

# Indicadores de Vulnerabilidad al Cambio Climático: ¿Cuestión de Opinión?



INECC

INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGÍA  
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Cecilia Conde.

*Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático.*

cecilia.conde@inecc.gob.mx

INECC-SEMARNAT

Seminario – Taller: Información para la toma de decisiones: Población y Medio Ambiente.

Colegio de México, Auditorio Alfonso Reyes. 19 y 20 febrero, 2015.

# Algo de Escenarios de Cambio Climático (México y Centroamérica)

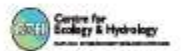
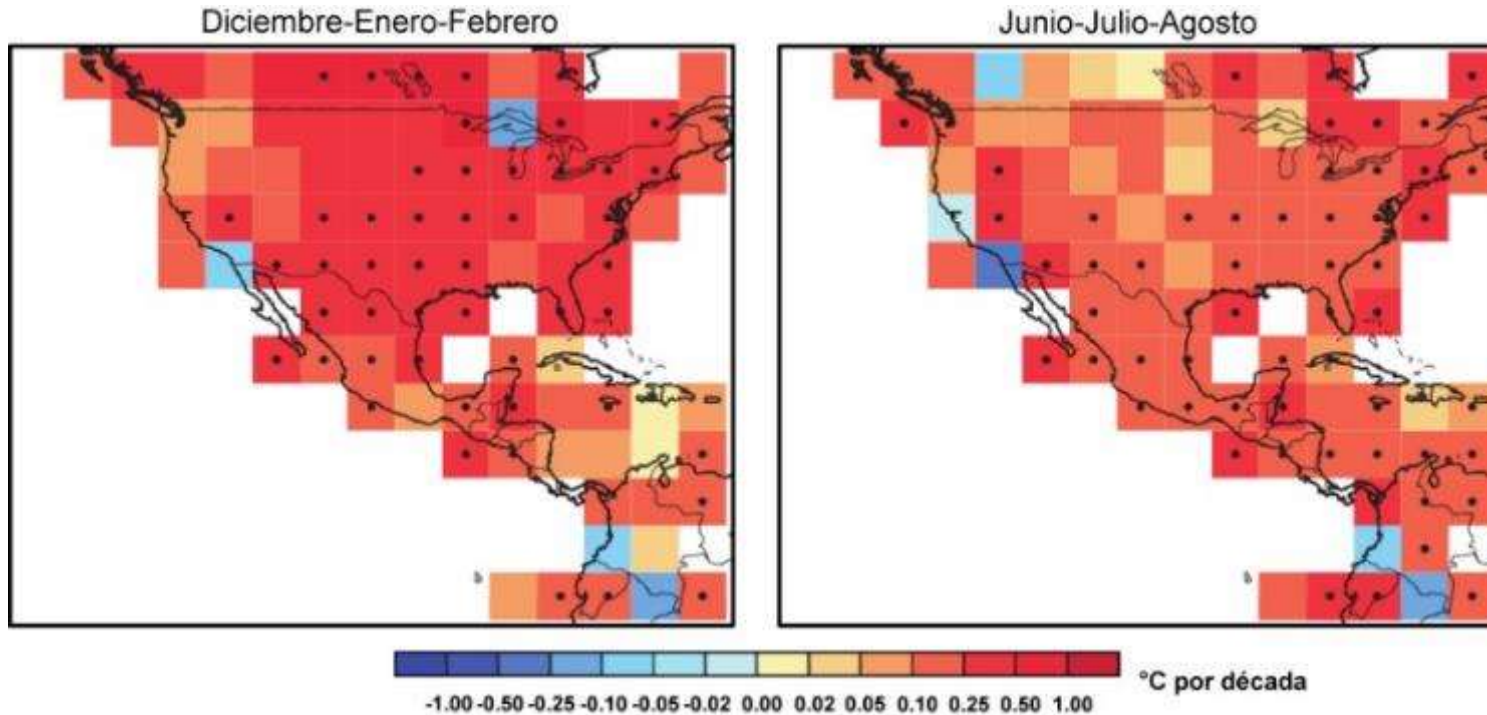
*Grupo de Modelación del Clima.*

INECC, IMTA, CICESE, CCA-UNAM...

Gay, C., F. Estrada. 2010. Objective probabilities about future climate are a matter of opinion. *Climatic Change*. 99(1-2): 27-46.

# Cambios en la temperatura observada. México. *DETECCIÓN.*

Programa Especial de Cambio  
Climático(PECC). 2014



Díaz, F. 2014. *Análisis Regional de eventos extremos de temperatura en México y sus posibles variaciones en el contexto de cambio climático.*



# escenarios.inecc.gob.mx

SEMARNAT SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INECC INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

gef

PN UD

CICESE

IMTA

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA UNAM

REDESCLIM

Inicio Métricas **Escenarios** Indices Extremos Enlaces de Interés Contacto Ayuda Agradecimientos

**Consulta**

Variables: Temp media

Tipo: Historico

Escenario: Historico (CRU)

Periodo: 1961-2000

**Opciones de gráfico**

Gráfico: Plot

Tiempo: Climatologia

Mes Inicial: -----

Mes Final: -----

Comparar con Historico (REA)

**Coordenadas**

Latitud Max: Latitud Maxima

Longitud Max: Longitud Maxima

Latitud Min: Latitud Minima

Longitud Min: Longitud Minima

Enviar

Datos de mapa ©2013 Google, INEGI, MapLink | 200 km | Términos de uso

# Datos mensuales

**Bases de datos  
utilizadas**

- Observaciones del CRU (0.5° x 0.5°)
- 15 Modelos de Circulación General

**VARIABLES**

Tmax, Tmin, Tmedia (°C), Prec (mm/d)

**Experimentos, bases  
de datos generadas  
(públicas)**

- Histórico: 1961-2000
- Futuros: 2015-2039, 2075-2099
- RCPs: 4.5, 6.0 y 8.5 W/m<sup>2</sup>

Método: Ensamble  
ponderado de los 15  
MCG

REA (*Reliability Ensemble Averaging*):  
ponderación y convergencia.

**Dominio espacial**

**Lat: 0 a 40 N; Lon: -140 a -60 W**

Actualización y divulgación de los nuevos escenarios de cambio climático aplicados a México para fortalecer las capacidades nacionales

## **Objetivo General**

Generar material didáctico para implementar un Programa de Capacitación y asesoría en los alcances, limitaciones e interpretación de escenarios de cambio climático actualizados y regionalizados a México para una mejor comprensión del estado del arte en el tema.

## 5. Fuentes de información para estudios de cambio climático

### Bases nacionales

Uniatmos

Base de datos CLICOM-CICESE

Base de datos SMN

Actualización de escenarios de cambio climático para México

Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático

### Bases internacionales

Base de datos Unidad de Investigación Climática CRU

Base de datos NARR

CMIP5

CORDEX

2014.

*Estudio para la incorporación de nuevas variables en los escenarios de cambio climático para México utilizados en la Quinta Comunicación Nacional*

- Generación e incorporación de **nuevas variables atmosféricas superficiales** sobre el continente y el océano utilizando 4 MCG, a los Escenarios de Cambio Climático para México como producto de la Quinta Comunicación.
- Análisis de escenarios de **ascenso del nivel medio del mar** (de 1 a 2 m) en las áreas costeras de México. **Estudios de caso.**



# Descripción

- **Datos observados**

- - **Precip:** CRU (0.5° resol.) y GPCP (2.5°)
- - **Ts:** CRU y ERSST-v3b (2°)
- - **Precip, Ts, SLP, U, V:** Reanálisis de ERA-Interim (0.75°)

- **Datos 4 MCG**

- - **Precip, Ts, SLP, U, V – Mensuales**

- **Nota:** Para comparación, todas las variables de las bases de datos se remallaron bi-linealmente a la malla del CRU.

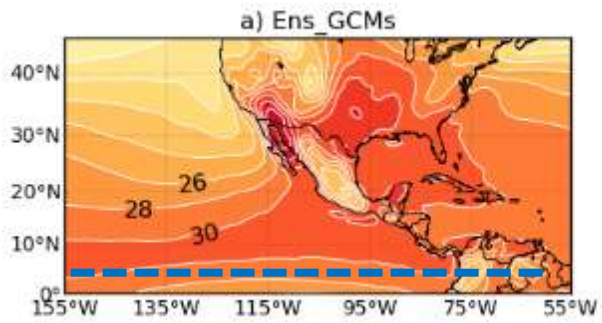
- **Experimentos y períodos**

- - **Histórico:** 1979-2005
- - **Futuros:** 2015-2039, 2075-2099
- - **RCPs:** 4.5 y 8.5 W/m<sup>2</sup>

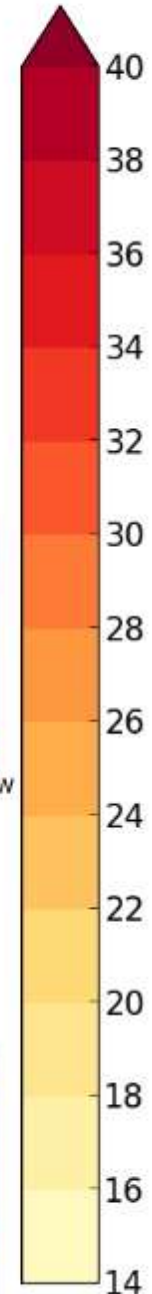
- **Dominio**

- **Lat:** 0 a 45 N
- **Lon:** -155 a -55 (W)

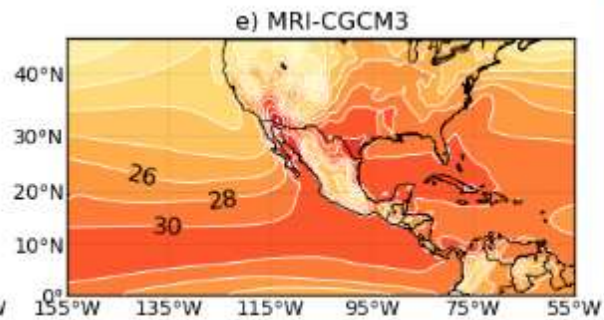
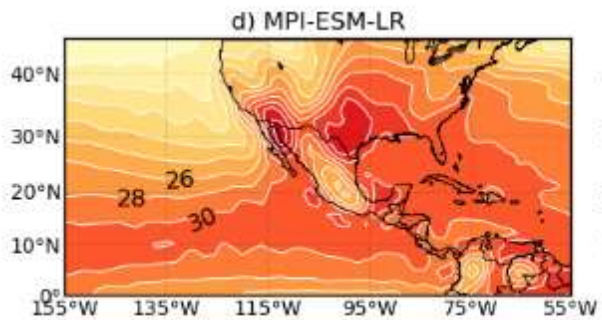
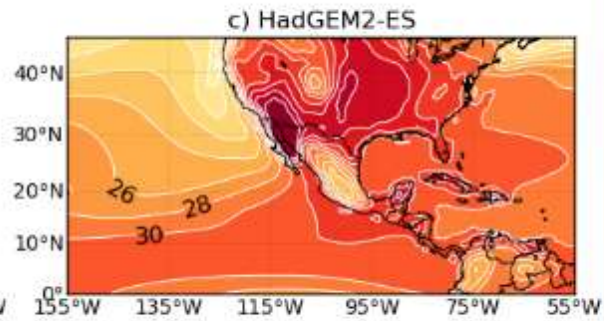
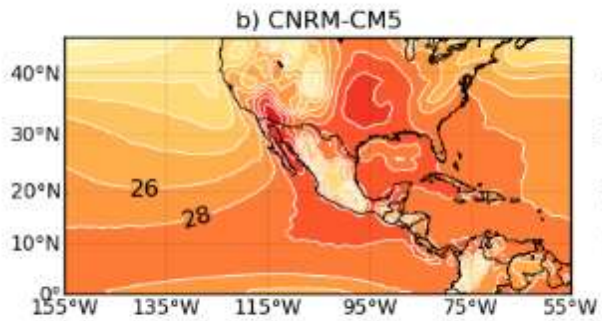
<b>Modelo</b>	<b>Centro de Modelación</b>	<b>Resolución</b>
CNRM-CM5	Metéo-France/Centre National de Resherches Météorologiques, France	1.4°x1.4°
HadGEM2-ES	Hadley Centre for Climate Prediction and Research/Met Office, United Kingdom	1.8°x1.2°
MPI-ESM-LR	Max Planck Institute for Meteorology, Germany	1.8°x1.8°
MRI-CGCM3	Meteorological Research Institute, Japan	1.1°x1.1



**RCP8.5**  
**JJA: Ts (°C)**  
**(2075-2099)**



Aumento de 2-4°C en la Ts de la alberca del Pacifico.



# Zonas susceptibles a Inundación 1 y 2 m

- 4 estudios de caso:
  - Tormenta Tropical
  - Huracán categoría 5



MODELO: CNRMCM5 RCP: 4.5 HORIZONTE CERCANO: 2015-2039

Horizonte cercano (2015-2039)

TEMPERATURA MÁXIMA (°C)

Temperatura máxima

ENERO

ENERO

Estado: Guerrero  
Área: 63,564.87 km<sup>2</sup>

Elevación: 289 m  
Temperatura: 34.4 °C  
Municipio: Cutzamala de Pinzón  
Área: 1,330.61 km<sup>2</sup>  
Temperatura: 34.4 °C  
Elevación: 417 m

Estado: Guerrero  
Área: 63,564.87 km<sup>2</sup>

Longitud: Latitud:  
-96.36558, 22.04124

Capas de referencia

Modelos de elevación

Bases de datos  
GeoNetwork



**UNIAMOS**  
Unidad de Información para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales



**INECC**  
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO



DR © 2015, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
Reserva al Título: INDACTDR 04-2011-42091551E800-203

Sistema para la visualización y descarga interactiva en Internet de bases de datos de escenarios de cambio climático regionales

# Impactos Potenciales en México

Impactos Potenciales en México

**Programa Especial de Cambio Climático (PECC).**




**Abril, 2014.** 14 Secretarías.

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342492&fecha=28/04/2014)

# Impactos potenciales (+T, -Pcp).

## México (1) Programa Especial de Cambio Climático(PECC). 2014

Impacto	Escenarios	Nivel de confianza
Alimentos	La mayoría de las investigaciones sugieren una disminución de la productividad del maíz para la década de 2050 <sup>1</sup> , lo que se aúna al problema actual del 25% de las unidades de producción con pérdida en la fertilidad de suelos. Existe cierta evidencia de que la mayoría de los cultivos resultarán menos adecuados para la producción en México hacia el 2030, empeorando esta situación para finales del presente siglo <sup>2a y 2b</sup> .	*
Recursos Hídricos	La mayor parte del país se volverá más seca y las sequías más frecuentes <sup>3a, 3b, 3c</sup> , con el consecuente aumento de demanda de agua. Las zonas más vulnerables serán el sur y sureste <sup>4</sup> .	**
Inundaciones	Mientras que las lluvias disminuirán en buena parte del territorio nacional <sup>5</sup> , las tormentas fuertes pueden volverse más intensas y frecuentes <sup>6a y 6b</sup> , lo que aumentaría el riesgo de inundaciones, particularmente para cerca 2 millones de personas que actualmente se encuentran en situación de moderada a alta vulnerabilidad ante las inundaciones <sup>7</sup> , y quienes residen en localidades menores a 5000 habitantes, ubicadas principalmente en la parte baja de las cuencas. La incertidumbre es más alta con respecto a los riesgos de desbordamientos de los ríos, pero las investigaciones sugieren que éstas serán más frecuentes para finales de este siglo <sup>8</sup> .	***




 Nivel 1: impacto bajo  
 Nivel 2: impacto medio  
 Nivel 3: impacto alto

# Impactos potenciales (+T, -Pcp). México

(2)

## Programa Especial de Cambio Climático(PECC). 2014

Impacto	Escenarios	Nivel de confianza
Planicies costeras	La situación de estas zonas en Norteamérica podría empeorar por el aumento en los niveles del mar. El impacto para México es menos seguro, pero es posible que la agricultura se vuelva más vulnerable al aumento del nivel del mar, mientras otras áreas, como las residenciales, pudieran no verse afectadas <sup>9</sup> .	**
Tormentas y clima severo	Hay consenso en cuanto a que la intensidad de los ciclones Noroeste del Pacífico y el Atlántico Norte <sup>10</sup> . Sin embargo, las incertidumbres en cuanto a los cambios y la intensidad complican estimar sus impactos para el país.	**
Pérdida de Biodiversidad	Posible reducción del área cubierta de bosques de coníferas, especies de zonas áridas, semiáridas y especies forestales de zonas templadas <sup>11,12</sup> . Un aumento significativo en la temperatura de los océanos mexicanos puede ocasionar un colapso demográfico en las pesquerías <sup>13, 14</sup> . Posible reducción (para el 2050) de cerca de la mitad de los mamíferos terrestres y voladores analizados perdiendo más del 80% de su rango de distribución histórica <sup>15</sup> .	**
Construcciones e infraestructura	Se cuenta con poca información e investigaciones al respecto, salvo la disponible para temas costeros e inundaciones	

 Nivel 1: impacto bajo  
 Nivel 2: impacto medio  
 Nivel 3: impacto alto



---

# Vulnerabilidad: multifactorial

---



# Los municipios vulnerables PECC

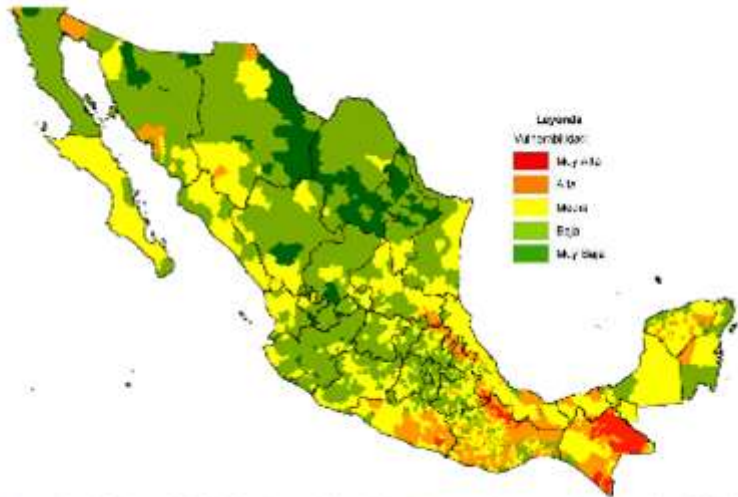
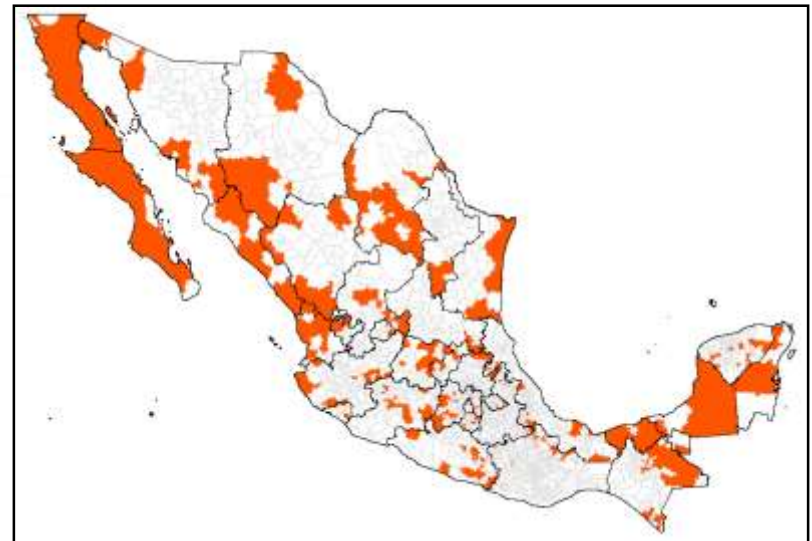


Figura 2. Vulnerabilidad al cambio climático en los municipios de México

**Todos los municipios**

**Por entidad federativa**



# ¿Cómo se determinaron los más vulnerables?

- **Coincidencia** de 5 fuentes de información.
  - Estrategia Nacional de Cambio Climático.
  - **Monterroso, 2012.**
  - Gay et al, 2013
  - Áreas susceptibles de inundación y deslaves.
  - Cruzada contra el Hambre.
- Metodologías diferentes, pero en todas ellas coinciden los “más vulnerables”.
  - **GRUPO DE MODELACIÓN VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN.** INECC, COLEF, INECOL; UNAM, UACH, ...

# Evaluación de Vulnerabilidad Actual y Futura.

Monterroso, A. 2012. *Contribución al Estudio de la Vulnerabilidad al Cambio Climático del Sector Agrícola en México*. Tesis de Doctorado en Geografía. 2012.

## 1. OBJETIVO

### General:

Proponer un método que permita evaluar la vulnerabilidad del sector agrícola ante escenarios de cambio climático para contribuir en su estudio y así contar con mayores elementos de decisión en la formulación de estrategias y políticas de adaptación en el sector.

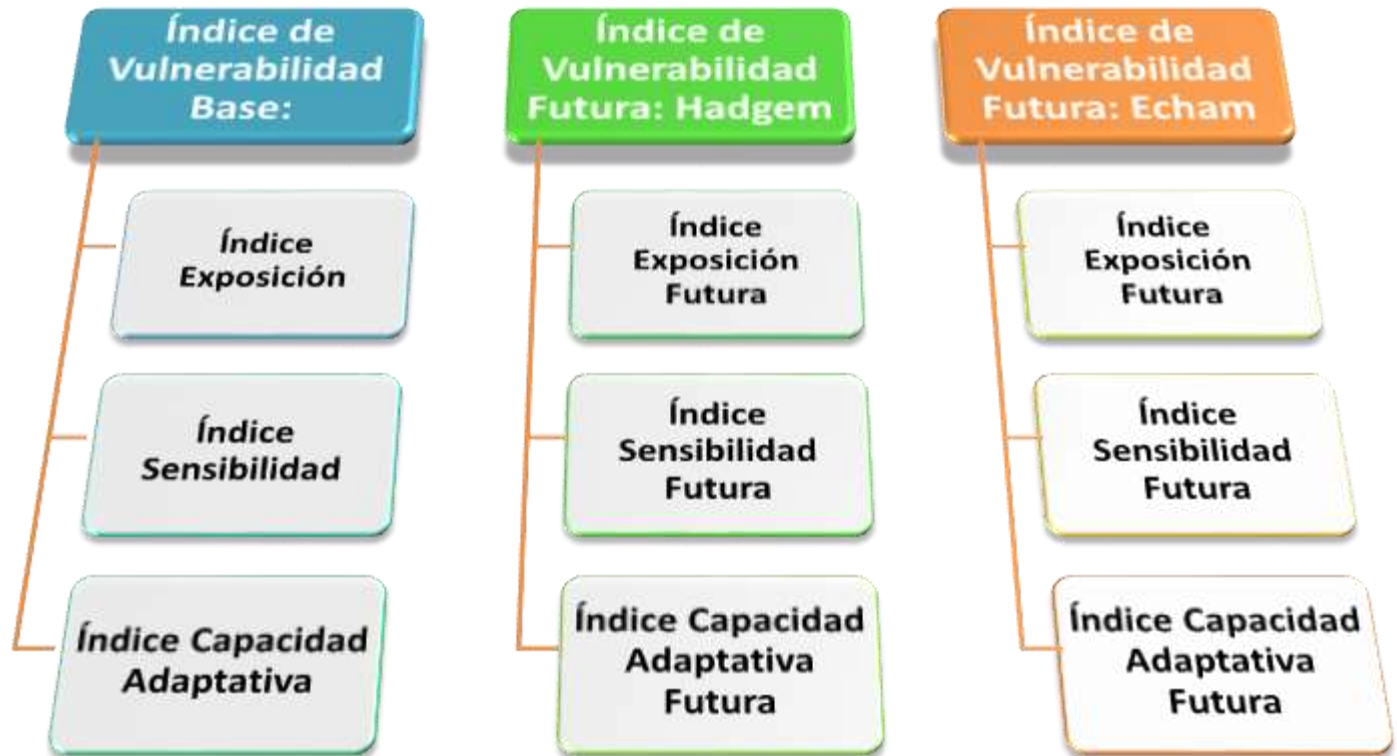
Monterroso, A., C. Conde, C. Gay, D. Gomez, J. Lopez. 2012. Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and Adaptation of Strategies for Global Change*. DOI 10.1007/s11027-012-9442-y



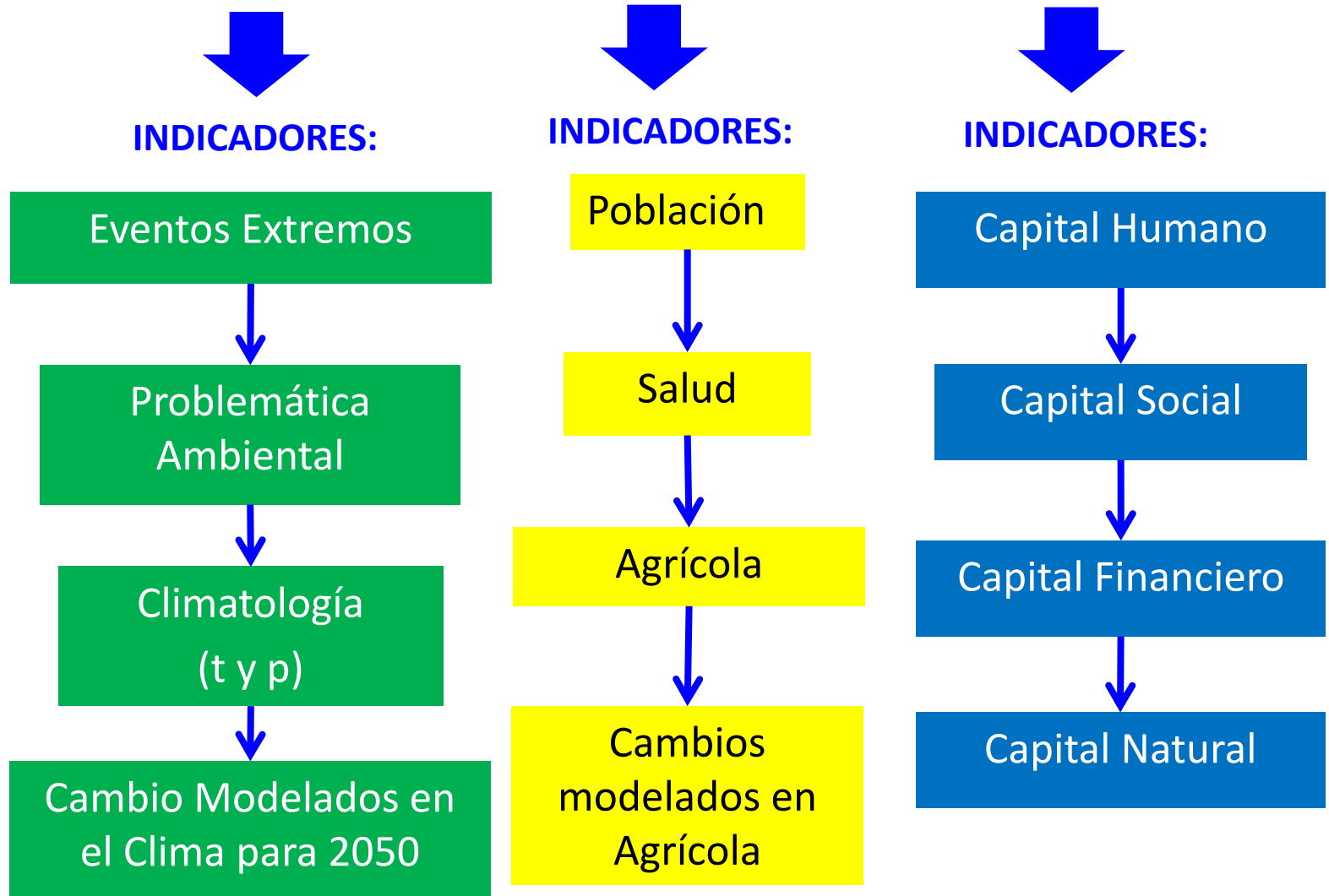
Integrar una **metodología** que incluya la evaluación de la exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad climática en el sector agrícola del país.

- Evaluar la **exposición** que el sector agrícola puede observar ante escenarios de cambio climático para contar con más información sobre el grado de estrés al que se está expuesto.
- Evaluar el grado en el que el sector agrícola será potencialmente modificado o afectado ante escenarios de cambio climático como medida de **sensibilidad** a los impactos potenciales.
- Evaluar la **capacidad adaptativa** que se puede observar en el sector agrícola para conocer el potencial de hacer frente a escenarios de cambio climático.
- Aplicar un **método** de evaluación integrada de la vulnerabilidad en el sector agrícola y de los recursos naturales.
- Obtener un **índice** que muestre el grado de vulnerabilidad del sector agrícola del país y que permita sustentar las políticas de adaptación.
- **Regionalizar** al país de acuerdo con los resultados de la evaluación integrada de la vulnerabilidad.

## 2. METODOLOGÍA



$$V = f(\text{Exposición- Sensibilidad- Capacidad Adaptativa})$$



## Índice de Vulnerabilidad Base

### Índice Exposición

#### Fenómenos Extremos

1. Amenaza a Sequía
2. Frecuencia de Inundaciones
3. Frecuencia de Heladas
4. Frecuencia de Deslizamientos
5. Frecuencia de Lluvia intensa
6. Frecuencia de Otros tipos

#### Problemática Ambiental

1. Problemas ambientales
2. Superficie sin riego
3. Perdidas por clima
4. Perdidas por falta de fertilidad

#### Climatología

1. Temperatura media anual
2. Precipitación media anual

#### Cambio Climático

1. Temperatura modelo Hadgem al 2030
2. Precipitación modelo Hadgem al 2030
3. Temperatura modelo Echam al 2030
4. Precipitación modelo Echam al 2030

### Índice Sensibilidad

#### Población

1. Hogares con jefatura femenina
2. Población en hogares indígenas
3. Población en pobreza alimentaria
4. Población en actividades primarias

#### Salud

1. Menores de 5 años baja talla
2. Menores de 5 años bajo peso

#### Agrícola Futuro

1. Tipo de aptitud agrícola Modelo Echam
2. Tipo de potencial ganadero Modelo Echam
3. Tipo de potencial forestal Modelo Echam
4. Tipo de aptitud agrícola Modelo Hadgem
5. Tipo de potencial ganadero Modelo Hadgem
6. Tipo de potencial forestal Modelo Hadgem

### Índice Capacidad Adaptativa

#### Capital Humano

1. Personas que saben leer
2. Asistencia escolar
3. Alfabetización
4. Población al 2030

#### Capital Social

1. Organización
- Sin litigios por tierra
- Sin falta de capacitación
- Sin problemas de propiedad
5. Unidad de protección civil
6. Mapa de amenazas

#### Capital Financiero

1. Sin dificultad de acceso a crédito
2. Reciben remesas
3. Ahorro
4. Crédito y seguro
5. Apoyos gubernamentales
6. Ingreso
7. PIB al año 2000
8. PIB estimado al año 2030

#### Capital Natural

1. Superficie con bosques o selvas
2. Reforestación
3. Acuíferos

### Índice Capacidad Adaptativa Futura

**BASES DE DATOS A NIVEL MUNICIPAL**

● Índice Exposición Futura modelo Hadgem

● Índice Exposición Futura modelo Echam

● Índice Sensibilidad Futura, Modelo Hadgem

● Índice Sensibilidad Futura, Modelo Echam

Índice de Vulnerabilidad Futura modelo Hadgem  
Índice de Vulnerabilidad Futura modelo Echam

Dos modelos de cambio climático, A2, 2030



Monteroso, A., C. Conde. 2013. Exposure to climate and climate change in Mexico. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2013.847867>.



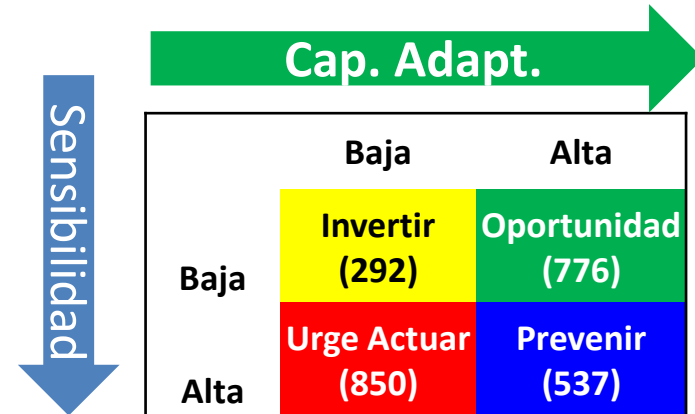
## ¿Capacidad Adaptativa?

Monteroso A.I., Conde C., Gómez J. D., Gay C., Villers L., and Lopez J. 2011. Chapter 17: Sensitivity of Mexico's Farmers: A Sub National Assessment of Vulnerability to Climate Change. pp. 325-340. In: Blanco, Juan and Kheradmand, Houshang [eds.]. 2011. *Climate Change, Socioeconomic Effects*. Published by InTech, Croatia.



**Población al 2005:**

		Capacidad Adaptación	
		Baja	Alta
Sensibilidad	Baja	5%	55%
	Alta	<b>13%</b>	27%



**Población al 2030:**

		Capacidad Adaptación Futura	
		Baja	Alta
Sensibilidad	Baja	14%	27%
	Hadgem	<b>38%</b>	21%

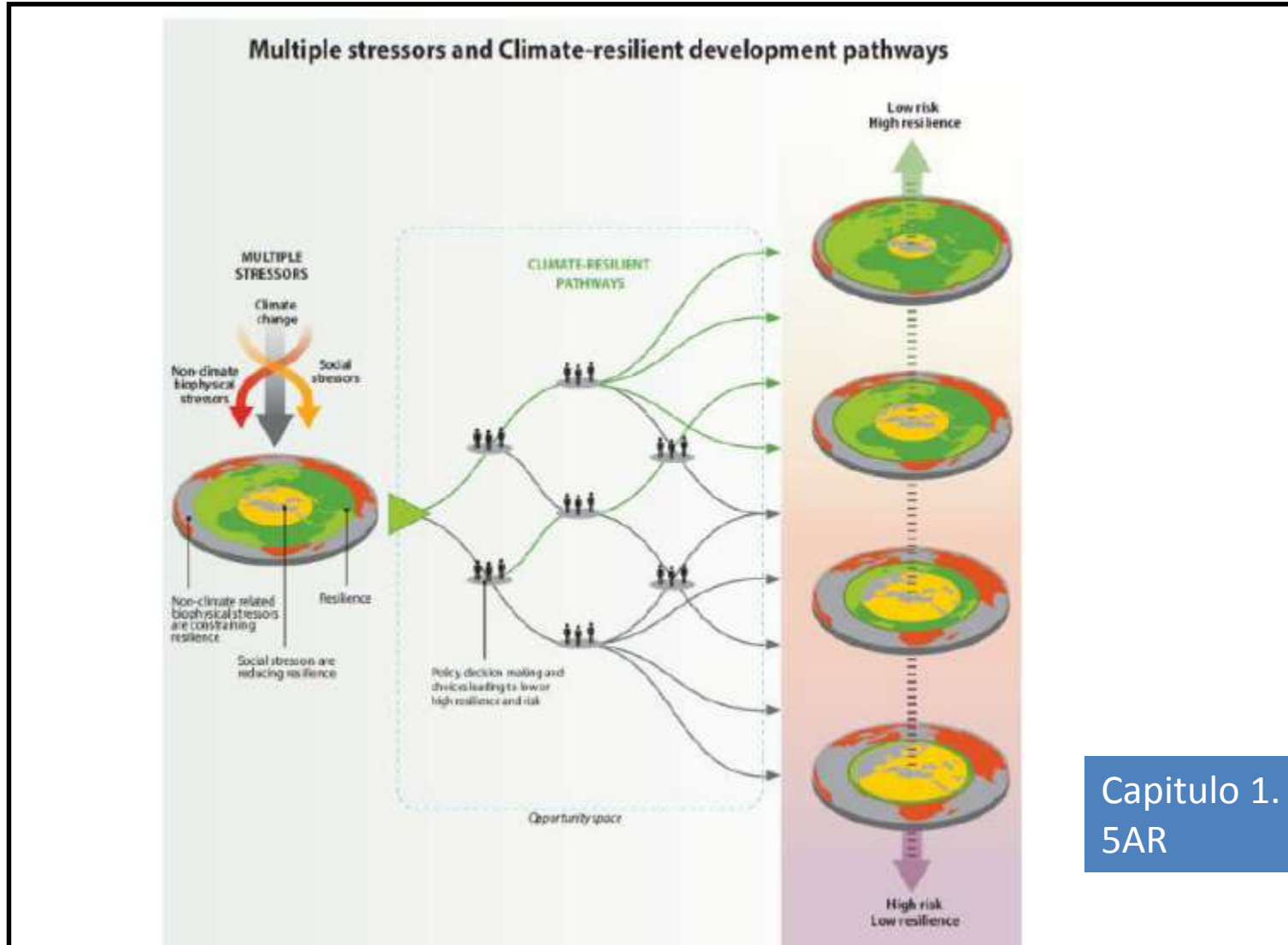
		Capacidad Adaptación Futura	
		Baja	Alta
Sensibilidad	Baja	32%	43%
	Echam	<b>20%</b>	5%

**Actualmente**, 1.3 personas de cada 10 observa **ALTA** sensibilidad y **BAJA** capacidad de adaptarse  
**En el 2030 (Hadgem)**, 4 personas de cada 10 observarán **ALTA** sensibilidad y **BAJA** capacidad de adaptarse  
**En el 2030 (Echam)**, 2 personas de cada 10 observarán **ALTA** sensibilidad y **BAJA** capacidad de adaptarse

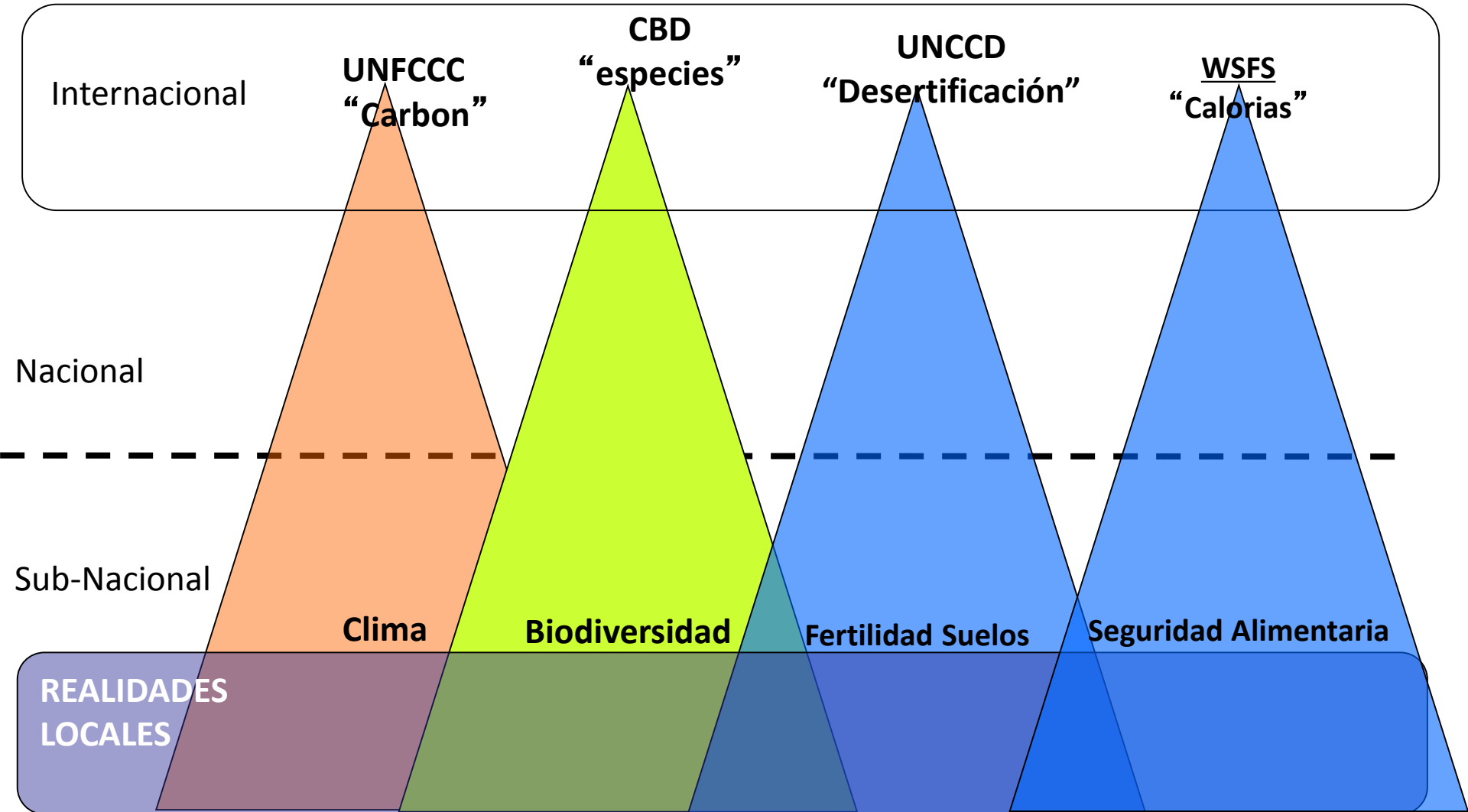


# Nuevos Estudios en México

# Trayectorias futuras



# Un territorio con desarrollo sostenible



# Nuevos Estudios de Cambio Climático:

- Mayor número de estudios enfocados por la necesidad de mejorar la **toma de decisiones**
  - **Hay que impulsar la adaptación:** por lo que se requiere información *políticamente relevante; política científicamente fundamentada*
  - La mayoría de los estudios del 4AR *parten de escenarios*, pero están aumentando:

## .. estudios enfocados a:

- Opciones de adaptación actual y futura,
- Aumento de capacidad adaptativa,
- Reducción de vulnerabilidad social,
- Incluir **múltiples forzantes**, y
- adaptación en el contexto de desarrollo sostenible.

# A manera de conclusión, para adaptación requerimos:

- Métodos, modelos y herramientas que nos permitan definiciones claras
- Incrementar **recursos financieros y humanos**,
- **Monitoreo y evaluación** de las medidas de adaptación
- **Integración de la adaptación al cambio climático a:** desarrollo sostenible, conservación y restauración de ecosistemas, de combate a la pobreza y a la desertificación.





Gracias