

CAMBIO CLIMÁTICO E INFLUENCIA EN EL DESPLAZAMIENTO DE VECTORES



INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Simposio Binacional: Exploración de los Aspectos Ambientales y de Salud del Zika, Dengue y el Chikungunya.

- Tiempo meteorológico y clima
- Variabilidad climática y Cambio climático
- Cambio climático y salud humana
- Cambio climático y distribución de vectores
 - Ejemplos:
 - Modelado de nicho de vectores con escenario de cambio climático
 - Evaluación de la presencia potencial de la enfermedad del dengue en las cuencas hidrográficas de México

Sabiduría popular

“Llegas como agüita de mayo”

“Al mal tiempo ..buena cara”

“Después de la tempestad.. llega la calma”

“A mala lluvia ..buen paraguas”

“Cuando el sol se pone cubierto...o lluvia o viento”

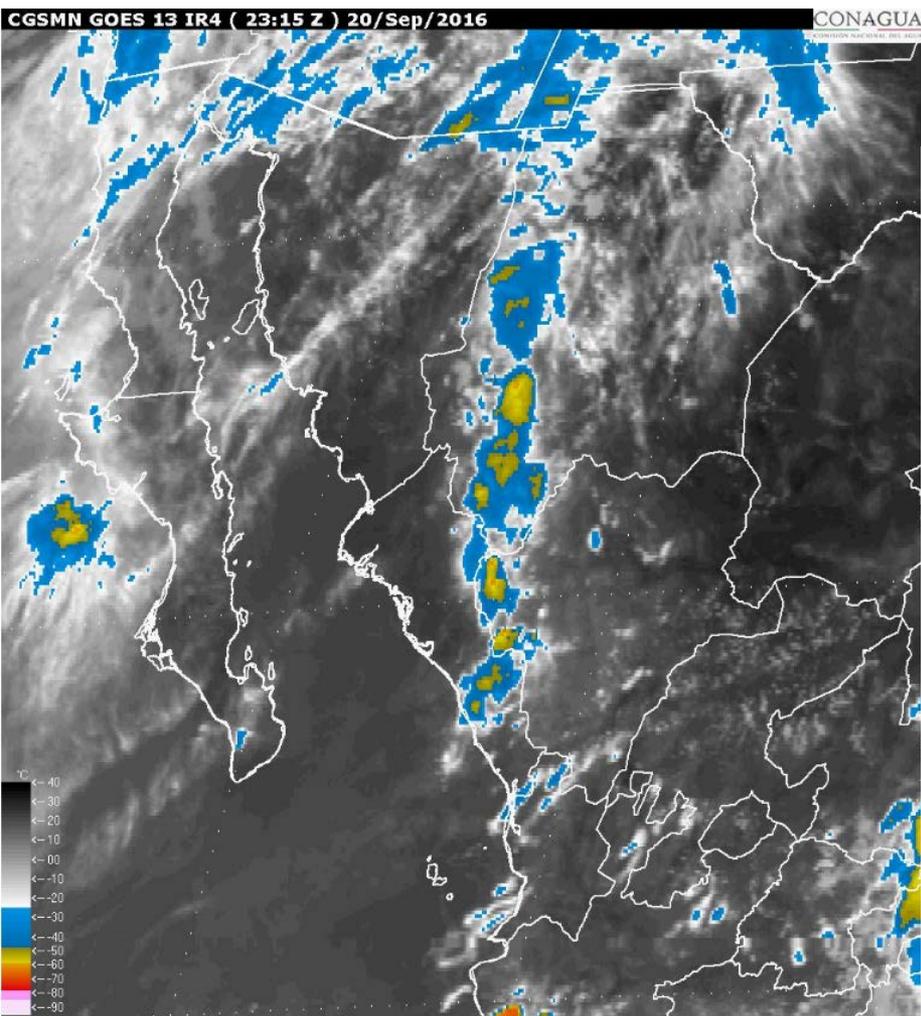
“Lluvias de abril.....granos mil”

“Amor y viento... uno se van y llegan ciento”

“A nuevos tiempos...nuevos usos”

El estado del tiempo

Tiempo (atmosférico): Estado de la atmósfera en un instante dado, definido por los diversos elementos meteorológicos. (OMM, 2012)



Mexicali, México Tiempo

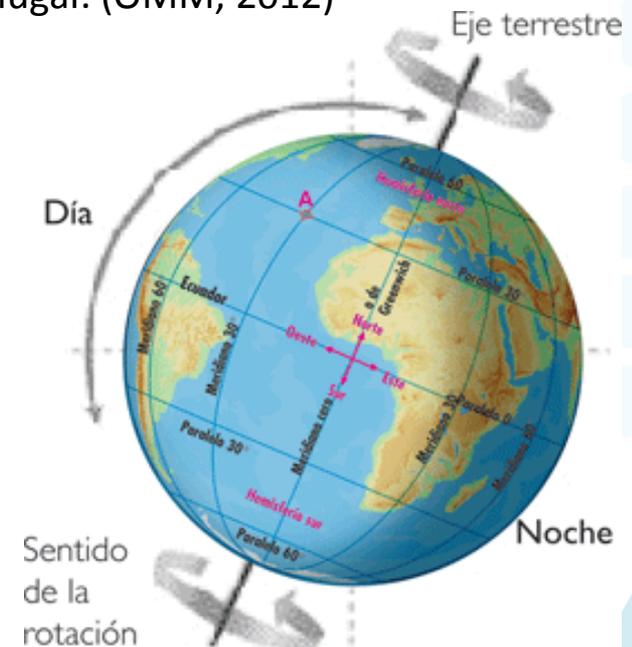
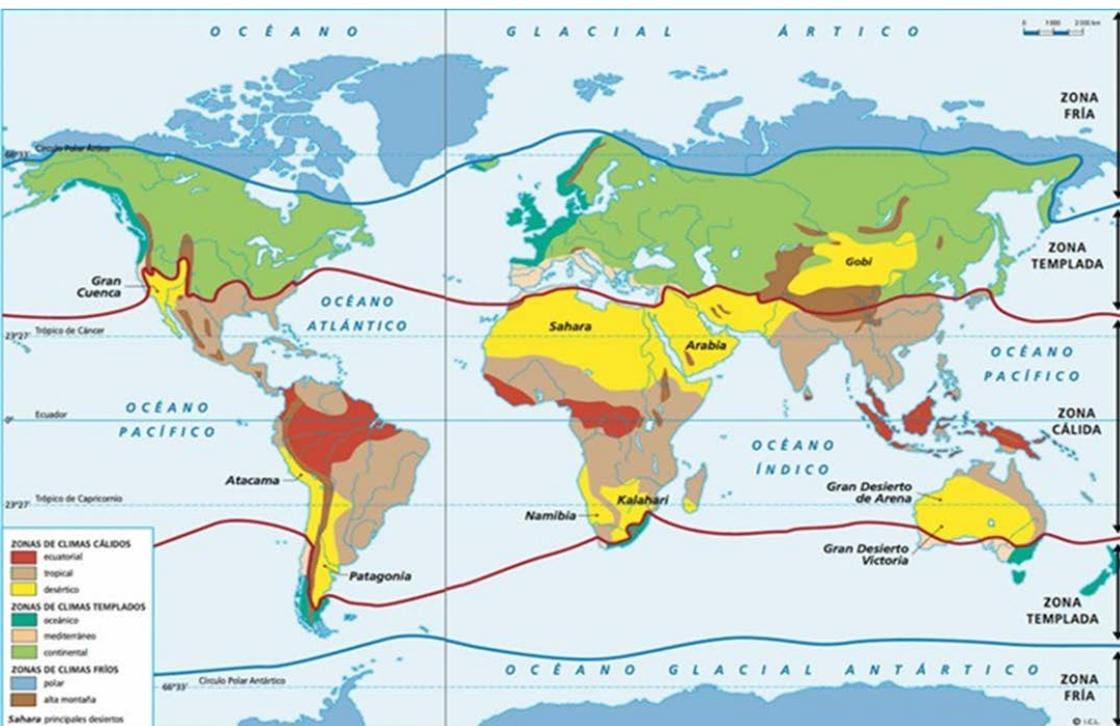
10 días

DÍA	DESCRIPCIÓN	MÁX./MÍN.	PRECIP.	VIENTO	HUMEDAD	ÍNDICE UV
NOCHE 20. SEP	 Chubascos	--/21°	↗ 40%	ONO 10 km/h	84%	0 de 10
MIÉ 21. SEP	 Parcialmente nublado	32°/23°	↗ 20%	OSO 10 km/h	64%	7 de 10
JUE 22. SEP	 Soleado	36°/16°	↗ 0%	SO 31 km/h	39%	8 de 10
VIE 23. SEP	 Mayormente soleado	32°/16°	↗ 0%	NNO 20 km/h	25%	8 de 10
SÁB 24. SEP	 Soleado	35°/19°	↗ 0%	NO 19 km/h	21%	8 de 10
DOM 25. SEP	 Soleado / Viento	35°/20°	↗ 0%	N 35 km/h	21%	8 de 10
LUN 26. SEP	 Soleado	36°/21°	↗ 0%	N 22 km/h	20%	8 de 10
MAR 27. SEP	 Soleado	36°/22°	↗ 0%	NE 14 km/h	23%	8 de 10
MIÉ 28. SEP	 Soleado	37°/22°	↗ 0%	ESE 10 km/h	20%	7 de 10
JUE 29. SEP	 Soleado	39°/22°	↗ 0%	SE 8 km/h	18%	7 de 10
VIE 30. SEP	 Soleado	39°/22°	↗ 0%	ESE 11 km/h	17%	7 de 10

El clima

Es el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado, comprende los extremos y todas las variaciones, analizados en un periodo largo de tiempo (SMM, consulta: 22/09/16)

Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas a largo plazo de los elementos meteorológicos en dicho lugar. (OMM, 2012)



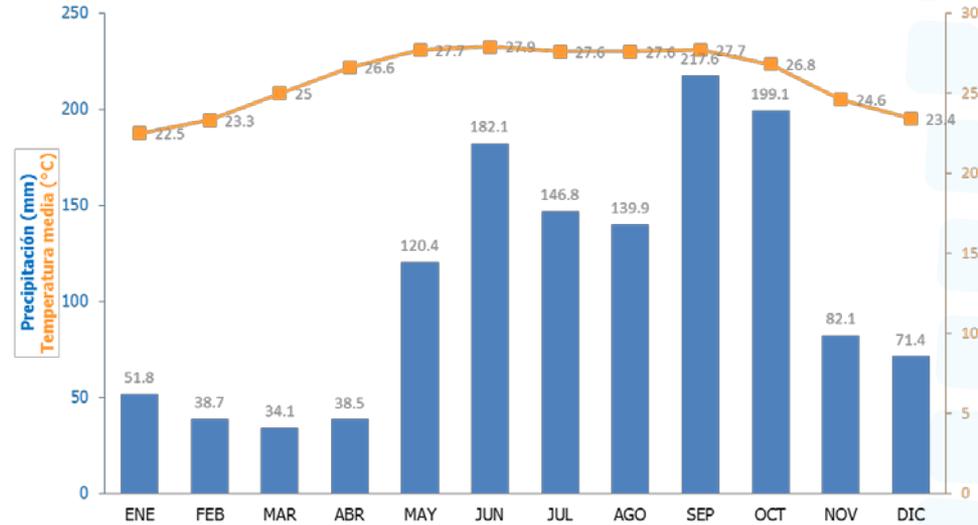
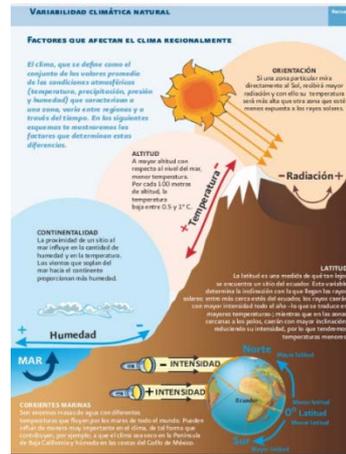
“El Clima es lo que esperas, el estado del tiempo es lo que recibes”.

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

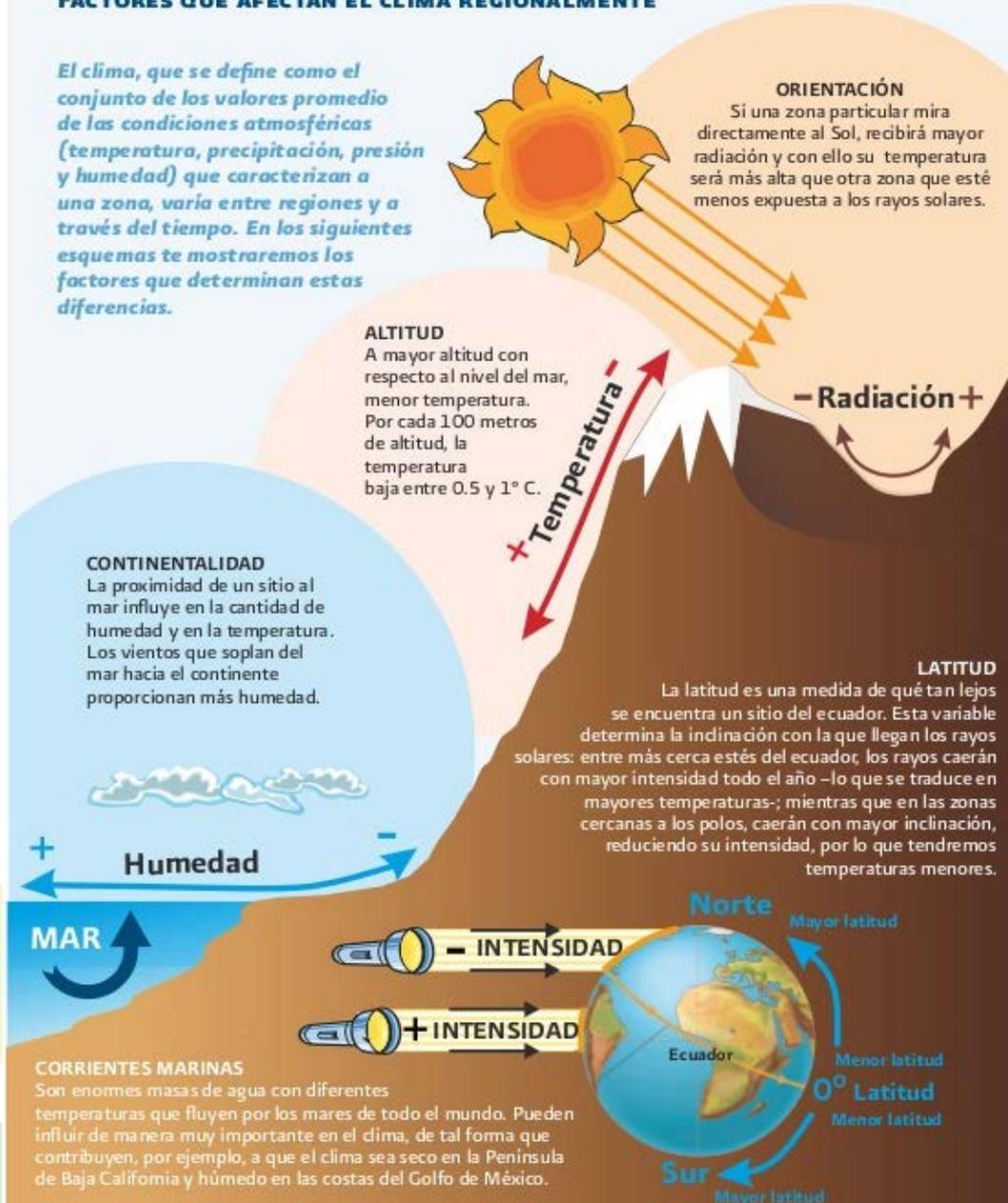


“Ave de mar que busca madriguera
...anuncia tempestad de esta manera.”



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.



Normales climatológicas Ciudad de Chihuahua Período 1951-2010

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Temperatura máxima registrada (°C)	28	30	32	36	39	41	39	38	38.5	33.5	30.5	28	34.458
Temperatura diaria máxima (°C)	20.6	22.7	26.2	29.9	32.7	37.7	35.4	33.1	32.9	30	25	22.2	29.033
Temperatura diaria promedio (°C)	9.8	11.7	15.4	18.8	22.8	26.6	25.9	24.3	22.3	18.6	13.1	10.6	18.3
Temperatura mínima mensual (°C)	0.5	1	4.8	6.7	13.2	17.5	17.6	16.9	14.6	8.9	3.4	0.1	18.3
Temperatura mínima registrada (°C)	-7	-7	-2	0	4.5	12.5	11.5	11	7	1	-5.5	-8	1.5
Precipitación media (mm)	8.4	4.5	3	7.7	14.9	26.3	82.9	96.4	94.9	23.1	9.6	10.2	381.9
Días con lluvia (≥0.1mm)	1.9	1.1	1.2	1.2	2	4.3	9	11.2	7.7	3.2	2	1.5	46.3

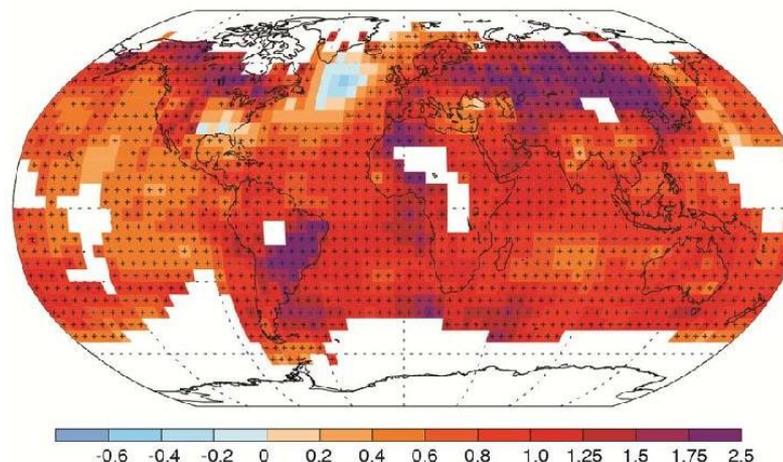
Fuente: SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. NORMALES CLIMATOLÓGICAS ESTADO DE: CHIHUAHUA PERIODO: 1951-2010 ESTACION: 0008165 CHIHUAHUA (DGE) LATITUD: 28°28'00" N. LONGITUD: 106°05'00" W. ALTURA: 1,428.0 MSNM. <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL08165.TXT>

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

Cambio climático observado

Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural observada del clima

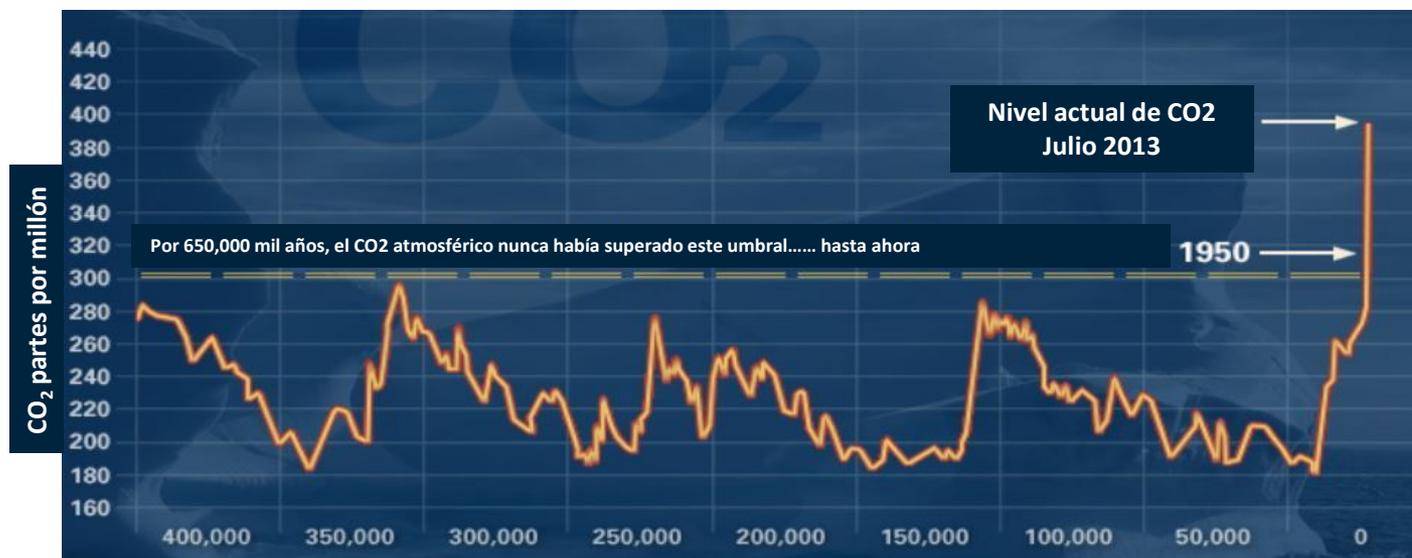
La evidencia más contundente de que el cambio climático está ocurriendo es el incremento en la temperatura: **CALENTAMIENTO GLOBAL**



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

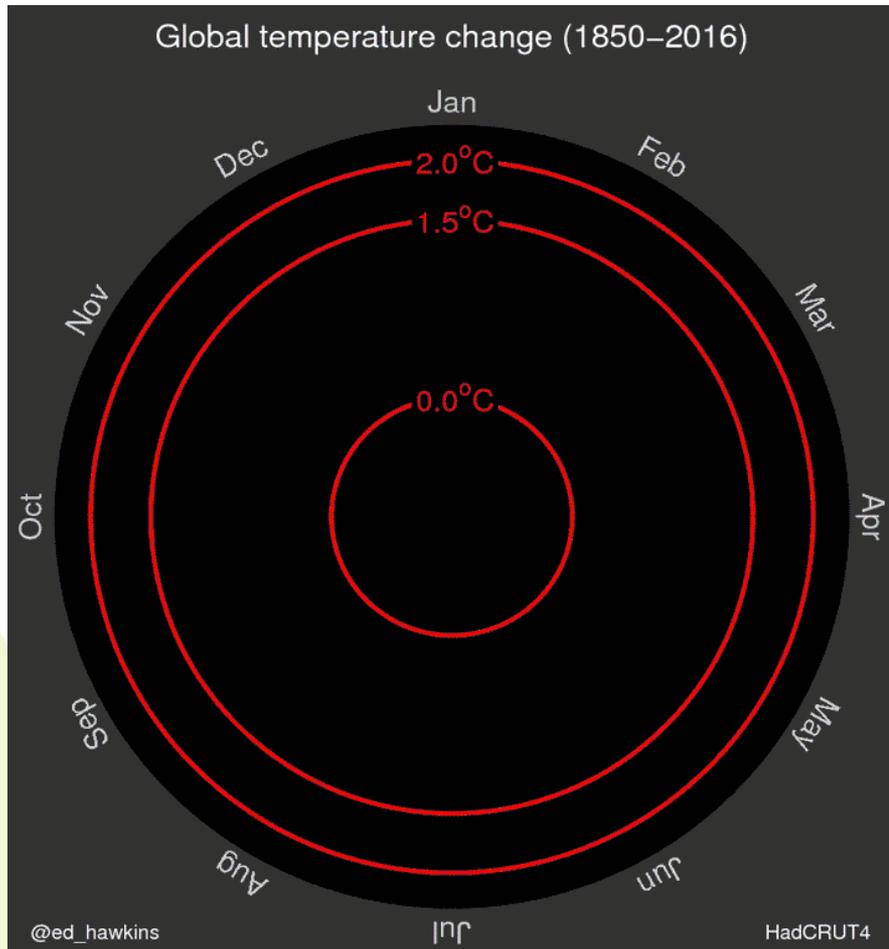
Cambio climático

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



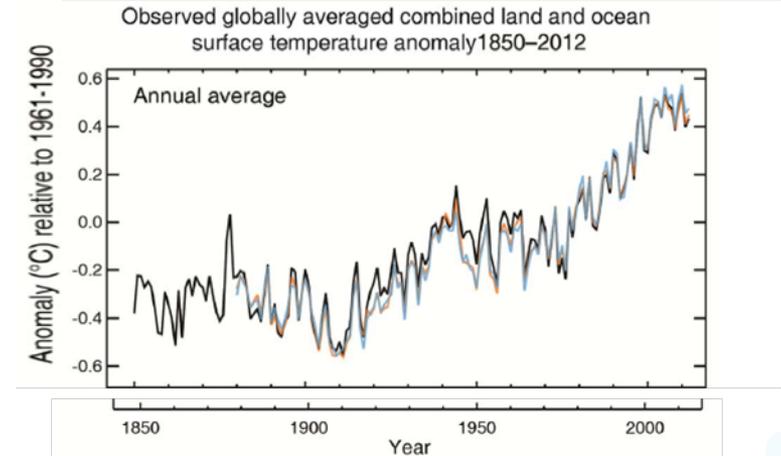
CO₂, para el 2011, aumentó 40% desde 1750
CH₄ y N₂O 150% y 20%, respectivamente

Cambio climático observado



Ed Hawkins. Climate Lab. Climate spirals.

<http://www.climate>

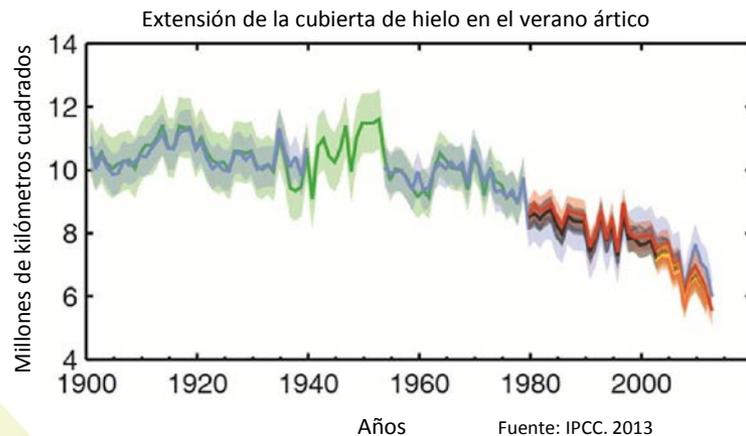


Aumento de la **temperatura** global
(1850-2012): 0.85°C [0.65 a 1.06]

Impactos observados

Ártico: pérdida de extensión de hielo entre 3.5 a 4.1% por década (1972-2012)

Pérdida 3.5 millones de Km² en los últimos 10 años



Pérdida superficie casquete ártico 1979-2012

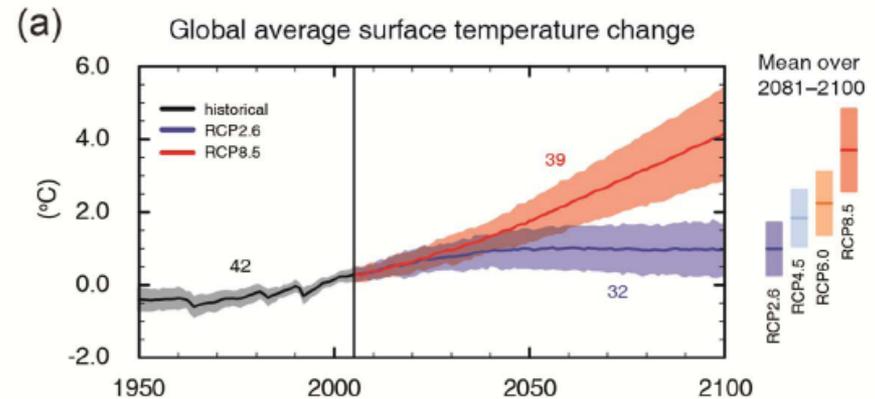


Fuente: centro de simulaciones NASA

Glaciares: Pérdida de 275 Giga toneladas por año, (1993 y 2009)

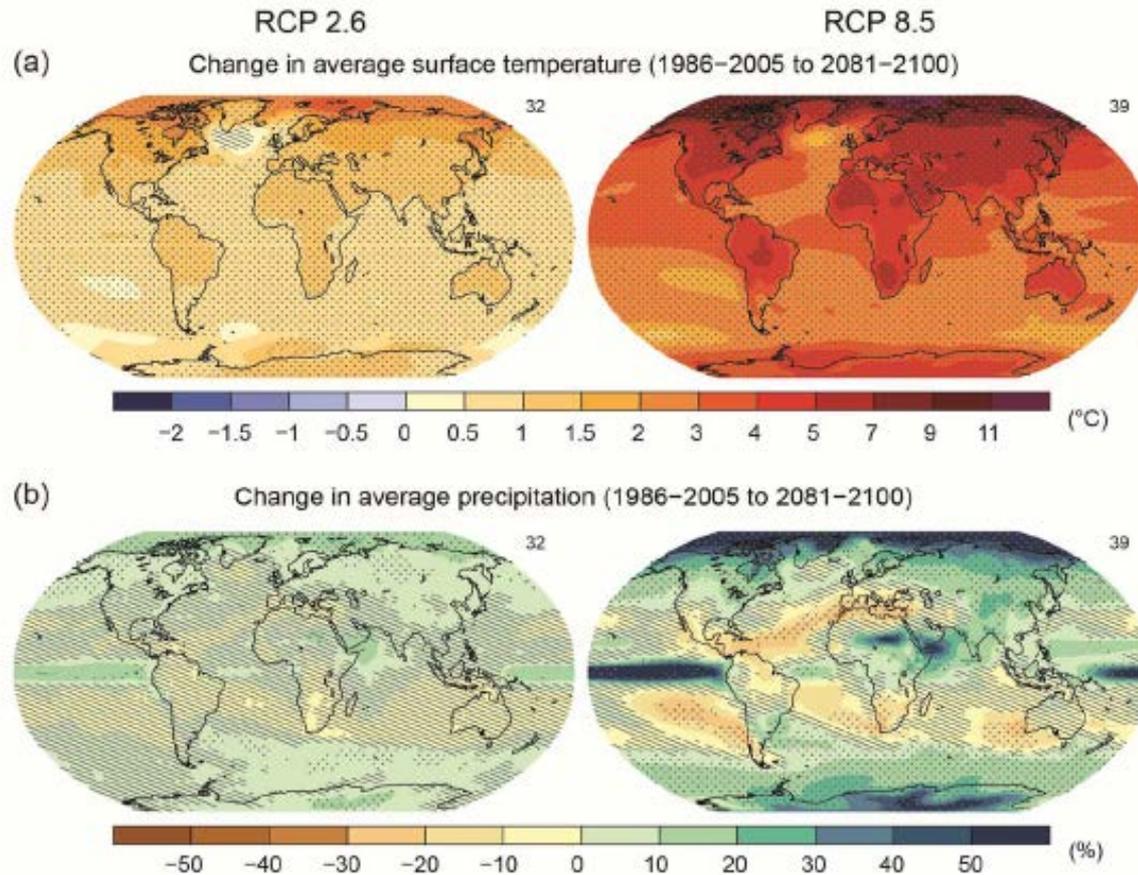
Cambios proyectados. Escenarios temperatura

- El forzamiento radiativo (W/m^2).
 - Los escenarios que menores forzamiento proyectan ($2.6 \text{ W}/\text{m}^2$) se denominan RCP2.6,
 - los que mayores emisiones consideran se denominan RCP 8.5
- RCP2.6; RCP4.5; RCP6.0; RCP8.5

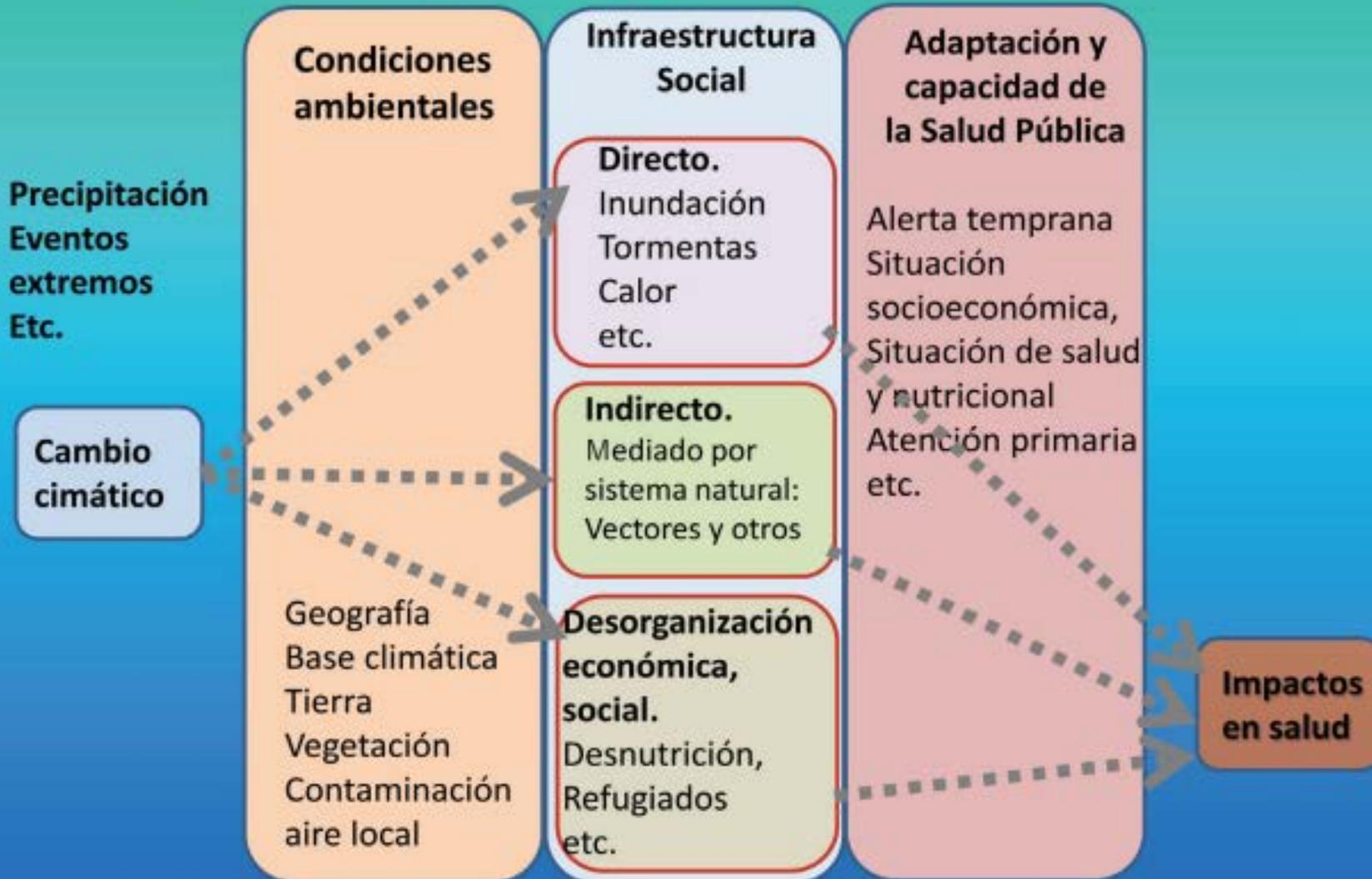


Todos los escenarios proyectan que la temperatura global para finales de este siglo excederá los **1.5°C** con respecto al periodo 1850-1900, menos el RCP2.6.

Cambios en Temperatura y Precipitación (finales de este siglo)

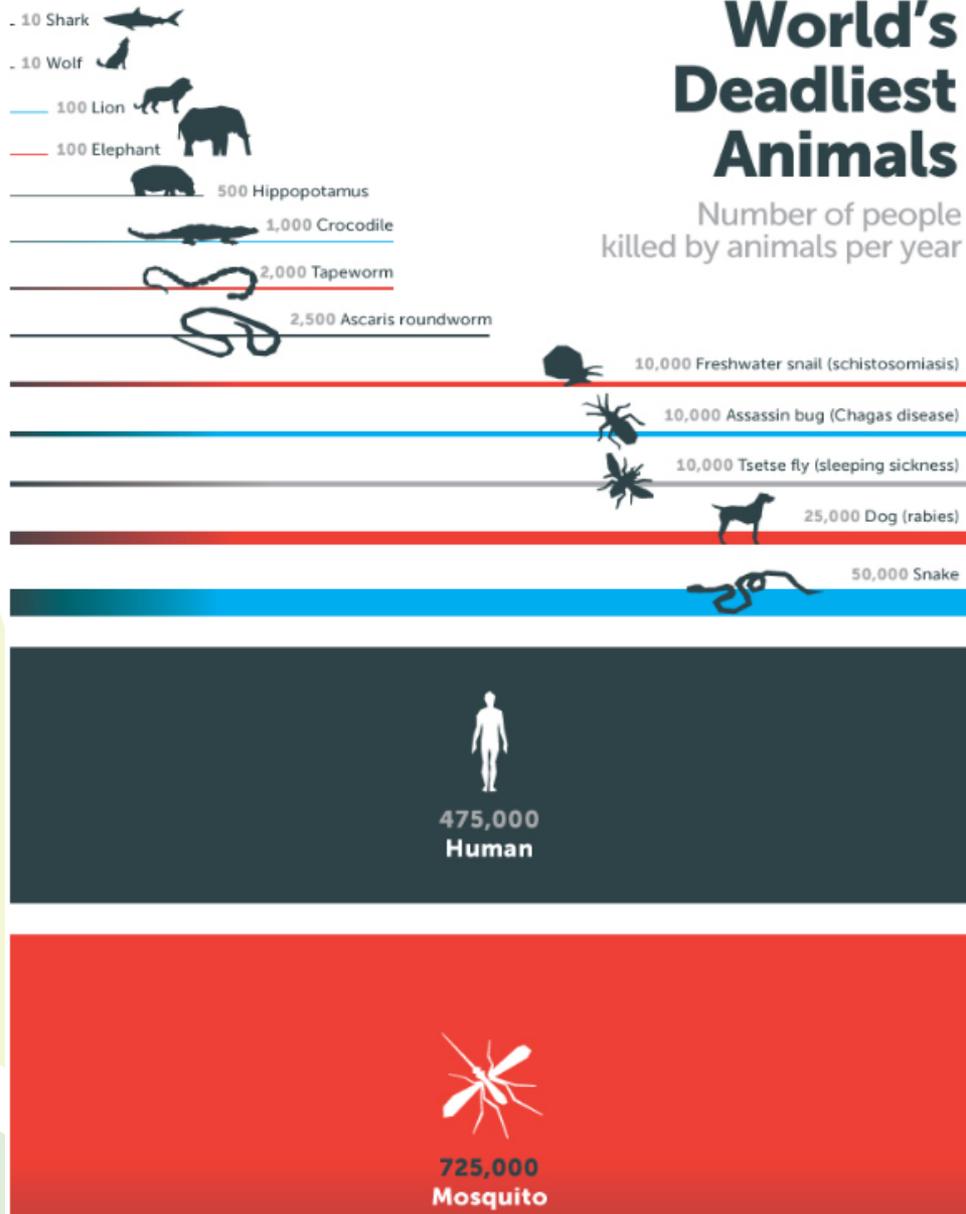


Cambio climático: riesgos e impactos en salud



World's Deadliest Animals

Number of people killed by animals per year

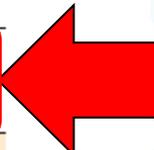


SOURCES: WHO; crocodile-attack.info; Kasturiratne et al. (doi.org/10.1371/journal.pmed.0050218); FAO (webcitation.org/6Ogp585VO); Linnell et al. (webcitation.org/6ORL7DBUO); Packer et al. (doi.org/10.1038%2F436927a); Alessandro De Maddalena. All calculations have wide error margins.

Enfermedades transmitidas por vectores IPCC (2014)

Table 11-1 | The association between different climatic drivers and the global prevalence and geographic distribution of selected vector-borne diseases observed over the period 2008-2012. Among the vector-borne diseases shown here, only dengue fever was associated with climate variables at both the global and local levels (*high confidence*), while malaria and hemorrhagic fever with renal syndrome showed a positive association at the local level (*high confidence*).

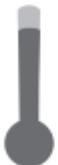
Disease	Area	Cases per year	Climate sensitivity and confidence in climate effect	Key references
Mosquito-borne diseases				
Malaria	Mainly Africa, SE Asia	About 220 million	   	WHO (2008); Kelly-Hope et al. (2009); Alonso et al. (2011); Omumbo et al. (2011)
Dengue	100 countries, esp. Asia Pacific	About 50 million	    	Beebe (2009); Pham et al. (2011); Astrom et al. (2012); Earnest et al. (2012); Descloux (2012)
Tick-borne diseases				
Tick-borne encephalitis	Europe, Russian Fed., Mongolia, China	About 10,000		Tokarevich et al. (2011)
Lyme	Temperate areas of Europe, Asia, North America	About 20,000 in USA	 	Bennet (2006); Ogden et al. (2008)
Other vector-borne diseases				
Hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS)	Global	0.15–0.2 million	  	Fang et al. (2010)
Plague	Endemic in many locations worldwide	About 40,000	 	Stenseth et al. (2006); Ari et al. (2010); Xu et al. (2011)



Climate drivers

 Temperature
  Precipitation
  Humidity

Climate driver variables



- ← Increase or decrease
- ← # of cases
- ← Footnote

> Increased < Decreased

+ More - Fewer

1 Effects are specific to Anopheles spp

Confidence levels

High confidence in global effect

High confidence in local effect

Low confidence in effect

Dengue, countries or areas at risk, 2011



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.

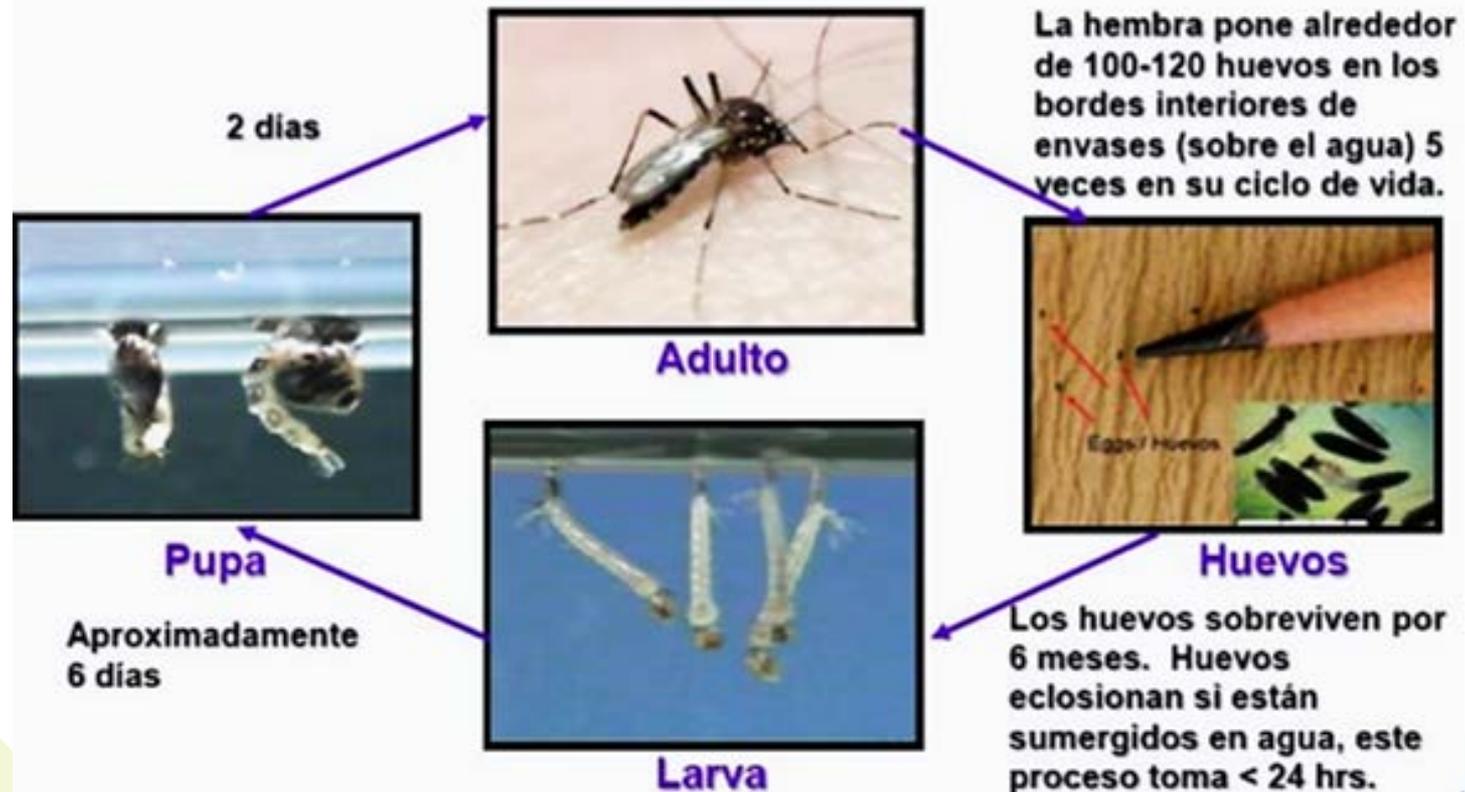
Data Source: World Health Organization
Map Production: Public Health Information
and Geographic Information Systems (GIS)
World Health Organization



© WHO 2012. All rights reserved.

Citado en Alvarado, 2013

Ciclo de vida del *Aedes aegypti*



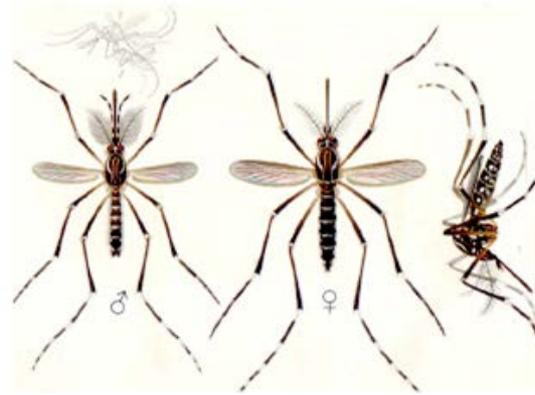
Nota: La fecundidad depende de condiciones como la lluvia, humedad y temperatura. El tiempo total de desarrollo depende de la temperatura del agua y la disponibilidad de alimento, y típicamente fluctúa entre 4-10 días. Las larvas mueren en temperaturas menores a los 10 grados Celsius y sobre 44 grados Celsius.

TEMPERATURA

< 5° T_{min} casi no hay efecto sobre la incidencia del dengue.

18° T_{min} causa un rápido incremento en la incidencia del dengue.

(Colón-González, et al., 2013)



• La influencia de la temperatura en el vector desarrolla, rangos, mortalidad y comportamientos (Tun-Lin et al., 2000)

La incidencia del dengue alcanza su punto máximo alrededor de los 32° C y después declina

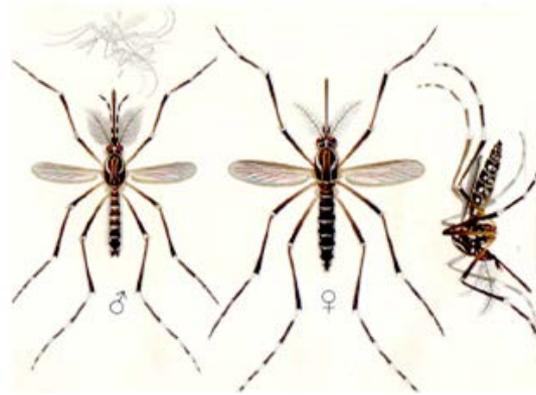
La variación de temperatura y humedad, así como la latitud pueden hacer variar estos rangos del ciclo de vida de las cepas de mosquitos.

La hembra sobrevive más tiempo que el macho y es más resistente a las variaciones de temperatura y humedad.



PRECIPITACIÓN

La precipitación provee el hábitat esencial para los estadios acuáticos del ciclo de vida del mosquito



Los contenedores de agua en áreas urbanas son el lugar común para el desarrollo de las larvas

La lluvia extrema, la alta humedad y la acumulación de agua = más sitios de crianza de mosquitos (Lai, 2011)

La humedad es quizás el más importantes predictor climático del dengue global (Thai y Anders, 2011)

Existe un incremento de riesgo cuando la precipitación alcanza 550 mm, más allá decae (Colón-González et al., 2013)

"2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"

Con base en lo anterior se determinó procedente emitir lo siguiente:

**DECLARATORIA DE EMERGENCIA EPIDEMIOLÓGICA EE-2-2013 POR LAS
INUNDACIONES OCURRIDAS EN 15 ESTADOS DE LA REPÚBLICA.**

Primero.- Se declara en emergencia epidemiológica en los estados de Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas, debido a las inundaciones sufridas a consecuencia de los fenómenos meteorológicos Ingrid y Manuel, y exhorta a las autoridades sanitarias estatales convocar a sesión permanente del Comité Estatal para la Seguridad en Salud, para que se intensifiquen las acciones de vigilancia epidemiológica, prevención y control de enfermedades.

Segundo.- Se solicita a todas las dependencias, instituciones y autoridades de los tres órdenes de gobierno a coordinarse con la Secretaría de Salud y brindar el apoyo que le sea requerido por dicha Dependencia para atender la contingencia.

Tercero.- Se comunica que el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades instrumentará directamente o en coordinación con las autoridades sanitarias de la entidad federativa respectiva, las medidas generales y específicas que se estime pertinente para prevenir y controlar los riesgos a la salud derivados de la contingencia.

Atentamente

El Titular del Centro Nacional de Programas
Preventivos y Control de Enfermedades



Dr. Jesús Felipe González Roldán

C.c.p. Dra. Mercedes Juan López. Secretaria de Salud. Presente.

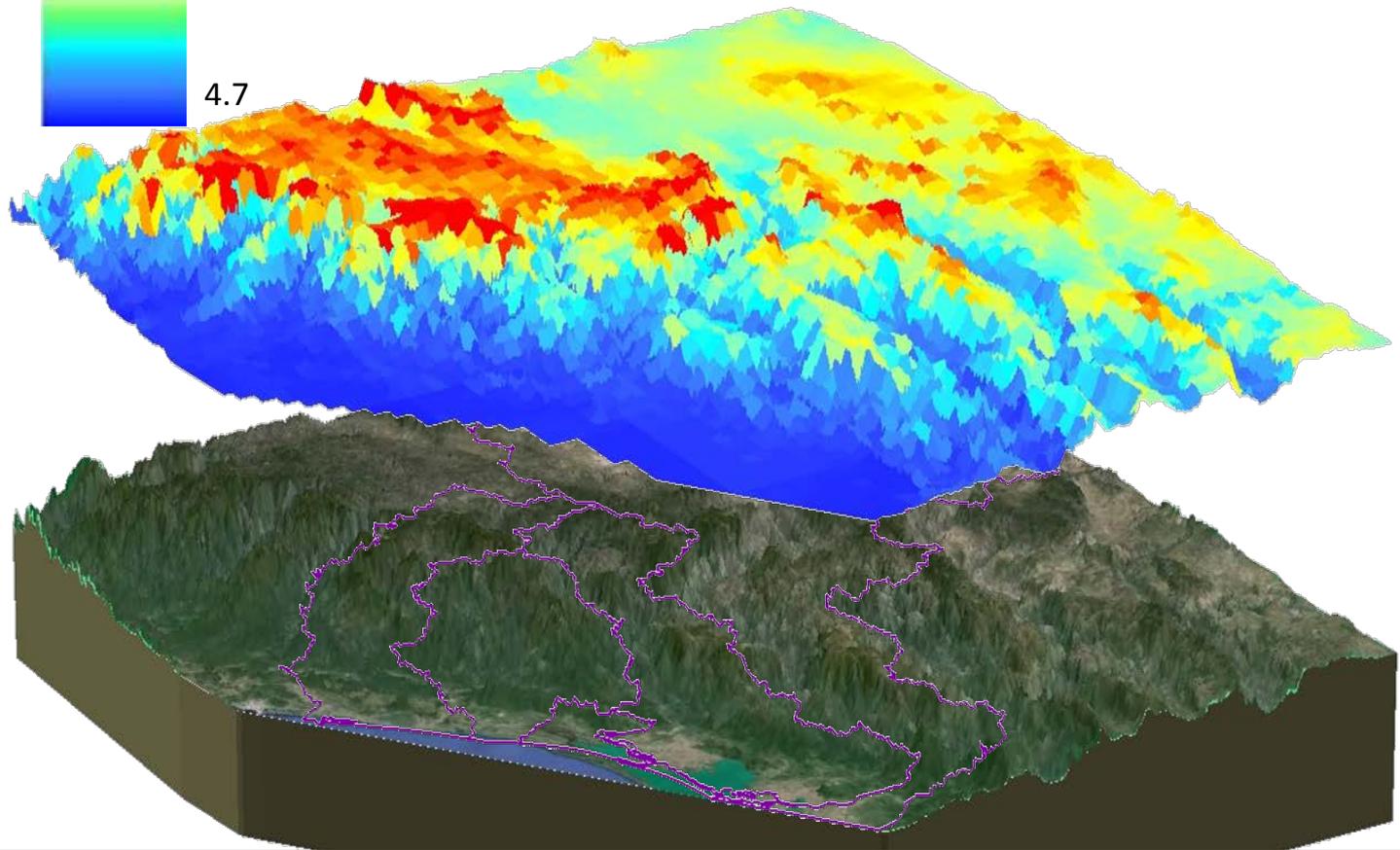
Dr. Pablo Kuri Morales. Subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud. Presente.



6.1

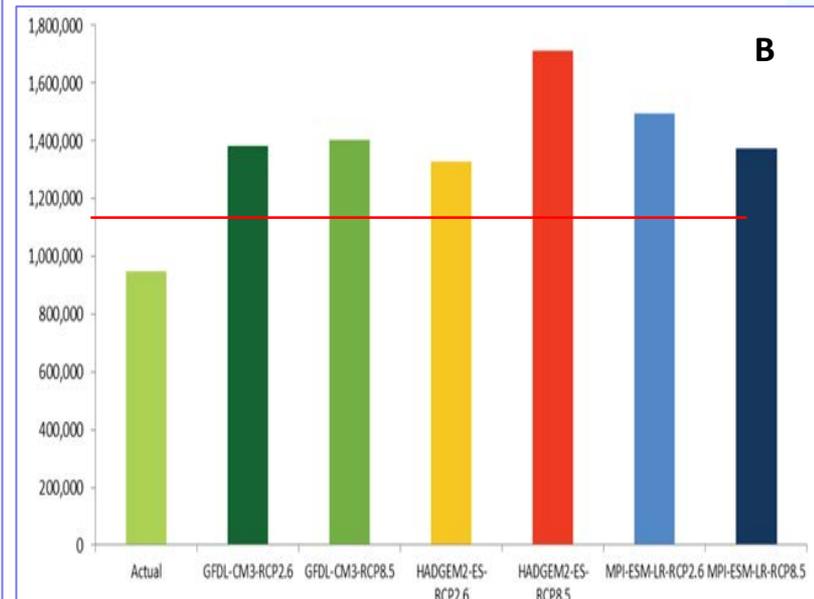
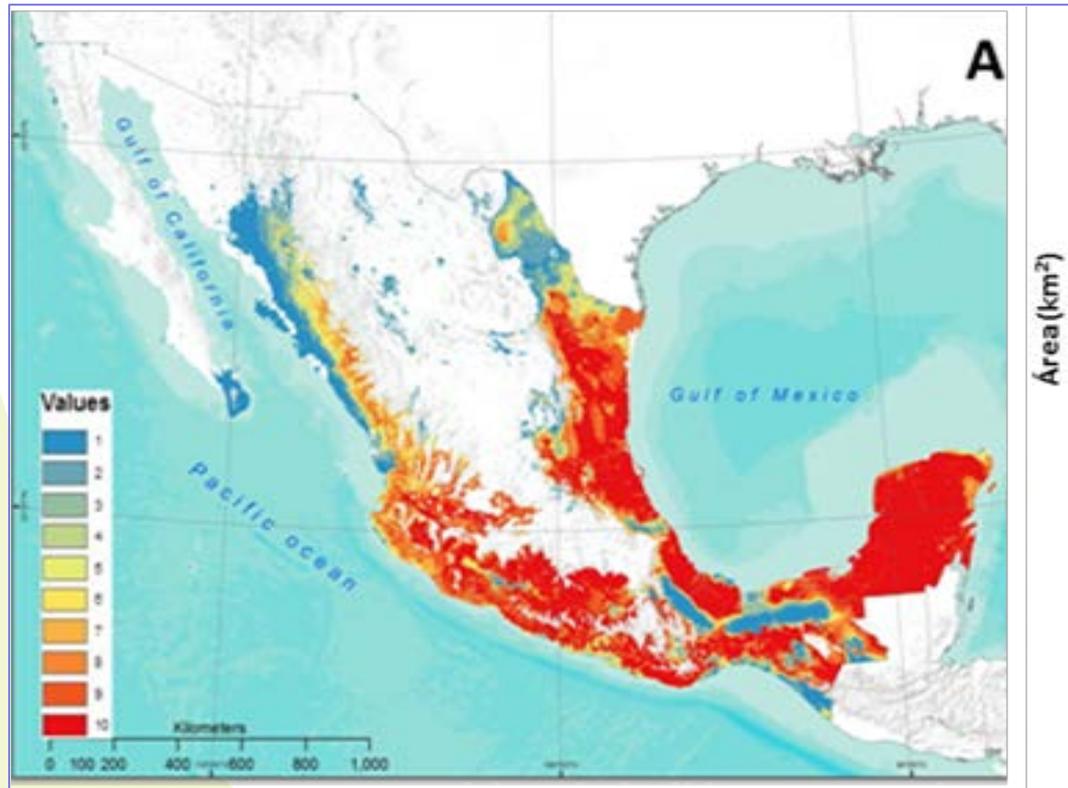
**Anomalías de temperatura (°C) media mensual
GFDL 8.5 w/m² horizonte lejano**

4.7



DIRECCIÓN DE MANEJO DE CUENCAS Y ADAPTACIÓN

- A. Distribución potencial actual del vector (GARP).
- B. Área potencial de distribución según diferentes modelos de CC



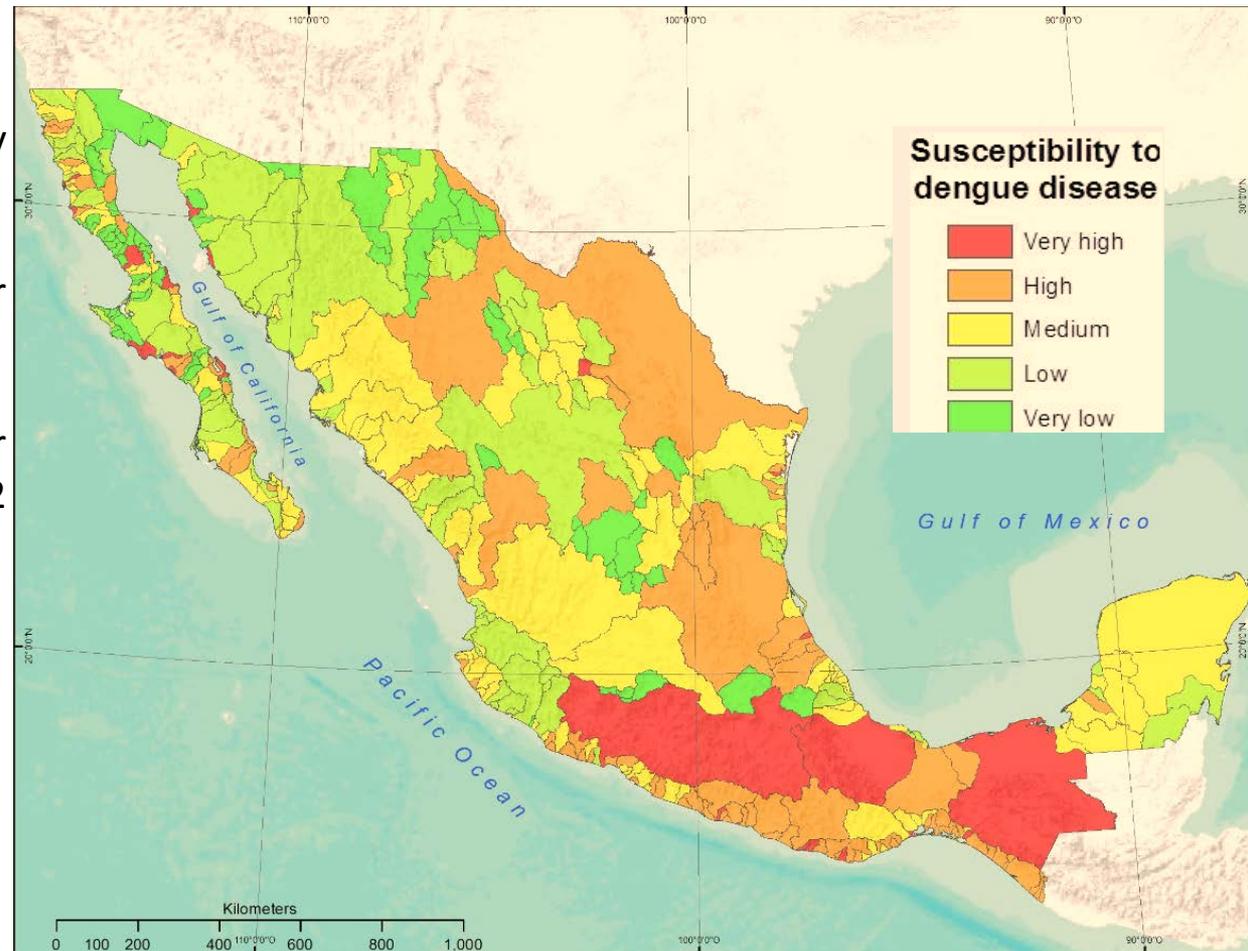
Fuente: Zarco, A. Distribución potencial de *Aedes aegypti* y escenarios bajo condiciones de cambio climático sobre su distribución geográfica en México. Informe final CONACYT “Riesgos a la salud por degradación y contaminación ambiental en las cuencas hidrográficas de México”. INSP, INECC y UNAM. 2014

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

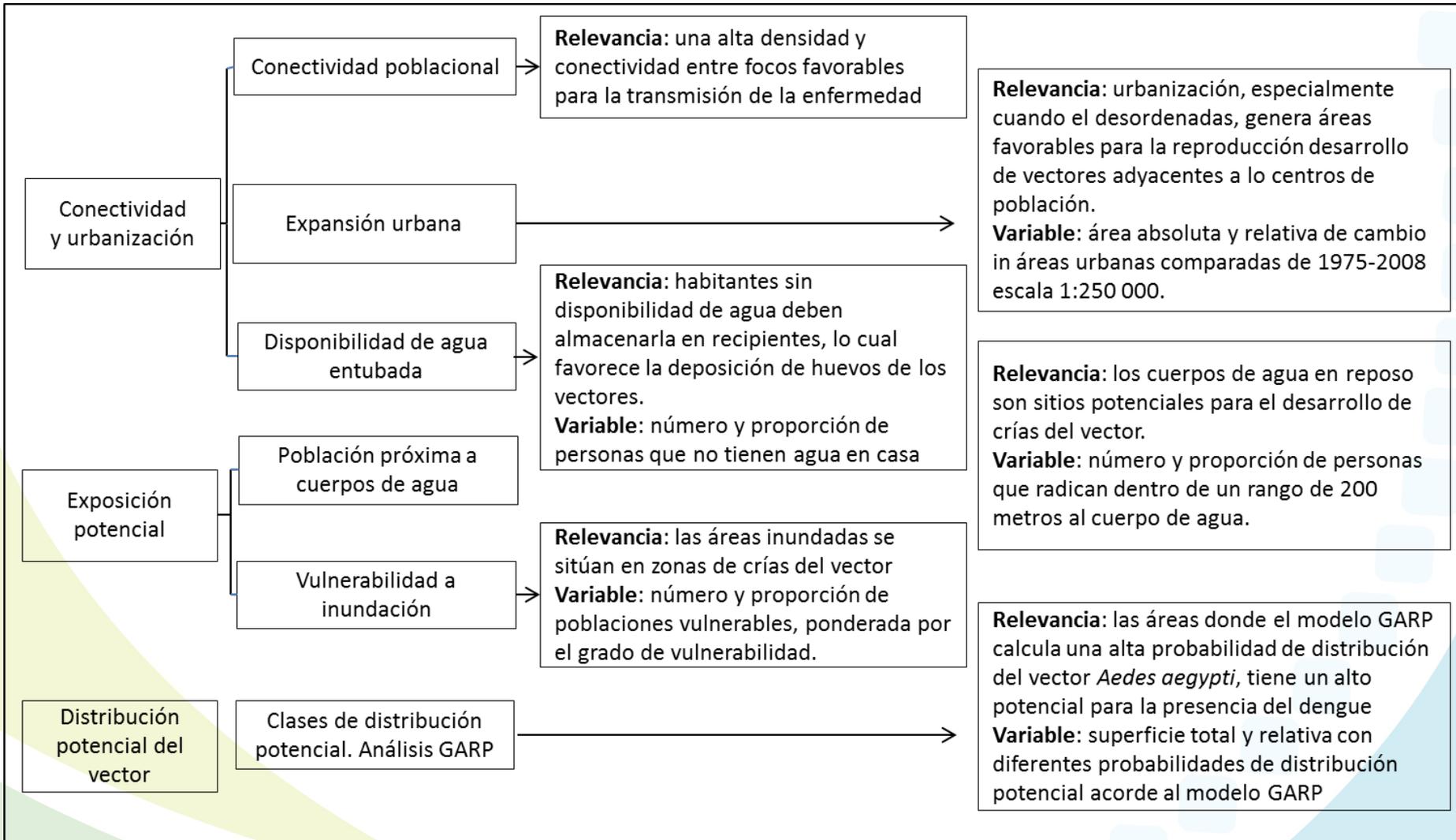
- Se identificaron cuencas hidrográficas que por sus atributos poblacionales y territoriales son más susceptibles a la presencia de la enfermedad del dengue

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)



Esquema general de las variables utilizadas en la evaluación



¡GRACIAS!

GEÓG. LEONEL ALVAREZ BALDERAS
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DEL MEDIO BIÓTICO
DIRECCIÓN DE CUENCAS Y ADAPTACIÓN- CGACC
INECC
leonel.alvarez@inecc.gob.mx