

Binational Symposium: Exploring Environmental and Health Aspects of Zika, Dengue, Chikungunya, and Rocky Mountain Spotted Fever



INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

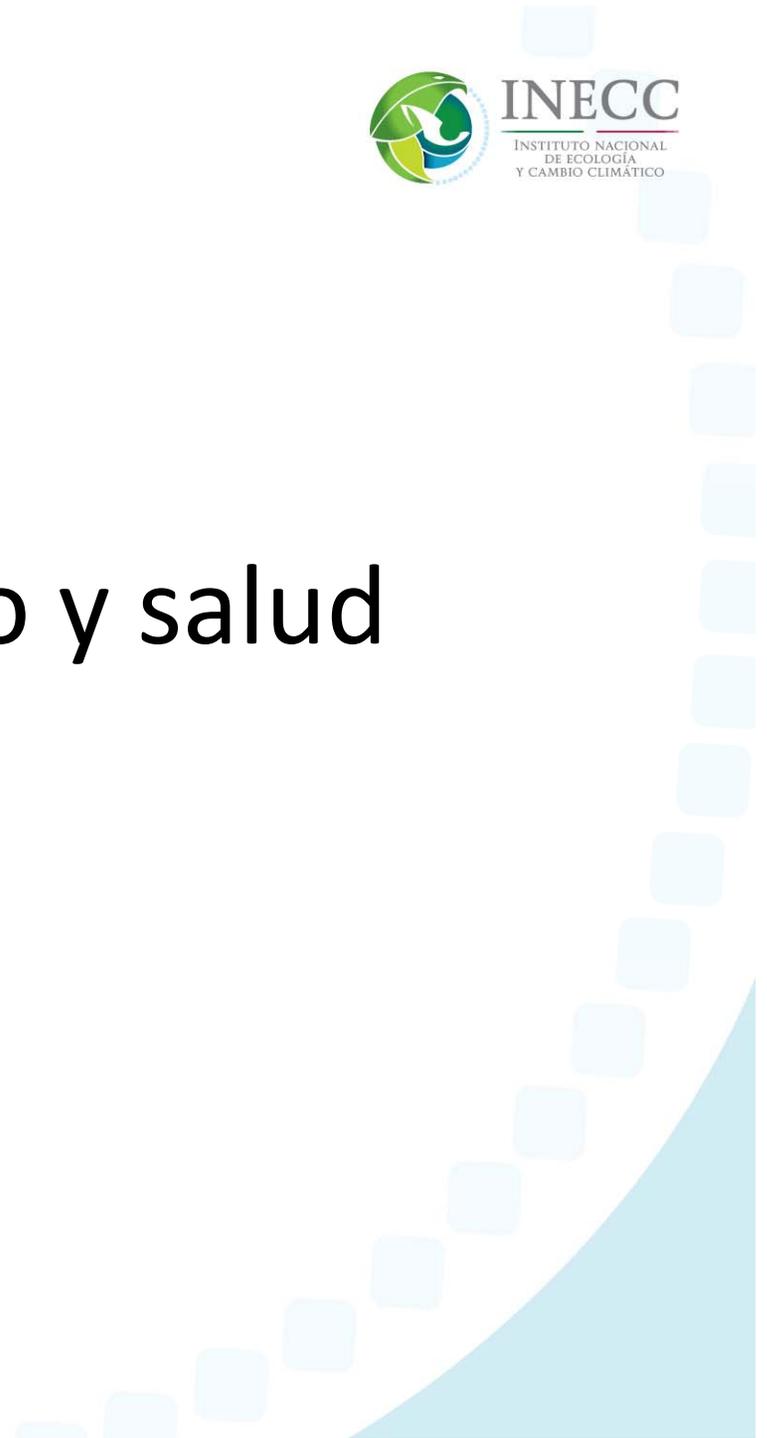
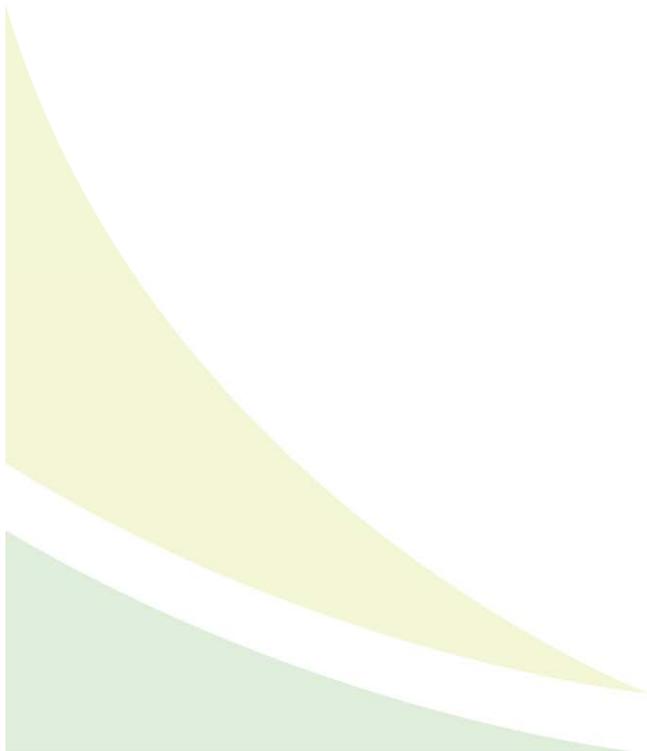
Influencia del cambio climático en el movimiento de vectores y su posible efecto en las comunidades de la region fronteriza

**Nogales, Son.
14 de octubre de 2016**

Contenido de la presentación

- Salud y cambio climático
- Cambio climático
- ¿Cómo afecta el cambio climático a la salud?
 - Efectos en la salud por causas no infecciosas
 - Efectos en la salud por causas infecciosas
 - Vectores y cambio climático
- Alternativas de estudio de vectores bajo cambio climático

Cambio climático y salud

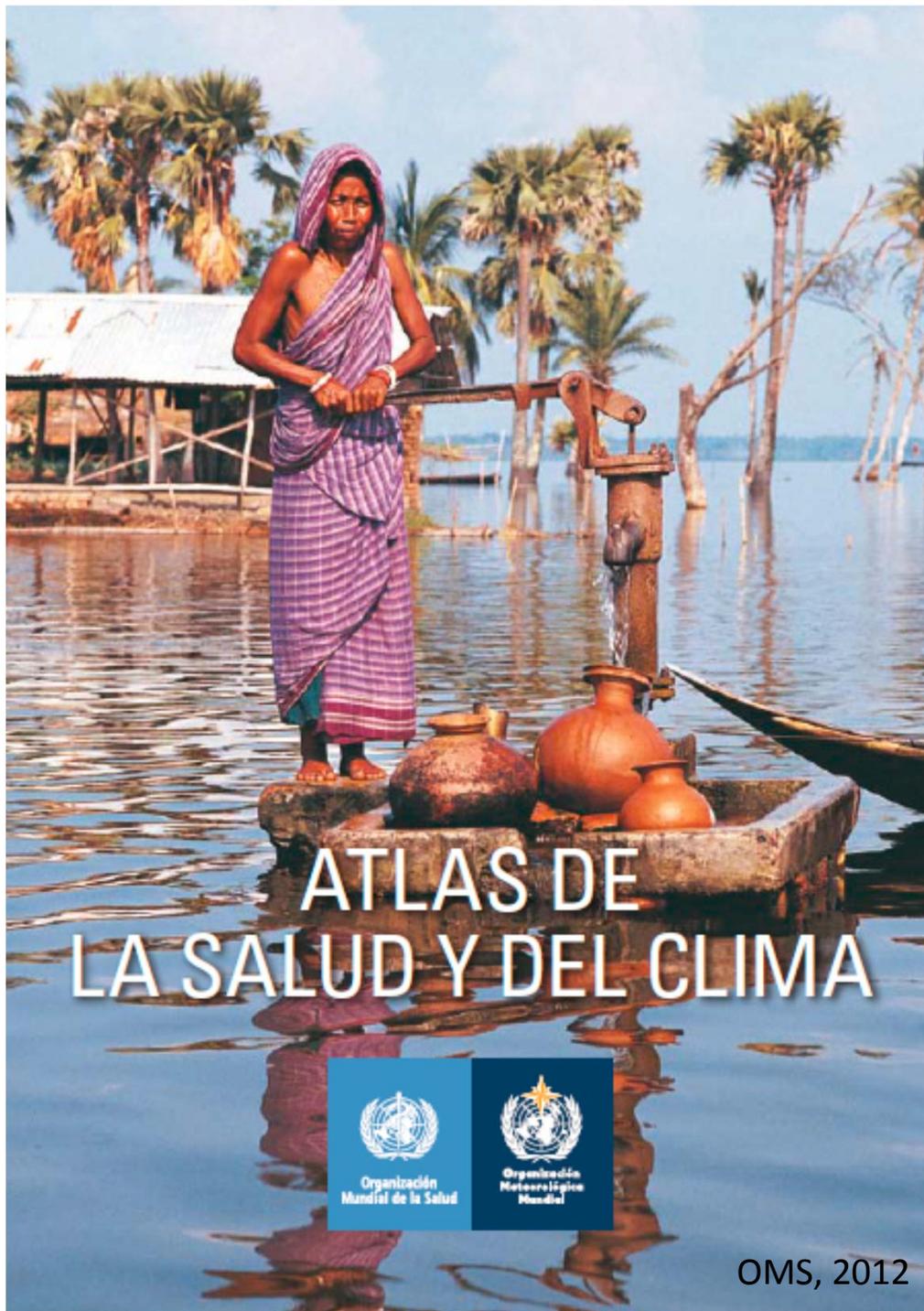


Efectos del cambio climático en la salud humana

- El cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud, a saber, un aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura.
- La OMS estima que las tendencias de calentamiento y precipitación durante los últimos 30 años han provocado alrededor de 150,000 muertes; y proyecta que para el periodo de 2030 a 2050 el cambio climático causará unas 250,000 defunciones adicionales cada año, debido a la malnutrición, la zoonosis, la diarrea y el estrés calórico.
- Se estima que el coste de los daños directos a la salud se sitúa entre 2000 y 4000 millones de dólares de aquí a 2030.

(Patz, 2005; OMS, 2016)

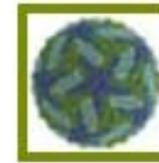




Infecciones



PALUDISMO



DENGUE



DIARREA



MENINGITIS

Emergencias



CRECIDAS Y CICLONES



SEQUÍA



DISPERSIÓN AÉREA DE MATERIALES PELIGROSOS

Nuevos retos ambientales



CONTAMINACIÓN DEL AIRE



POLEN

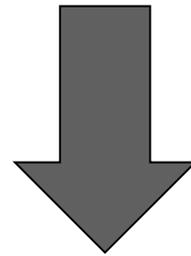


RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

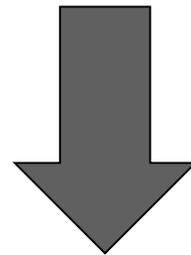


TENSIÓN TÉRMICA

Cambio climático



Clima

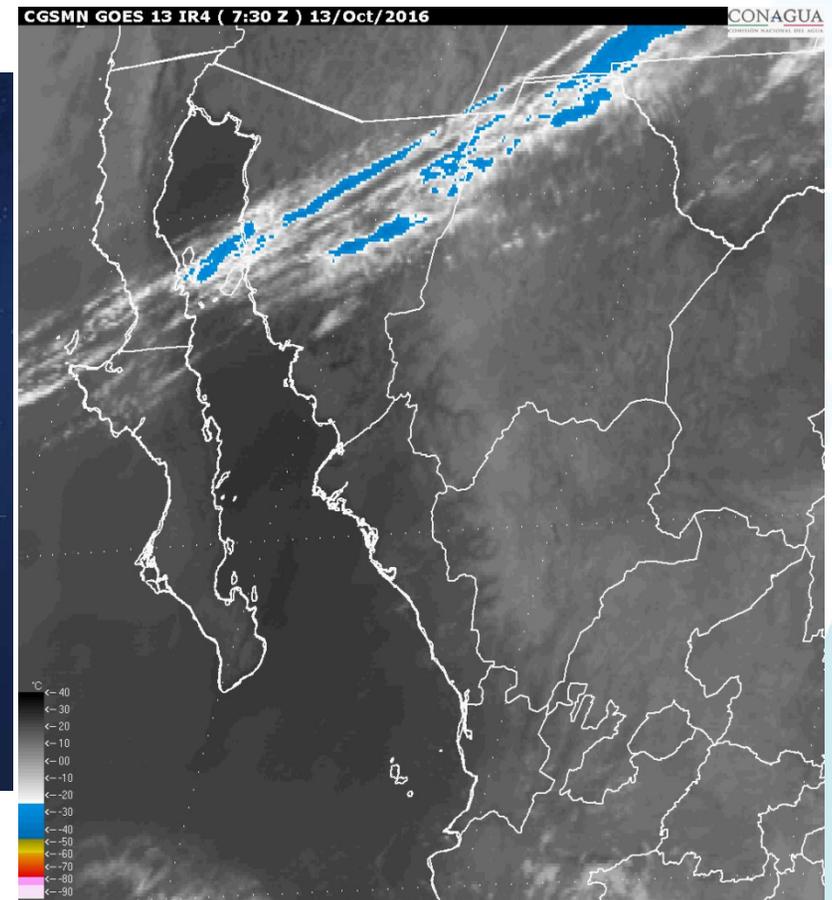


Tiempo



El tiempo meteorológico

La combinación de las condiciones atmosféricas en un lugar, en un momento dado.



Fuente: <http://prodigy.msn.com/es-mx/el-tiempo/hoy/Heroica-Nogales,SON,M%C3%A9xico/we-city-31.302,-110.951?iso=MX>

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional
<http://smn.cna.gob.mx/es/observando-el-tiempo/imagenes-de-satelite>

El clima

El clima, se define como el conjunto de los valores promedio de 30 años de las condiciones atmosféricas (temperatura, precipitación, presión y humedad) que caracterizan a una zona, varía entre regiones y a través del tiempo.

Organización Meteorológica Mundial

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: SONORA

PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 26062 NOGALES (DGE)

LATITUD: 31°19'07" N.

LONGITUD: 110°56'45" W.

ALTURA: 1,200.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	17.4	17.7	20.5	24.4	29.1	33.8	33.5	31.9	30.4	26.5	21.0	17.0	25.3
MAXIMA MENSUAL	33.4	22.1	26.8	30.1	36.2	40.4	36.8	34.4	34.3	28.8	25.4	22.0	
AÑO DE MAXIMA	1989	2001	2001	2001	2001	2001	2006	2007	2000	1995	2005	2002	
MAXIMA DIARIA	38.5	32.0	36.0	40.0	44.0	46.0	43.0	43.0	39.0	39.0	33.0	29.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	08/1989	04/2001	25/2001	17/2001	26/2001	08/2001	07/2003	23/2002	01/1981	08/2009	01/1964	02/2002	
AÑOS CON DATOS	31	31	28	26	28	28	29	31	30	32	33	31	

Normales: Medias calculadas tomando un periodo uniforme y relativamente largo que comprende por lo menos tres periodos consecutivos de diez años (WMO, 2007).

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: SONORA

PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00026062 NOGALES (DGE)

LATITUD: 31°19'07" N.

LONGITUD: 110°56'45" W.

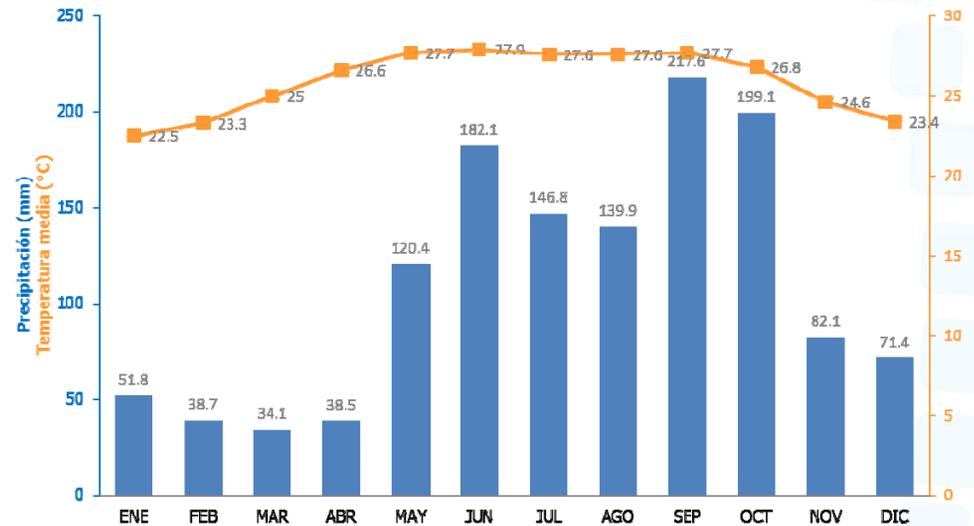
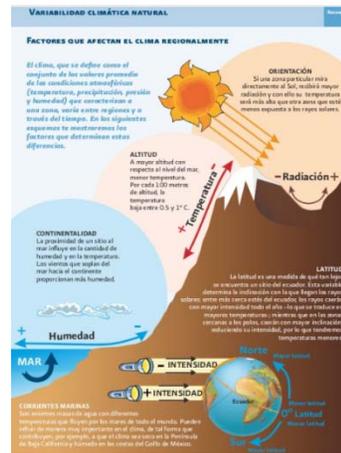
ALTURA: 1,200.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	17.4	17.7	20.5	24.4	29.1	33.8	33.5	31.9	30.4	26.5	21.0	17.0	25.3
MAXIMA MENSUAL	33.4	22.1	26.8	30.1	36.2	40.4	36.8	34.4	34.3	28.8	25.4	22.0	
AÑO DE MAXIMA	1989	2001	2001	2001	2001	2001	2006	2007	2000	1995	2005	2002	
MAXIMA DIARIA	38.5	32.0	36.0	40.0	44.0	46.0	43.0	43.0	39.0	39.0	33.0	29.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	08/1989	04/2001	25/2001	17/2001	26/2001	08/2001	07/2003	23/2002	01/1981	08/2009	01/1964	02/2002	
AÑOS CON DATOS	31	31	28	26	28	28	29	31	30	32	33	31	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	9.7	10.2	12.7	16.2	20.6	25.3	26.4	25.1	23.2	18.8	13.4	9.6	17.6
AÑOS CON DATOS	30	31	28	26	28	28	29	31	30	32	33	31	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	1.8	2.7	4.9	8.0	12.1	16.8	19.3	18.4	16.0	11.1	5.7	2.3	9.9
MINIMA MENSUAL	-4.4	-2.8	-2.7	1.4	3.6	6.1	17.6	17.0	12.8	7.8	0.9	-1.1	
AÑO DE MINIMA	1964	1964	2001	2001	2001	2001	2008	1990	1965	1982	2000	1963	
MINIMA DIARIA	-10.0	-9.0	-9.0	-4.0	-2.0	0.0	11.0	8.0	6.0	-3.0	-4.0	-10.0	
FECHA MINIMA DIARIA	14/1964	09/2001	06/2004	06/2001	05/1969	01/2001	05/2004	22/2006	30/1986	29/2009	29/1983	26/1987	
AÑOS CON DATOS	30	31	28	26	28	28	29	31	30	32	33	31	
PRECIPITACION													
NORMAL	22.7	27.9	18.2	8.1	4.9	9.4	119.1	119.0	53.6	35.3	21.5	28.8	468.5
MAXIMA MENSUAL	81.5	83.0	114.5	48.3	19.8	87.5	331.9	463.5	186.2	231.0	85.5	121.6	
AÑO DE MAXIMA	1993	1998	1992	1988	1997	2000	1965	2002	1983	2000	1994	1965	
MAXIMA DIARIA	59.0	40.0	43.0	26.0	16.5	30.0	87.5	152.0	60.7	117.5	70.0	69.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	21/2010	12/1991	28/1992	01/1999	28/2005	17/2000	22/1965	28/2002	12/1966	05/1989	11/1994	05/1994	
AÑOS CON DATOS	31	31	28	27	29	30	29	31	31	32	33	31	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	100.0	115.8	170.3	229.5	284.5	294.4	228.1	179.7	169.1	164.6	118.0	86.7	2,140.7
AÑOS CON DATOS	22	21	21	17	18	18	19	22	23	23	24	20	
NUMERO DE DIAS CON													
LLUVIA	3.4	3.6	2.5	1.6	1.1	1.4	10.6	9.9	5.2	2.5	2.4	3.9	48.1
AÑOS CON DATOS	31	31	28	27	29	30	29	31	31	32	33	31	
NIEBLA													
NORMAL	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	1.3
AÑOS CON DATOS	23	22	21	18	21	21	21	21	23	24	26	24	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
AÑOS CON DATOS	23	22	21	19	21	21	21	21	23	24	25	24	
TORMENTA E.													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3	0.5	0.1	0.0	0.2	3.0
AÑOS CON DATOS	25	25	22	21	23	23	23	25	26	26	27	25	

Variabilidad climática

Variabilidad climática
Desviación de las estadísticas del clima de un determinado período (mes, estación, año) respecto a las estadísticas a largo plazo de dicho período (OMM, 2012).

Procesos Naturales
(Variabilidad interna)
p.e. variación histórica



Procesos Antropogénicos
(Variabilidad externa)
p.e. islas de calor





FACTORES QUE AFECTAN EL CLIMA REGIONALMENTE

El clima, que se define como el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas (temperatura, precipitación, presión y humedad) que caracterizan a una zona, varía entre regiones y a través del tiempo. En los siguientes esquemas te mostraremos los factores que determinan estas diferencias.



ORIENTACIÓN
Si una zona particular mira directamente al Sol, recibirá mayor radiación y con ello su temperatura será más alta que otra zona que esté menos expuesta a los rayos solares.

ALTITUD
A mayor altitud con respecto al nivel del mar, menor temperatura. Por cada 100 metros de altitud, la temperatura baja entre 0.5 y 1° C.



CONTINENTALIDAD
La proximidad de un sitio al mar influye en la cantidad de humedad y en la temperatura. Los vientos que soplan del mar hacia el continente proporcionan más humedad.



+ Humedad



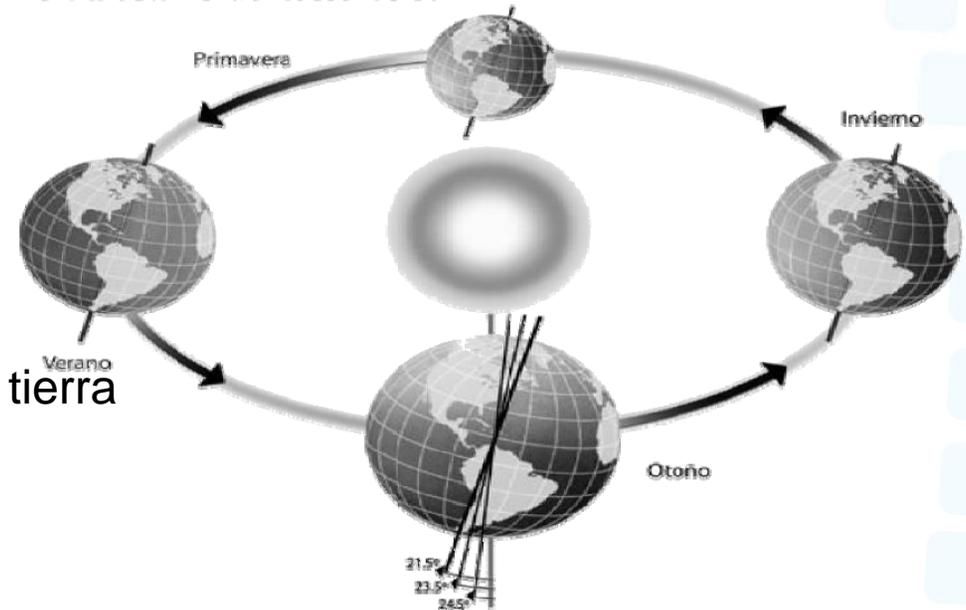
MAR

CORRIENTES MARINAS
Son enormes masas de agua con diferentes temperaturas que fluyen por los mares de todo el mundo. Pueden influir de manera muy importante en el clima, de tal forma que contribuyen, por ejemplo, a que el clima sea seco en la Península de Baja California y húmedo en las costas del Golfo de México.

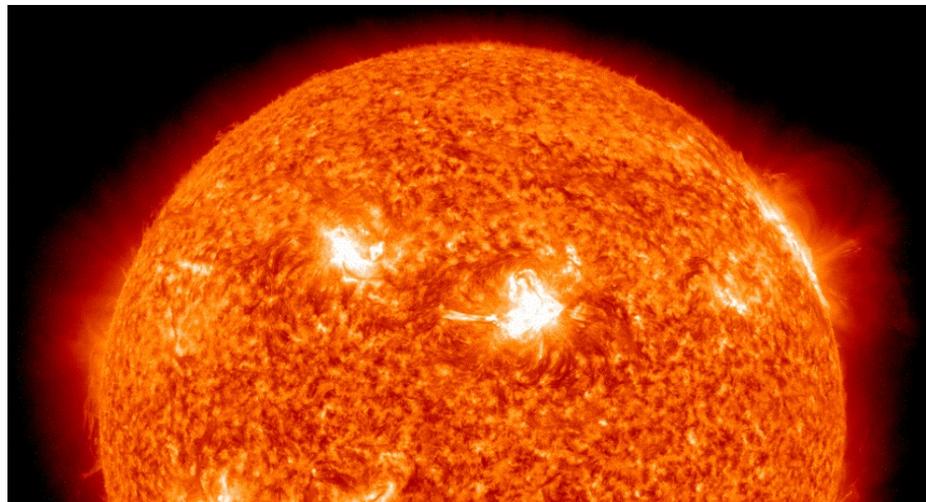


(SEMARNAT, 2009)

Factores que afectan el clima



- Órbita de la tierra alrededor del sol
- Precesión del eje de inclinación de la tierra
- Actividad solar
- Las alteraciones prolongadas de estos factores pueden alterar las condiciones climáticas de todo el planeta



Cambio climático

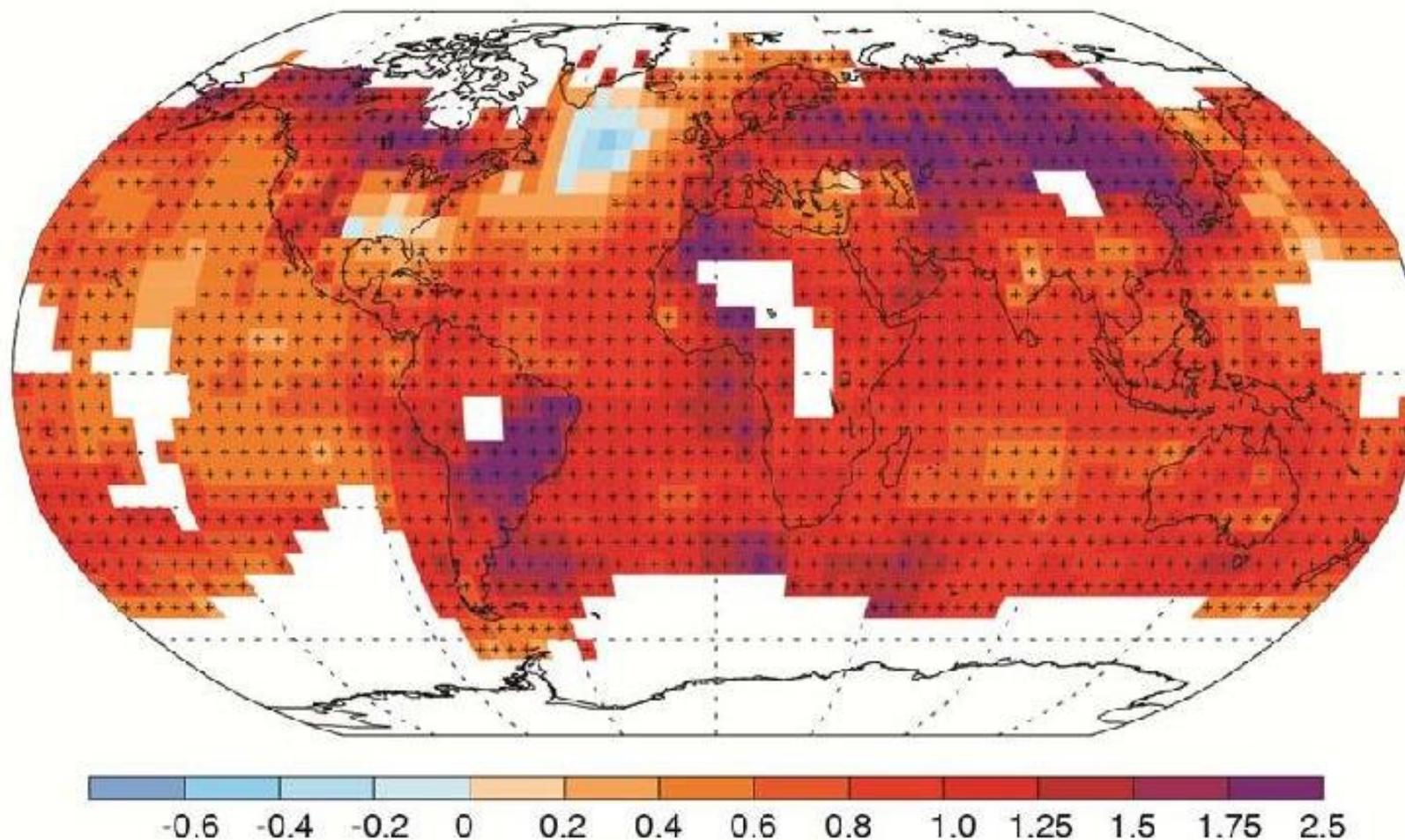
Cualquier cambio climático producido durante el transcurso del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana.

Calentamiento global

La evidencia más contundente de que el cambio climático está ocurriendo es el incremento en la temperatura

Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)

Cambio climático observado



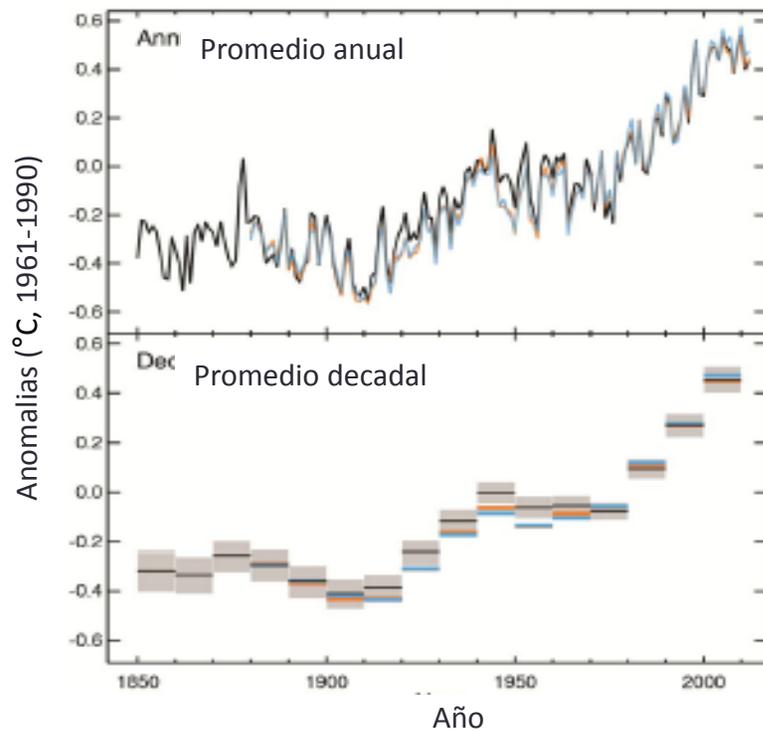
Cambios observados en la temperatura promedio anual de la superficie del planeta 1901-2012

Fuente: IPCC, 2013

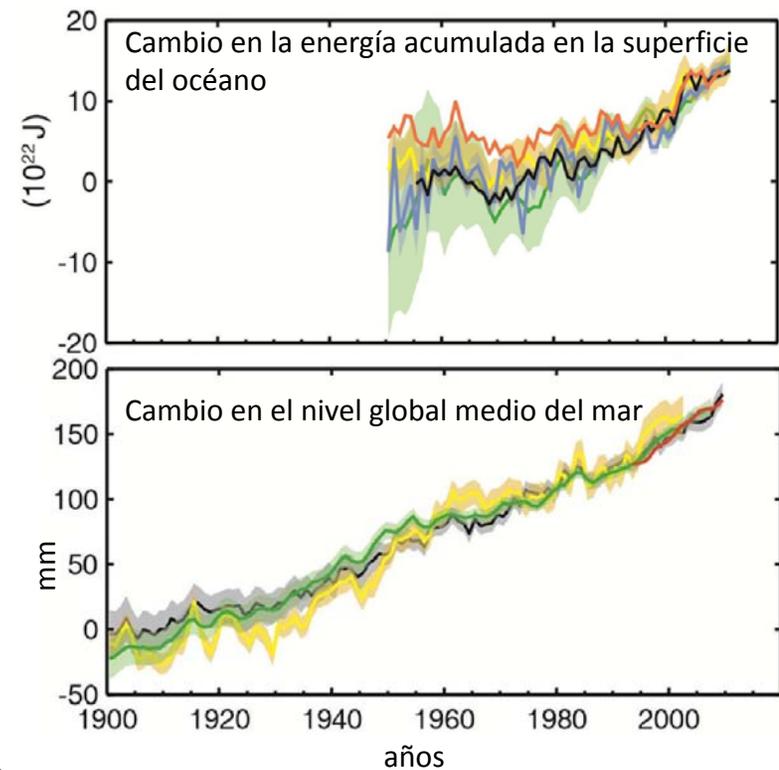
Cambio climático observado

- La temperatura global ha aumentado $0.85\text{ }^{\circ}\text{C}$, considerando el periodo de 1901 a 2011
- La superficie del mar se ha calentado $0.11\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década entre 1971 y 2010.
- La tasa de aumento del nivel del mar desde el siglo XIX, ha sido mayor que la tasa de los 2,000 años previos. De 1901 a 2010, el aumento del nivel del mar global fue de 0.19 m .

Cambios observados combinados en la temperatura promedio de la superficie terrestre y oceánica 1850-2012

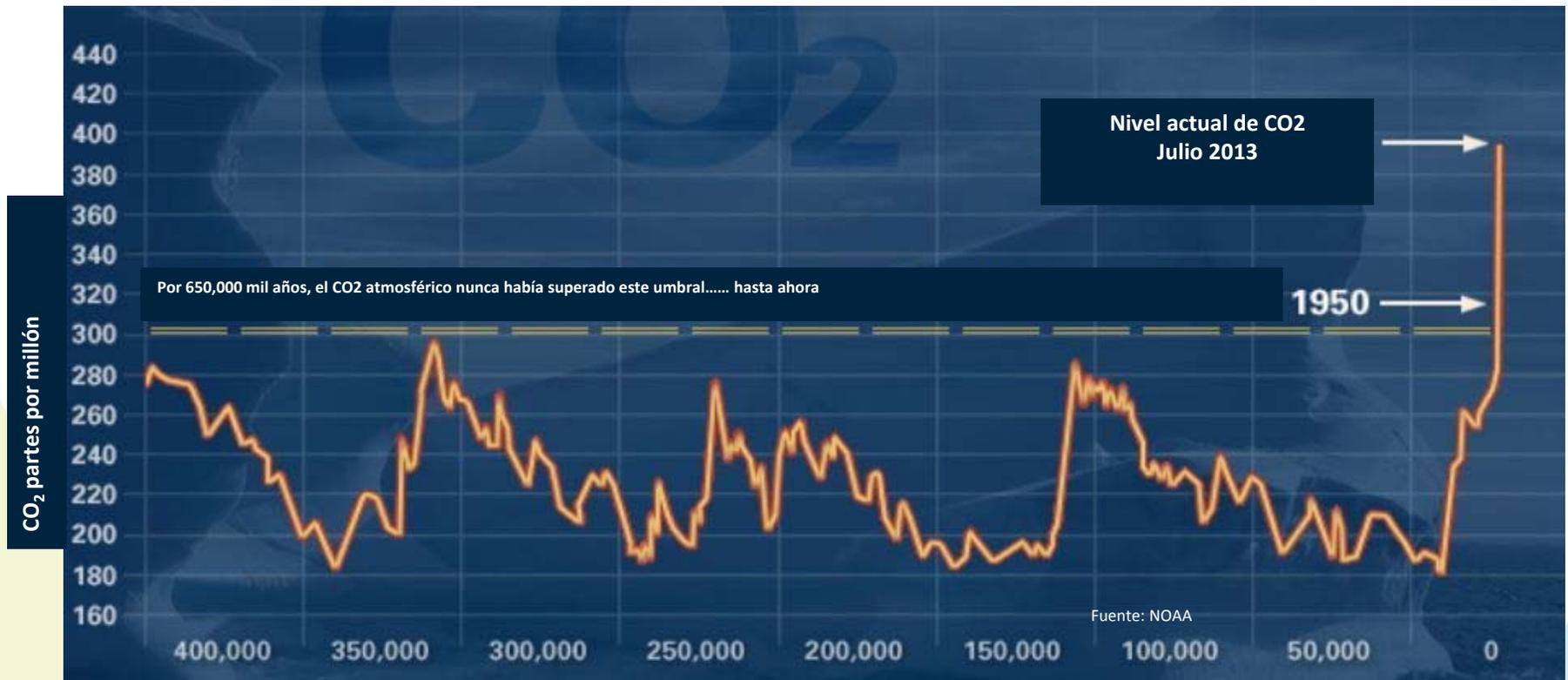


Fuente: IPCC, 2013



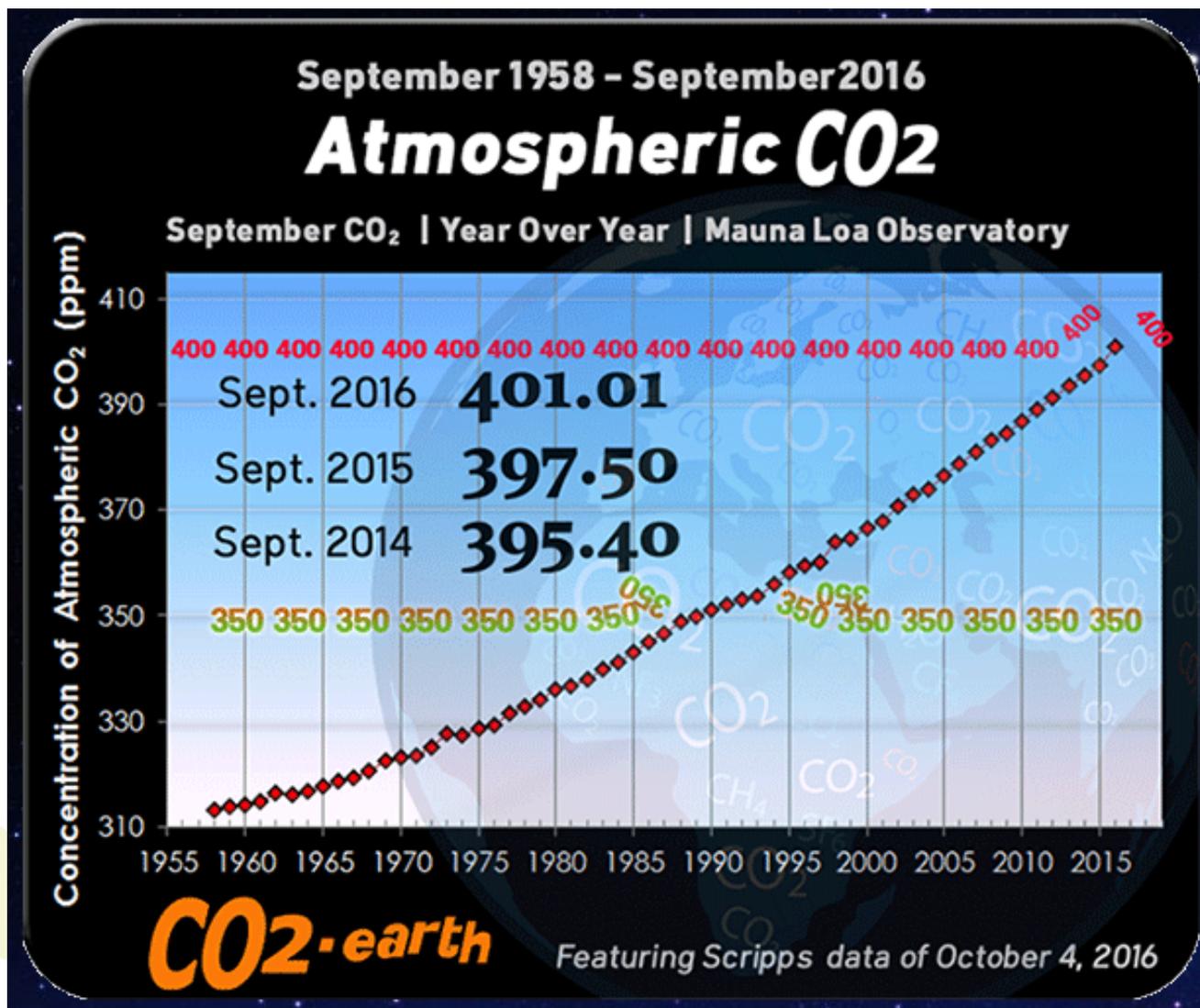
Cambio climático

Alteración de la composición atmosférica mundial.
Umbrales históricos de concentraciones de CO₂



CO₂, para el 2011, aumentó 40% desde 1750
CH₄ y N₂O 150% y 20%, respectivamente

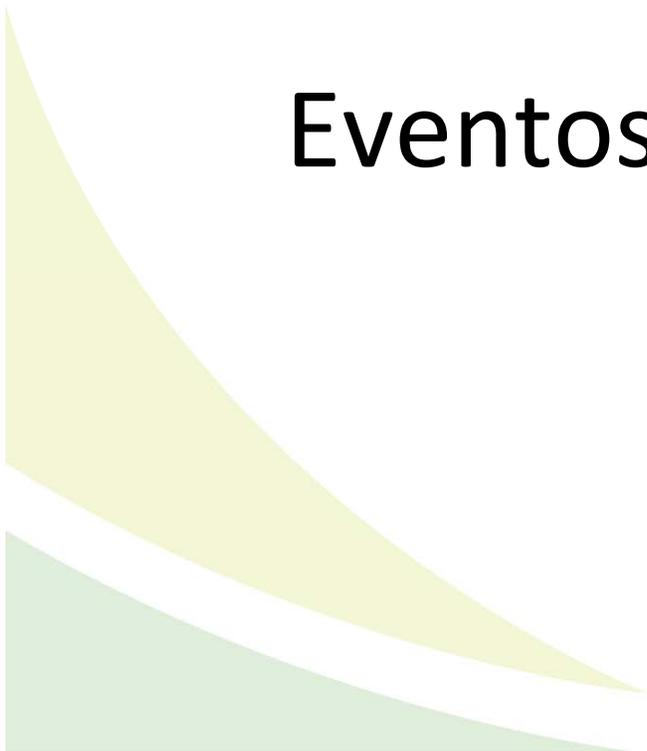
Datos más actuales...



<https://www.co2.earth/>

Efectos en la salud por causas no infecciosas

Eventos climáticos extremos



Olas de calor

Los eventos relacionados con temperaturas extremas (frío o calor) provocan morbilidad y mortalidad relativamente alta.

- Verano de 2003 en Europa, el más caliente en los últimos 500 años: entre 22,000 y 45,000 muertes relacionadas con el calor.
- A escala local, las islas de calor al interior de las ciudades provocan temperaturas de entre 5 y 11°C más altas que en los alrededores rurales



Marejadas



Se proyecta que para el periodo 2080-2100, el número de personas en riesgo por inundaciones puede incrementarse de los actuales 75 millones a más de 200 millones, considerando un escenario de cambio intermedio que prevee un incremento de 40 cm en el nivel del mar.

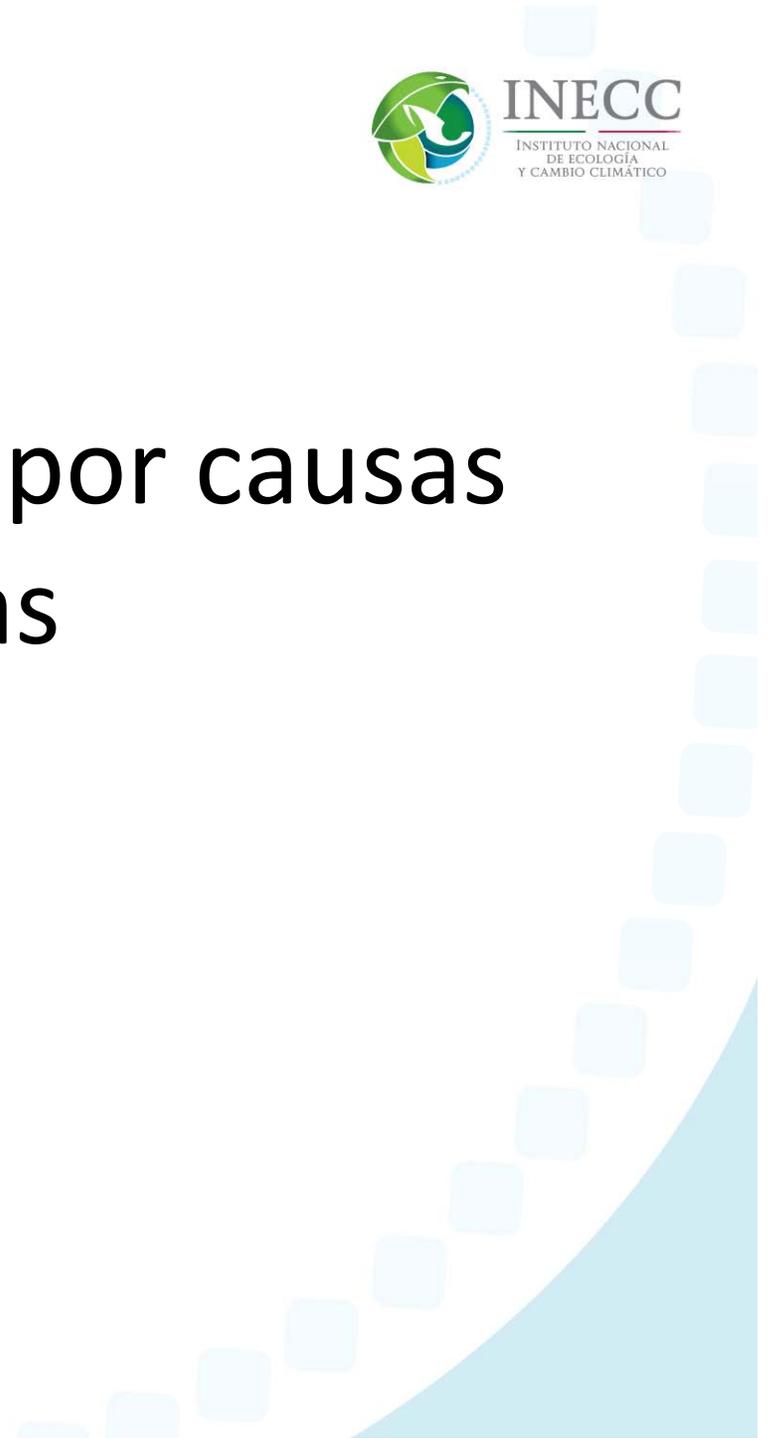
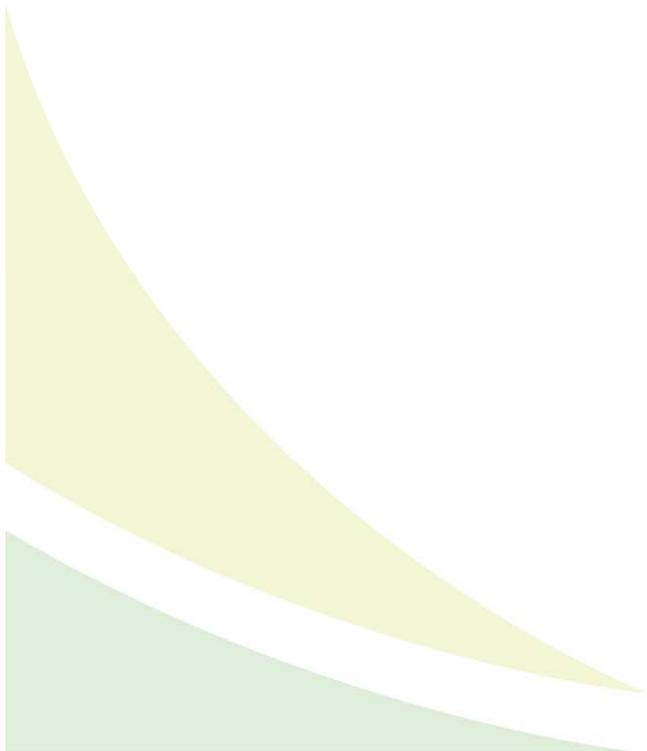
Pérdida de cosechas



La pérdida de cosechas por causas climáticas es otro gran problema de salud.

- Según la OMS, existen aproximadamente 800 millones de personas en el mundo que sufren desnutrición.
- Las sequías y otros eventos extremos impactan directamente los cultivos e influyen en el aprovisionamiento de alimentos al alterar la ecología de los patógenos de plantas.

Efectos en la salud por causas infecciosas



Aedes aegypti



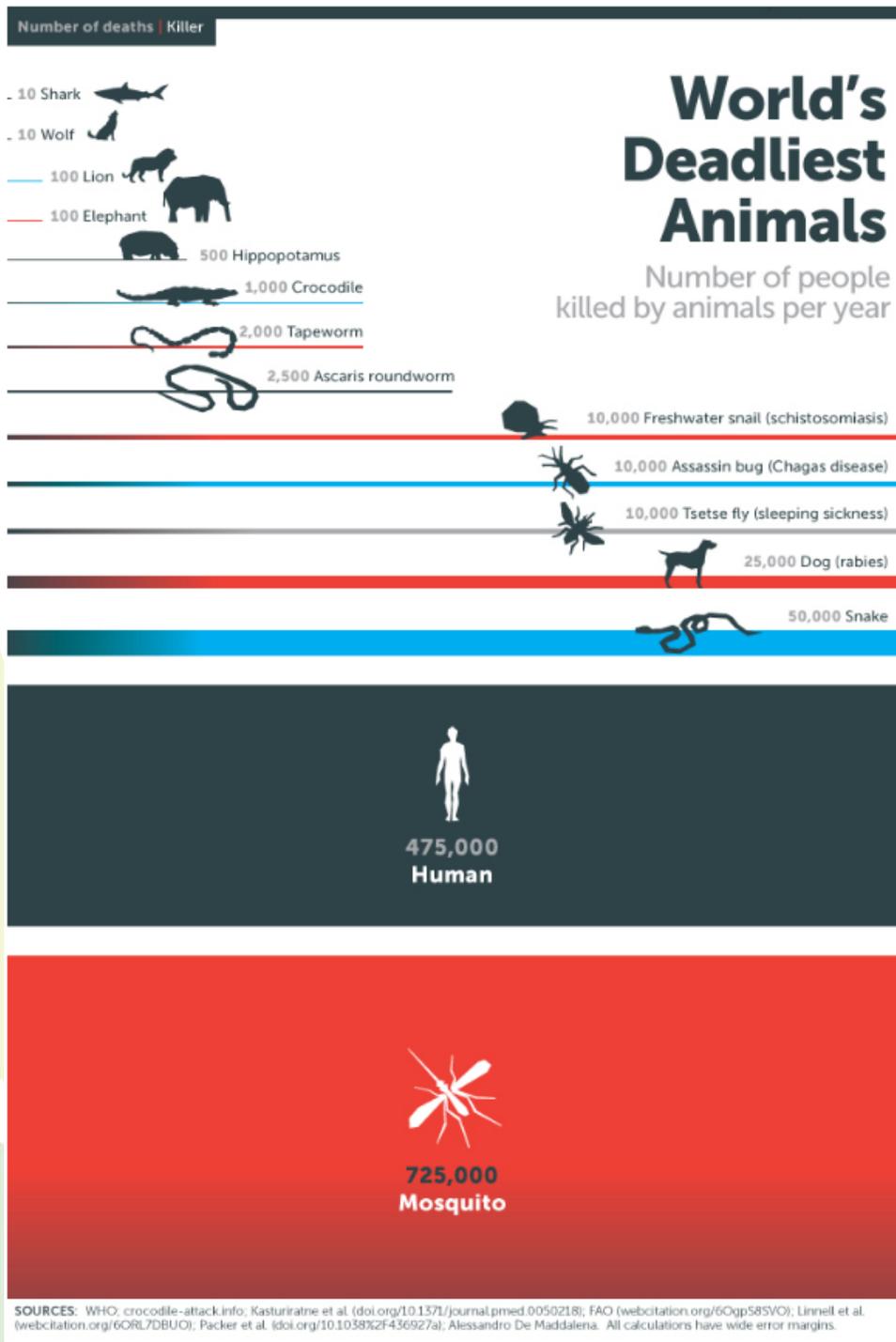
Aedes albopictus



- Las variaciones climáticas y los eventos extremos tienen impactos profundos en las enfermedades infecciosas.
- Los agentes infecciosos (protozoo, bacteria y virus) y sus vectores asociados (mosquitos, garrapatas y ácaros), están desprovistos de mecanismos termostáticos y las tasas de reproducción y supervivencia son fuertemente influenciados por fluctuaciones en la temperatura.
- Las dependencias en la temperatura se pueden observar como correlaciones entre la tasa de infecciones y las variaciones climáticas.

Dermacentor variabilis





Los mosquitos del género *Aedes* son los animales más letales del mundo. Su habilidad para portar y diseminar enfermedades causa millones de muertes cada año.

- 2015 en Latinoamérica:
 - 643,577 casos confirmados de dengue
 - 137,341 casos de zika
 - 991,134 casos reportados de chikungunya

Distribución actual

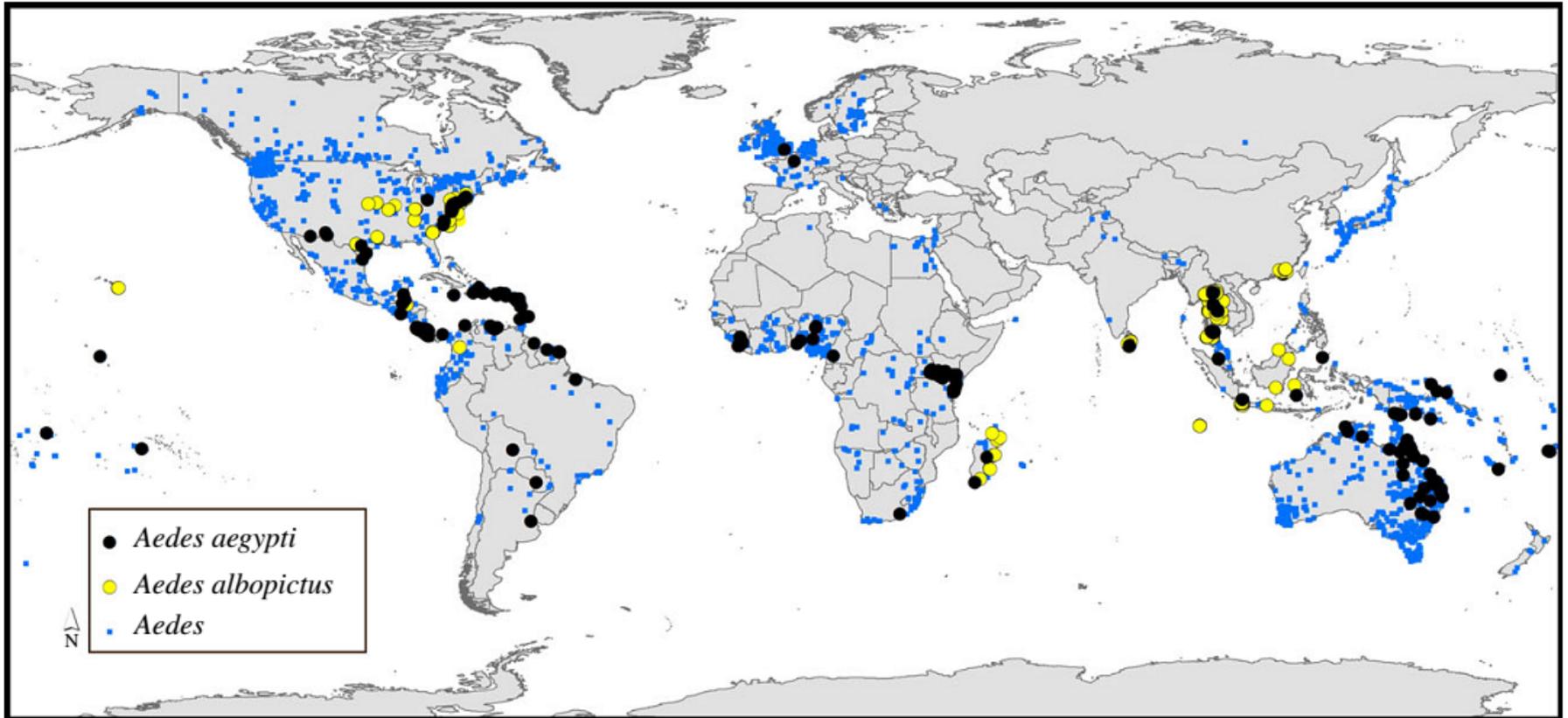


Figure 1. Summary of primary occurrence data available globally for *Aedes* mosquitoes in general (blue), and *Ae. aegypti* (black) and *Ae. albopictus* (yellow) in particular. (Online version in colour.)

VectorMap (<http://www.vectormap.org/>)

Atlas of Living Australia (<http://www.ala.org.au/>)

speciesLink (<http://www.splink.org.br/>)

GBIF (<http://www.gbif.org/>)

Campbell, *et.al.*, 2015

Research



Cite this article: Campbell LP, Luther C, Moo-Llanes D, Ramsey JM, Danis-Lozano R, Peterson AT. 2015 Climate change influences on global distributions of dengue and

Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors

Lindsay P. Campbell¹, Caylor Luther¹, David Moo-Llanes², Janine M. Ramsey², Rogelio Danis-Lozano² and A. Townsend Peterson¹

¹Biodiversity Institute and Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Kansas, Lawrence, KS 66045 USA

²Centro Regional de Investigación en Salud Pública—INSP, 19 Poniente y 4ta Norte, 30700 Tapachula, Chiapas, México

AIP, 0000-0003-0243-2379



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

nature

Vol 438 | 17 November 2005 | doi:10.1038/nature04188

REVIEWS

Impact of regional climate change on human health

Jonathan A. Patz^{1,2}, Diarmid Campbell-Lendrum³, Tracey Holloway¹ & Jonathan A. Foley¹



INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Susceptibilidad potencial a la presencia de la enfermedad de dengue en Cuencas Hidrográficas de México

Daniel I. González - INECC

José Machorro - INECC

Helena Cotler - INECC

2014

Modelos de distribución de especies

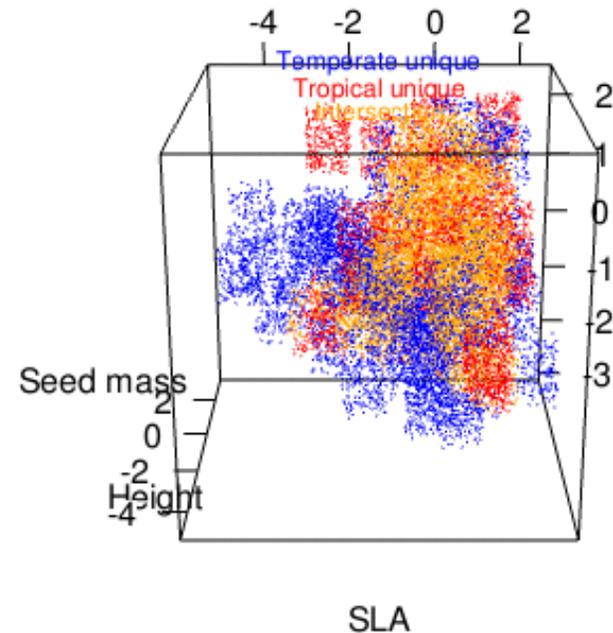
El uso generalizado del SIG y técnicas estadísticas aplicadas han permitido el desarrollo de herramientas para el análisis de los patrones espaciales de presencia y ausencia de especies.

Los modelos de distribución de especies son la representación cartográfica de...

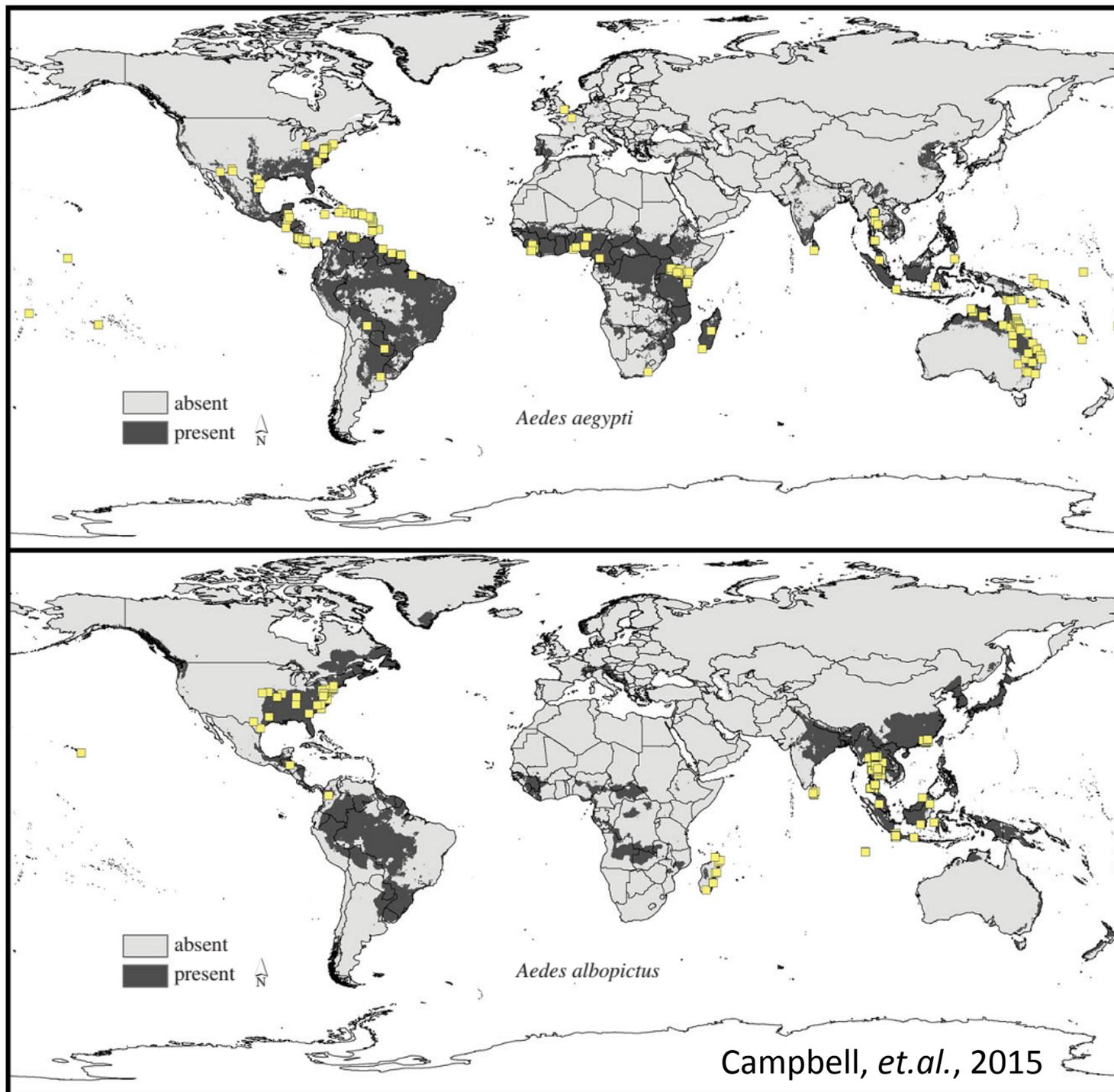
- el nicho, o
- el hábitat, o
- la idoneidad

...de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha representación.

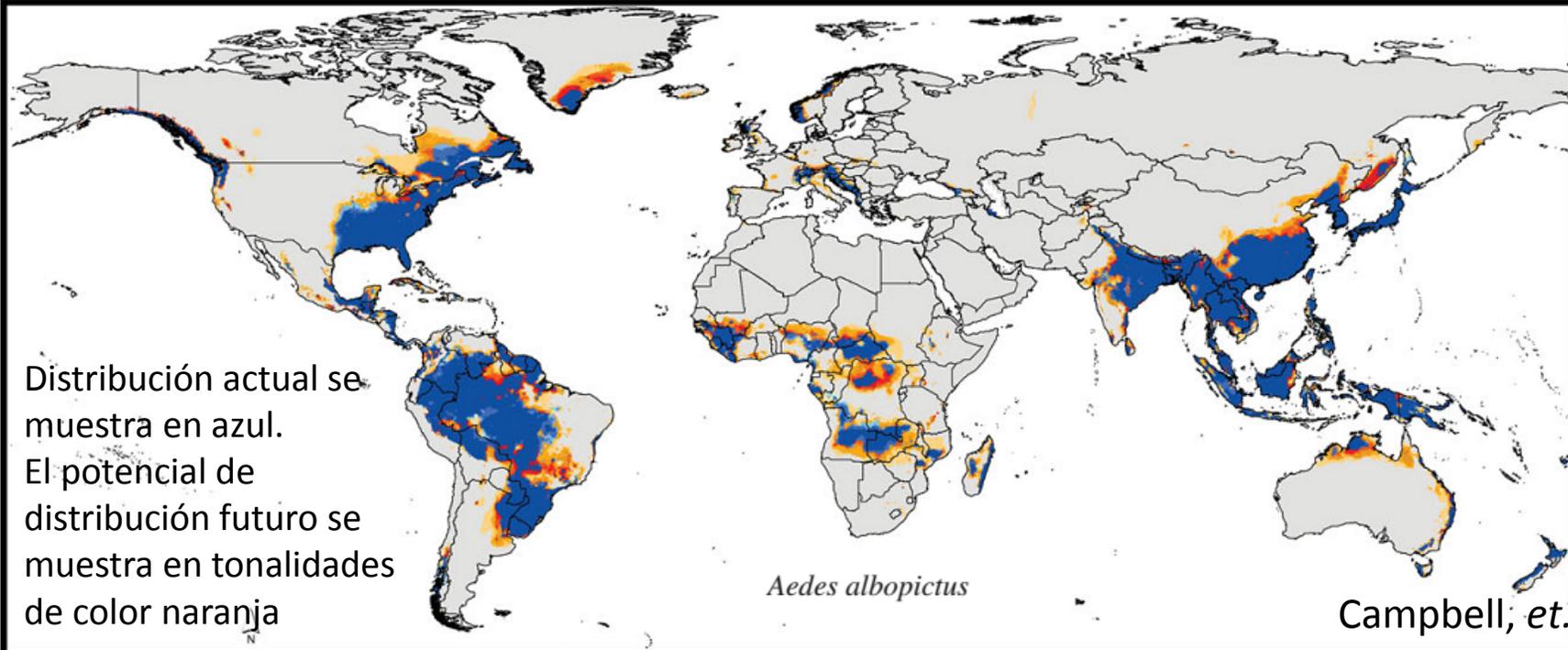
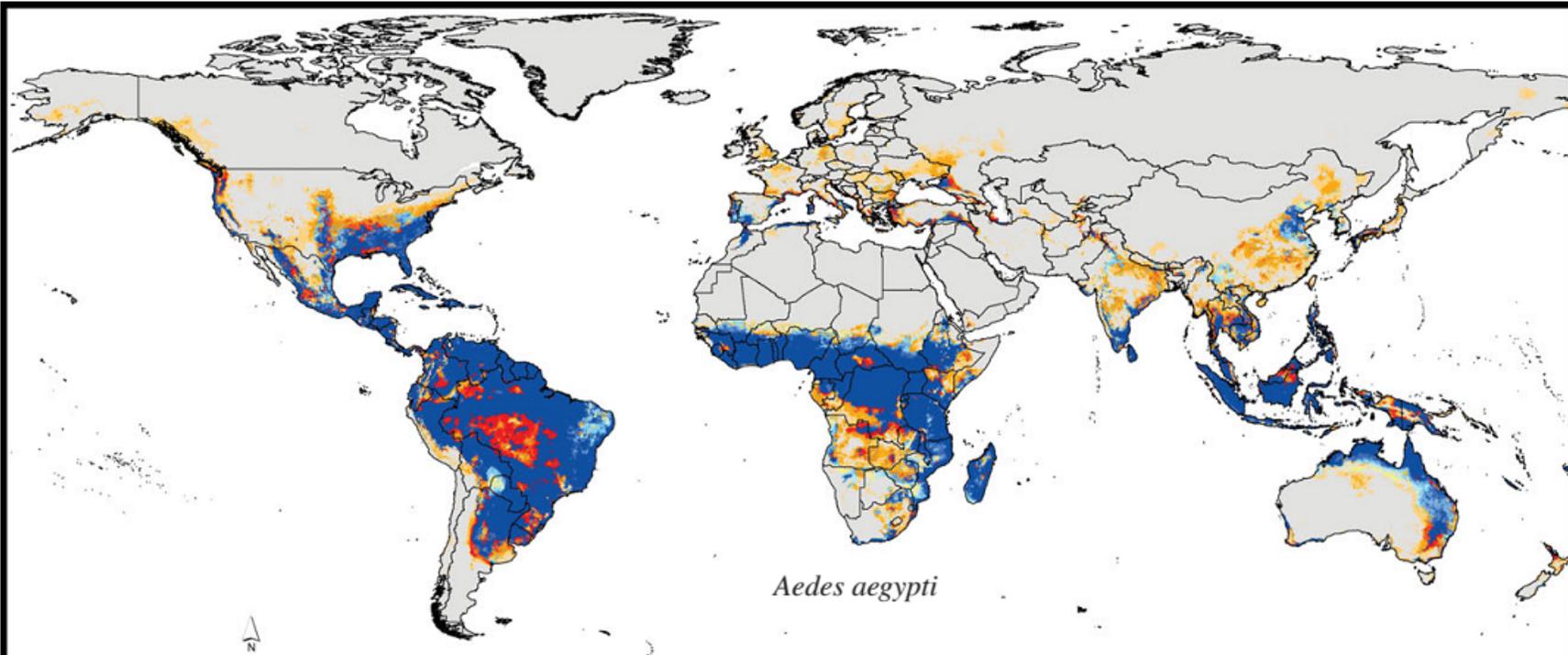
La variable dependiente es dicotómica (presencia/ausencia) y las independientes pueden ser continuas (e.g., temperatura o elevación) o nominales (e.g., litología o uso del suelo).



Distribución potencial

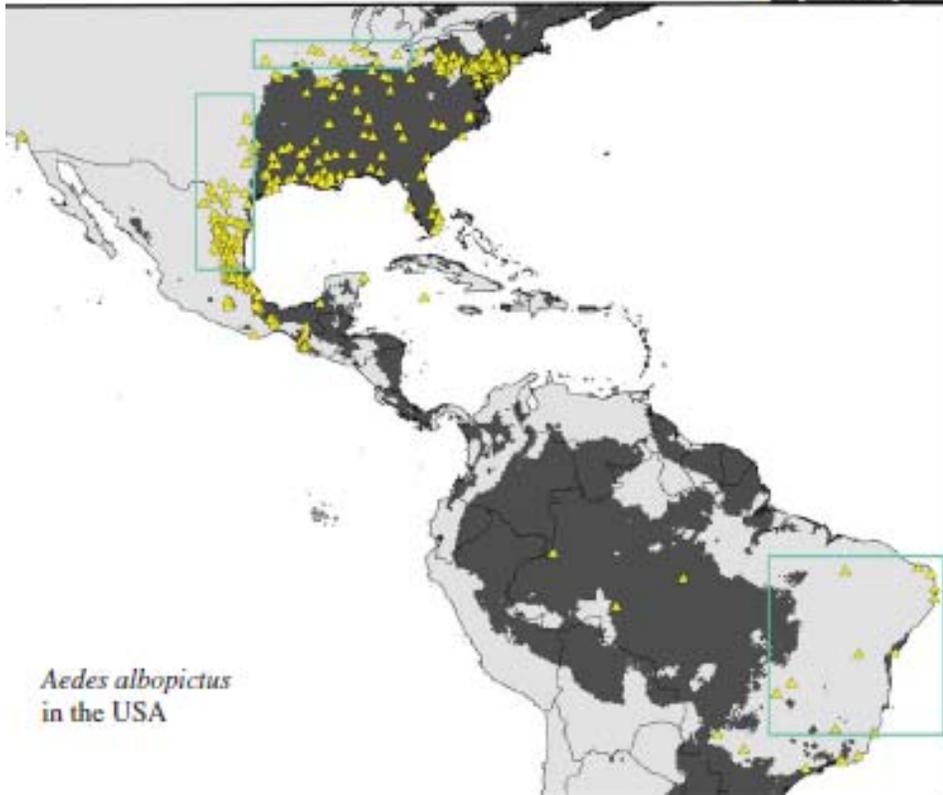
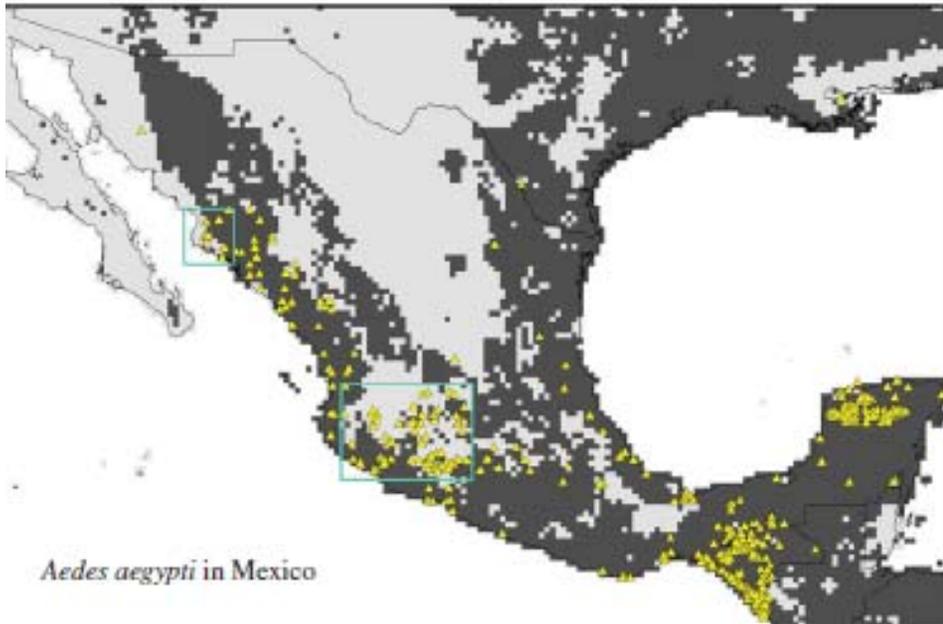


Distribución proyectada con
cambio climático



Distribución actual se muestra en azul.
El potencial de distribución futuro se muestra en tonalidades de color naranja

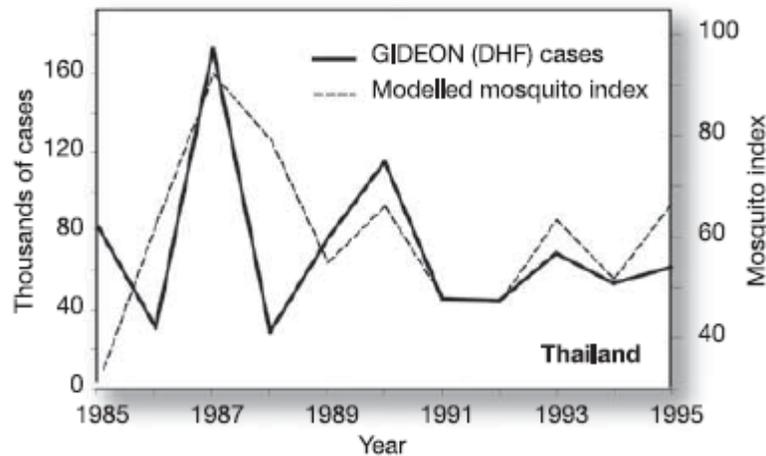
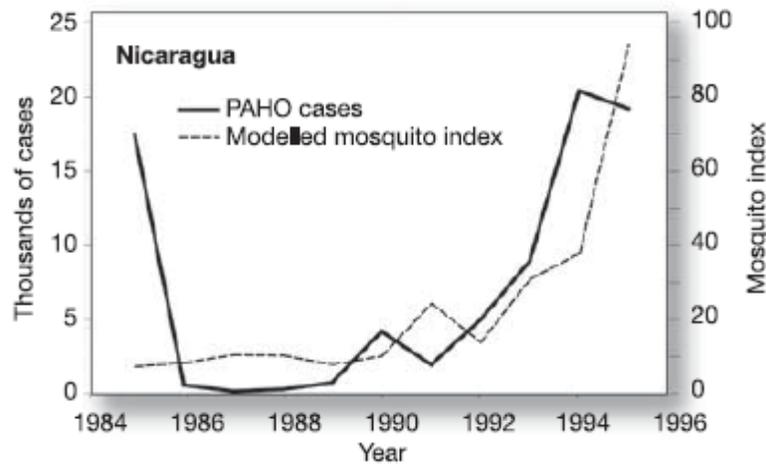
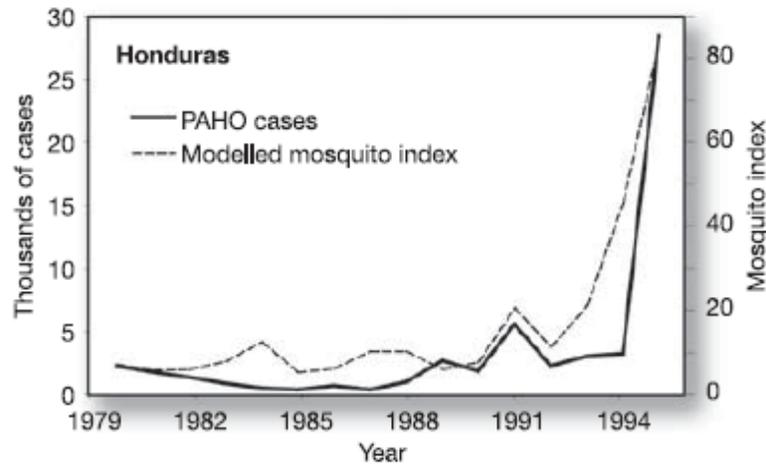
Campbell, *et.al.*, 2015



Comparación entre datos reales de ocurrencia de las especies (triángulos amarillos) y las predicciones de distribución potencial actual.

Las cajas verdes delimitan áreas en las que el modelo falló la predicción de presencia de las especies.

Correlación entre variables climáticas y densidad simulada de *Aedes aegypti*



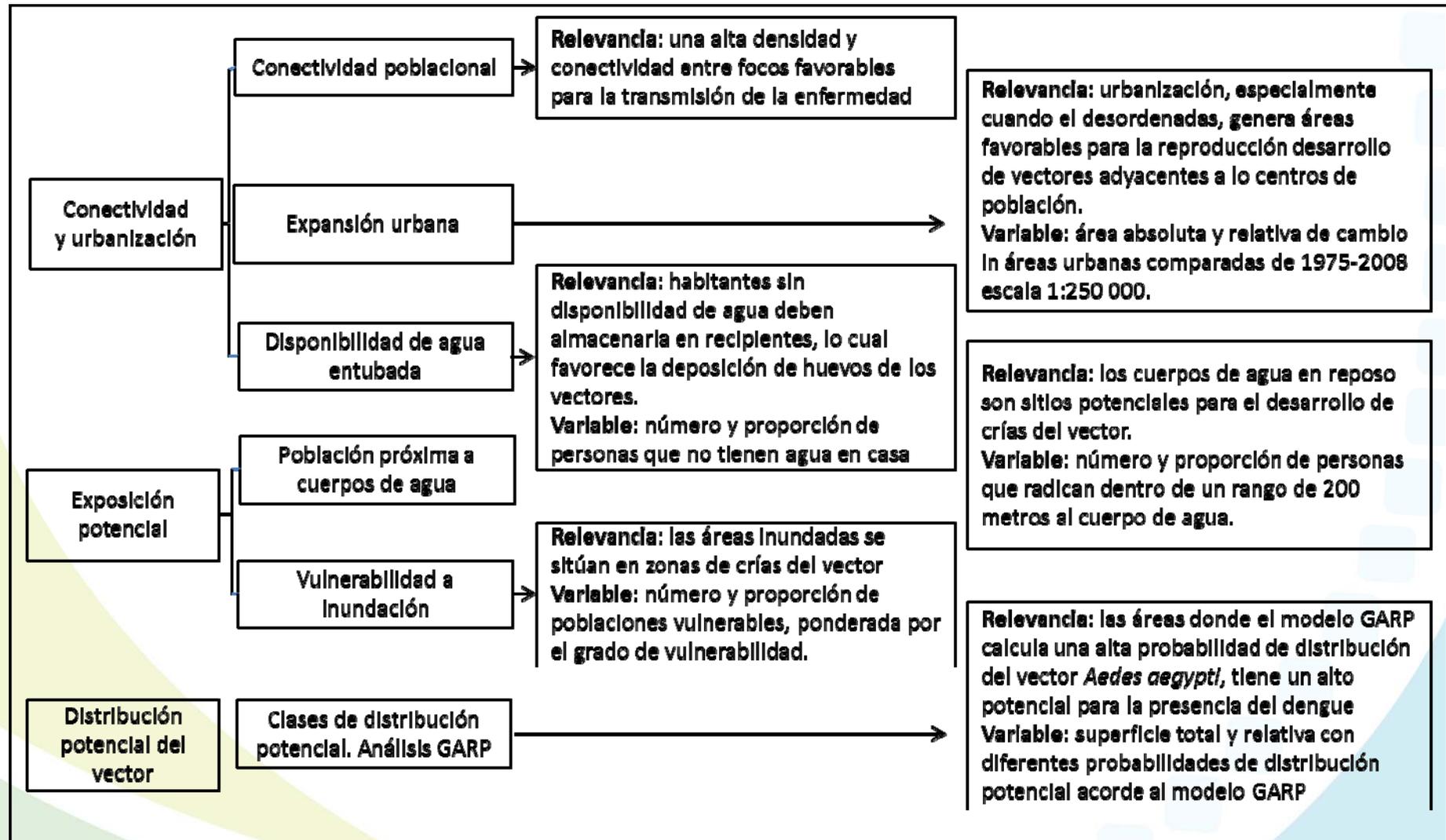
Se desarrolló un modelo computacional donde la fisiología y el desarrollo del mosquito, son afectados por la variación inter-mensual e inter-anual de algunos parámetros ambientales (temperatura, humedad, radiación solar y precipitación), reflejándose esto en fluctuaciones simuladas de la densidad de *Aedes*.

Se encontró que existe una correlación significativa entre el modelo y la cantidad de reportes de infecciones de dengue y dengue hemorrágico en varios países.

Esto fue significativo para países pequeños como Honduras, Nicaragua y Tailandia, no así para países grandes como Brasil, China, India y México.

DIRECCIÓN DE MANEJO DE CUENCAS Y ADAPTACIÓN

Esquema general de las variables utilizadas en la evaluación



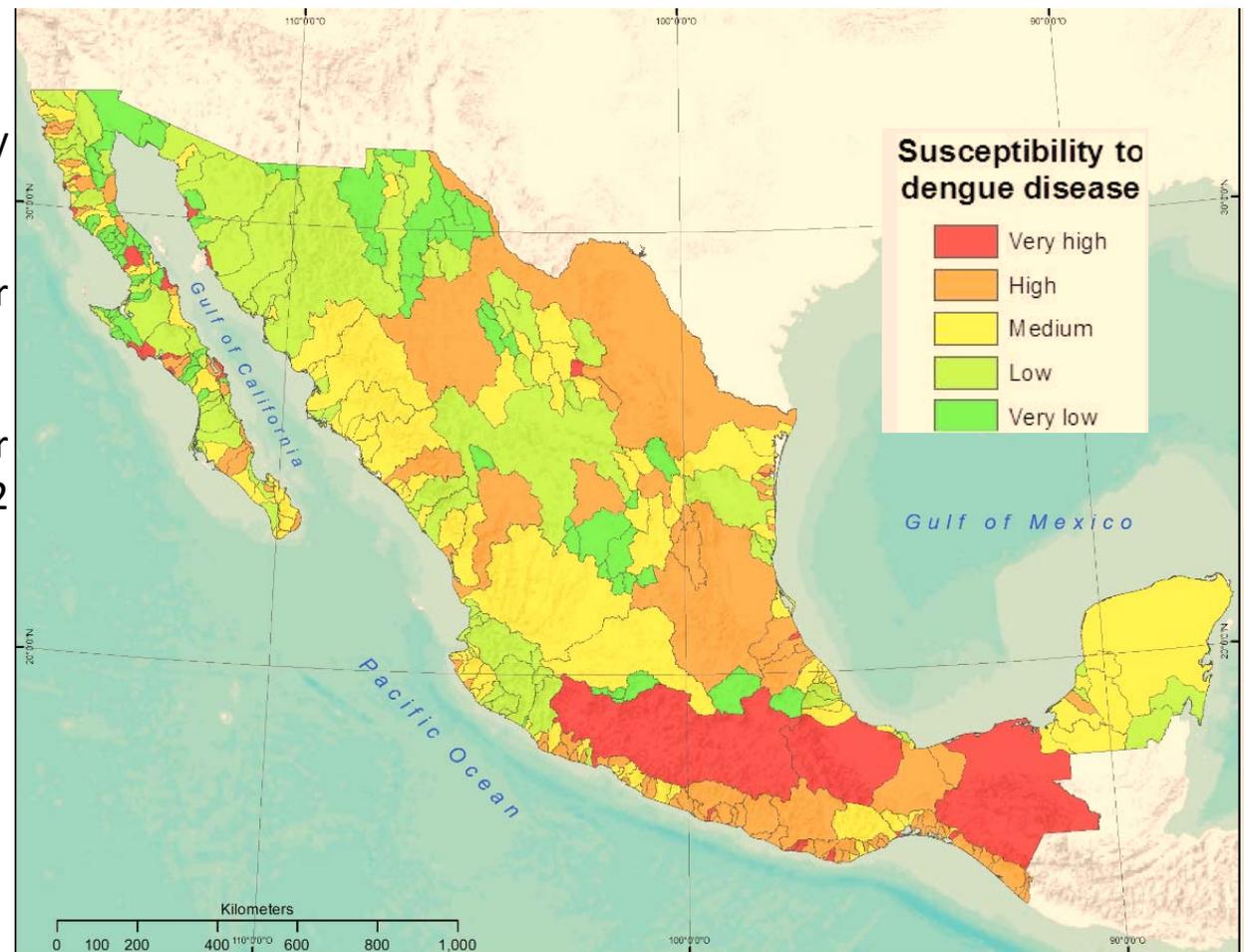
DIRECCIÓN DE MANEJO DE CUENCAS Y ADAPTACIÓN

Evaluación de la presencia potencial de la enfermedad del dengue en las cuencas hidrográficas de México

- Se identificaron cuencas hidrográficas que por sus atributos poblacionales y territoriales son más susceptibles a la presencia de la enfermedad del dengue

Criterios principales de evaluación

- 1) Conectividad territorial y urbanización
- 2) Exposición potencial al vector (*Aedes aegypti* Linnaeus, 1762)
- 3) Distribución potencial del vector incluyendo escenarios de CC (12 variables bioclimáticas)



¡GRACIAS!

BIOL. ERWIN ARMANDO MARTÍ FLORES
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LAS ESPECIES
Y SU HÁBITAT
COORDINACIÓN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
INECC
erwin.marti@inecc.gob.mx