



# El Cambio Climático y la Dinámica Biológica

Dr. Enrique Martínez Meyer

Instituto de Biología, UNAM

y

Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, AC





## Contenido

1. El cambio climático actual... en contexto
2. Cómo influye el cambio climático en en la dinámica biológica
3. El cambio climático y la biodiversidad en México
4. El cambio climático en el contexto del cambio global





## Contenido

1. El cambio climático actual... en contexto
2. Cómo influye el cambio climático en en la dinámica biológica
3. El cambio climático y la biodiversidad en México
4. El cambio climático en el contexto del cambio global





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

El cambio climático es el tema ambiental de mayor preocupación actual para la sociedad

EL UNIVERSAL FOTOS EL UNIVERSAL TV GRÁFICOS MINUTO X M

NACIÓN

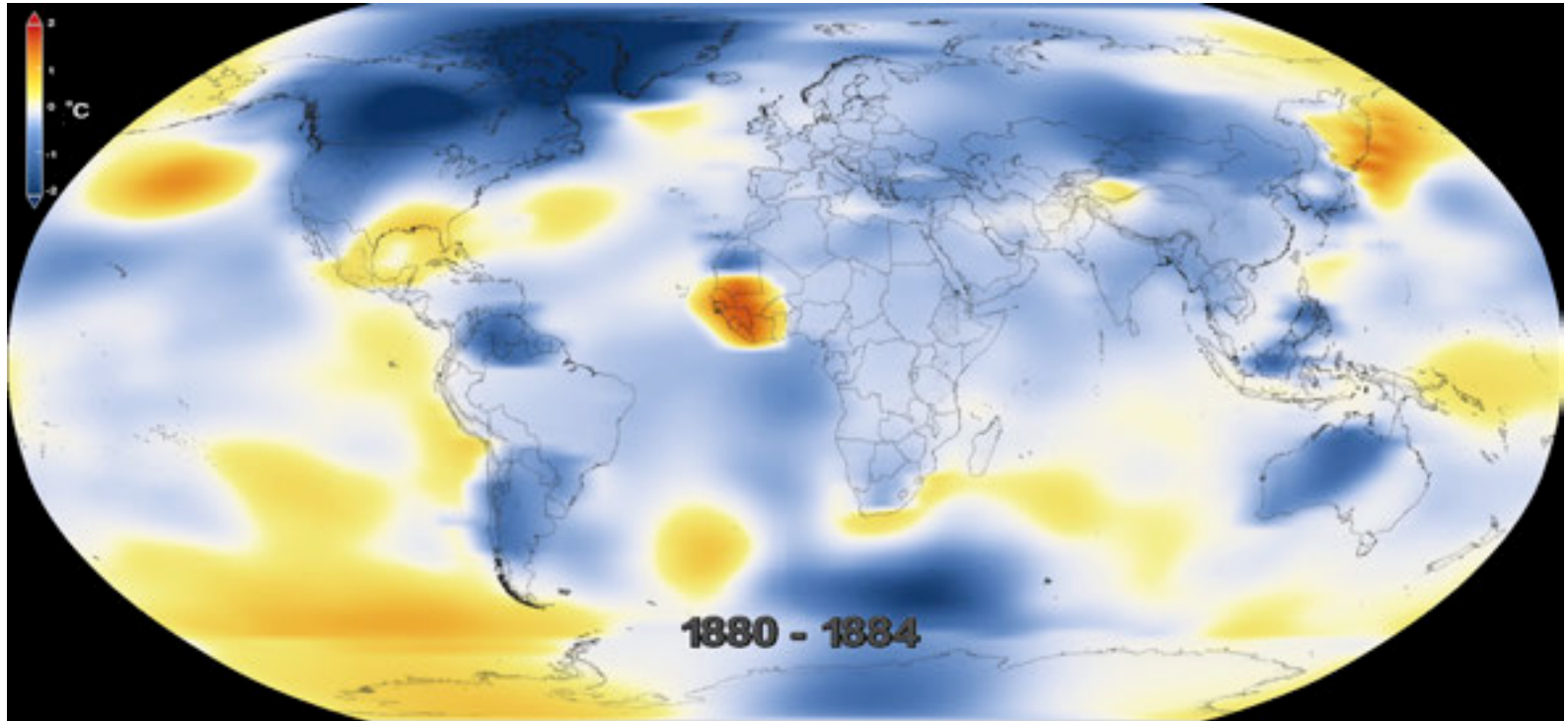
Es Noticia: ▶ Dámaso López, "El Licenciado" ▶ Eva Cadena ▶ Detención de Javier Duarte

INICIO / NACIÓN / SOCIEDAD / TORNADOS Y GRANIZADAS. NUEVOS EFECTOS DE

## Tornados y granizadas, nuevos efectos del cambio climático: Protección Civil

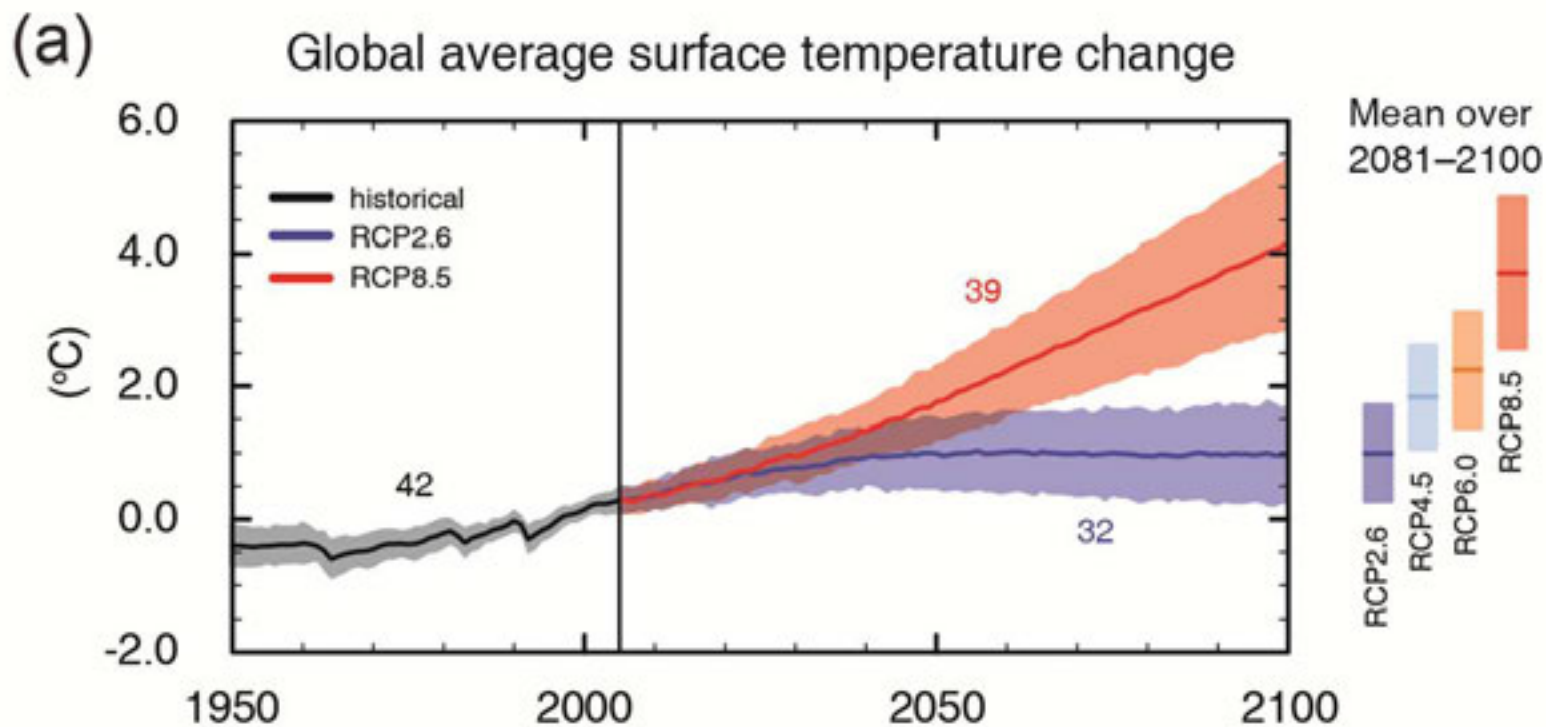
● El coordinador nacional de Protección Civil de la Segob, Luis Felipe Puente, afirmó que México ha comenzado a sentir los efectos del cambio climático

## No hay duda que la temperatura está aumentando



Anomalías térmicas quinquenales con respecto al promedio de temperatura global 1880-2016

## Se espera que esta tendencia continúe por las próximas décadas y tal vez siglos

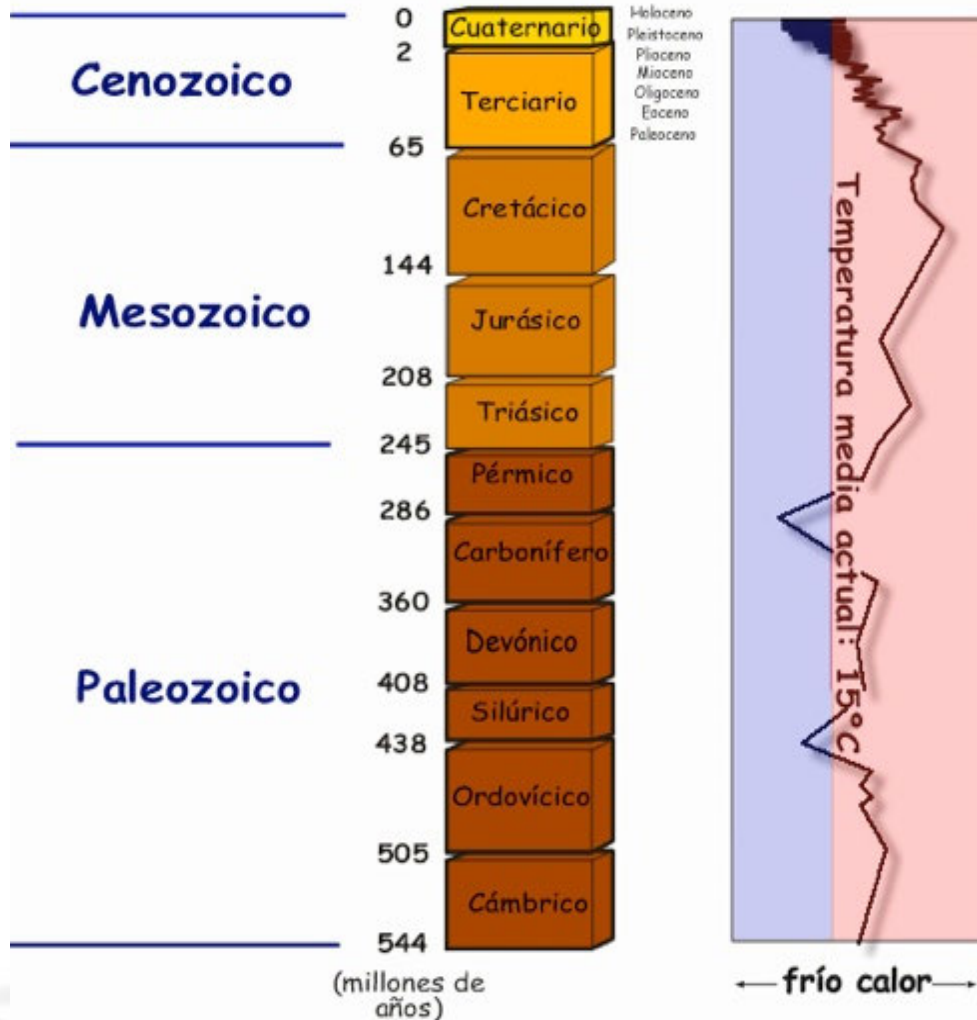


Pudiendo aumentar más de 4 °C hacia el final del siglo XXI



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## ¿Qué tan raro es un evento de éstos?



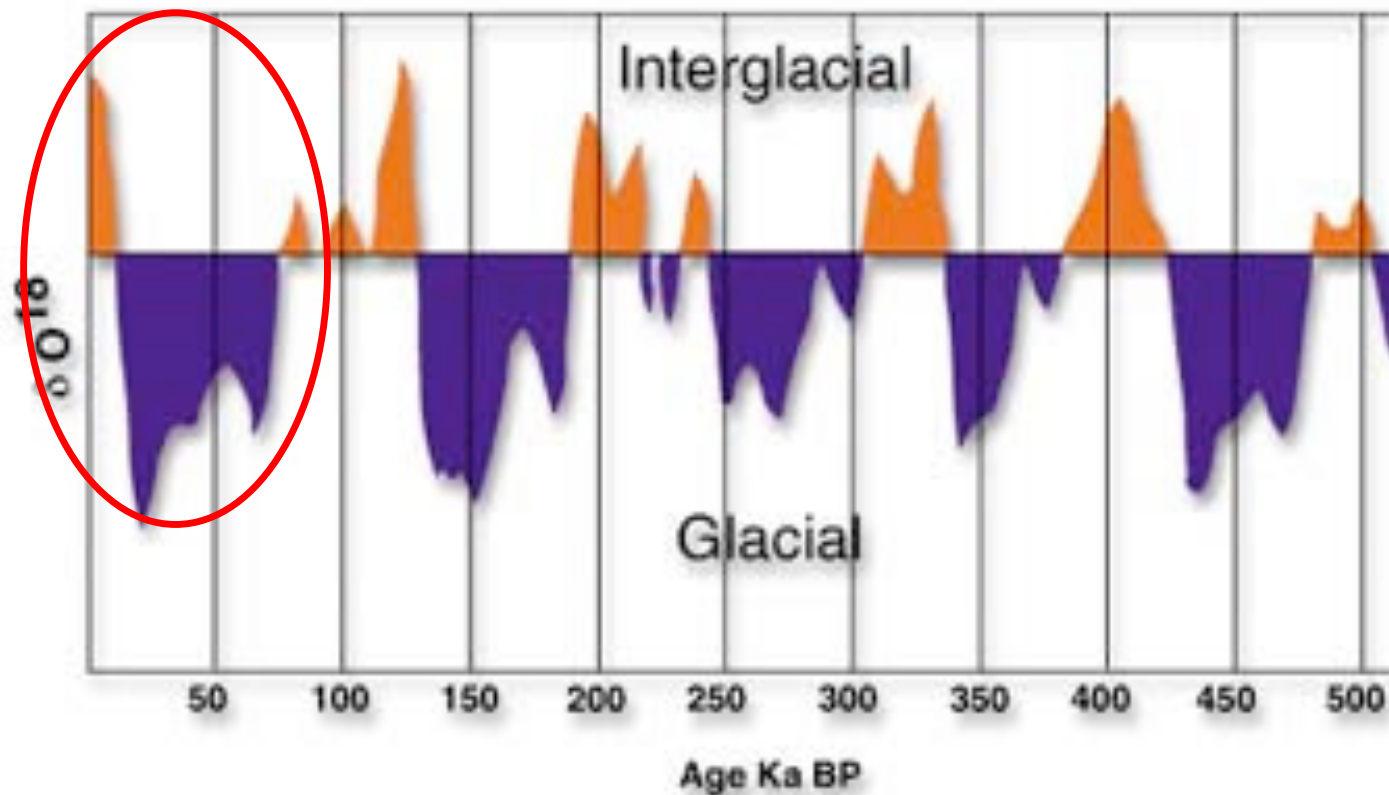
La temperatura promedio global actual es de casi 15 °C y estamos saliendo de un periodo glacial

La temperatura global ha variado desde los 7 hasta los 27 °C



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Los ciclos glaciales en el Pleistoceno



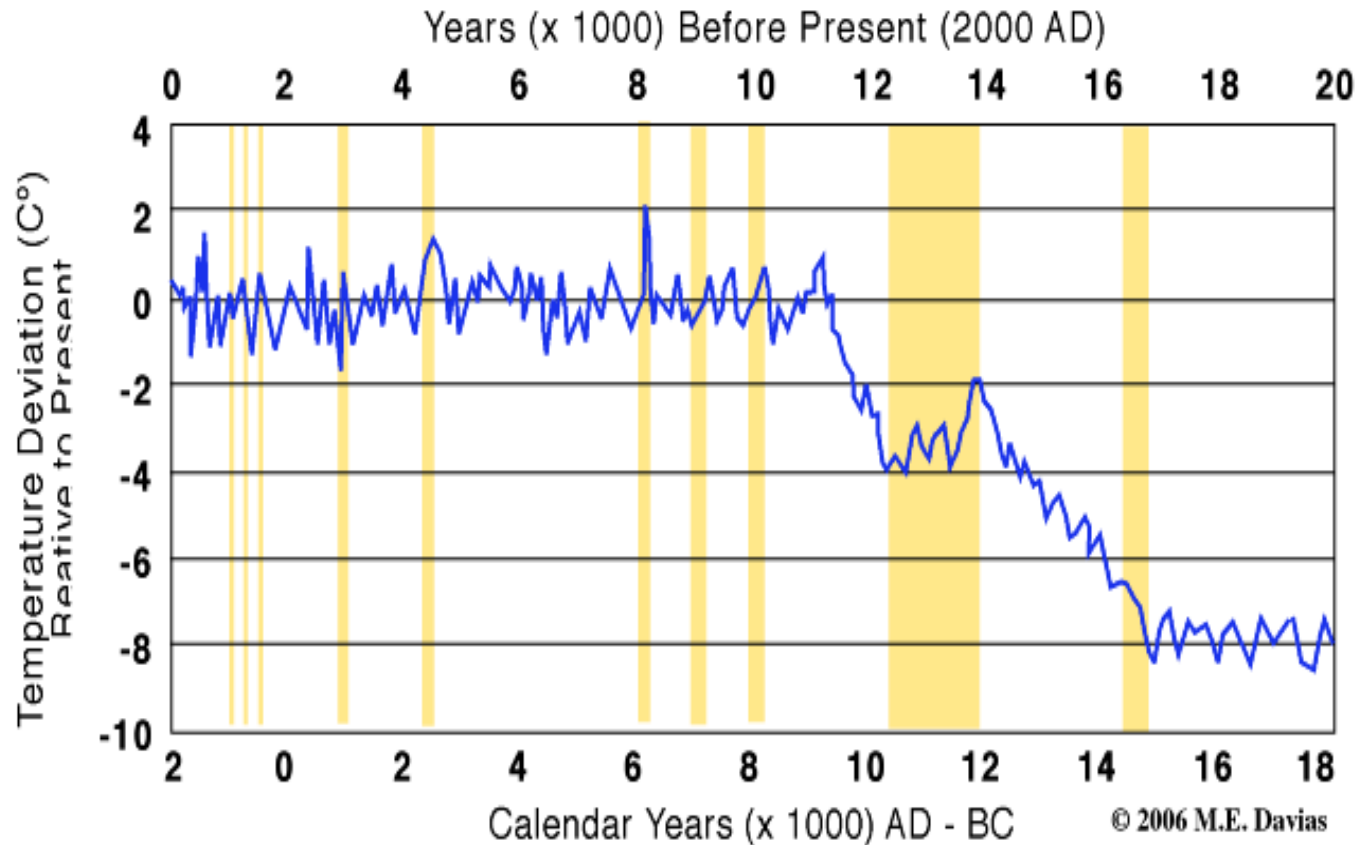
En los últimos 500 mil años han habido unos 5 ciclos glaciales. Los periodos interglaciales han durado de 10 a 30 mil años. Actualmente estamos en un periodo interglacial que lleva cerca de 12 mil años





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Particularidades de este evento de calentamiento



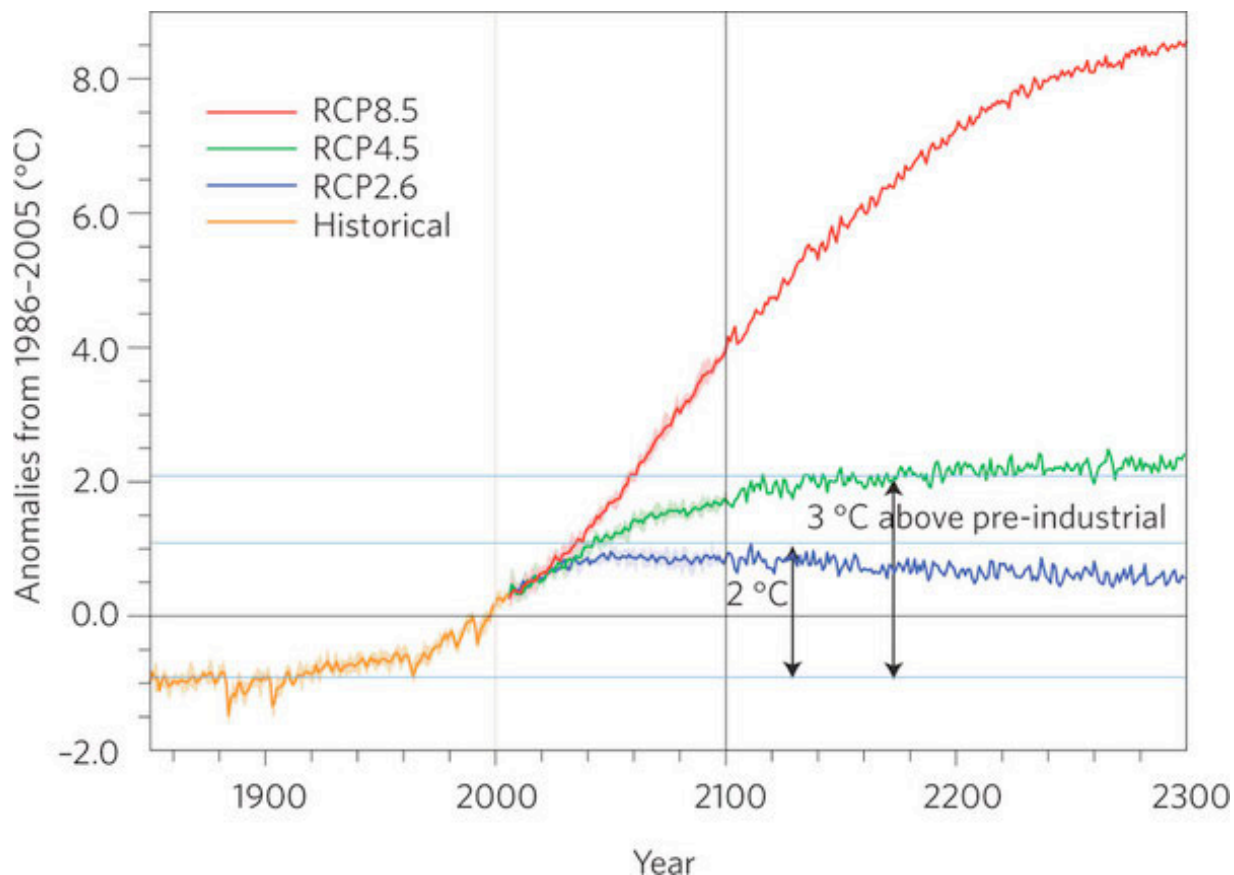
La magnitud del cambio esperado en la temperatura es comparable al ocurrido en la transición del Pleistoceno al Holoceno ( $\sim 4^\circ\text{C}$ ), hace unos 12 mil años





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Particularidades de este evento de calentamiento

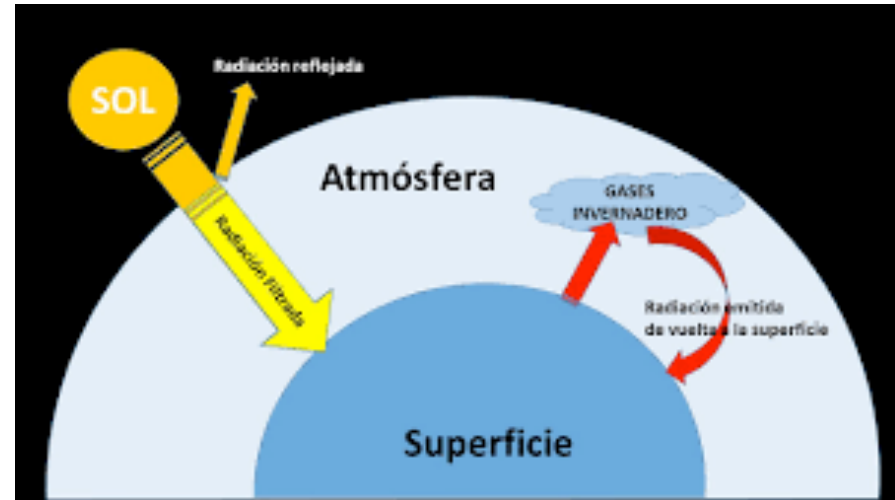


Sin embargo, la velocidad a la que está aumentando la temperatura ahora puede ser 10 o más veces acelerada que en los periodos interglaciales anteriores



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Particularidades de este evento de calentamiento



El 97% de 1,372 científicos del campo están de acuerdo en que este evento de calentamiento es provocado principalmente por las actividades humanas



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Particularidades de este evento de calentamiento



Otros factores de perturbación (e.g., pérdida de hábitat, contaminación, sobreexplotación, spp invasoras) actúan en contra de los mecanismos de adaptación de las especies (dispersión, establecimiento) y en sinergia negativa con el cambio climático



## Contenido

1. El cambio climático actual... en contexto
2. Cómo influye el cambio climático en en la dinámica biológica
3. El cambio climático y la biodiversidad en México
4. El cambio climático en el contexto del cambio global



# Las especies tienen sus mecanismos para lidiar con los cambios en el ambiente



Herpetological Journal

FULL PAPER



**Does behavioural thermoregulation help pregnant *Sceloporus adleri* lizards in dealing with fast environmental temperature rise?**

Saúl López-Alcaide<sup>1</sup>, Miguel Nakamura<sup>2</sup>, Rodrigo Macip-Ríos<sup>3</sup> & Enrique Martínez-Meyer<sup>1</sup>



Las lagartijas *Sceloporus* han desarrollado todo un repertorio de comportamiento termorregulador que les permite sobrevivir en ambientes térmicos desfavorables... hasta cierto nivel



# La biodiversidad está respondiendo a estos cambios de diferente manera

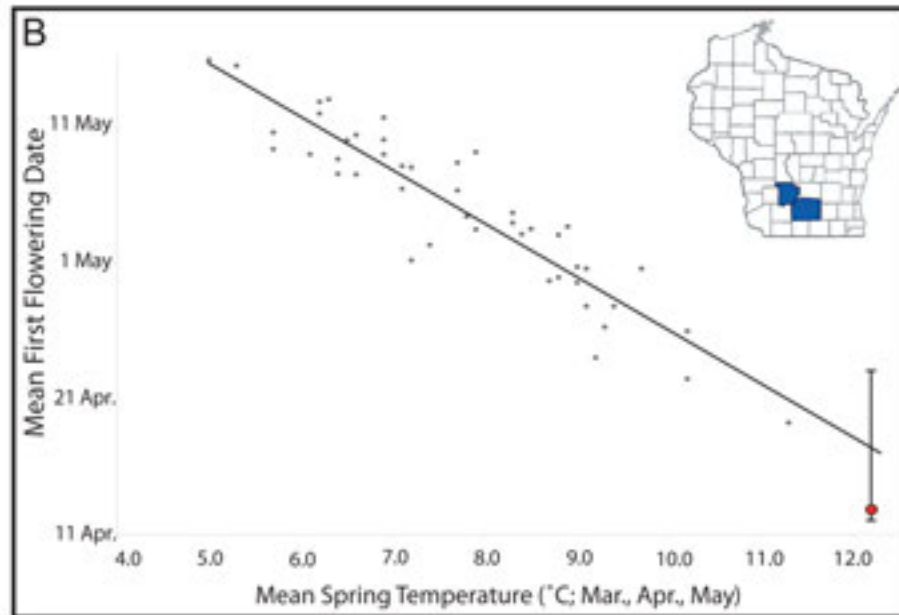


OPEN ACCESS Freely available online



## Record-Breaking Early Flowering in the Eastern United States

Elizabeth R. Ellwood<sup>1\*</sup>, Stanley A. Temple<sup>2,3\*</sup>, Richard B. Primack<sup>1\*</sup>, Nina L. Bradley<sup>3†</sup>, Charles C. Davis<sup>4\*</sup>



Las señales ambientales disparan los procesos fenológicos de muchas especies. Las alteraciones en el clima impactan a la fenología de diversas especies



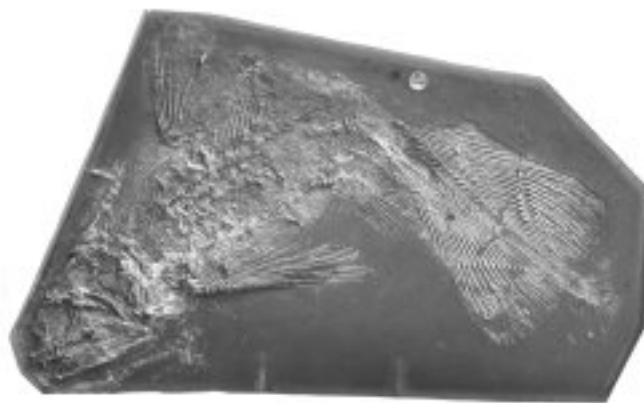


CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Respuestas Bióticas a los Cambios Climáticos

En los cambios climáticos históricos se identifican 4 patrones de respuesta para la biodiversidad:

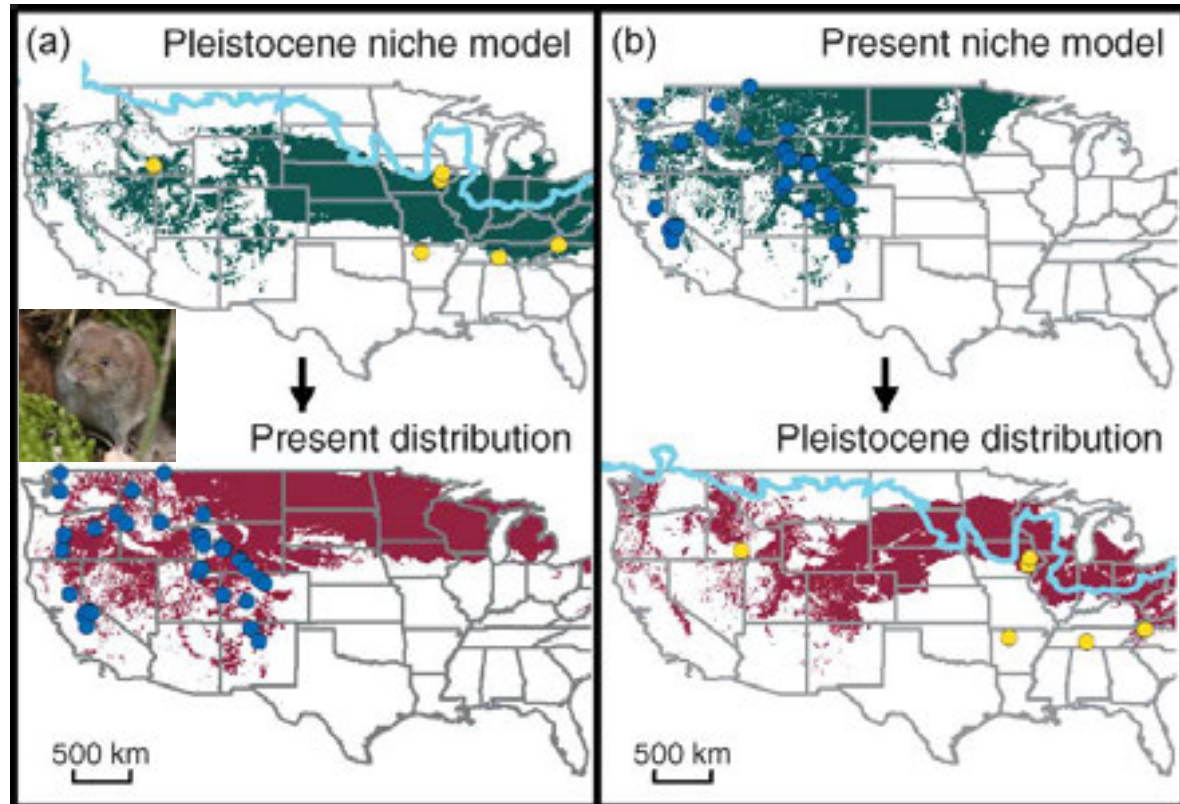
### Permanencia





# Respuestas Bióticas a los Cambios Climáticos

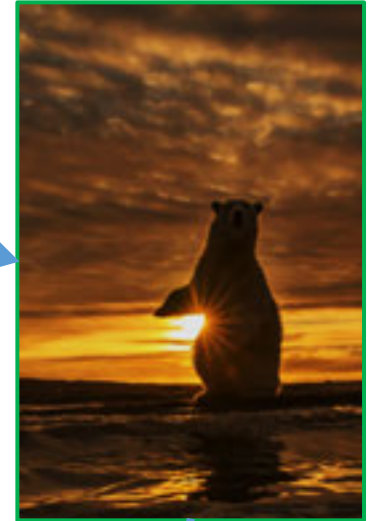
## Migración



Cambios en la distribución del metorito (*Phenacomys intermedius*) en la transición del Pleistoceno al Holoceno

## Respuestas Bióticas a los Cambios Climáticos

Los movimientos de las especies dan lugar a encuentros y desencuentros



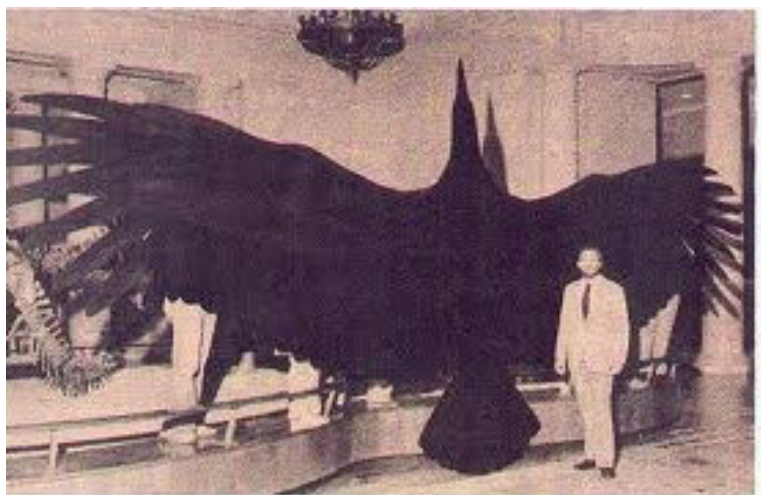
Nuevos encuentros pueden causar la hibridación y eventualmente la aparición de nuevas especies o la erosión de las existentes. Los desencuentros pueden dar lugar al aislamiento de poblaciones que eventualmente se diferencien en especies



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

# Respuestas Bióticas a los Cambios Climáticos

## Extinción

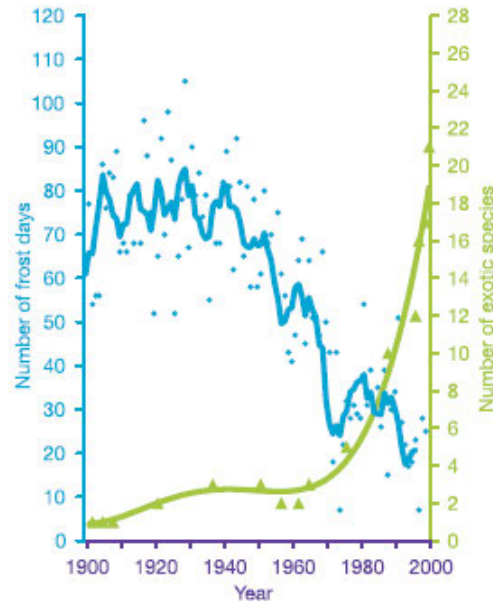




CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

# Respuestas Bióticas a los Cambios Climáticos

## Reorganización de comunidades bióticas



**Figure 3** Vegetation shift from indigenous deciduous to exotic evergreen broad-leaved vegetation in southern Switzerland. The shrub layer is dominated by the growing number of spreading exotic evergreen broad-leaved species (see illustration) that

appear to profit from milder winter conditions, indicated here by the decreasing number of days with frost per year (the smoothed curve gives five year averages for the number of frost days per year)<sup>29</sup>.

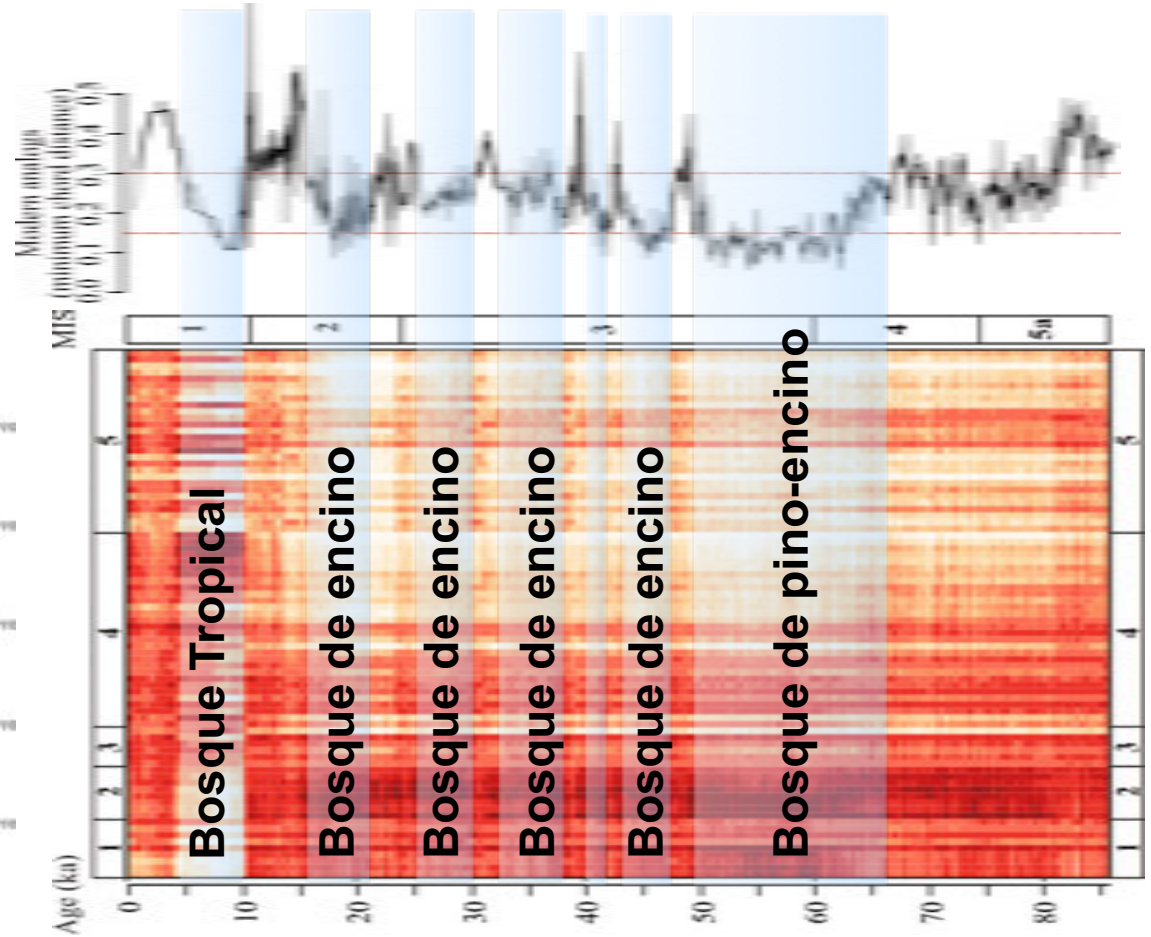
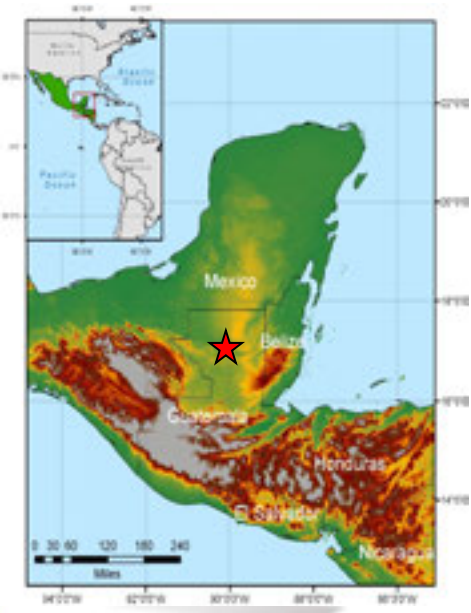
Cambios en la composición de especies de plantas en los Alpes suizos



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



# El reacondo de las especies ha dado lugar a cambios profundos en las comunidades bióticas



En el lago Petén-Itzá, Guatemala, el clima y la vegetación han sido reconstruidos para los últimos 86,000 años



## Contenido

1. El cambio climático actual... en contexto
2. Cómo influye el cambio climático en en la dinámica biológica
3. El cambio climático y la biodiversidad en México
4. El cambio climático en el contexto del cambio global





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

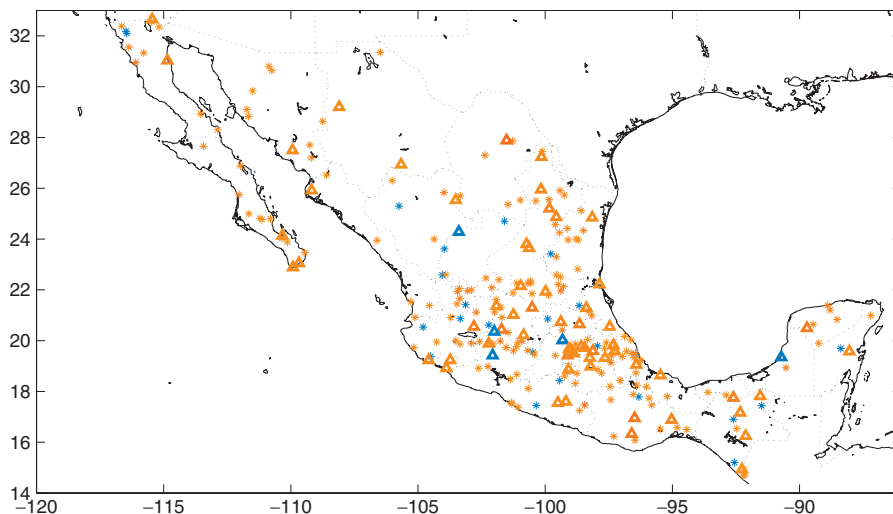


¿Qué sabemos para  
México?



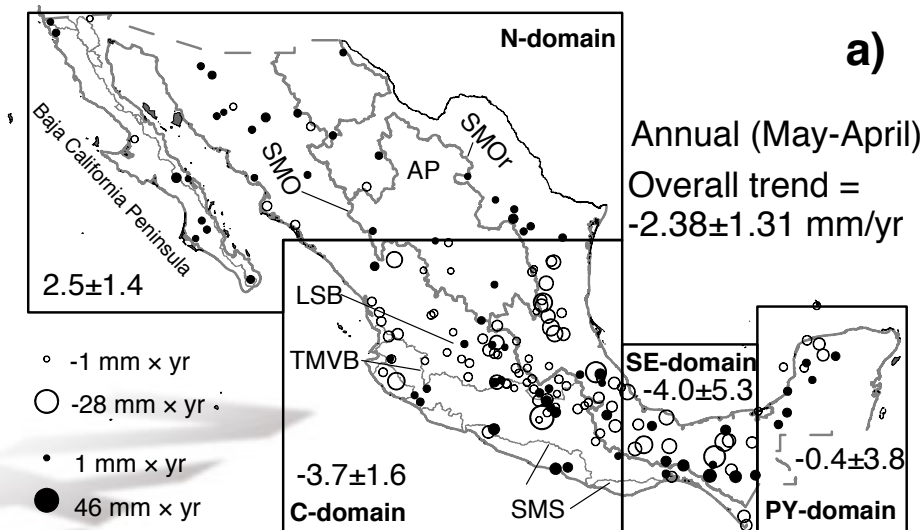
CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Cambio climático en México



Los mayores aumentos de temperatura son de la década de los 70s a la fecha en la temperatura máxima y mayormente en verano

Pavia et al. (2009)



Las tendencias de cambio histórico (1920-2008) en la precipitación está regionalizada: En el norte se observa una tendencia al aumento, mientras que en otras regiones disminuye

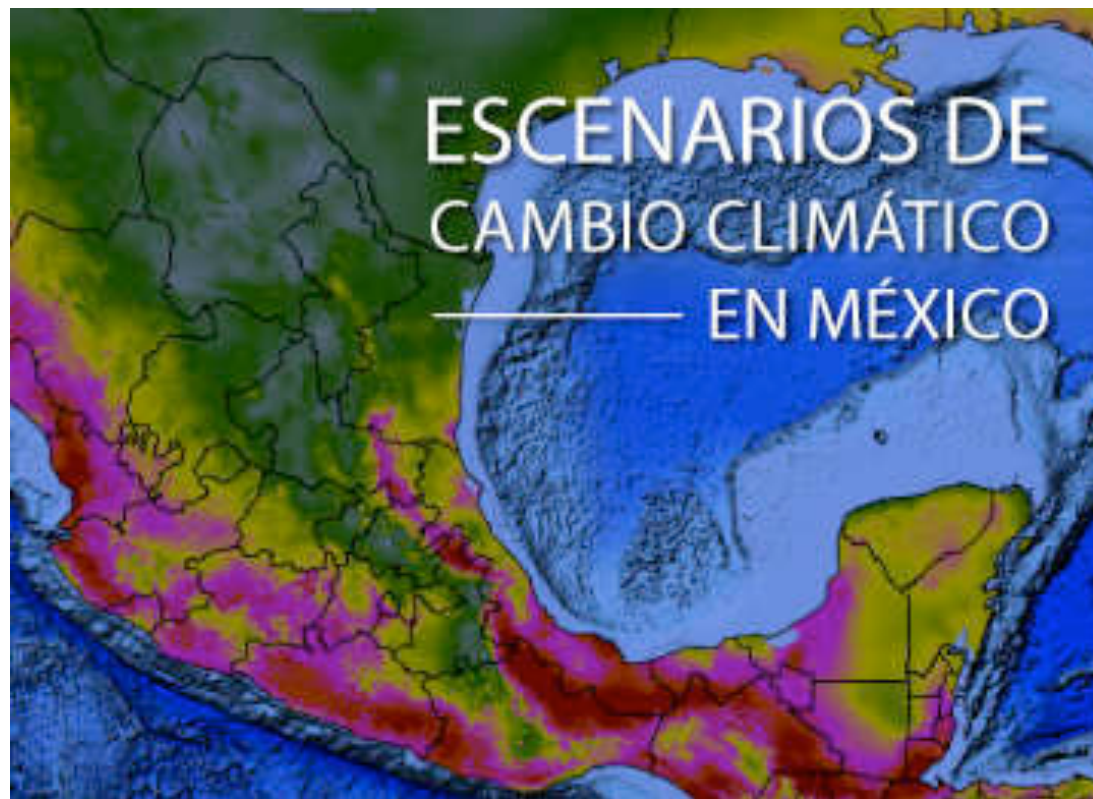
Brito-Castillo (2012)





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Cambio climático en México



Los esfuerzos de investigación en cambio climático en México han aumentado considerablemente desde hace una década. Sin embargo, la gran mayoría de estas investigaciones son de tipo predictiva, basándose en modelos y escenarios al futuro



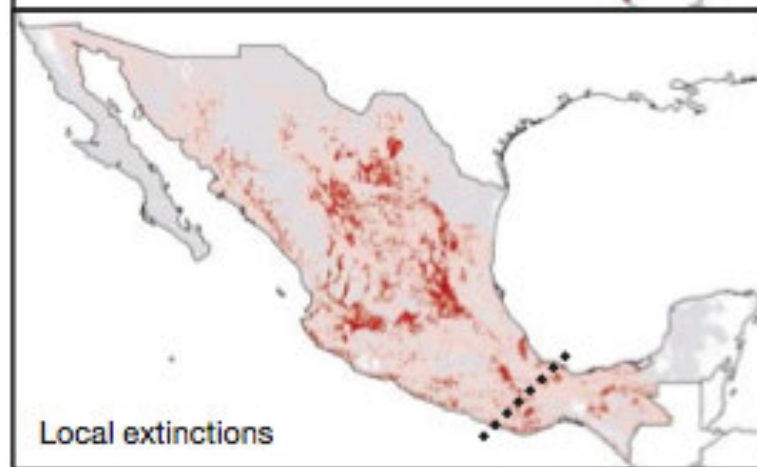
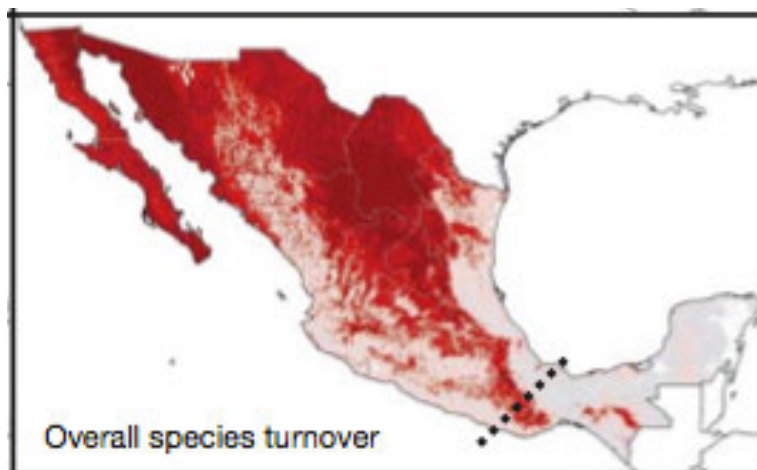
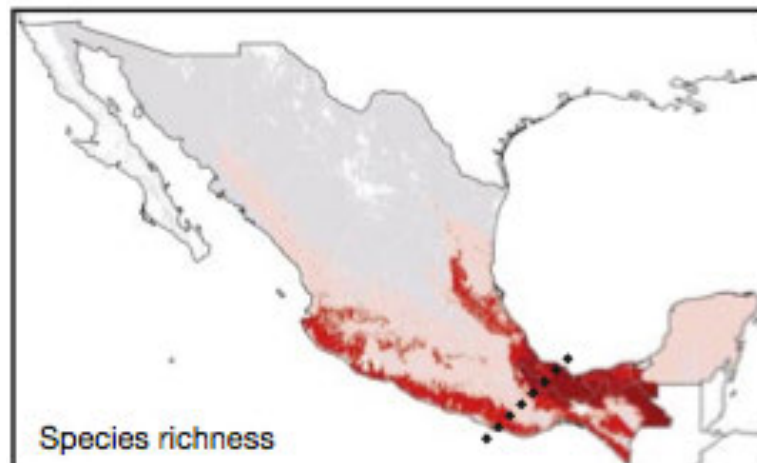


CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Cambio climático en México

### Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios

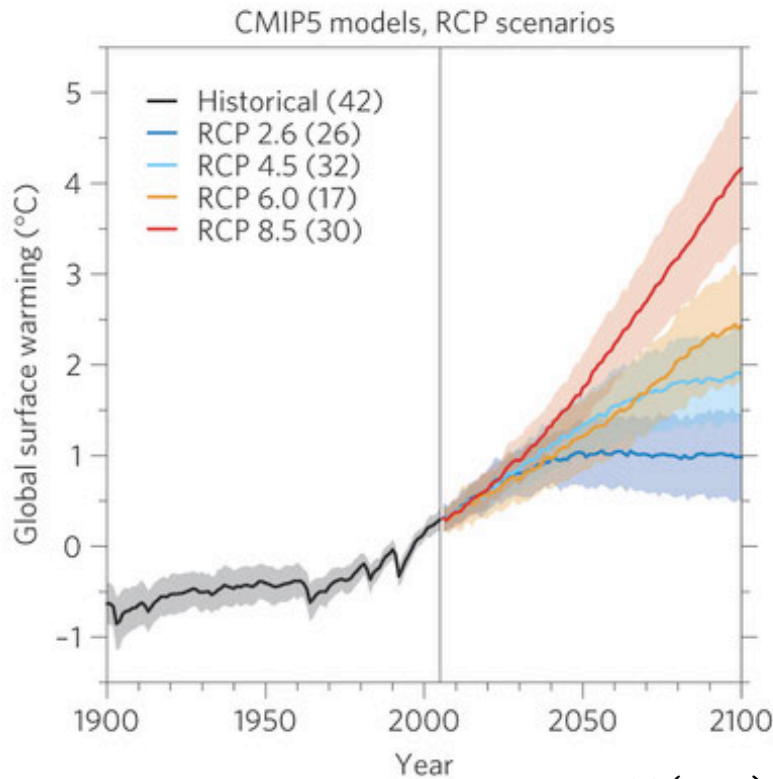
A. Townsend Peterson<sup>\*</sup>, Miguel A. Ortega-Huerta<sup>†</sup>, Jeremy Bartley<sup>‡</sup>,  
Victor Sánchez-Cordero<sup>§</sup>, Jorge Soberón<sup>||</sup>, Robert H. Buddemeier<sup>‡</sup>  
& David R. B. Stockwell<sup>¶</sup>



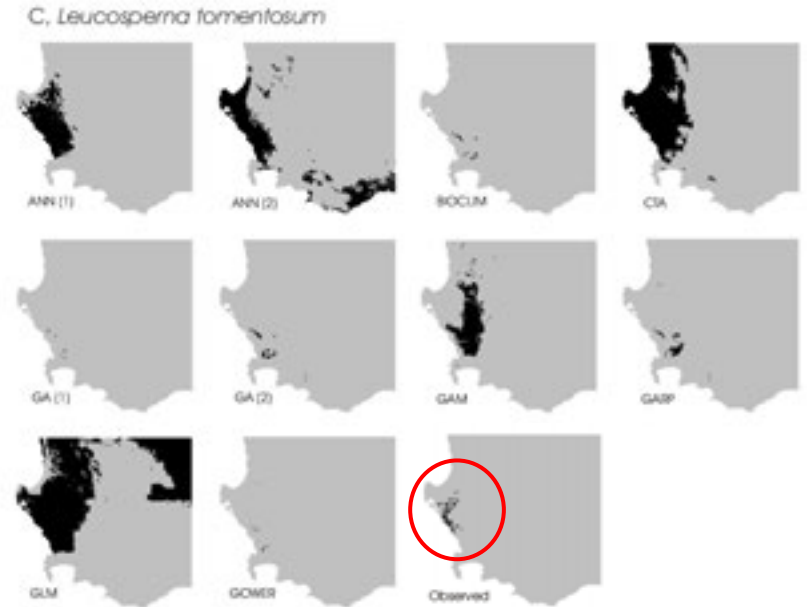
De esta forma se han desarrollado decenas de investigaciones para cientos de especies en México



# La incertidumbre en las proyecciones de cambio climático



IPCC (2013)



Pearson et al. (2006)

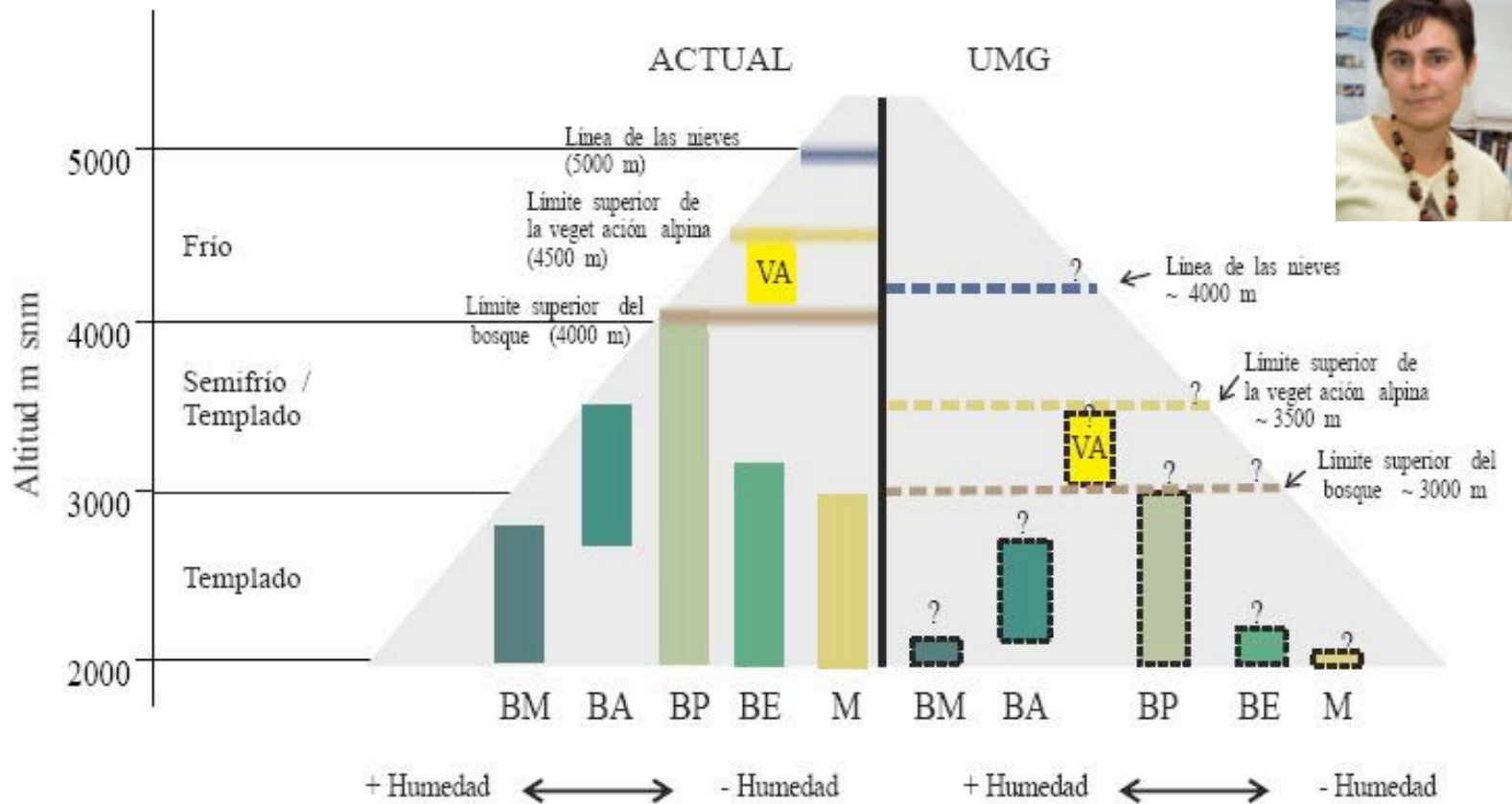
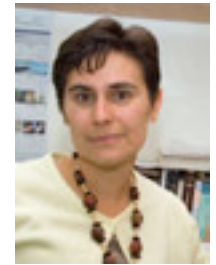
El problema con los enfoques predictivos es la enorme incertidumbre en las proyecciones climáticas al futuro y en los métodos de modelación



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

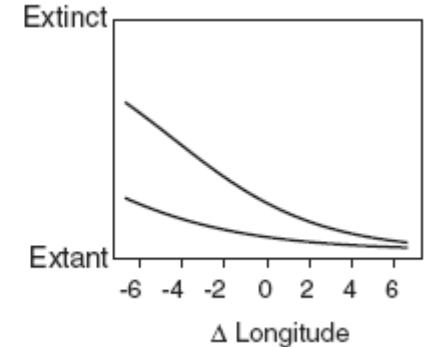
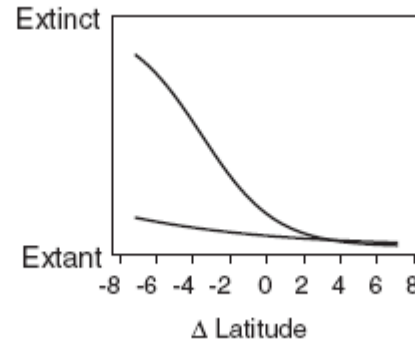
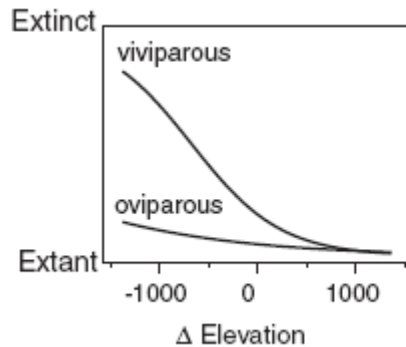


## La investigación retrospectiva distal



En las montañas del centro de México hubo un desplazamiento altitudinal de la línea de hielo y las comunidades vegetales de alrededor de 1000 m desde el Último Máximo Glaciar a la fecha

## La investigación retrospectiva proximal

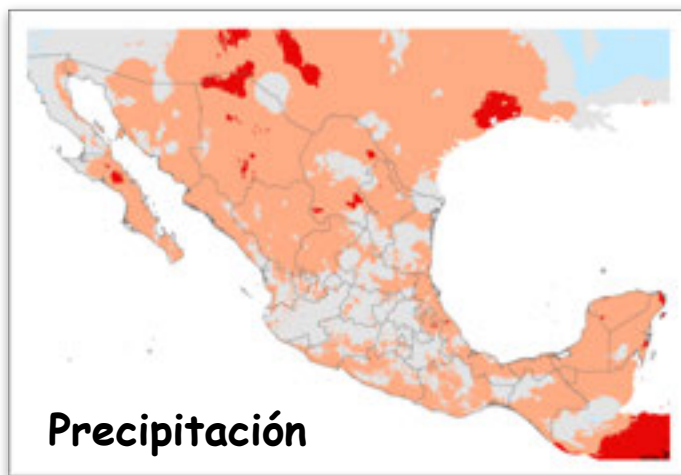
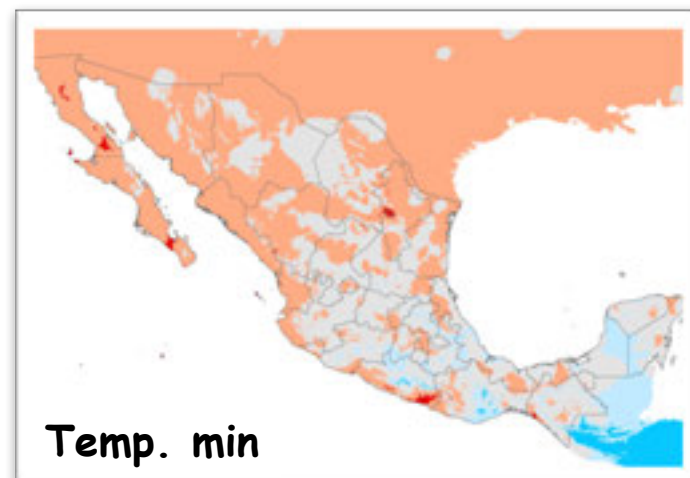
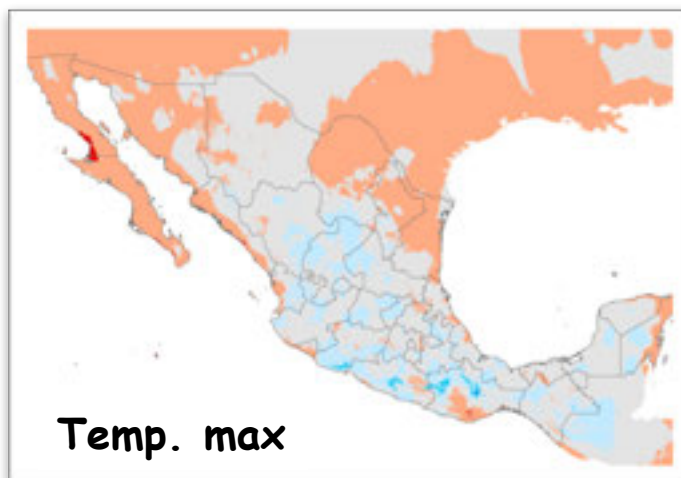


Las especies ya están respondiendo al cambio climático en México. Por medio de visitas a sitios de colecta históricos se documentó la extinción del 12% de las poblaciones de 48 especies de lagartijas *Sceloporus* desde 1975. Las proyecciones al finales del siglo indican una posible extinción del 20% de las especies

## La investigación retrospectiva proximal



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



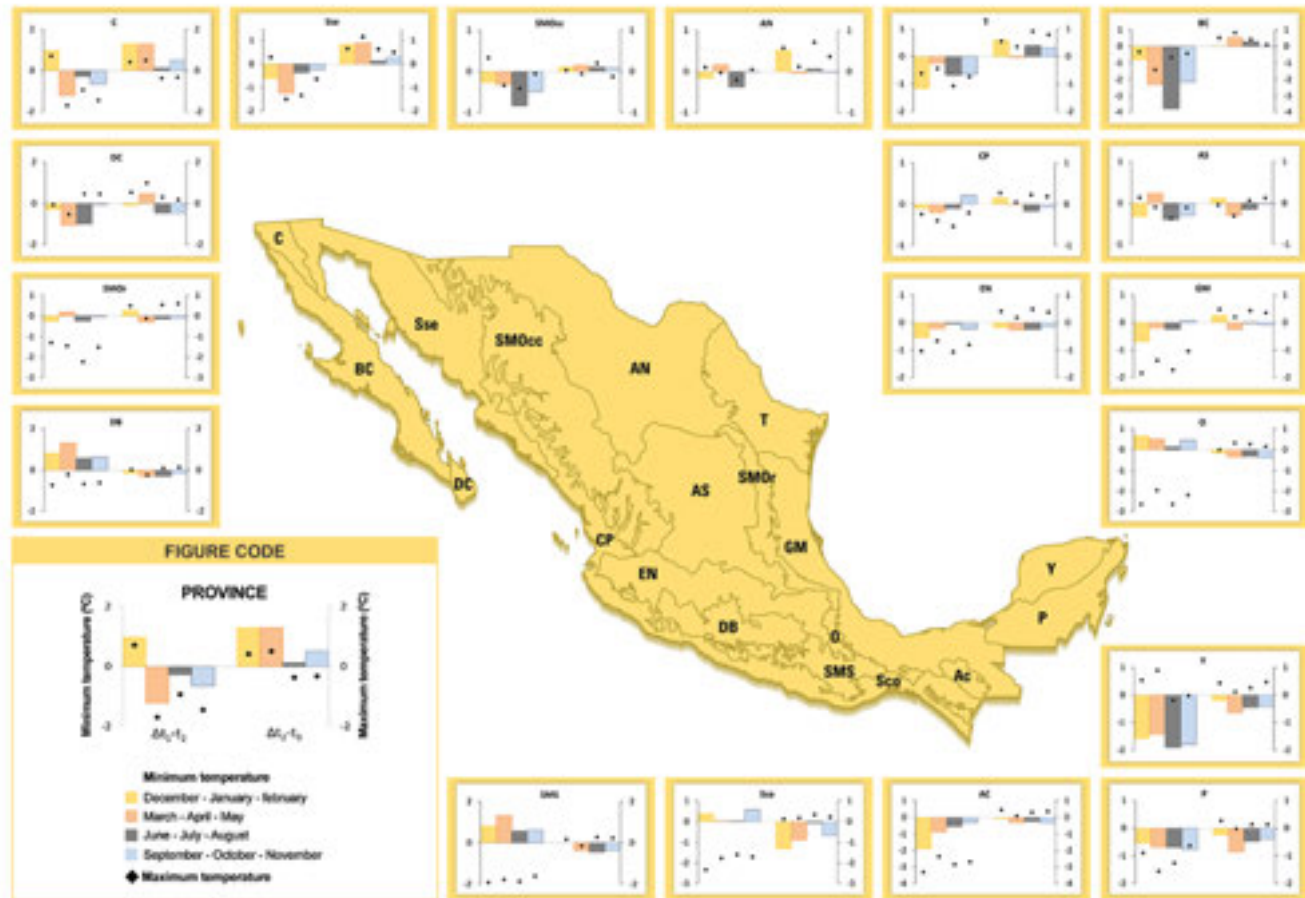
- Alta reducción
- Moderada reducción
- Baja reducción
- Sin cambios
- Bajo incremento
- Moderado incremento
- Alto incremento

Cuervo-Robayo et al. (enviado)

Recientemente se desarrollaron superficies climáticas para todo el país en tres periodos: 1910-1949, 1950-1979 y 1980-2009 para analizar las tendencias de cambio histórico del clima y la respuesta de la biodiversidad



## La investigación retrospectiva proximal

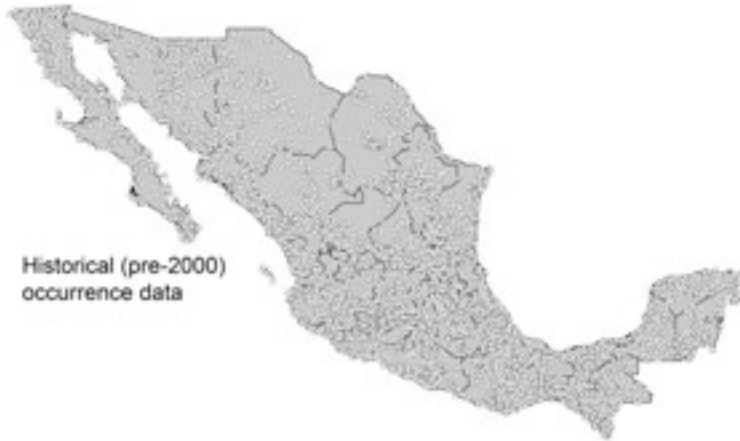


Los análisis a nivel de regiones biogeográficas indican que en el norte las temperaturas mínimas se han elevado, mientras que en el sur ocurre lo opuesto. Las máximas observan un aumento en casi todo el país

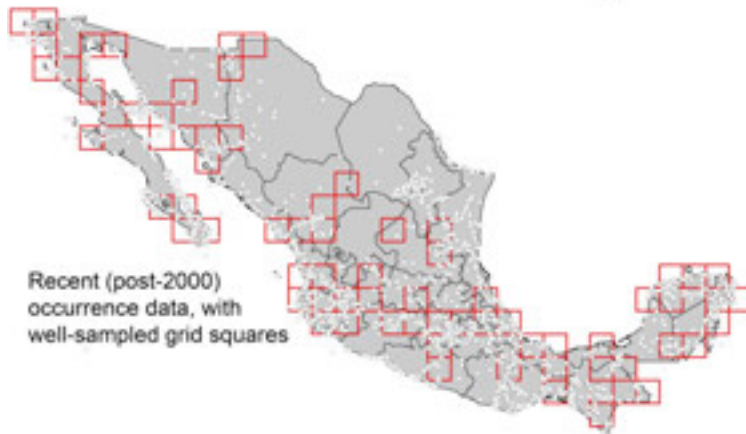
## La investigación retrospectiva proximal



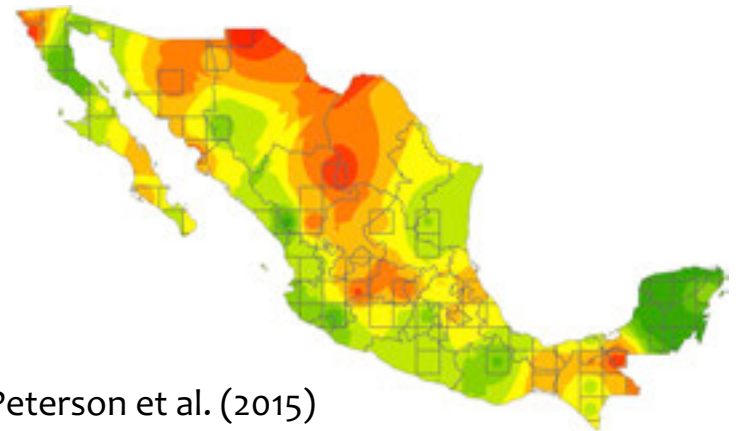
CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



Historical (pre-2000)  
occurrence data



Recent (post-2000)  
occurrence data, with  
well-sampled grid squares



Peterson et al. (2015)

Comparando registros de aves antiguos y recientes a lo largo del siglo XX, se detectaron núcleos de recambio de especies, explicados por cambios en la temperatura y no por cambios en la cobertura de suelo o cambios en la lluvia





# Los enfoques mecanísticos

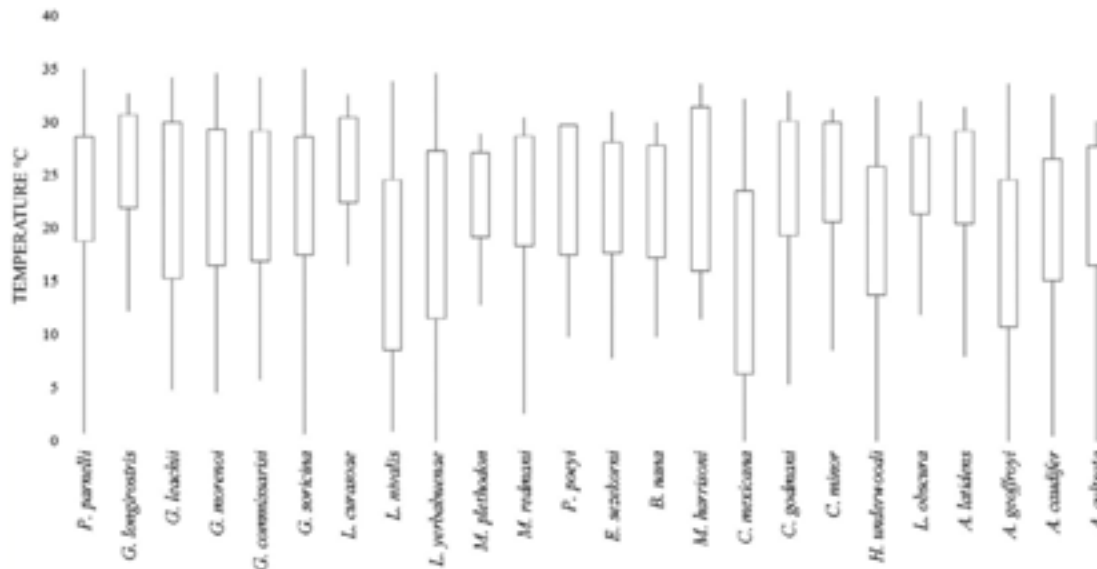


ORIGINAL RESEARCH

WILEY Ecology and Evolution

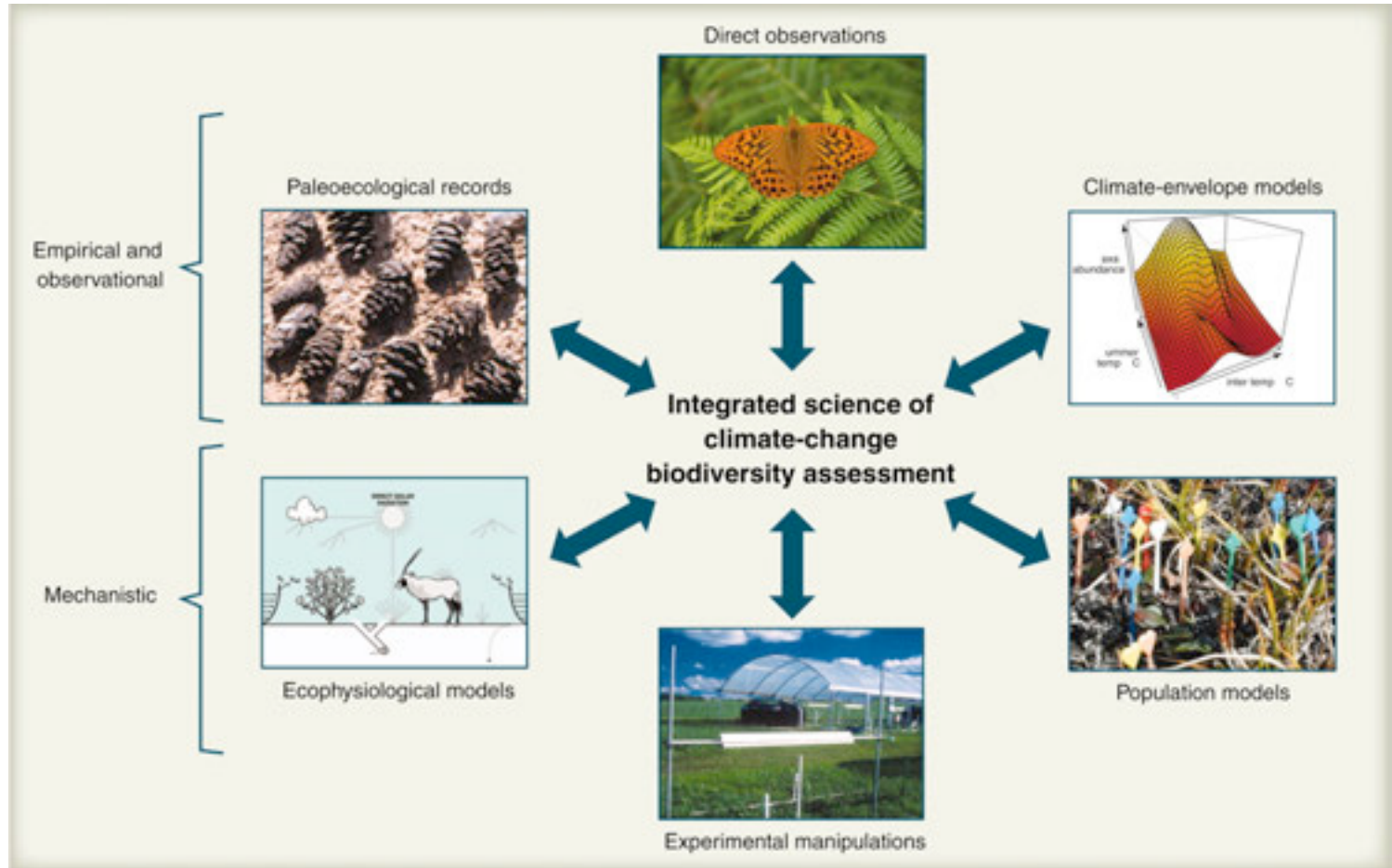
## The thermal niche of Neotropical nectar-feeding bats: Its evolution and application to predict responses to global warming

Stephanie Ortega-García<sup>1,2</sup> | Lázaro Guevara<sup>3</sup> | Joaquín Arroyo-Cabrales<sup>4</sup> | Roberto Lindig-Cisneros<sup>2</sup> | Enrique Martínez-Meyer<sup>5</sup> | Ernesto Vega<sup>2</sup> | Jorge E. Schondube<sup>2</sup>



Los estudios ecofisiológicos permiten entender las respuestas de las especies al clima y sus variaciones. Los murciélagos nectarívoros son sensibles a las altas temperaturas, lo que los hace vulnerables al calentamiento

## El esfuerzo necesario



Para una comprensión integral de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad es necesario combinar enfoques, ya que cada uno da una visión incompleta del fenómeno



## Contenido

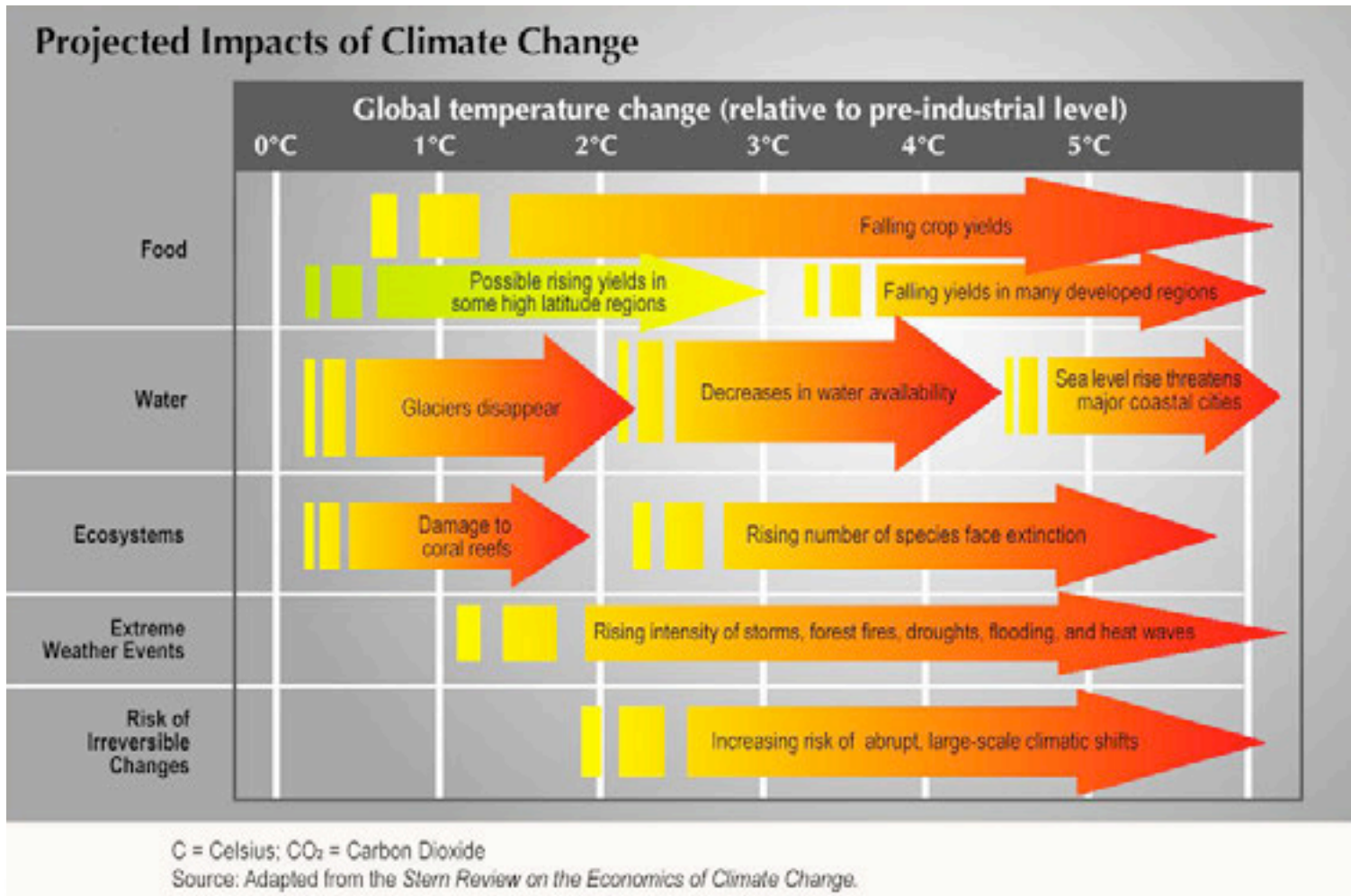
1. El cambio climático actual... en contexto
2. Cómo influye el cambio climático en en la dinámica biológica
3. El cambio climático y la biodiversidad en México
4. El cambio climático en el contexto del cambio global



# ¿El cambio climático es la mayor amenaza para la biodiversidad?

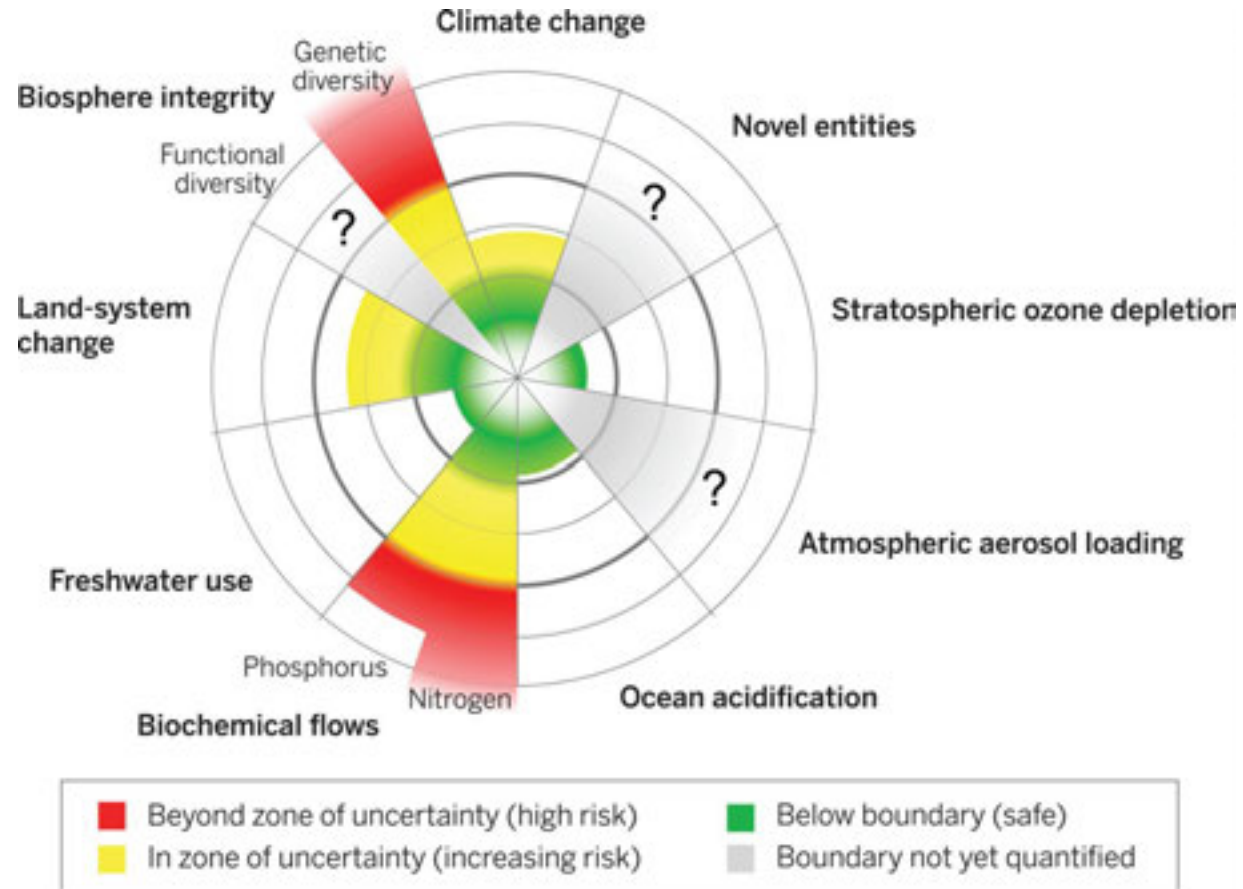


CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



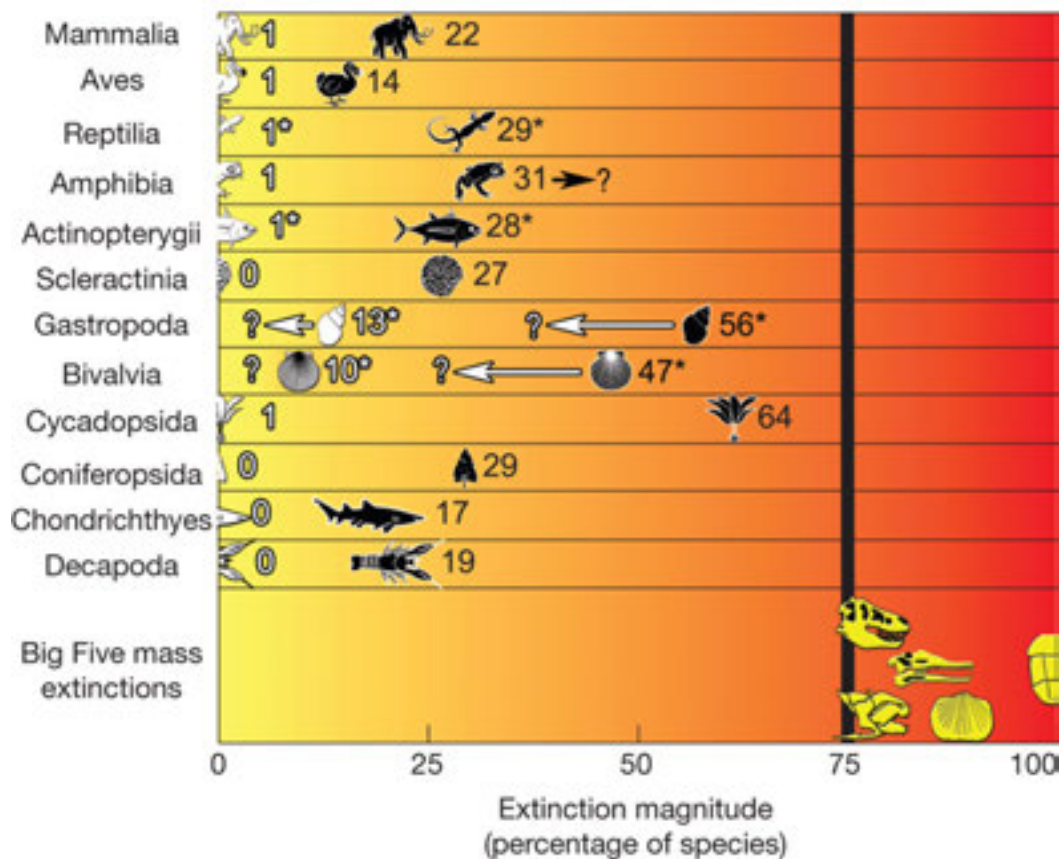
Sin duda la biodiversidad puede sufrir impactos de gran magnitud por efecto del cambio climático... y las sociedades también

# ¿El cambio climático es la mayor amenaza para la biodiversidad?



La pérdida de poblaciones y especies es la amenaza más inminente para la biodiversidad y que no se ha podido desacelerar

## Hay un proceso acelerado de pérdida de especies



La pérdida de poblaciones y especies es la amenaza más inminente para la biodiversidad y no se ha podido desacelerar. Se estima que se extinguen alrededor de 30,000 especies por año. A esta velocidad, se podrían perder alrededor del 50% de las especies hacia el 2100.



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## Un caso de estudio en nuestro patio

CAMBIO GLOBAL Y SUSTENTABILIDAD EN LA REGIÓN DEL  
USUMACINTA Y ZONA MARINA DE INFLUENCIA



Coordinadora Científica: Julia Carabias





CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## La cuenca del Usumacinta

- Economía poco desarrollada
- Marginación y pobreza
- Conflictos socio-ambientales
- Deforestación
- Alta biodiversidad
- Servicios ambientales
- Río vivo
- Riqueza cultural



Imagen 2000

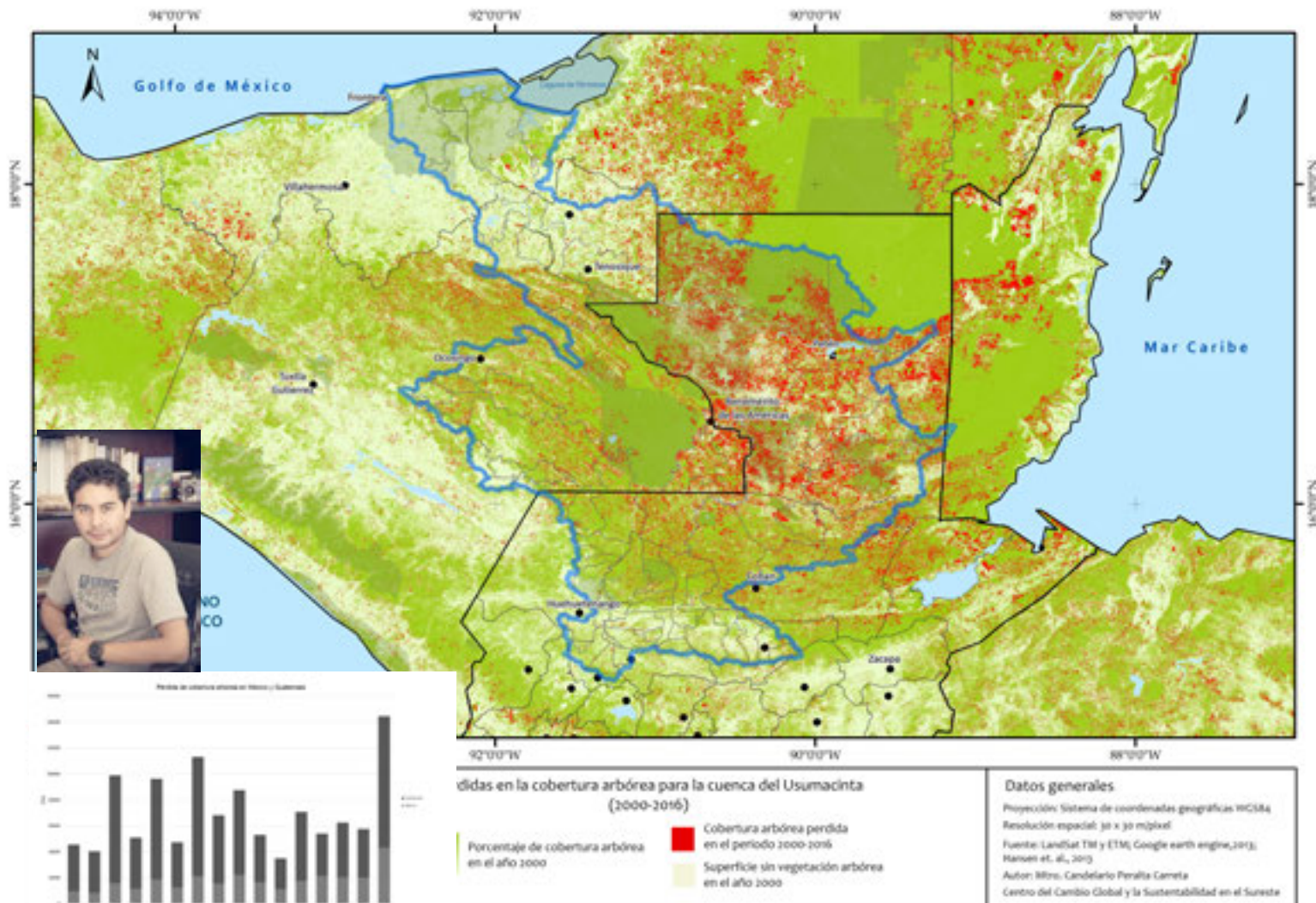






CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

# Pérdida de cobertura vegetal en el periodo 2000 a 2016



## En resumen

- El cambio climático actual es un fenómeno ambiental pero es más bien un problema social
- Los impactos sobre la biodiversidad se vislumbran importantes; sin embargo, otros factores tienen un efecto más inmediato sobre la biodiversidad
- En México ya se manifiestan algunos impactos del cambio climático sobre la biodiversidad
- La investigación sobre cambio climático y biodiversidad ha crecido ampliamente en México en la última década. Es necesario ampliar los enfoques de análisis para tener un panorama más integral



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO



## Lo paradójico

Nunca antes en la historia del hombre hemos tenido tanto conocimiento y comprensión sobre la naturaleza y su funcionamiento.

Cada vez sabemos más, al punto que somos capaces de saber el rumbo que están tomando las cosas, casi podemos predecir el futuro y, sin embargo, no hemos sido capaces de hacer lo que mejor nos conviene como especie.





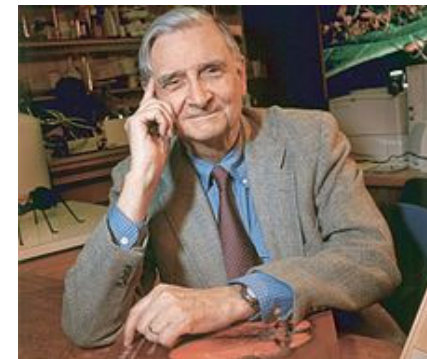
CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

## ¿Qué hacemos ante este panorama?

Dar la lucha....

Existen ejemplos de acciones globales exitosas, como la reducción en el uso de CFCs y aerosoles que adelgazan la capa de ozono y el combate y erradicación de enfermedades emergentes (sida, ébola, influenza H1N1), que han permitido revertir los impactos negativos de estas amenazas al bienestar humano.

“...en el camino de la ciencia... lleguen lo más lejos que puedan. El mundo los necesita con urgencia”.



Edward O. Wilson



CONABIO  
1992-2017  
XXV ANIVERSARIO

# GRACIAS

[emm@ib.unam.mx](mailto:emm@ib.unam.mx)

