



# El Cambio Climático y su Impacto en el Desarrollo Rural



# El Cambio Climático y sus impactos





**Cada hora,  
Se talan 1,500 hectáreas de bosques**



**Cada hora,**

**Se emiten 4 Millones de toneladas de CO<sub>2</sub>**



**Cada hora,**

**Se extinguen 3 especies**

**(1000x más rápido que la tasa natural de extinción)**



**Cada hora,  
10,000 personas más en el mundo**

# Emisiones Antropogénicas de CO<sub>2</sub> (2000-2008)

1.4 PgC y<sup>-1</sup>



7.7 PgC y<sup>-1</sup> +



4.1 PgC y<sup>-1</sup>

45%



3.0 PgC y<sup>-1</sup>

29%

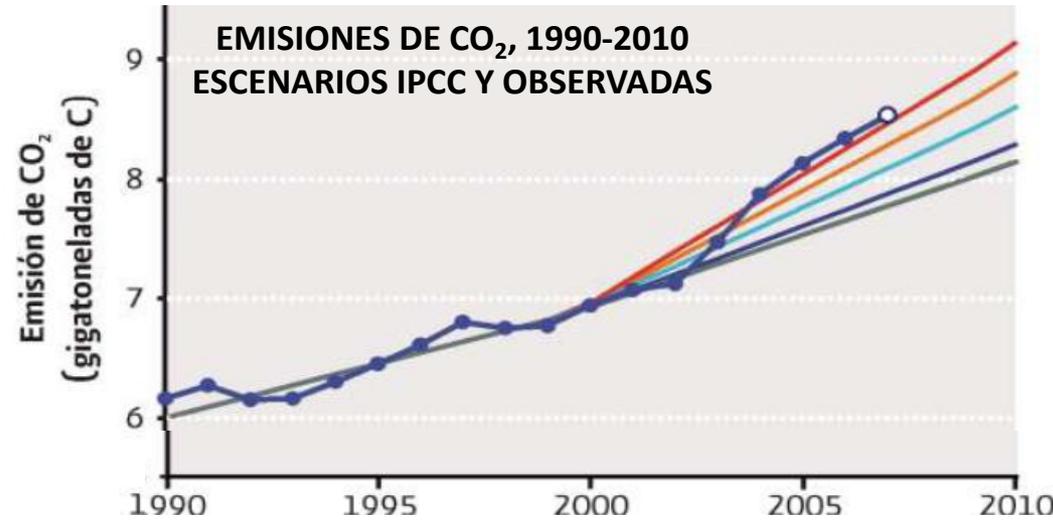


26%

2.3 PgC y<sup>-1</sup>

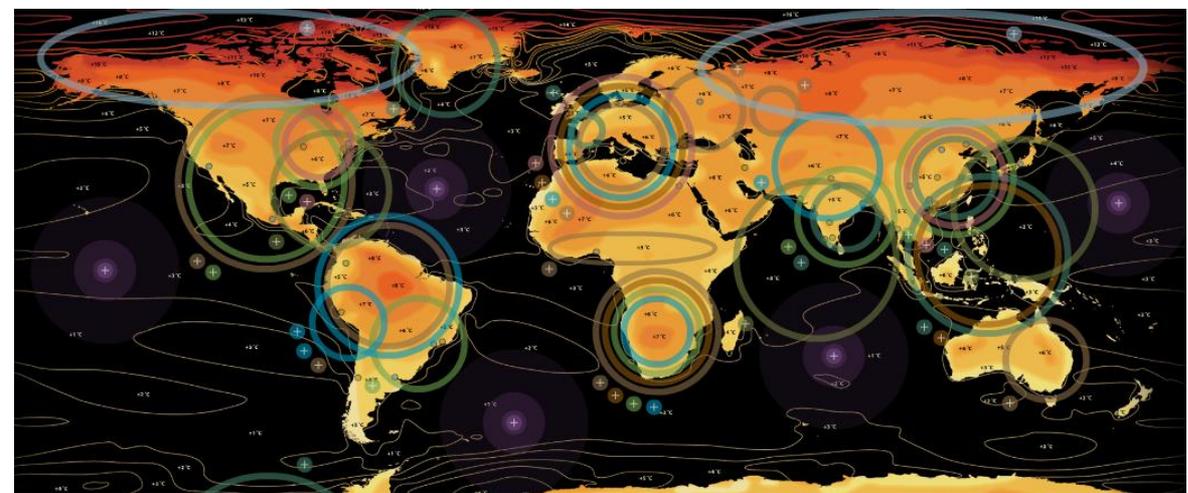
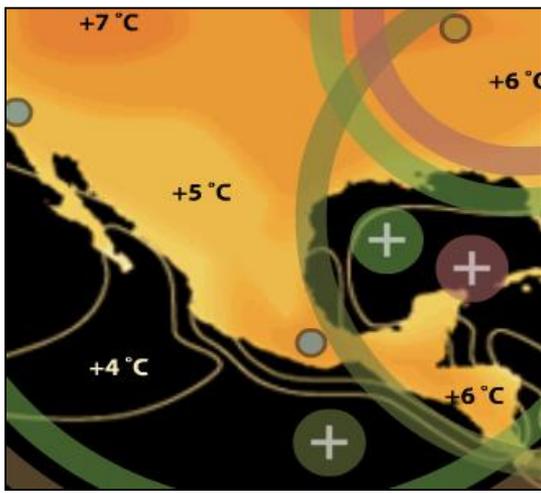


# Calentamiento de 4°C para 2100, “probable”



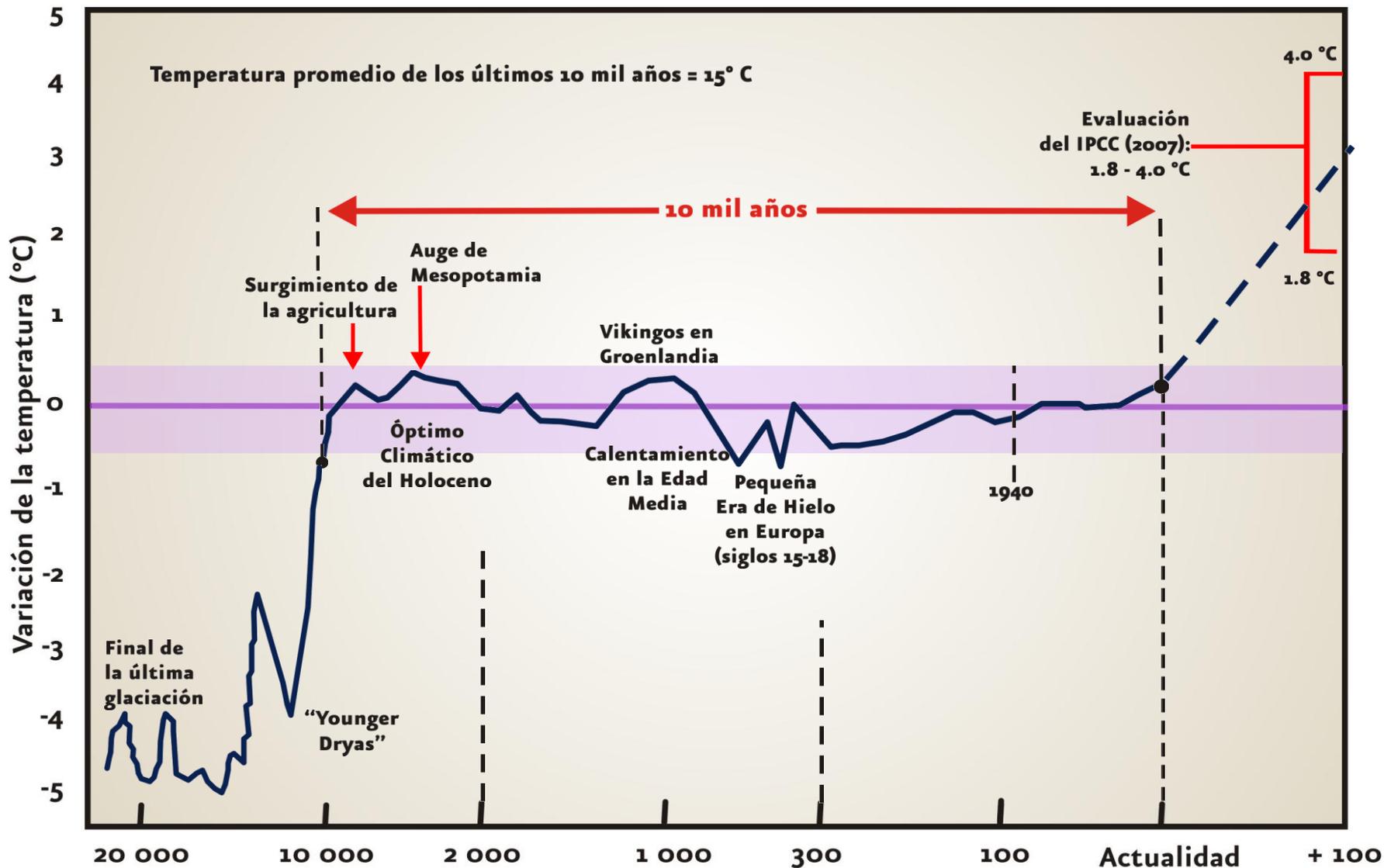
- Escenarios de emisiones del IPCC
- A1FI
  - A1B
  - A1T
  - A2
  - B1
  - B2
- Emisión observada de CO<sub>2</sub>
- Emisión estimada de CO<sub>2</sub>

Emisiones recientes por arriba del “peor” escenario del IPCC.



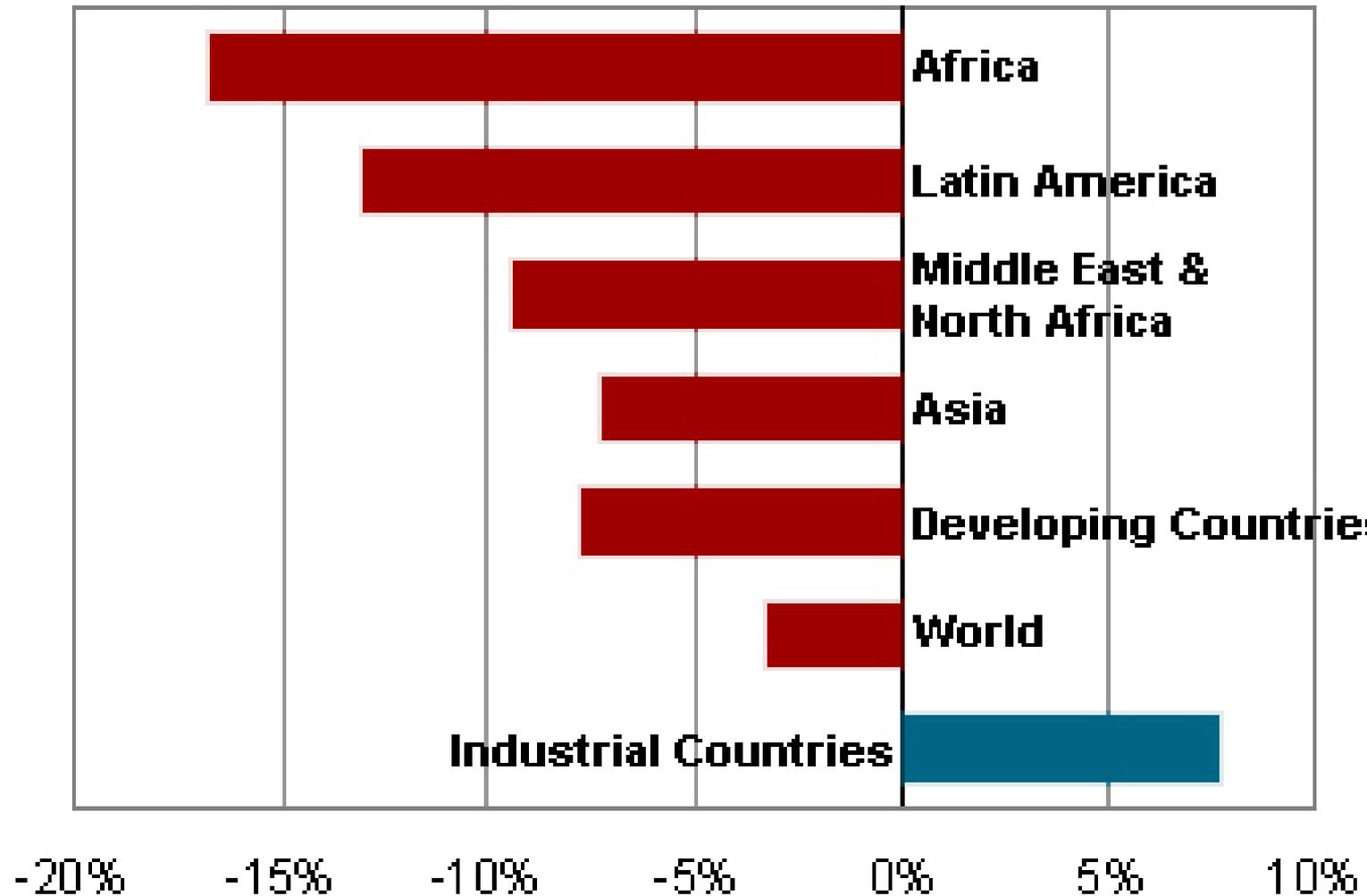
Fuente: IPCC. N. Nakicenovic y R. Swart (Eds.). 2001. *Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge University Press; Datos de emisiones observadas y estimadas del CDIAC, 2009. Global Fossil: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre\\_glob.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.html) The Met Office. *The impact of a global temperature rise of 4°C (7°F)*. The Hadley Centre, Meteorological Office, HM Government <http://www.guardian.co.uk/environment/interactive/2009/oct/22/climate-change-carbon-emissions>

# Las sociedades humanas se desarrollaron en los últimos 10 mil años en una estrecha franja de temperaturas



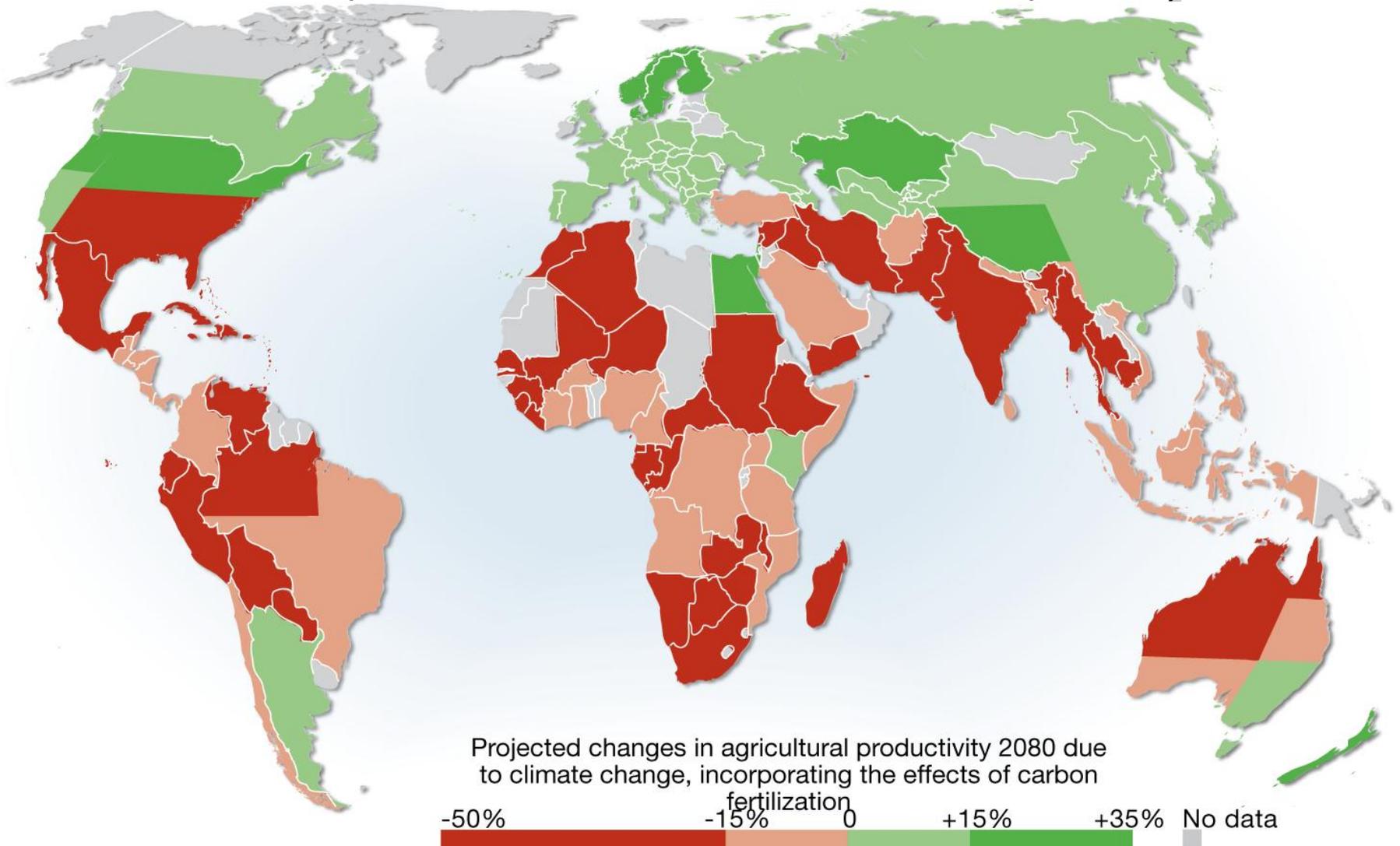
Adaptado de: Corell, Presentación CCAP's Board, Junio 2007.

# Impacto esperado del cambio climático en el potencial de producción agrícola



**Cambio en la producción potencial**  
(2080s como % del potencial de 2000)

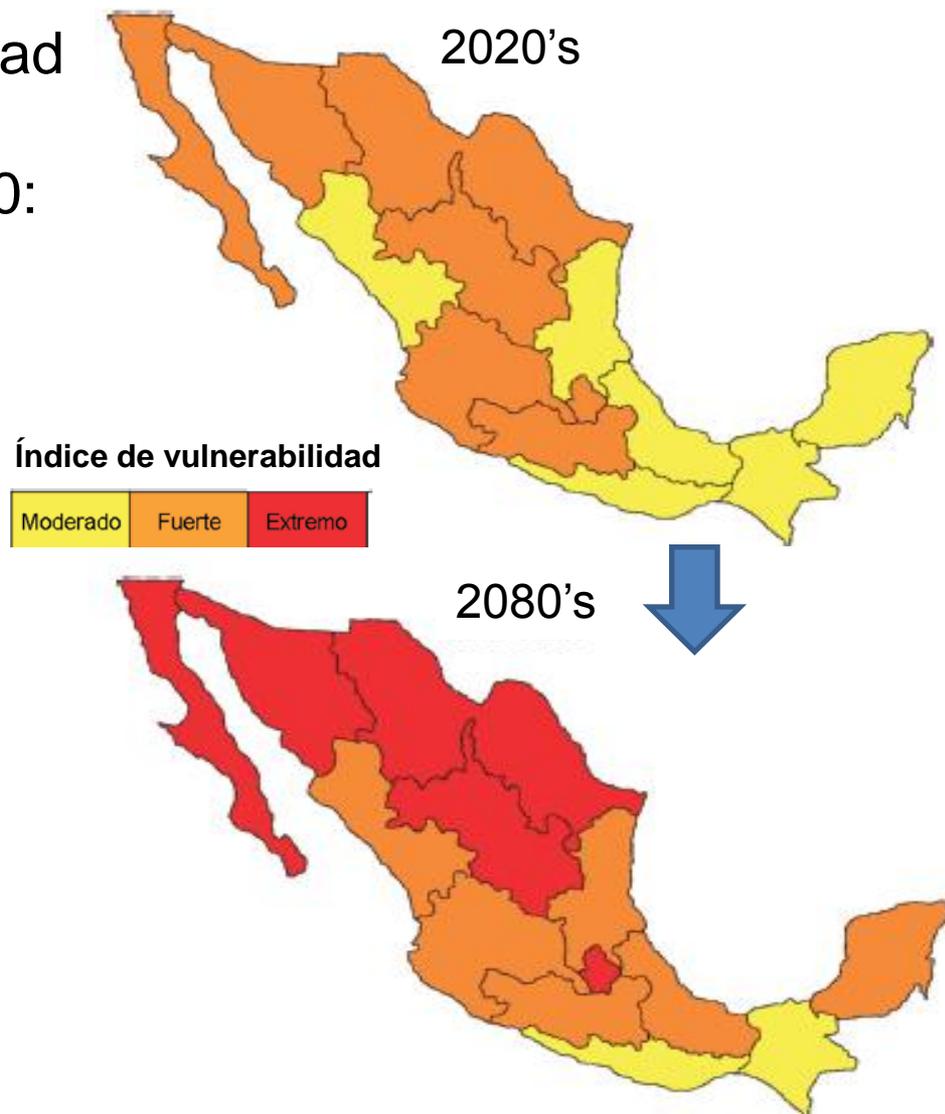
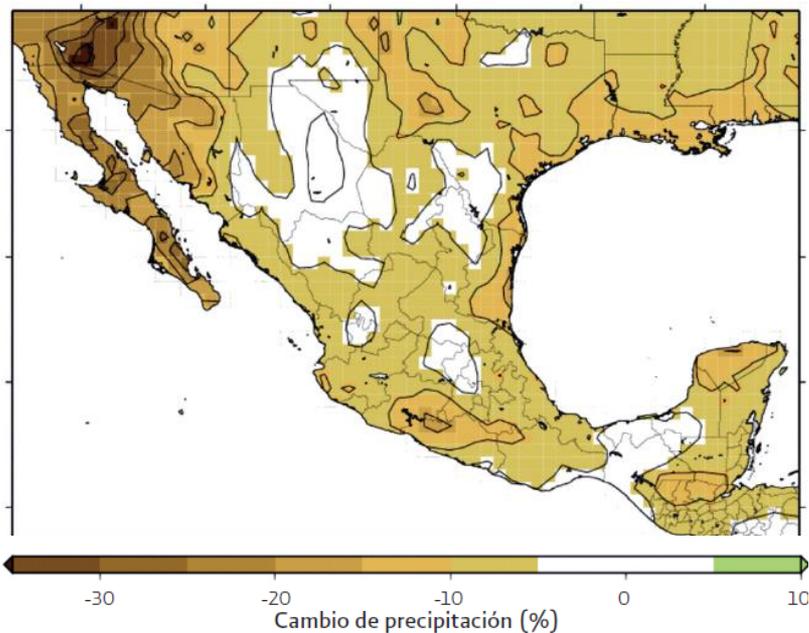
# Cambios esperados por cambio climático en la productividad agrícola en 2080 incorporando el efecto de fertilización por CO<sub>2</sub>



# Agua: menor disponibilidad, mayor demanda.

Índice de vulnerabilidad por cantidad y calidad de agua por Región Hidrológica Administrativa, a 2080:

Posible escenario de reducción de lluvias, 2080's.

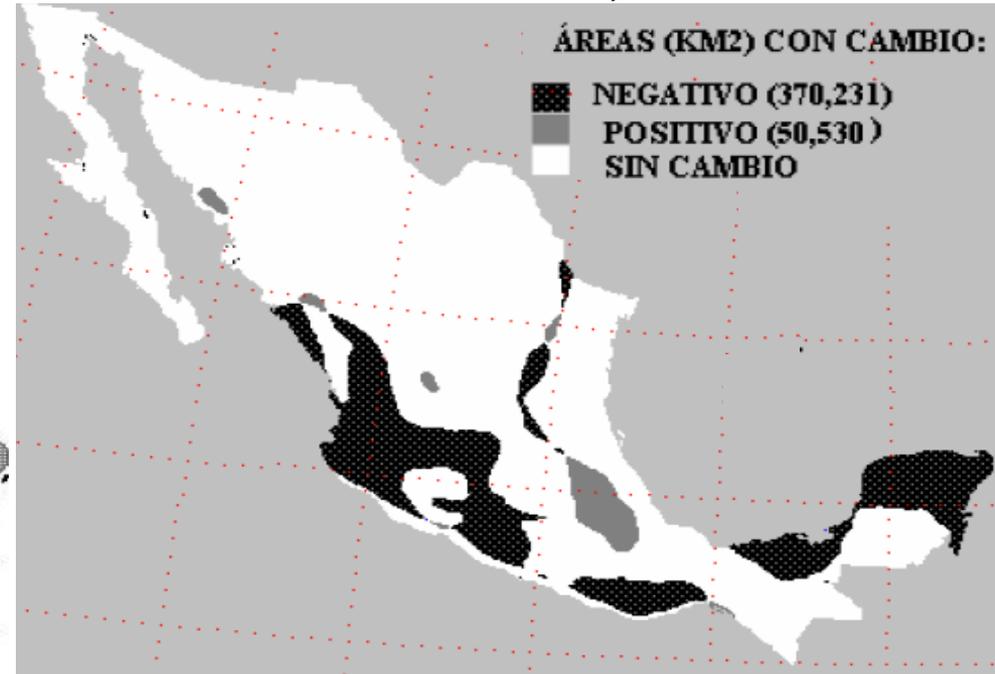


# Cambios regionales en las aptitudes para el cultivo de maíz de temporal

Áreas potencialmente aptas para la producción de maíz de temporal: escenario base actual.



Áreas con cambios de aptitudes respecto al escenario base, a 2060.

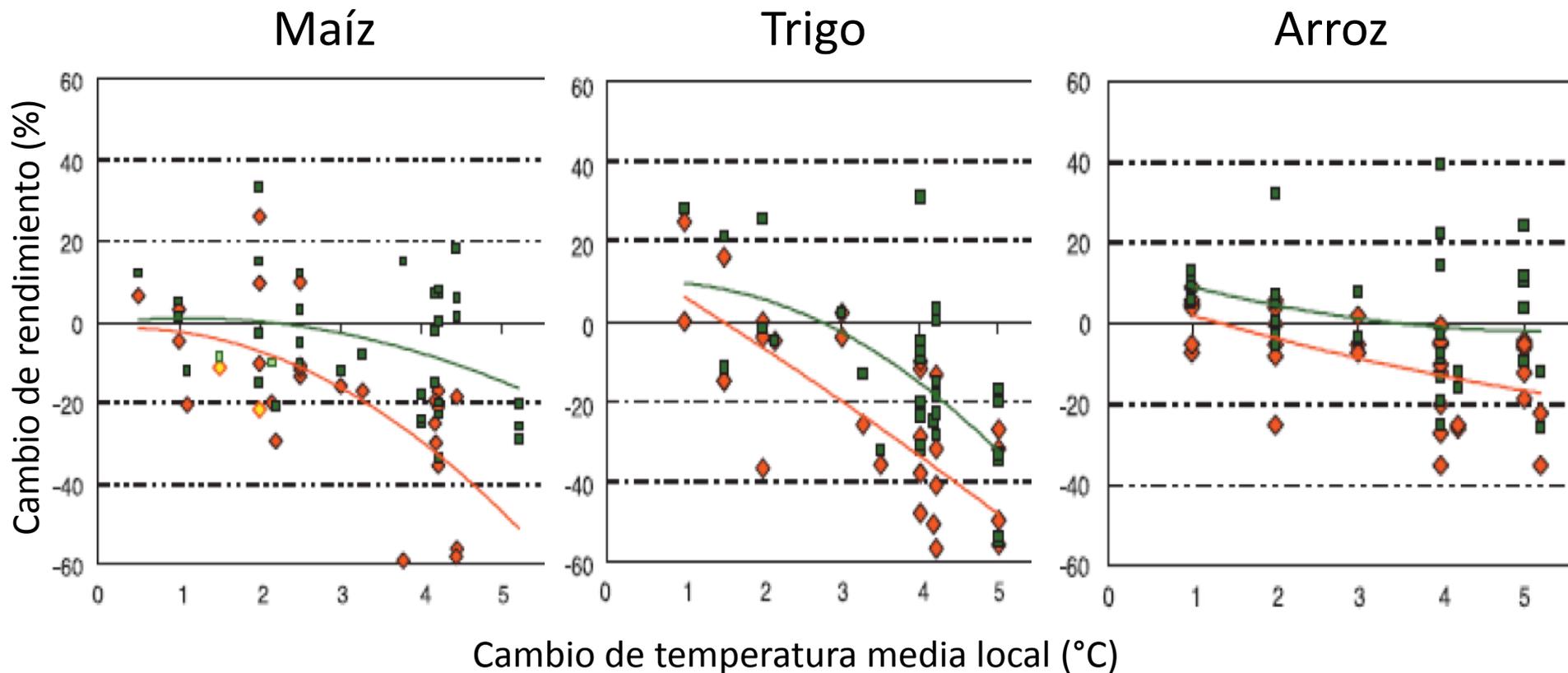


- Posible respuesta favorable a fertilización por CO<sub>2</sub> al corto plazo (aumento de 6% en el rendimiento) por su metabolismo C4.
- Si el cambio climático fomenta la mayor frecuencia de El Niño o condiciones climáticas semejantes, el maíz de temporal resulta muy vulnerable.

**Fuente:** Conde, C., et al. 2004. *Impactos del cambio climático en la agricultura en México*. En: Martínez, J. y A. Fernandez Bremauntz (Eds.) *Cambio climático: una visión desde México*. INE-SEMARNAT, México, pp. 227-238; Conde, C. 2005. *Agricultura y cambio climático*. UNAM.

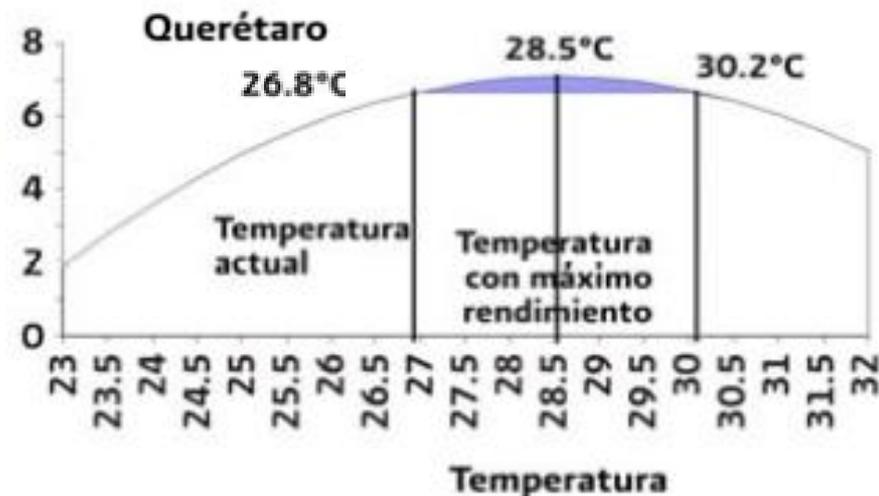
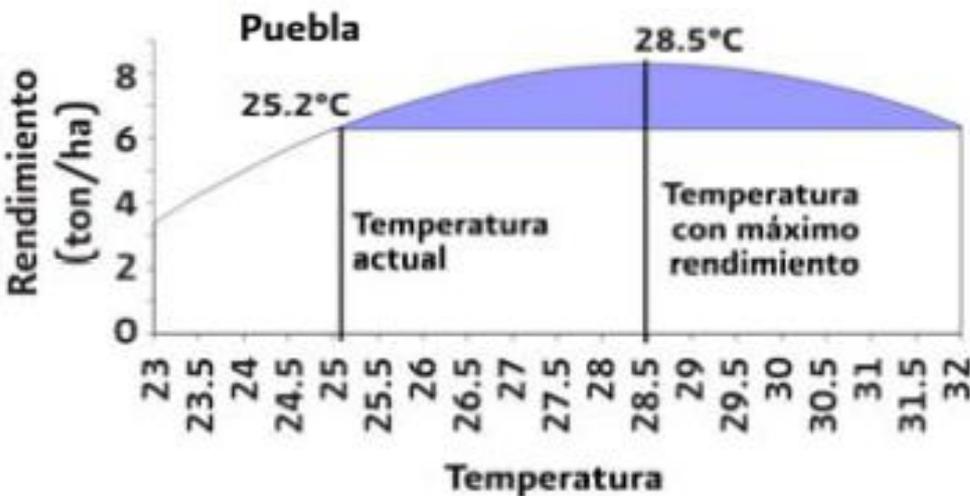
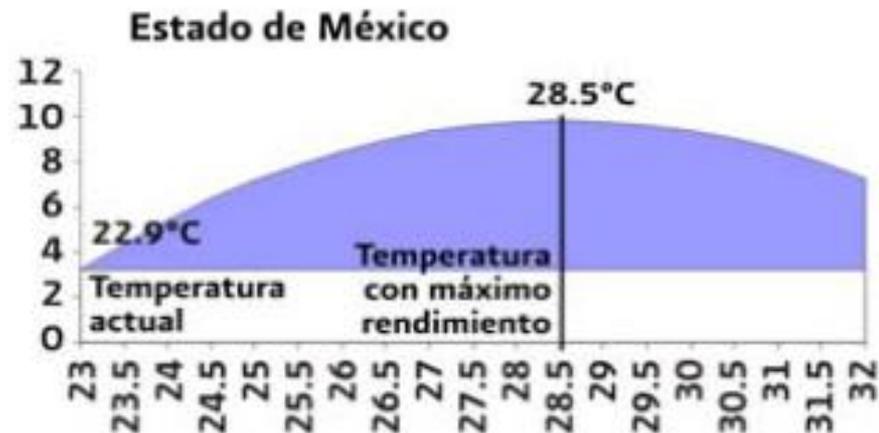
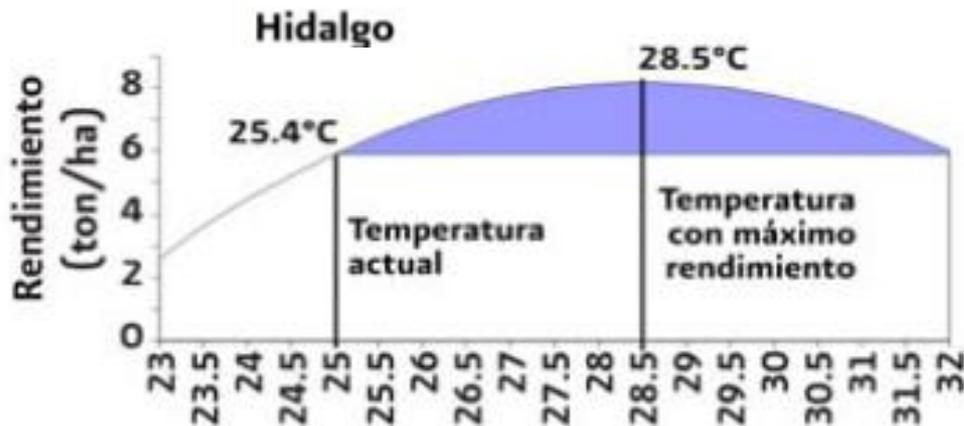
# Con mayor temperatura, baja la productividad

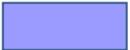
Los rendimientos de los cultivos básicos bajan en latitudes tropicales.



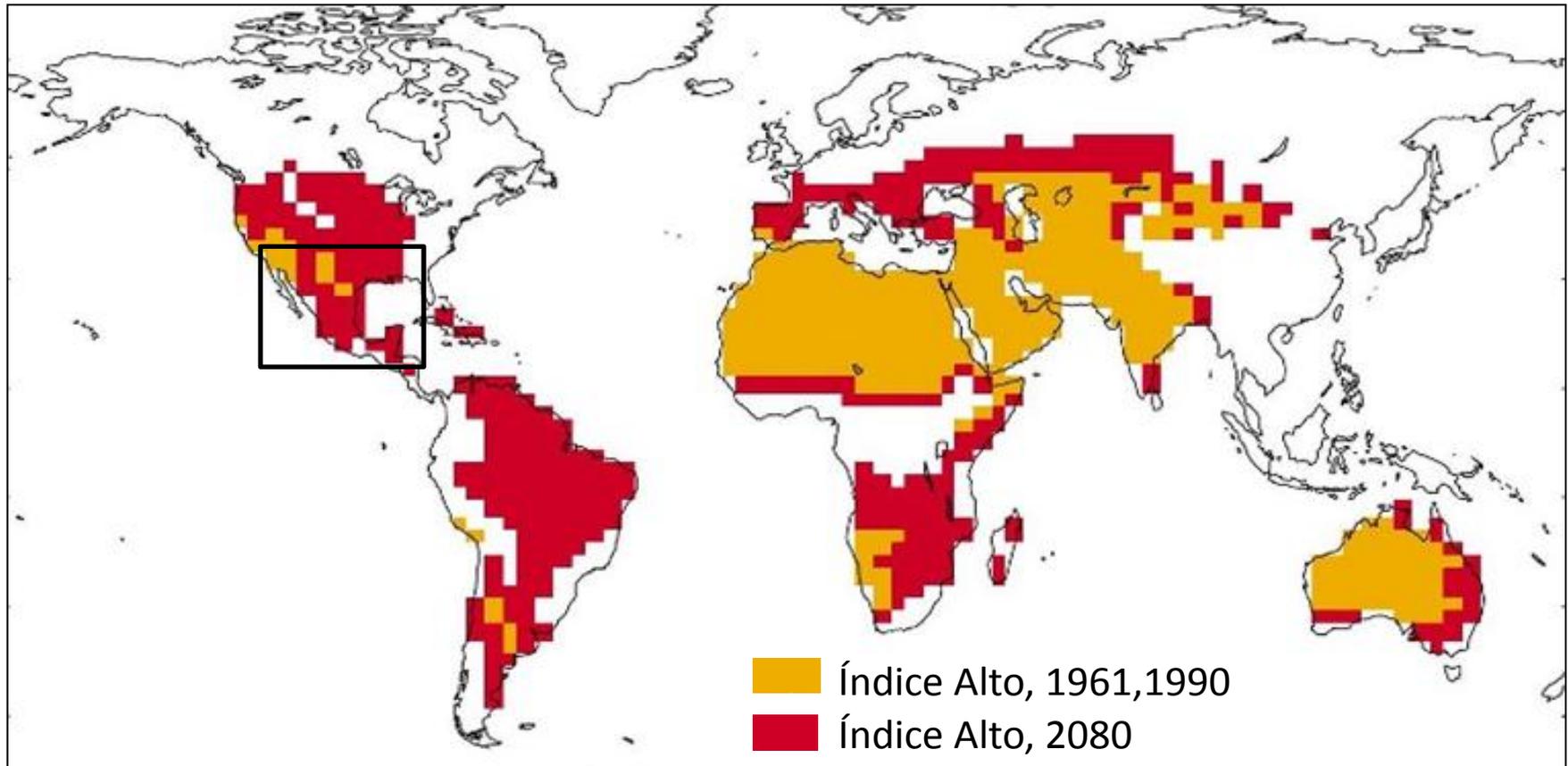
Estos impactos climáticos serán más intensos en sectores económicos con menores ingresos y cuya capacidad de adaptación es menor

# Maíz: algunas ganancias regionales de corto plazo



 Ganancias de corto plazo en el rendimiento de maíz por aumento de temperatura en estados de clima templado.

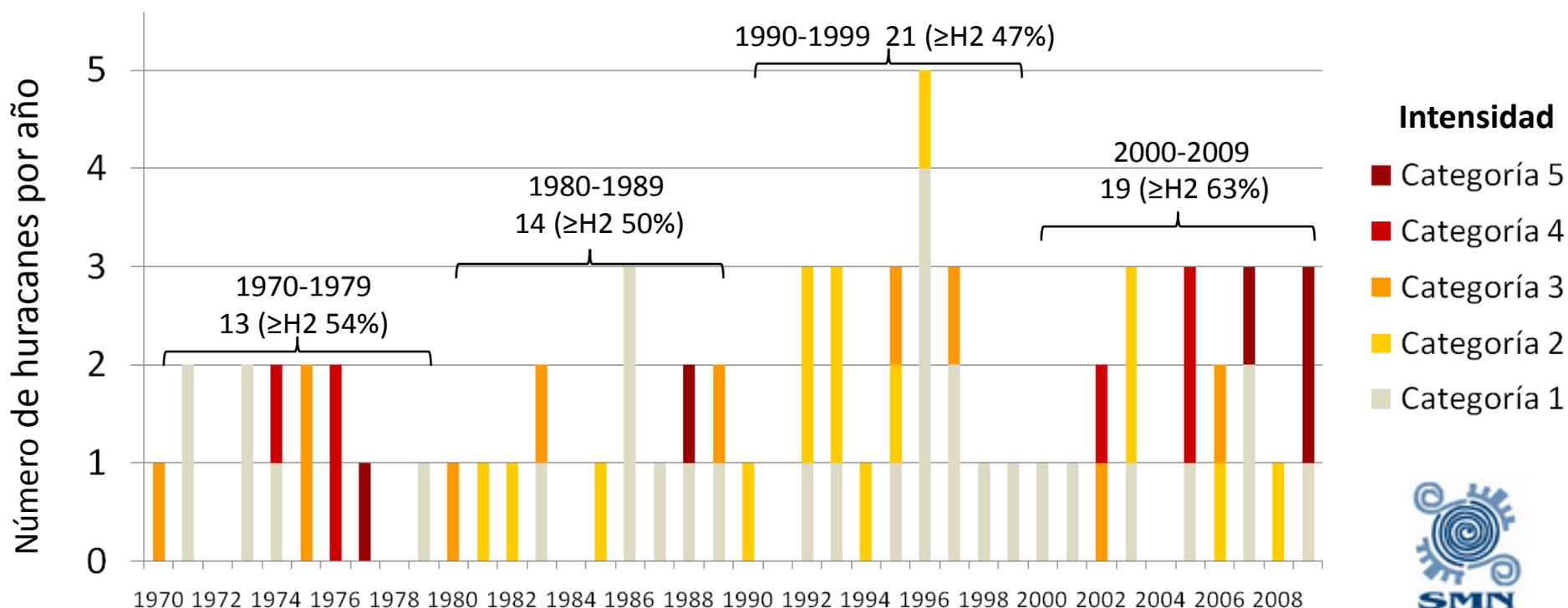
# Escenario de 4°C: aumenta riesgo de incendios



La superficie nacional con un *Índice de peligro de incendios forestales* ‘Alto’, aumenta considerablemente desde su línea base (1961-1990), para 2080.

# Efectos climáticos: aumenta intensidad de huracanes

## Evolución histórica de los huracanes en México, 1970-2009



La tendencia observada es de un mayor número de huracanes por año, con una mayor proporción de huracanes de categoría dos en adelante.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de: Servicio Meteorológico Nacional. *Ciclones Tropicales que impactaron a México de 1970 a 2008*. CONAGUA, México. <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/historia/ciclones1970-2008.pdf> y Resúmenes de ciclones tropicales de la temporada de 2009 <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2009/cn2009.html>



Construir en una llanura de inundación es como plantar una tienda de campaña en una carretera, aprovechando que no vienen coches

# Pérdidas de vidas humanas y bienes materiales (1/4)



**Motozintla, Chiapas.**  
Partida en dos por la crecida del río Mazapa, tras fuertes lluvias en la Sierra Madre de Chiapas, en octubre de 2005.

**Cifras de 2005:**  
Los huracanes Stan y Wilma causaron **3,800 millones de dólares en daños materiales.**

La deforestación de las laderas para usos agrícolas, pudo haber contribuido al alcance de los daños.

# Pérdidas de vidas humanas y bienes materiales (2/4)



**Tabasco bajo el agua.**  
Inundaciones cubren 80% del Estado, incluyendo la ciudad de Villahermosa, en octubre de **2007**.



## Cifras de 2007:

- Ríos Grijalva y Carrizal desbordados.
- Los 17 municipios inundados.
- 200,000 damnificados y 1 millón de afectados.
- **3,100 millones de dólares en daños materiales (29.3% del PIB estatal).**

# Pérdidas de vidas humanas y bienes materiales (3/4)

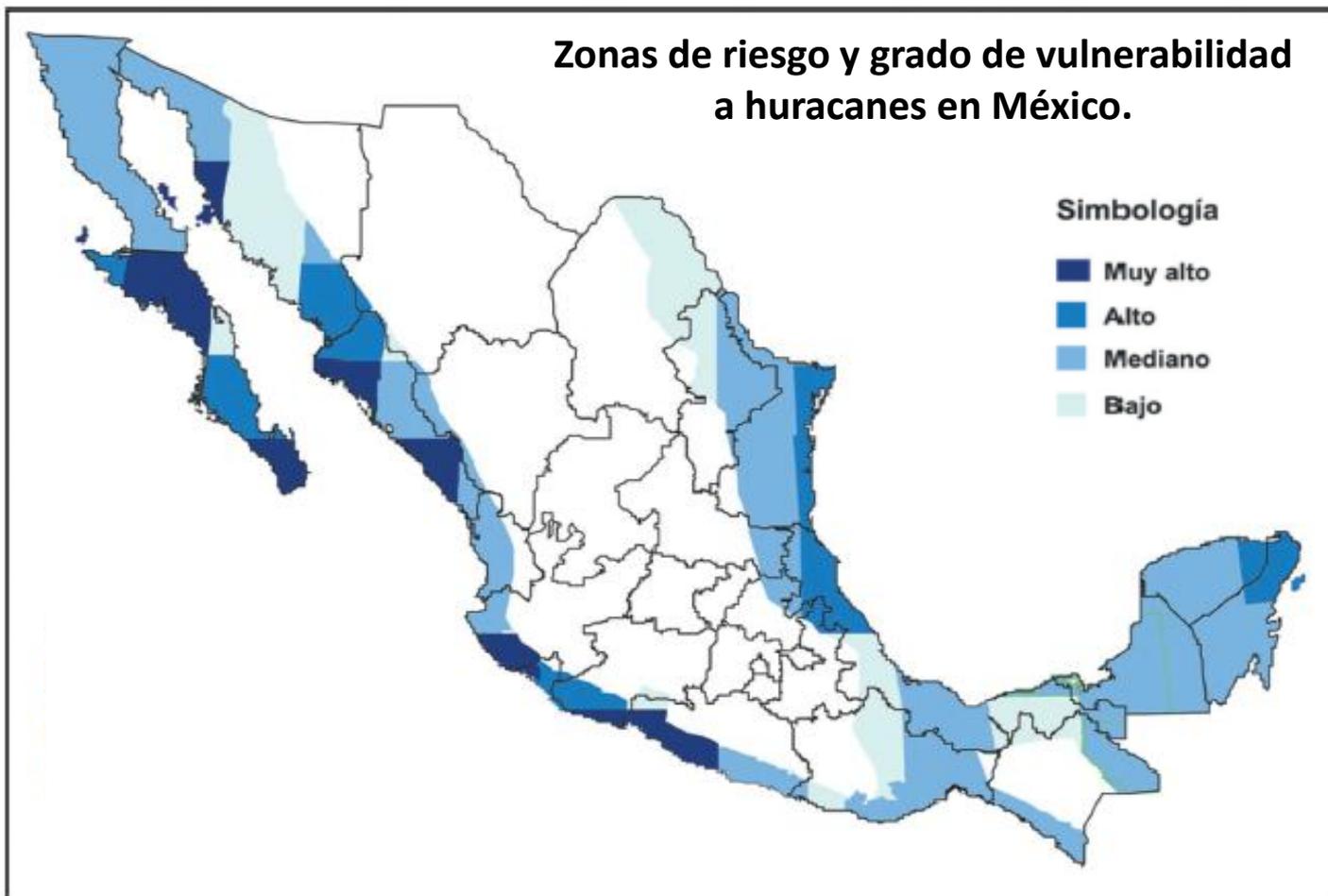
## Efectos de los desastres en México 2000-2007\*

Año	Muertos	Daños materiales (\$US Millones)	Contribución de eventos hidrometeorológicos a pérdidas económicas (%)
2000	9	230.9	99.0
2001	163	265.1	99.0
2002	125	1,162.1	97.0
2003	179	646.2	60.2
2004	115	74.8	85.4
2005	228	4,171.3	99.3
2006	251	428.5	92.8
2007*	76	4,110.3	99.5

\*/ Preliminares

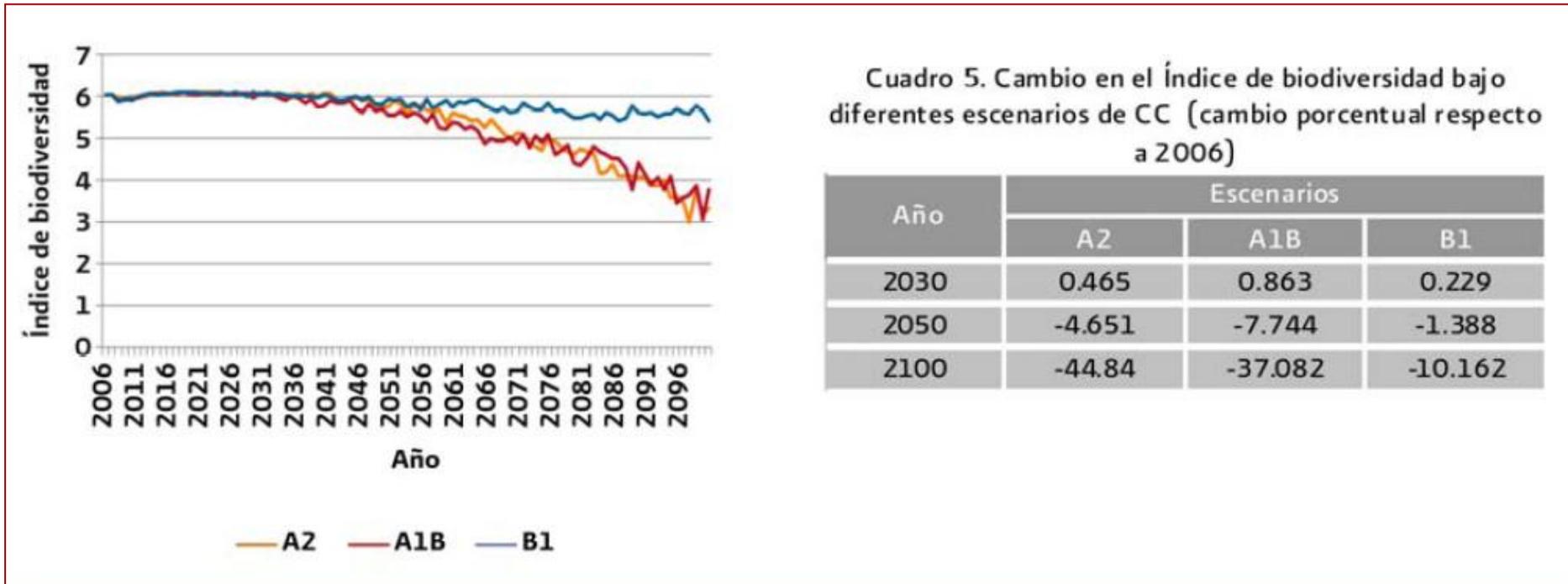
Notas: Los datos se obtuvieron del libro "Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el período" Varios años, publicación del CENAPRED, que únicamente contempla los principales desastres ocurridos durante dicho periodo. Las cifras de los años 2000 al 2006 son producto de evaluaciones sistemáticas. En los años en los cuales no se reportan muertos se refieren a que el fenómeno principal fue sequía, incendios forestales etc.

**CENAPRED:** *Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana:*



# Cambios en biodiversidad y servicios ambientales

Pronóstico de cambios en el índice de biodiversidad bajo diferentes escenarios de cambio climático, hacia 2100.



**La pérdida de biodiversidad y cobertura forestal se traduce en una pérdida de los servicios ambientales que sustentan la producción primaria y la vida humana.**

# El clima como factor de producción



Al cambiar el clima, los efectos son:

## Positivos

Fertilización por CO<sub>2</sub> de corto plazo.  
Menor riesgo de heladas  
Mejoras regionales en rendimientos  
de corto plazo.



## Negativos

Reducciones en rendimientos y productividad.  
Posible intensificación de El Niño.  
Mayores afectaciones por incendios forestales.  
Mayor penetración de plagas  
y especies invasoras.  
Aumento de enfermedades por vectores.  
Mayor salinización en zonas de riego.  
Mayor competencia de malezas con cultivos.  
Mayor degradación y desertificación de tierras.  
Más frecuentes e intensivos desastres naturales



**El balance general  
tiende a ser muy  
negativo**

# Costos del cambio climático al 2100 (% del PIB)



## Informe Stern:

Los costos de mitigar, compartidos entre todos, son mucho menores que los costos por los efectos del cambio climático.

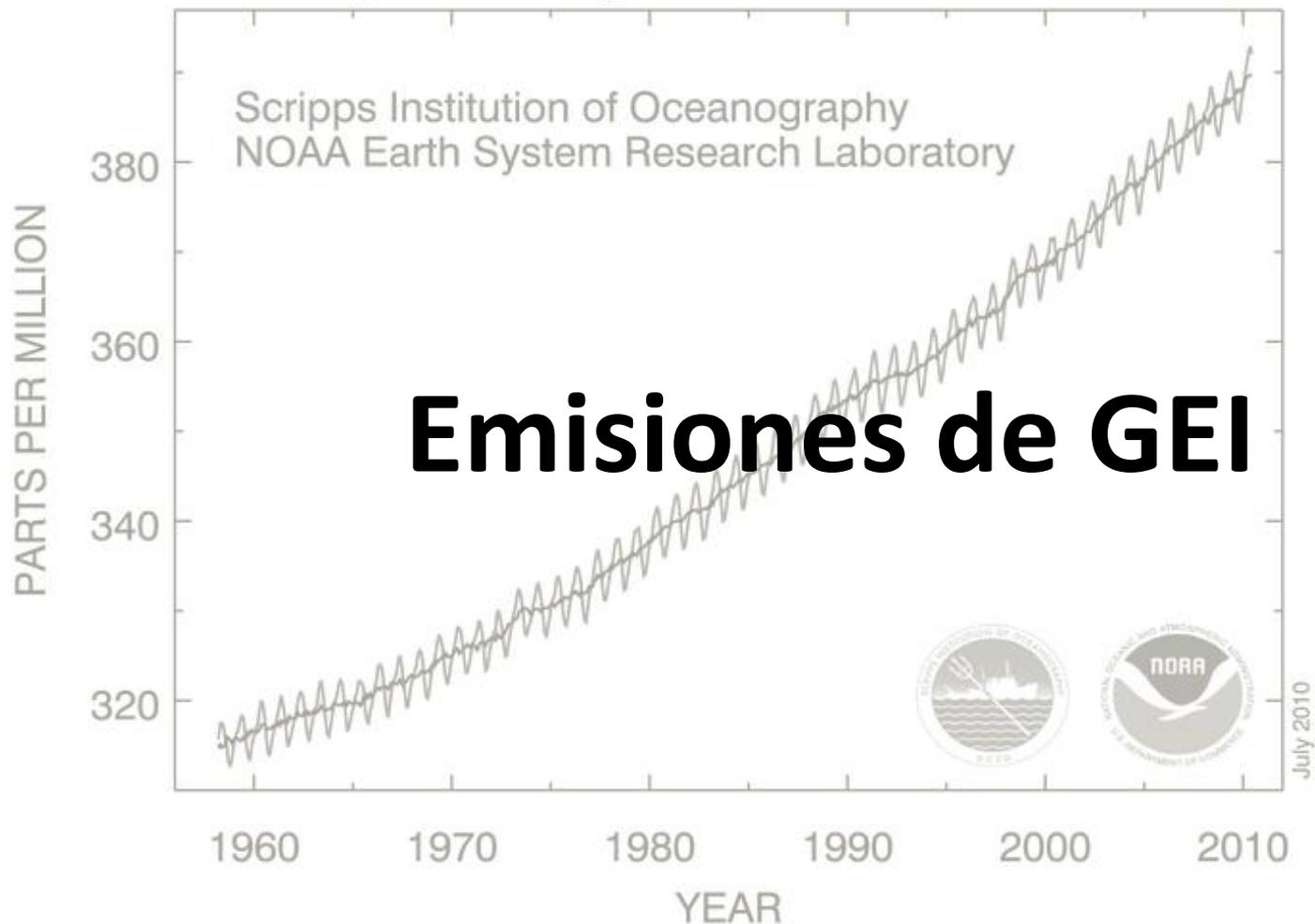
## Para México:

- Costos del cambio climático suman 43.4% del PIB (tasa de descuento, 0.5%).
- Costos de mitigar 50% de las emisiones al 2050 con respecto al 2002, son entre 2.1 y 6.6% del PIB (tasa de descuento del 0.5% y dependiendo del valor de la tonelada de carbono).

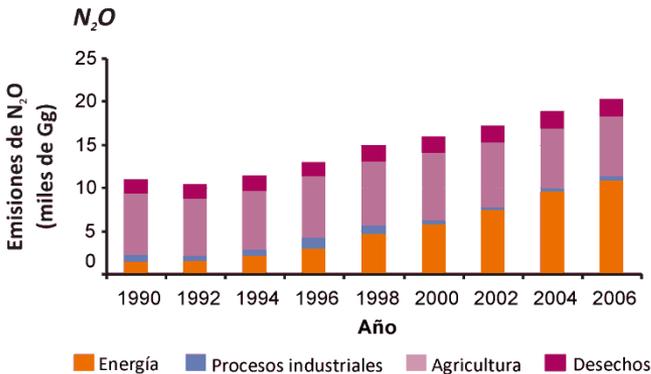
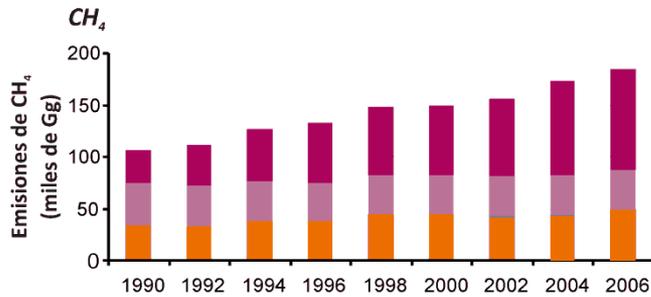
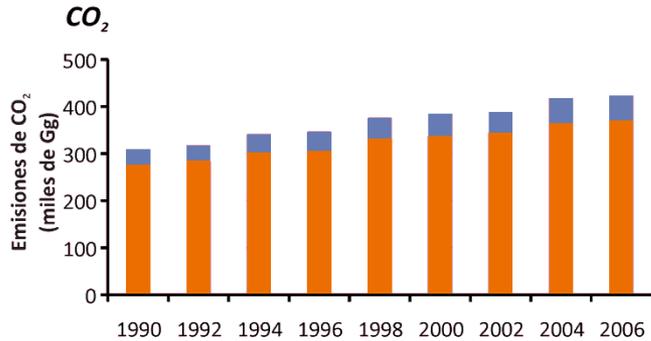
Sector	2100											
	Tasa de descuento 0.5%				Tasa de descuento 2%				Tasa de descuento 4%			
	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios	B1	A1B	A2	Promedio de los escenarios
Agrícola	7.54%	11.15%	11.05%	9.91%	3.34%	4.83%	4.63%	4.26%	1.35%	1.91%	1.74%	1.67%
Agua	18.85%	18.85%	18.85%	18.85%	9.41%	9.41%	9.41%	9.41%	4.50%	4.50%	4.50%	4.50%
Uso de suelo	-0.41%	-0.28%	-0.15%	-0.28%	-0.12%	-0.08%	-0.04%	-0.08%	-0.02%	-0.02%	-0.01%	-0.02%
Biodiversidad	0.18%	0.67%	0.71%	0.52%	0.06%	0.22%	0.24%	0.17%	0.02%	0.05%	0.06%	0.04%
Turismo internacional	0.09%	0.19%	0.18%	0.16%	0.04%	0.08%	0.07%	0.06%	0.02%	0.03%	0.03%	0.02%
<b>TOTAL</b>	<b>26.24%</b>	<b>30.58%</b>	<b>30.64%</b>	<b>29.16%</b>	<b>12.73%</b>	<b>14.46%</b>	<b>14.30%</b>	<b>13.83%</b>	<b>5.86%</b>	<b>6.48%</b>	<b>6.32%</b>	<b>6.22%</b>
Pecuario	3.76%	5.27%	5.18%	4.73%	1.68%	2.32%	2.21%	2.07%	0.69%	0.94%	0.86%	0.83%
Biodiversidad-Indirecto	3.63%	8.53%	7.58%	6.58%	1.35%	3.04%	2.63%	2.34%	0.42%	0.80%	0.69%	0.63%
<b>TOTAL (incluyendo pecuario y biodiversidad indirecto)</b>	<b>33.63%</b>	<b>44.38%</b>	<b>43.40%</b>	<b>40.47%</b>	<b>15.76%</b>	<b>19.82%</b>	<b>19.14%</b>	<b>18.24%</b>	<b>6.96%</b>	<b>8.21%</b>	<b>7.86%</b>	<b>7.68%</b>

**Los costos de la mitigación son una tercera parte de los costos previsibles de los efectos del cambio climático.**

## Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory



# Comunicaciones Nacionales e Inventarios de GEI



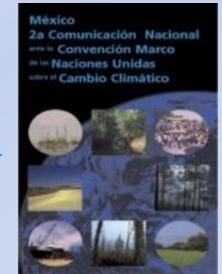
México tiene uno de los mejores registros de emisiones de GEI entre los países en vías de desarrollo.

## Situación de las Comunicaciones Nacionales (países No Anexo I)\*

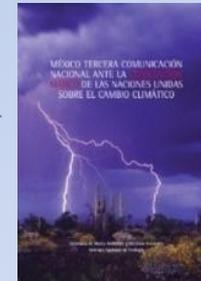
1a: **MÉXICO** y otros **137** países



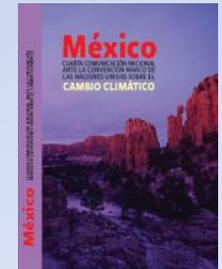
2a: **MÉXICO** y otros **24** países



3a: **MÉXICO** Único país no Anexo I



4a: **MÉXICO**



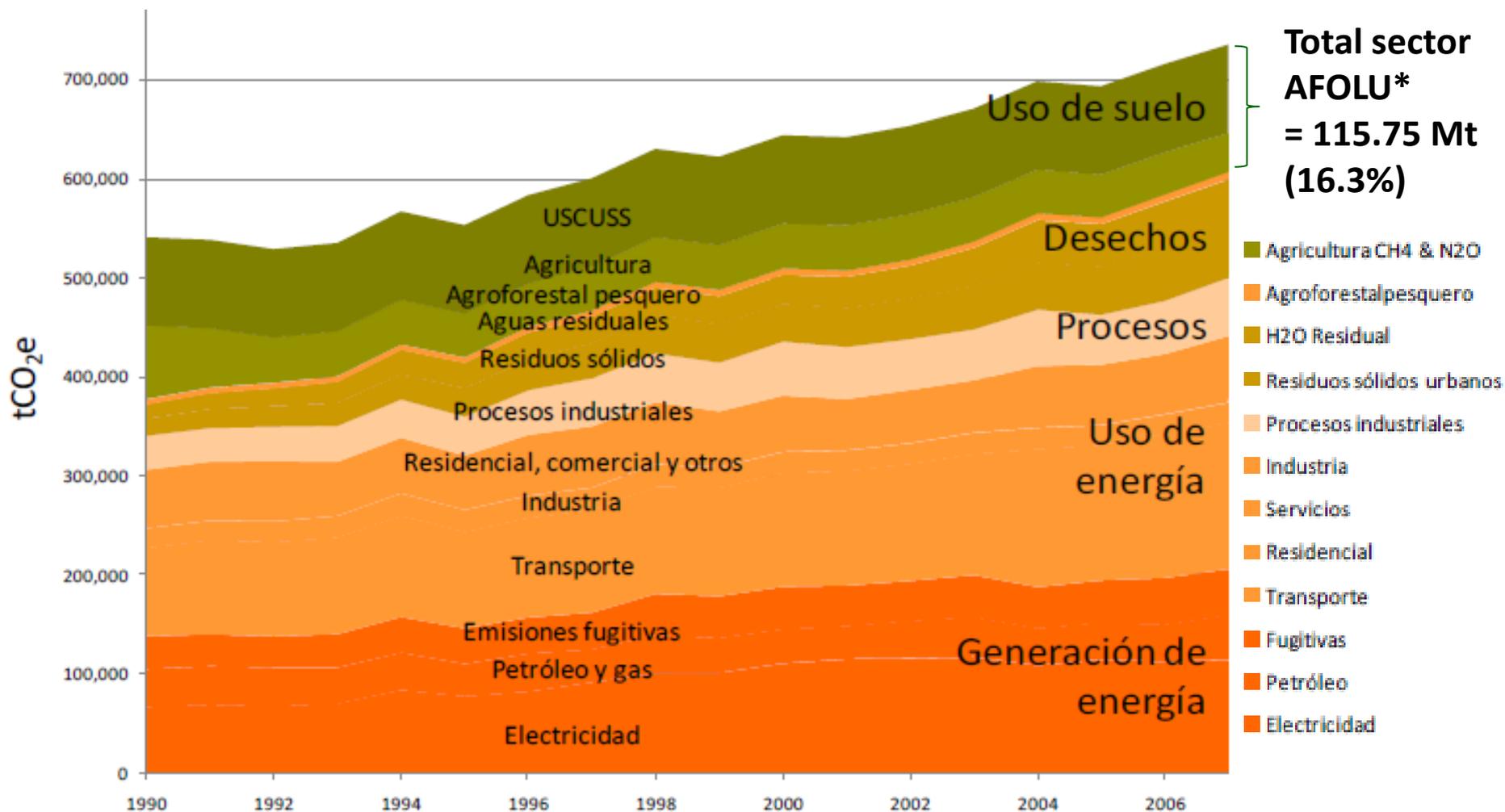
\*Portal en línea de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 20 de junio de 2010.

# Emisiones nacionales por sector, 1990-2006

SEMARNAT



SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



\*AFOLU = Agricultura, silvicultura y uso del suelo (de las siglas en inglés de *Agriculture, Forestry and Land Use*).

Fuente: SEMARNAT-INE 2009. *Cuarta Comunicación Nacional ante la CMNUCC*. SEMARNAT, México

# Emisiones del sector AFOLU por fuente y gas en Mt CO<sub>2</sub>e, 2006



Categoría de emisión	2006						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Total CO <sub>2</sub> eq
Agricultura		38,567.1	6,985.0				45,552.1
1 Fermentación entérica		37,181.0					37,181.0
Manejo de estiércol		1,168.8	6.2				1,175.0
Cultivo de arroz		178.5					178.5
Suelos agrícolas		0.0	6,969.4				6,969.4
Quemas programadas de suelos		0.0	0.0				0.0
Quemas in situ de residuos agrícolas		38.8	9.5				48.3
Cambio de uso de suelo y silvicultura	69,777.6	257.4	167.7				70,202.8
2 Tierras agrícolas	36,112.2						36,112.2
3 Tierras forestales	7,175.4	228.5	128.8				7,532.6
Praderas	26,490.0	28.9	39.0				26,557.9
Humedales							0.0
<b>Total AFOLU:</b>	<b>69,777.6</b>	<b>38,818.5</b>	<b>7,152.7</b>				<b>115,754.8</b>

El cambio de uso del suelo forestal a usos agropecuarios, en conjunto, es la mayor fuente de emisiones, seguida por la fermentación entérica del ganado rumiante.

*Las emisiones del sector por uso de energía contribuyen 1.73% de las emisiones nacionales.*

# Emisiones por fermentación entérica, 1990-2006

SEMARNAT



SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

Como GEI, el metano ( $\text{CH}_4$ ) tiene 25 veces la potencia del  $\text{CO}_2$ .

- En 1990 era la fuente principal de emisiones de  $\text{CH}_4$ .
- En 2006, había bajado a 4° lugar, con 19.8% del total.



**Fuente:** SEMARNAT-INE 2009. *Cuarta Comunicación Nacional ante la CMNUCC*. México; IPCC Fourth Assessment Report, Working Group 1, Chapter 2, Table 2.14: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>

# Emisiones por cambio de uso del suelo, 1990-2006

El cambio de uso de suelo a cubiertas no forestales genera emisiones de GEI considerables:

- Por combustión,
- Por descomposición de biomasa,
- Por pérdida de carbono orgánico del suelo.



Emisiones 1990: 80,586 Gg CO<sub>2e</sub>

Emisiones 2006: 70,202 Gg CO<sub>2e</sub>

Procesos más importantes en la generación de GEI:

- 1) Tierras Forestales → Tierras Agrícolas
- 2) Tierras Forestales → Praderas
- 3) Degradación de tierras forestales, importante en el balance neto.





# Mitigación

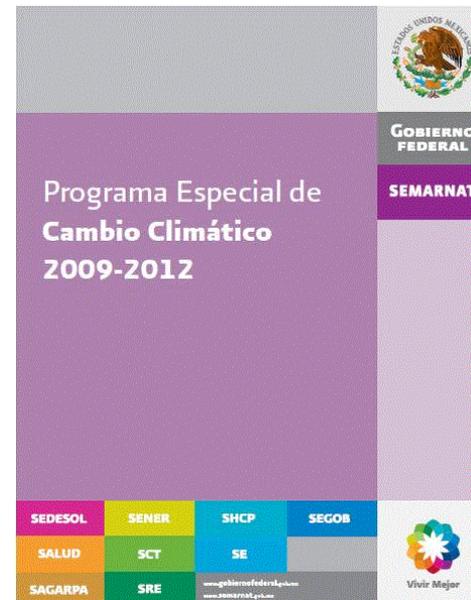
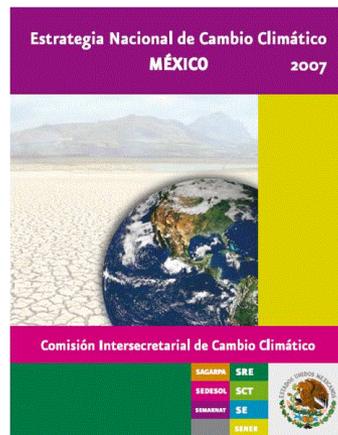
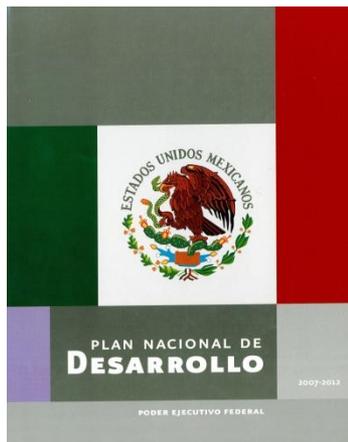
# Programa Especial de Cambio Climático (PECC)

SEMARNAT



SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

- El *Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012*: plantea medidas concretas de **mitigación y adaptación al cambio climático**.
- Se encuentra enmarcado en una visión de desarrollo sustentable, que emana del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

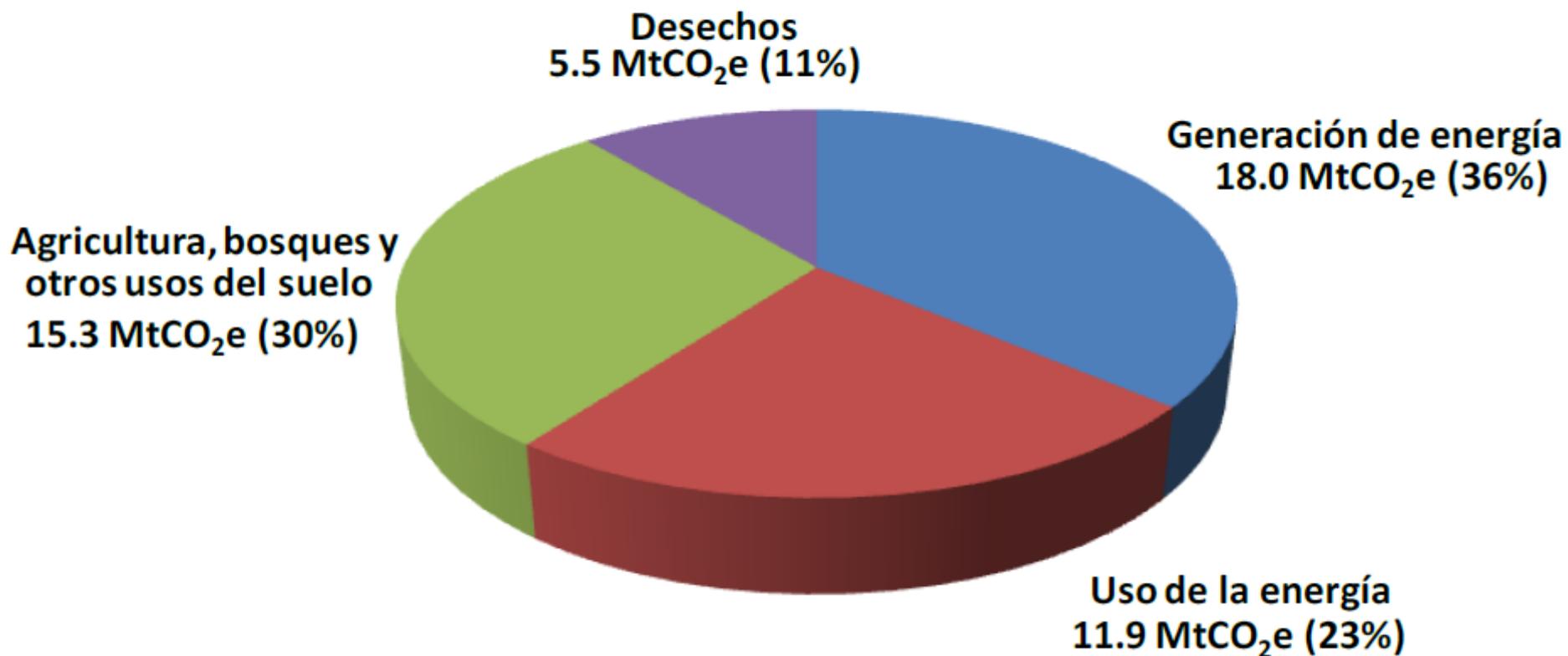


Publicado en el DOF  
el 28 de agosto de  
2009.



# Metas de mitigación del PECC: por rubro

Reducciones en 2012: 50.7 MtCO<sub>2</sub>e



Elaboración de la Dirección General de Políticas de Cambio Climático, Semarnat.

# PECC, metas de mitigación: desagregadas

Meta de reducción al 2012, desagregada por categoría y subcategoría de los sectores USCUS y agropecuario:

Categoría	INEGEI (MtCO <sub>2</sub> e)	Meta de Mitigación			
	2006	2008- 2012	2012	Acumulado	
				del 2012	%
Generación de Energía	149.14	51.78	18.03	18.03	35.6
Uso de Energía	280.96	22.21	11.87	29.90	59
Desechos	99.63	8.58	5.46	50.65	100
<b>Agricultura, Bosques y Otros Usos del Suelo</b>	<b>115.75</b>	<b>46.46</b>	<b>15.29</b>	<b>45.19</b>	<b>89.2</b>
Agricultura	45.55	2.52	0.95	30.85	60.9
Ganadería		2.14	0.91	31.76	62.7
Bosques	70.20	30.20	9.96	41.72	82.4
Frontera Forestal-Agropecuario		11.60	3.48	45.19	89.2
Procesos Industriales	63.53	--	--	--	--
<b>Total</b>	<b>709.00</b>	<b>129.03</b>	<b>50.65</b>	<b>50.65</b>	<b>100.0</b>

# PECC, principales metas: Agricultura y USCUS



Meta	Concepto	Dependencia Responsable	Mitigación MtCO <sub>2</sub> e			
			2008-2012	2012	Acumulado del 2012	
					MtCO <sub>2</sub> e	%
M64	Incorporación de 2.95 millones de hectáreas al Manejo Forestal Sustentable	SEMARNAT	11.88	4.37	15.71	31%
M78	Proyecto piloto de incentivos para reducción de emisiones por reforestación y degradación (REDD)	SEMARNAT	8.97	2.99	22.34	44%
M66	Incorporación de 2.175 millones de hectáreas a esquemas de pago por servicios ambientales	SEMARNAT	6.27	1.43	29.67	59%
M65	Incorporación de 2.5 millones de hectáreas de ecosistemas terrestres al sistema de Unidades de Manejo par la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	SEMARNAT	4.19	1.39	31.06	61%
M67	Incorporación de 750 mil ha de ecosistemas forestales a Áreas Naturales Protegidas	SEMARNAT	3.36	1.12	37.02	73%
M63	Pastoreo planificado sustentable en 5 millones de hectáreas	SAGARPA	2.05	0.84	41.87	83%

# Objetivos y metas PECC: Mitigación agropecuaria

## Agricultura:

1. Reconversión productiva de tierras marginales a sistemas sustentables.
2. Fomentar cosecha en verde de la caña de azúcar.
3. Reducir emisiones de  $N_2O$  provenientes de fertilizantes.
4. Fomentar prácticas agrícolas sustentables:
  - Labranza de conservación.
5. Producción sustentable de biocombustibles:
  - Sin afectar ecosistemas ni seguridad alimentaria.
  - Futuro: celulósicos.



## Ganadería:

1. Recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal en terrenos de pastoreo y recalibración de coeficientes de agostadero.
2. Mejorar manejo de excretas en sistemas intensivos (e.g. Proyectos MDL).

# Objetivos y metas PECC: Mitigación USCUS

## Forestal:

1. Protección, conservación y manejo sustentable de ecosistemas forestales y sus suelos.
2. Incrementar el potencial de los sumideros forestales de carbono:
  - Reforestación y restauración de suelos forestales.
  - Plantaciones forestales.
  - Manejo forestal sustentable. } Productos forestales ➡ sustitución de carbono.
3. Estabilizar la frontera forestal-agropecuaria:
  - Proyectos piloto de Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación Forestal (REDD -un tema a negociar en la COP 16 en Cancún).
  - Estrategia Nacional de REDD+ (incluye manejo forestal sustentable).
4. Reducir la incidencia de incendios forestales provocados por quemas agropecuarias, forestales y de otras fuentes.
5. Sustituir fogones por estufas ahorradoras de leña (con SEDESOL y CDI).



## Reducción de emisiones

### *De CO<sub>2</sub>*

- Conservación del suelo (p. ej. Labranza mínima).
- Mejorar uso del fuego.
- Sustituir uso del fuego con otras prácticas (p. ej. incorporación de residuos).

### *De CH<sub>4</sub>*

- Forrajes o alimentos (aditivos) que mejoran la fermentación entérica.
- Mejor manejo del estiércol.
- Empleo de especies y razas de ganado aptas para condiciones y forrajes.
- Cultivo en seco de arroz (variedades adecuadas).

### *De N<sub>2</sub>O*

- Aplicación eficiente de fertilizantes.
- Prácticas menos intensivas (menor uso de agroquímicos evita emisiones de su producción).
- Uso de especies leguminosas (cultivos, cercas vivas, cultivos de cubierta, etc.) que fijan nitrógeno en el suelo.

## Captación de CO<sub>2</sub>

- **Aumentar carbono en suelos** (agricultura orgánica, otras prácticas).
- **Fomentar biomasa** (cercas vivas, árboles de sombra, reforestaciones de pequeña escala, colaboración con corredores biológicos, etc.).
- **Reconversión productiva a cultivos perennes**, sistemas agroforestales, silvopastoriles y agrosilvopastoriles.
- **Aumentar vegetación en tierras ganaderas** (coeficientes de agostadero adecuados, pastoreo planificado, Manejo Holístico, *sensu* Savory, etc.).
- **Restauración de tierras degradadas** y control de erosión.
- **Reconversión al uso forestal** de tierras agropecuarias marginales.

## Emisiones desplazadas

- **Evitar cambio de uso del suelo forestal** a usos agropecuarios.
- **Dejar en pie la mayor cantidad de vegetación** al limpiar una parcela.
- **Utilizar residuos** (esquilmos, estiércol, etc.) como fertilizante o biocombustible.
- **No dejar el suelo desnudo** (cultivos de cobertura, residuos, etc.).
- **No drenar humedales.**

# Adaptación

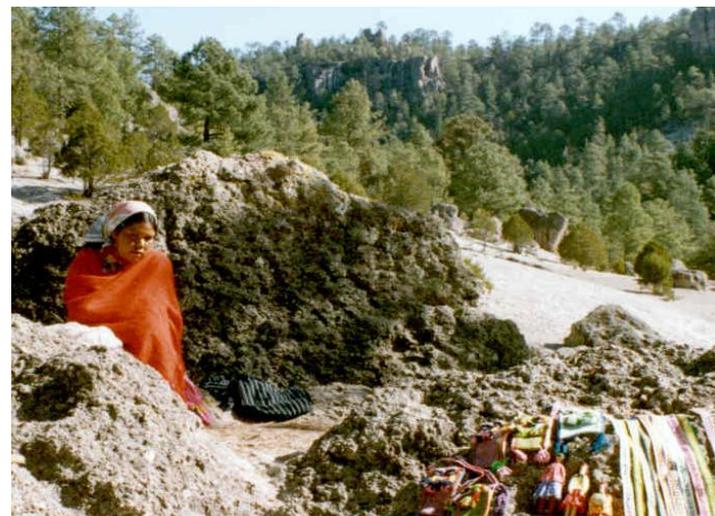


# Adaptación: población y ecosistemas

- Población rural = 24.4 millones de personas en localidades de < 2,500 habitantes (22.5% de la población nacional).
- 5.4 millones empleadas en actividades agropecuarias y forestales.
  - No toda la población rural se dedica a actividades del campo.

## Las políticas de adaptación al cambio climático sirven para:

- Asegurar que los efectos del cambio climático no aumenten la marginación y la pobreza rural.
- Reducir la vulnerabilidad de ecosistemas, biodiversidad y servicios ambientales.



**Fuente:** CONAPO 2010. Boletín de prensa: *11 de julio, Día Mundial de la Población*. SEGOB, México; Presidencia de la República 2009. *Tercer Informe de Gobierno*. México; Fischlin, A. et al. 2007 *Ecosystems, their properties, goods and services*. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II, Fourth Assessment Report, IPCC.



1. Fomento de **seguros agropecuarios** basados en índices meteorológicos:
  - Mejorar manejo de riesgos,
  - Estimular inversiones iniciales en nuevas actividades.
2. Asegurar y mejorar el acceso de productores a la **información climatológica**:
  - Mejor calendarización de actividades,
  - Uso óptimo de recursos, menor desperdicio y contaminación.
  - Reducción de daños a cultivos y ganado por desastres naturales.



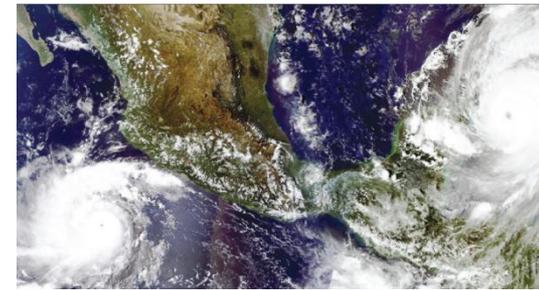
3. Aplicar normatividad internacional en **uso de agroquímicos** para reducir emisiones de la contaminación de agua y suelos.
  4. Hacer más eficientes y productivos los **sistemas de riego** en zonas áridas.
  5. Mayor **tecnificación de temporal** y obras de conservación del agua y suelo a pequeña escala.
  6. Fomentar la **agricultura orgánica**.
- También mitigan emisiones.



Entre 2013 a 2030, algunos elementos prioritarios:

- **Deforestación neta cero:** equilibrio entre deforestación y reforestación (neutralidad en carbono).
- **Restaurar ecosistemas:** revertir fragmentación y degradación forestal.
- Crear **corredores biológicos** entre áreas de vegetación natural aisladas para permitir el movimiento y reacomodo de la vida silvestre.
- Erradicación de instrumentos de política que incentivan el deterioro ambiental y emisiones de GEI.
- Diseño y aplicación de programas regionales y nacional de **reubicación de asentamientos** e infraestructuras de alto riesgo.

# Muchas gracias



[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

Foro: El Impacto del Cambio Climático en el Sector Rural, Cámara de Diputados.  
21 de Julio de 2010.