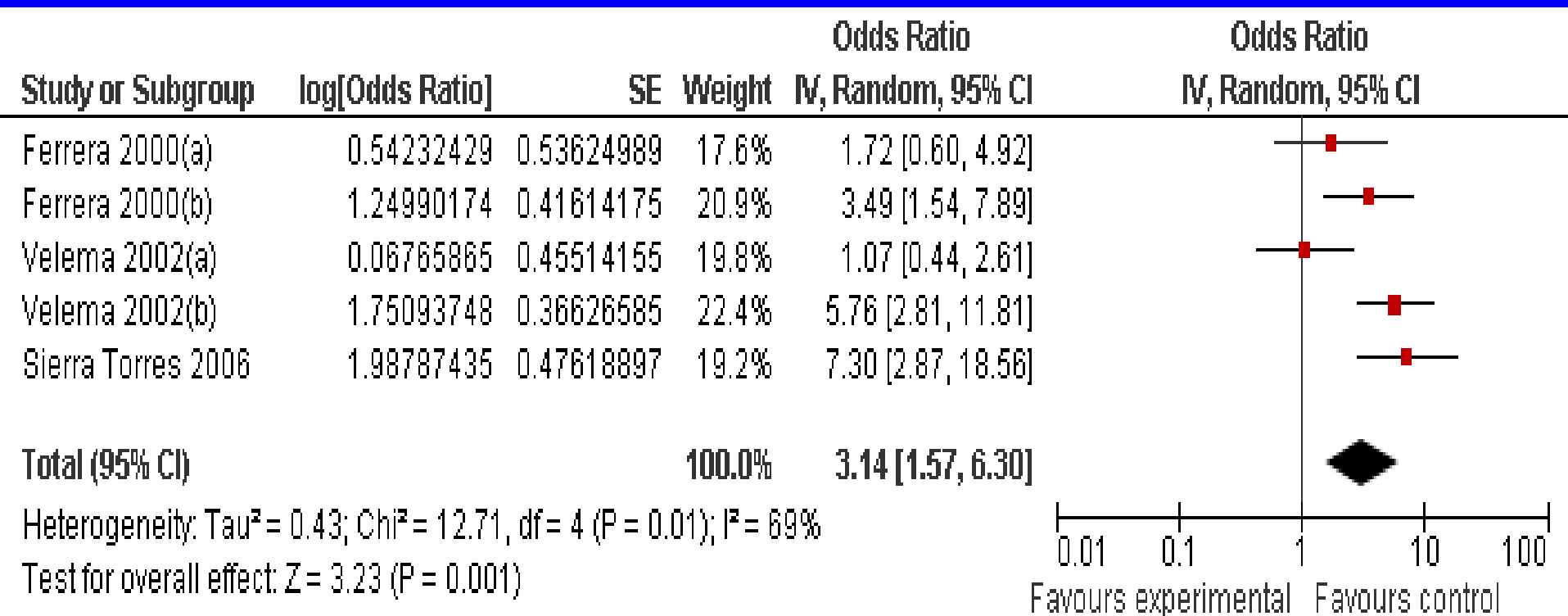
- Muchas con cierta evidencia no se han incluido
  - Bajo peso al nacer y partos prematuros
  - Tuberculosis
  - Otros cánceres – cervical, vías respiratorias altas, etc.
  - Efectos cognitivos
  - Neumonía en adultos
- Es de esperarse que, con el tiempo, se encontrarán relaciones causales entre la CAH y varias de las docenas de enfermedades que se han vinculado con el tabaquismo,
- pero a niveles más bajos de riesgo

# Evidencias de América Latina

- El sitio de investigación más antiguo y productivo en el mundo: RESPIRE en Guatemala
  - Neumonía en niños
  - Bajo peso al nacer
  - Aptitudes cognitivas disminuidas
  - Enfermedad pulmonar crónica en mujeres
  - más de 50 publicaciones científicas
- Varios estudios sobre cáncer cervical en Honduras y Columbia



# Cáncer cervical y contaminación del aire en hogares



Se han publicado tres artículos: dos en Honduras (con cuatro grupos) y uno en Colombia

# Primera prueba controlada aleatorizada en la historia de la contaminación del aire

THELANCET-D-09-06268R3

S0140-6736(11)60921-5

Embargo: [add date when known]

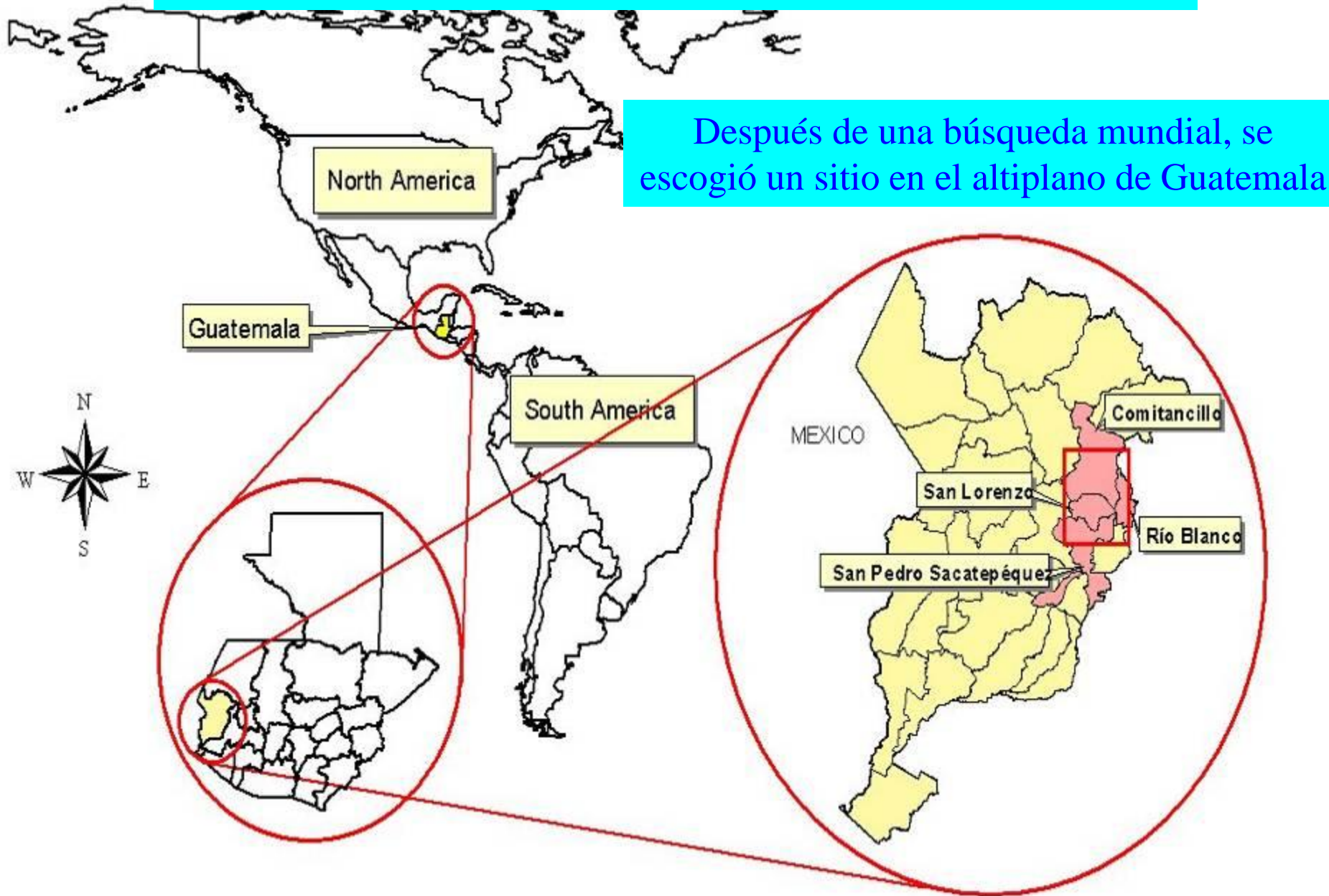
---

## Effect of reduction in household air pollution on childhood pneumonia in Guatemala (RESPIRE): a randomised controlled trial

*Kirk R Smith, John P McCracken, Martin W Weber, Alan Hubbard, Alisa Jenny, Lisa M Thompson, John Balmes, Anaite Diaz, Byron Arana, Nigel Bruce*

Publicada en noviembre de 2011

# Estudio “RESPIRE” en Guatemala



# RESPIRE

Impacto en neumonía en niños de hasta 18 meses



Fogón tradicional de 3 piedras



Cocina de leña con chimenea, de construcción local y popular entre los hogares (“Plancha”)

# Resultados con diagnóstico médico (ITT\*)

(ciegos al estatus de intervención)

Case finding	Outcome	adj RR (95% CI)	P-value
Physician diagnosed pneumonia	<b>All</b>	0.78 (0.59, 1.06)	0.095
	Severe (low oxygen)	<b>0.67 (0.45, 0.98)</b>	<b>0.042</b>
<u>Investigations:</u> - Pulse oximetry - RSV direct antigen test	<b>RS Virus</b>	0.76 (0.42, 1.16)	0.275
	Severe	0.87 (0.46, 1.51)	0.633
	<b>No RSV**</b>	0.79 (0.53, 1.07)	0.192
	Severe	<b>0.54 (0.31, 0.91)</b>	<b>0.026</b>

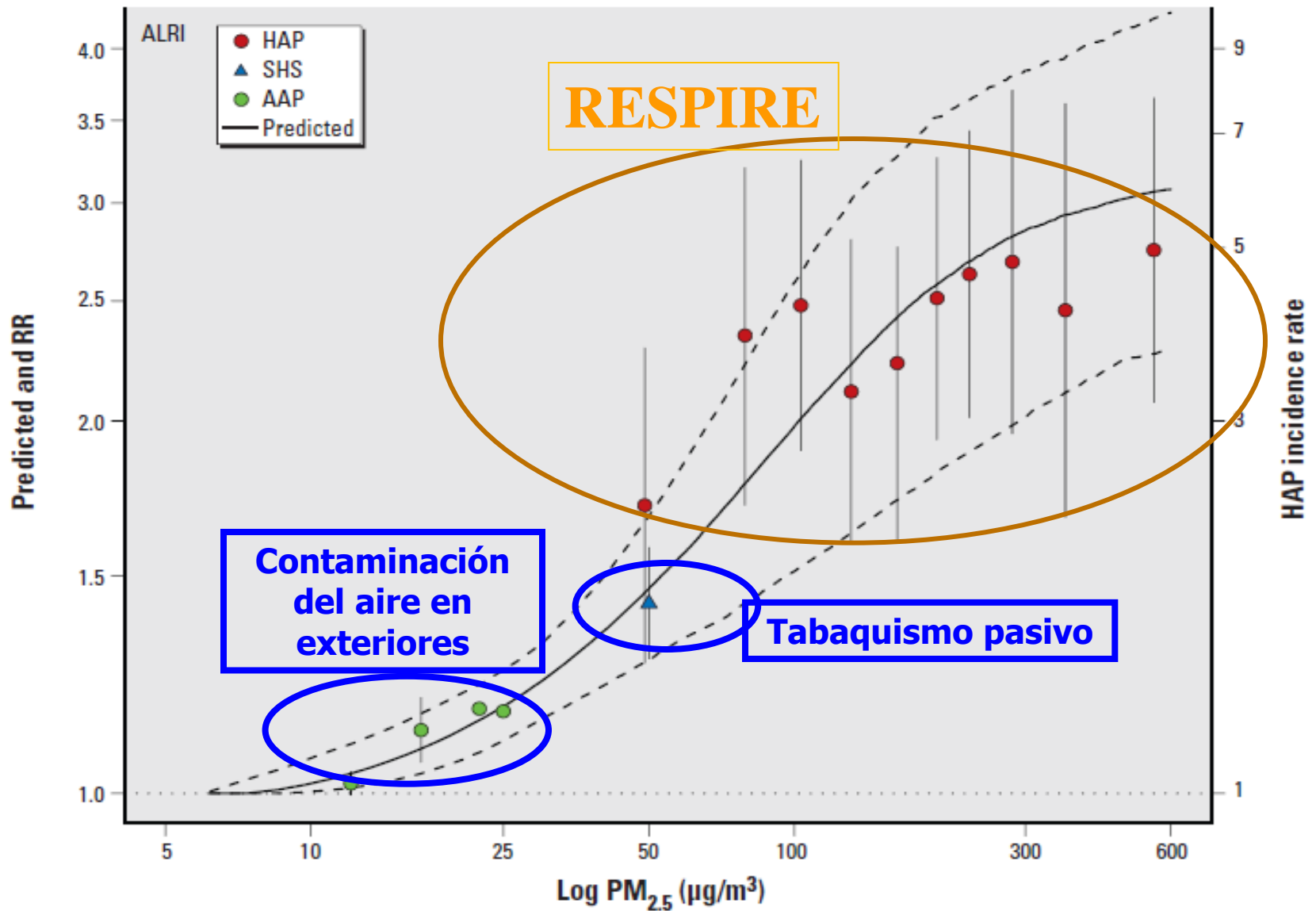
\* ITT: Análisis por intención de tratar [*Intention to Treat Analysis*]

\*\* Probable neumonía bacteriana

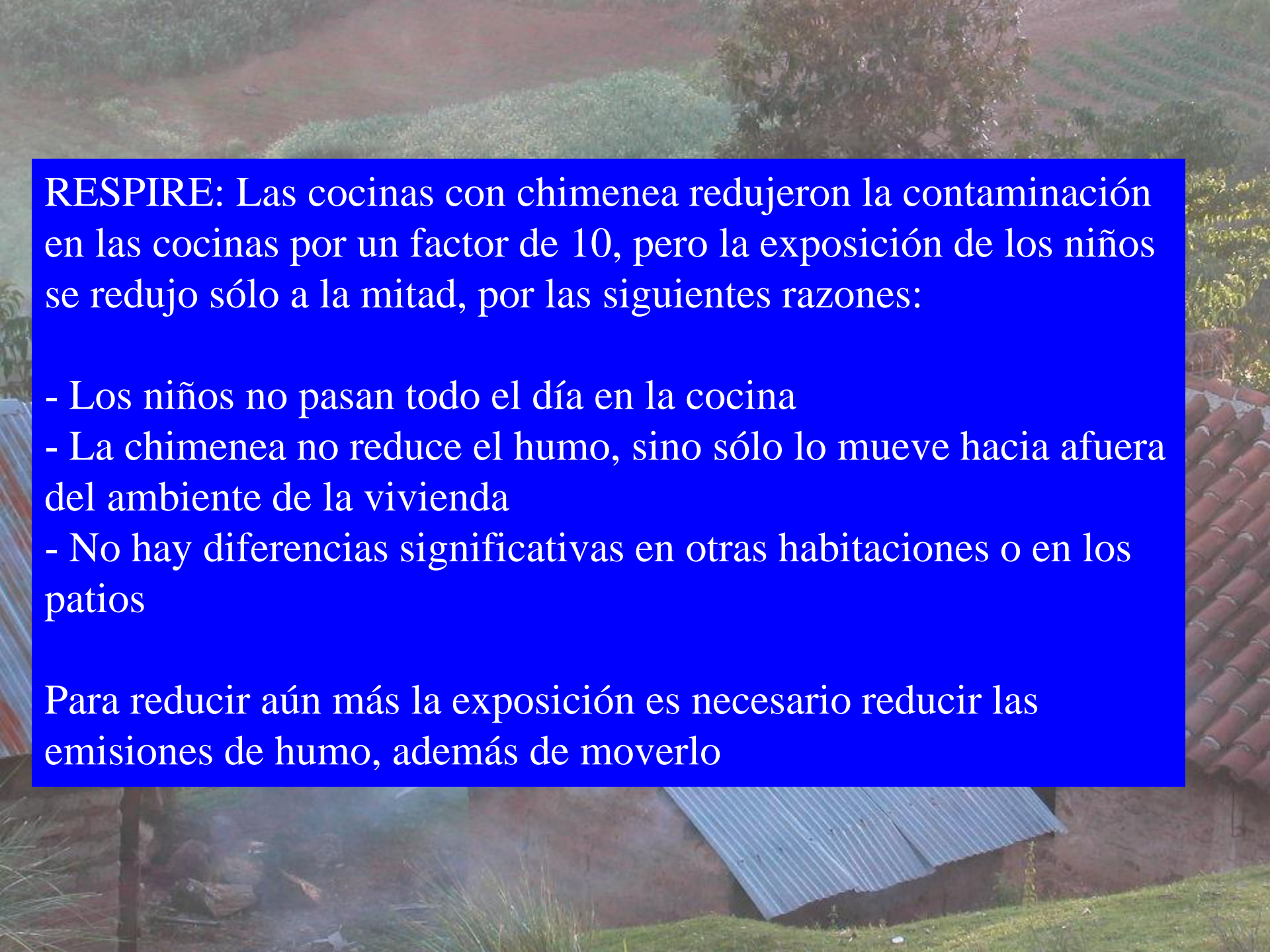
Monitor de CO

Monitor de CO





Burnett et al., EHP. 2014, Integrated Exposure-Response Functions



**RESPIRE:** Las cocinas con chimenea redujeron la contaminación en las cocinas por un factor de 10, pero la exposición de los niños se redujo sólo a la mitad, por las siguientes razones:

- Los niños no pasan todo el día en la cocina
- La chimenea no reduce el humo, sino sólo lo mueve hacia afuera del ambiente de la vivienda
- No hay diferencias significativas en otras habitaciones o en los patios

Para reducir aún más la exposición es necesario reducir las emisiones de humo, además de moverlo



# ¡Importante!

- Los beneficios en la salud por reducción en la CAH sólo se pueden lograr por una transición a tecnologías limpias: gas o electricidad
- No se pueden lograr sólo con una chimenea
- La combustión debe ser muy limpia
- ¿Se puede hacer esto con combustibles de biomasa?
- ¡Buena pregunta!

# Muchas gracias

- Las publicaciones y presentaciones están en el sitio web
- Lo más fácil es buscar “Kirk R. Smith” en google

