



La Aplicación del Enfoque de Sistemas Dinámicos para Examinar la Vulnerabilidad de Guanajuato al Cambio Climático

Exposición preparada para

Foro de Cambio Climático

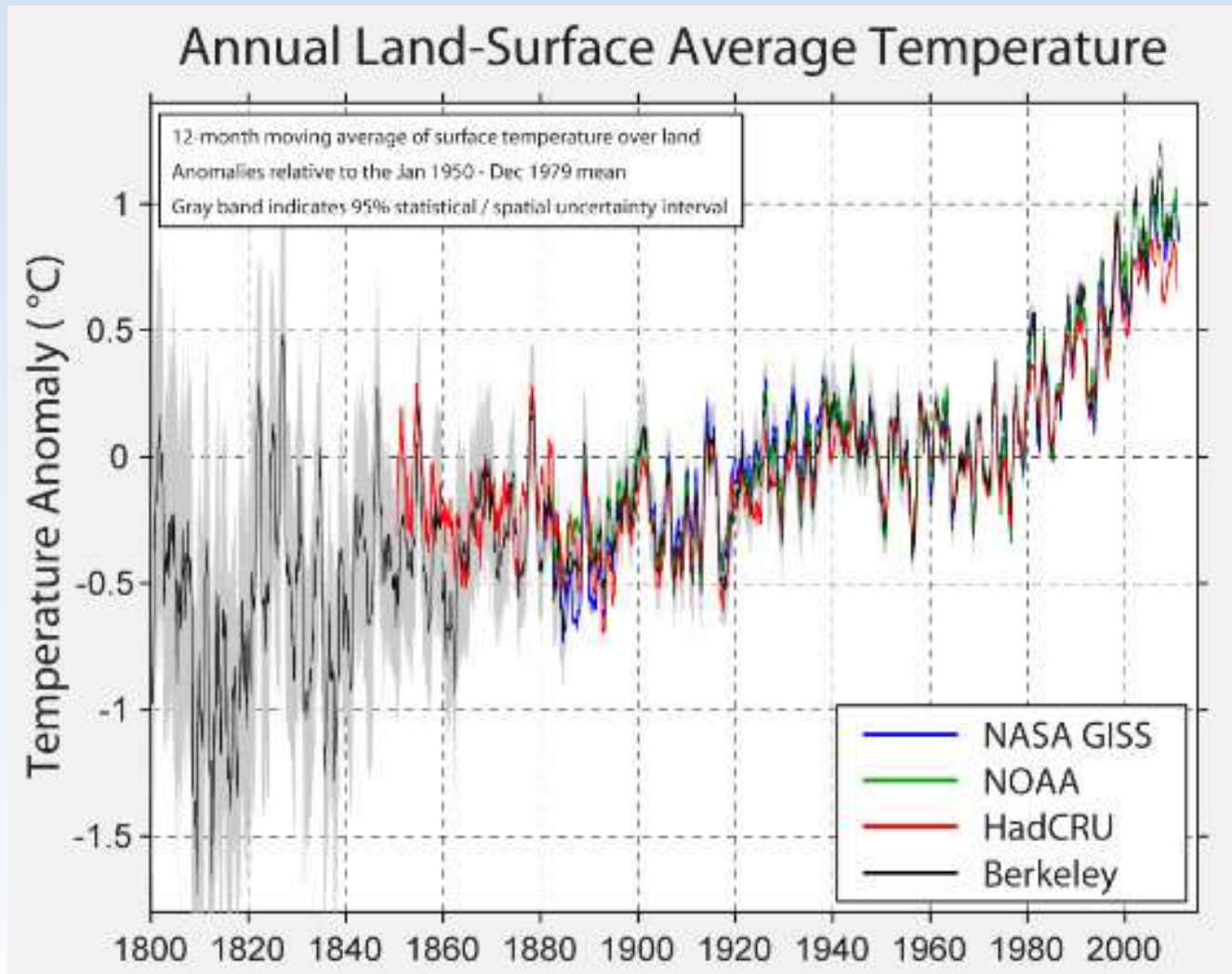
Por:

Dr. Juan Manuel Huerta Tolis
Investigador Principal Visitante
Centro de Ciencias Atmosféricas de la
Universidad de Guanajuato

23 de noviembre de 2011

¿Existe el Cambio Climático?

Temperatura Anual Promedio de la Tierra



El Calentamiento Global es Inequívoco

Desde 1970 incrementos en:

- ❖ **Temperatura global de la Superficie**
- ❖ **Temperatura de la Tropósfera**
- ❖ **Nivel del Mar**
- ❖ **Vapor de agua**
- ❖ **Intensidad de la lluvias**
- ❖ **Intensidad de los Huracanes**
- ❖ **Sequía**
- ❖ **Temperaturas extremadamente altas**
- ❖ **Ondas de calor**

Decrementos en:

- Hielo en mar ártico**
- Glaciares**
- Temperaturas Frías**

Fuente: Kevin Trenberth, Senior Scientist, National Center for Atmospheric Research, USA

Los diez años más caluroso en la historia



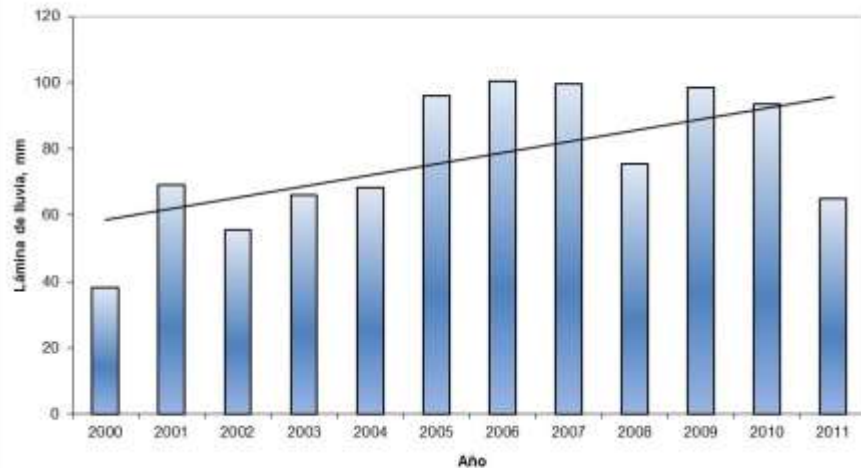
Enero-Mayo de 2010

*La temperatura global
combinada tierra y mar más
cálida que se haya registrado*

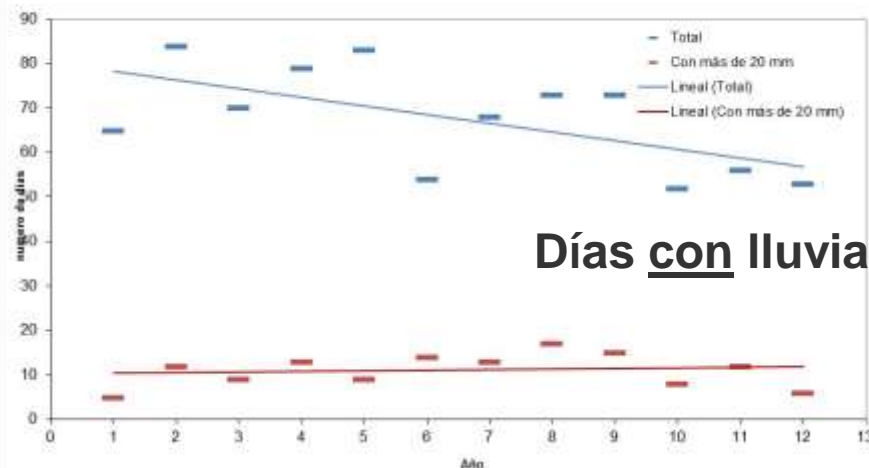
¿Existe el Cambio Climático en Guanajuato?

Comportamiento de la lluvia 2000 a 2011

lluvia máxima en 24 horas detectada por la red de estaciones del estado de Guanajuato en el periodo de mayo a agosto

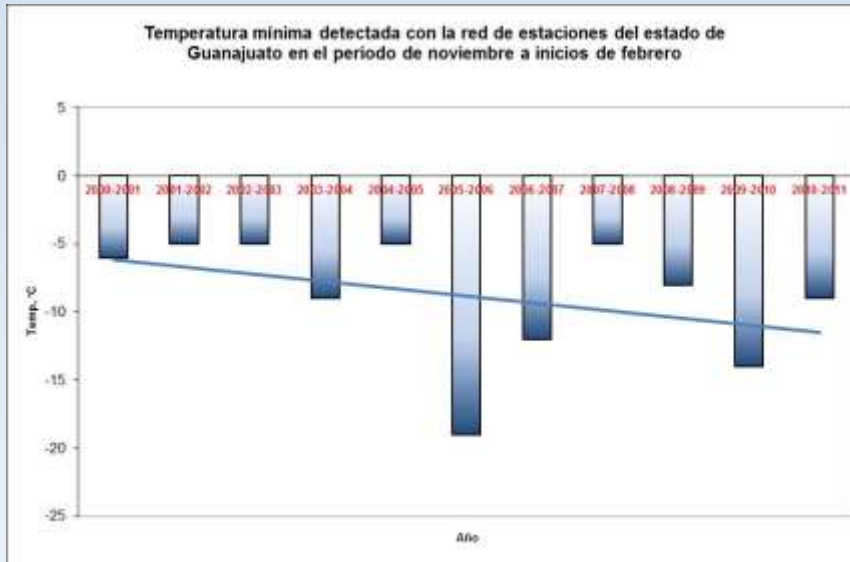


Numero de días con lluvia detectado con la red de estaciones del estado de Guanajuato en el periodo de mayo a agosto

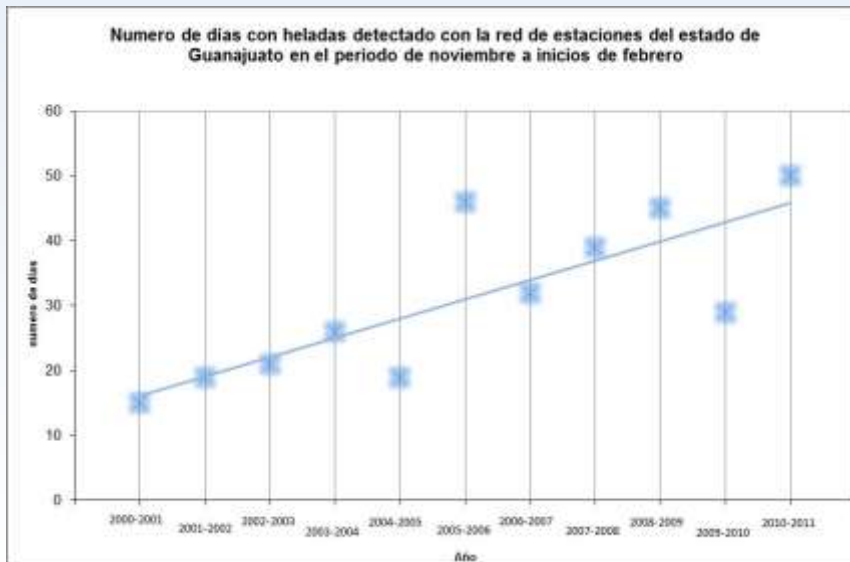


- Se incrementa la cantidad de lluvia en periodos cortos.
- Aumenta el número de días sin lluvia.
- Aumenta el número de días con lluvias intensas.

Comportamiento de la temperatura mínima 2000 a 2011

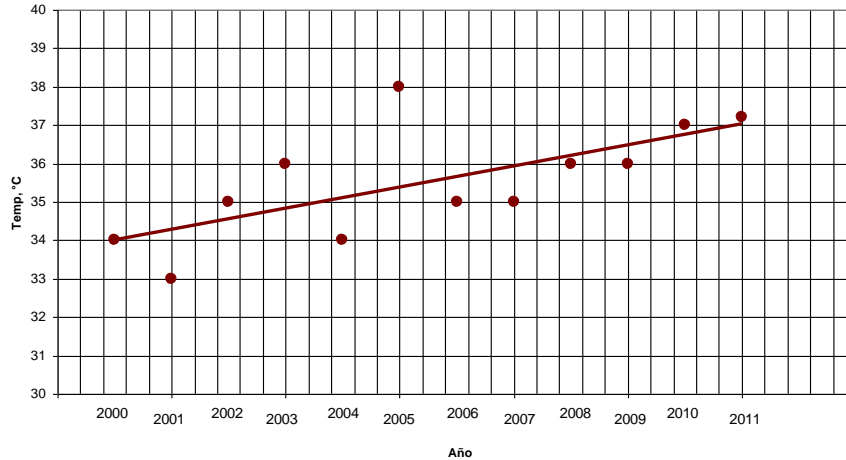


- Incremento de días con heladas al año.
- Temperatura mínima hacia valores más bajos (frío intenso).

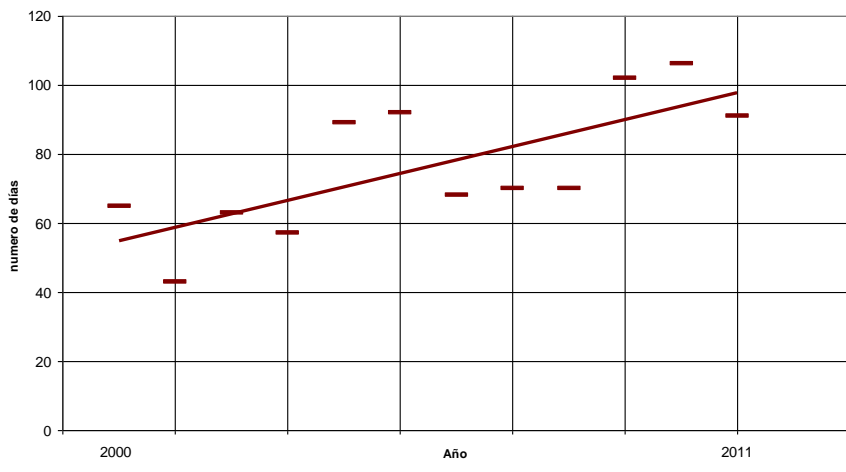


Comportamiento de la temperatura máxima 2000 a 2011

Temperatura máxima detectada con la red de estaciones del estado de Guanajuato en el periodo de mayo a agosto



Numero de días con temperaturas máximas extremas detectado con la red de estaciones del estado de Guanajuato en el periodo de mayo a agosto



- Incremento de días con temperaturas por encima de los 28°C.
- Temperatura hacia valores más altos (calor intenso).

Espacio de análisis: Las 13 cuencas hidrográficas de Guanajuato.

Preguntas:

- ¿Habrá agua suficiente para concluir el ciclo Otoño-Invierno que ya comenzó?
- ¿Llegarán a tiempo las lluvias para incrementar el nivel de las presas de agua potables que solo tienen algunos meses más?

“Una piedra angular del análisis del cambio climático en el proceso de la planificación del futuro del agua es el uso de simulaciones hidrológicas para estudiar el efecto de un clima cambiante en procesos de lluvia-escorrentía superficial”. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

Al proceso lluvia-escorrentía, porque:

1. Precipitaciones muy voluminosas en periodos cortos seguidas de largos periodos sin lluvia (*Trenberth et al., 2003*)
2. La temperatura se incrementará de 1.5 a 3.0 grados centígrados lo que resultará en más evaporación de la tierra y los cuerpos de aguas (*Madarey y Jiménez, 2000*)

3. La cambiante ubicación regional de lluvia y sequía.

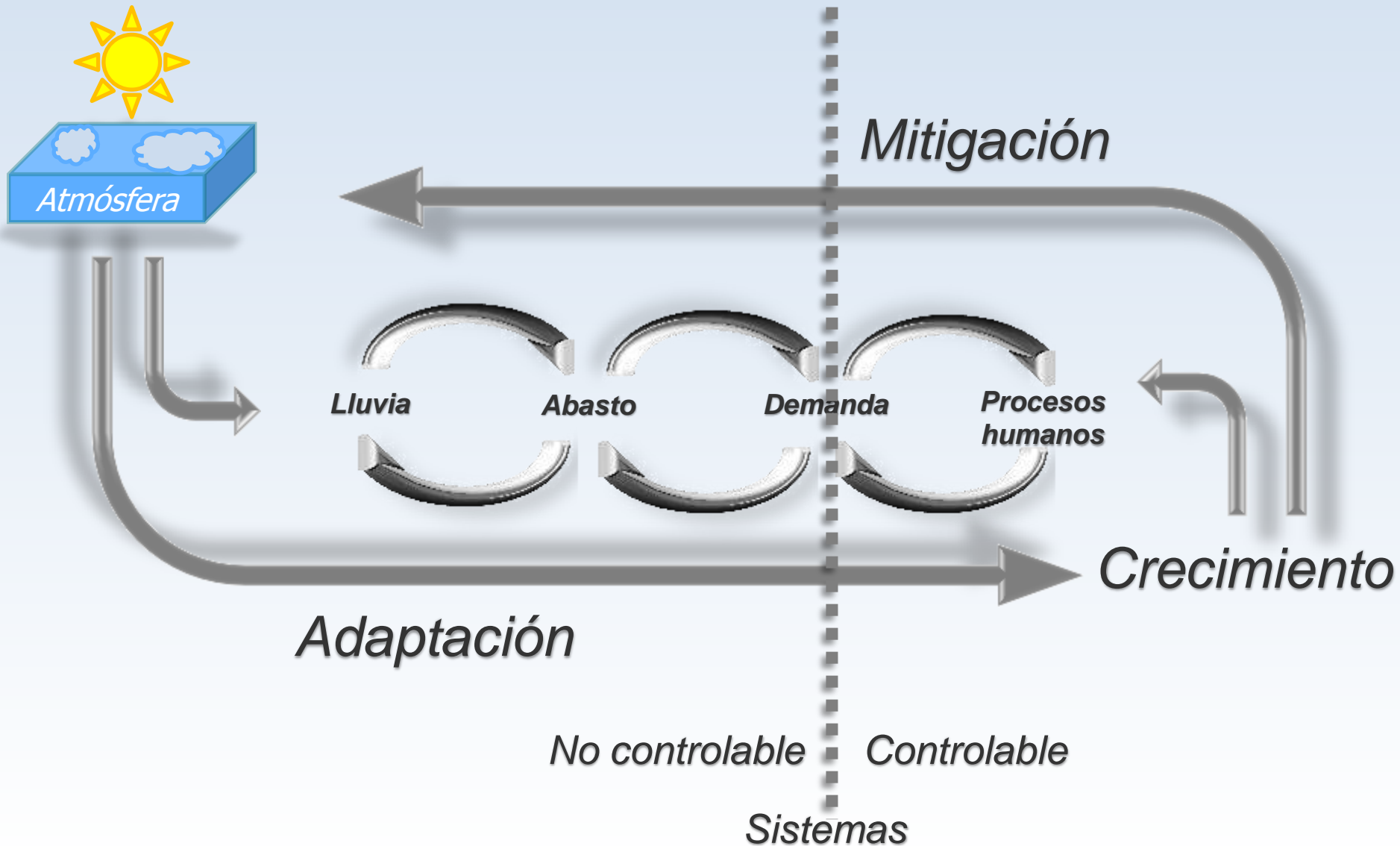
El ex-presidente de Brasil Lula da Silva ha dicho: *“Brasil esta sintiendo los cambios del clima que están pasando en el mundo cuando hay sequía severa en áreas que no tiene sequia, cuando llueve demasiado en lugares donde no llueve.”*

Fuente: The Climate Reality Project

Richard Kerr, ha indicado en reciente artículo [Science Journal, Febrero 9, 2007] que:

“Los datos históricos y las herramientas estadísticas usadas para planear miles de millones de dólares de inversiones en presas, control de inundaciones y otros grandes trabajos de infraestructura hidráulica no son ya confiables. Aún así, las decisiones acerca de cómo usar, distribuir y manejar el agua determinarán la supervivencia de la mayoría de las especies del planeta incluyendo a los humanos”

De la Estadística a los Modelos Causales



Estrategia de Análisis

Interfaz Atmosférica: Escenarios Climatológico y de Cambio
Climático 2007-2030

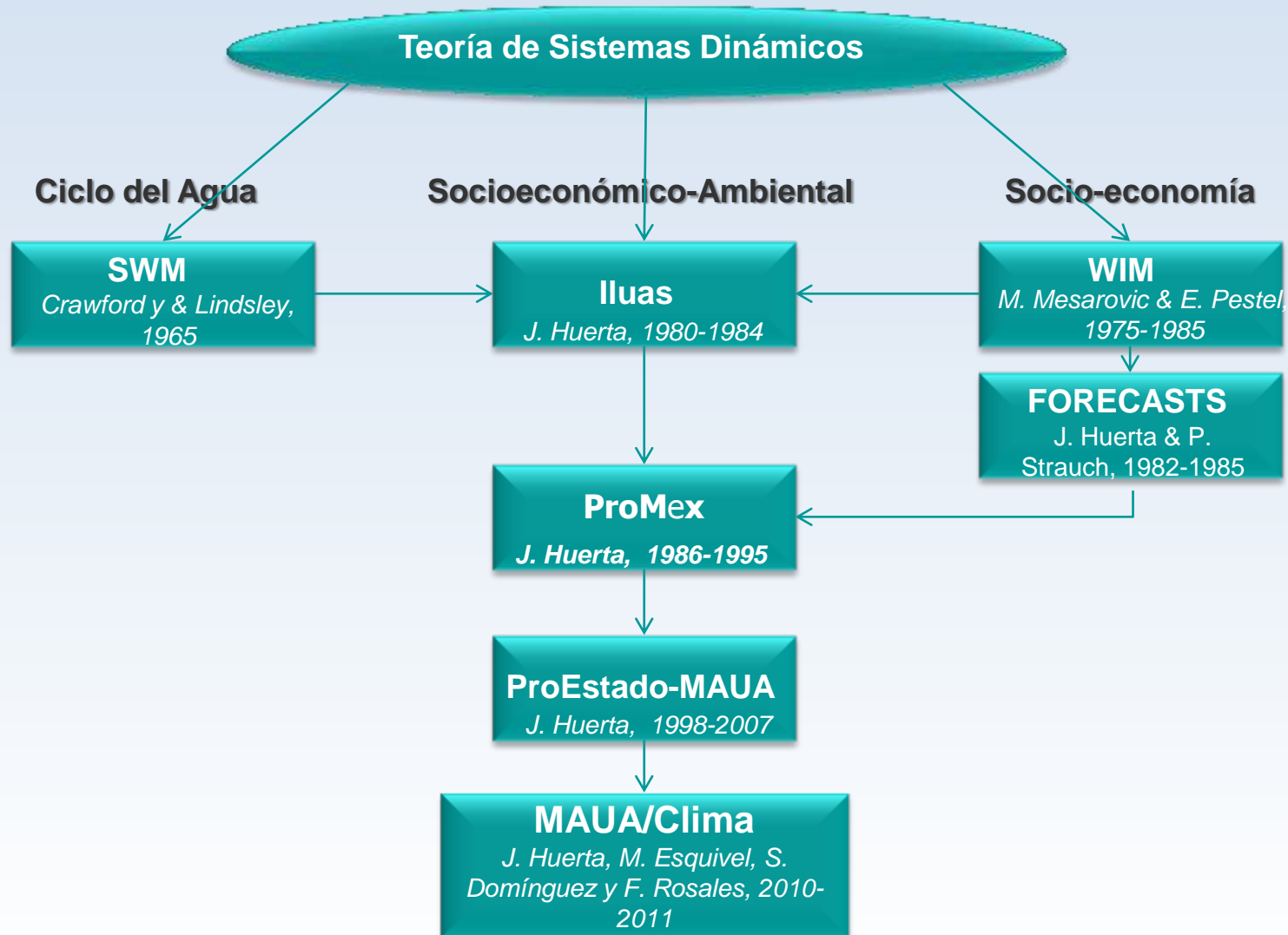


MAUA: (1) Visión Sistémica Causal e Integrada
(2) Prospectiva 2007-2030

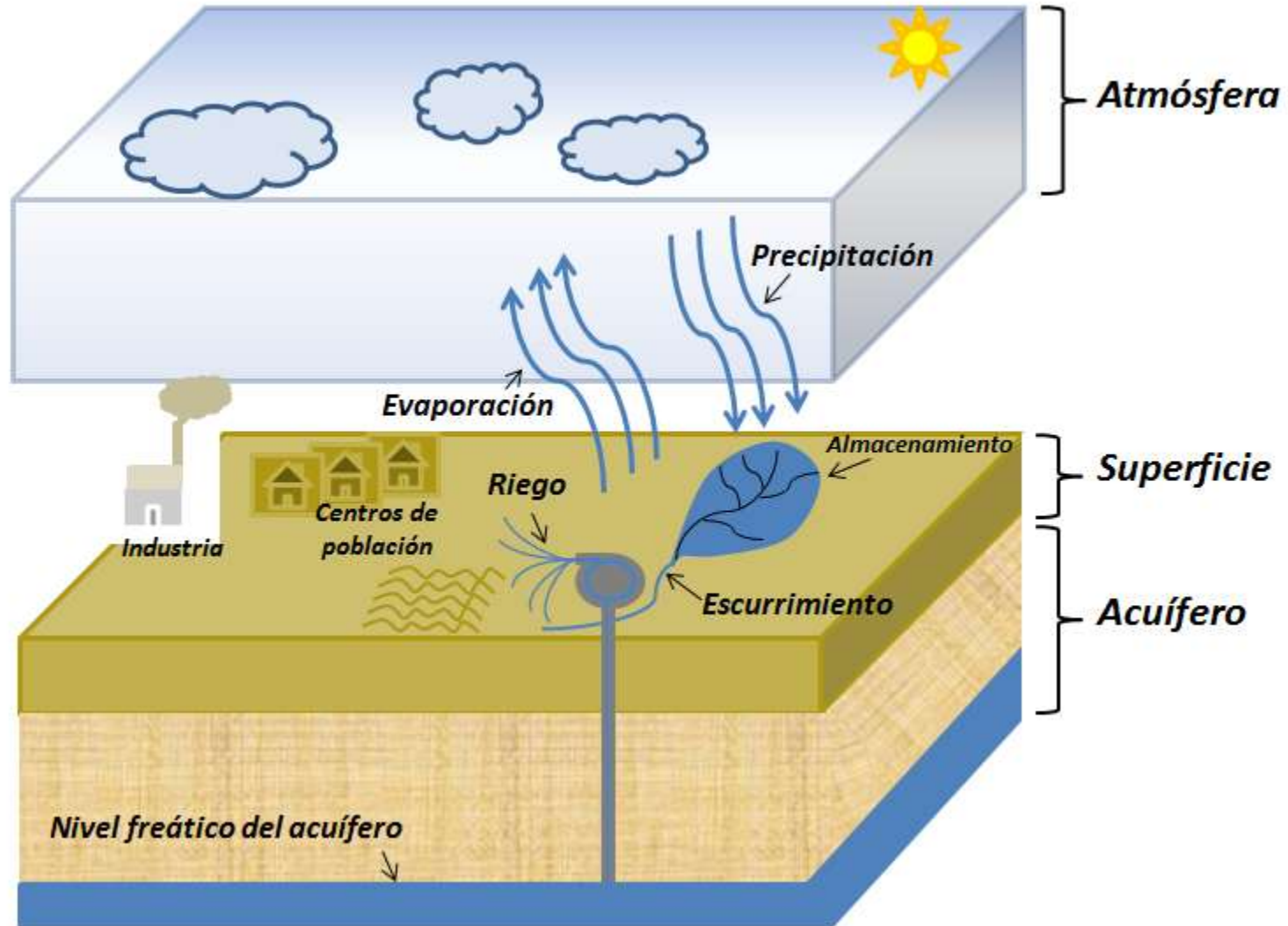


MAUA/Clima

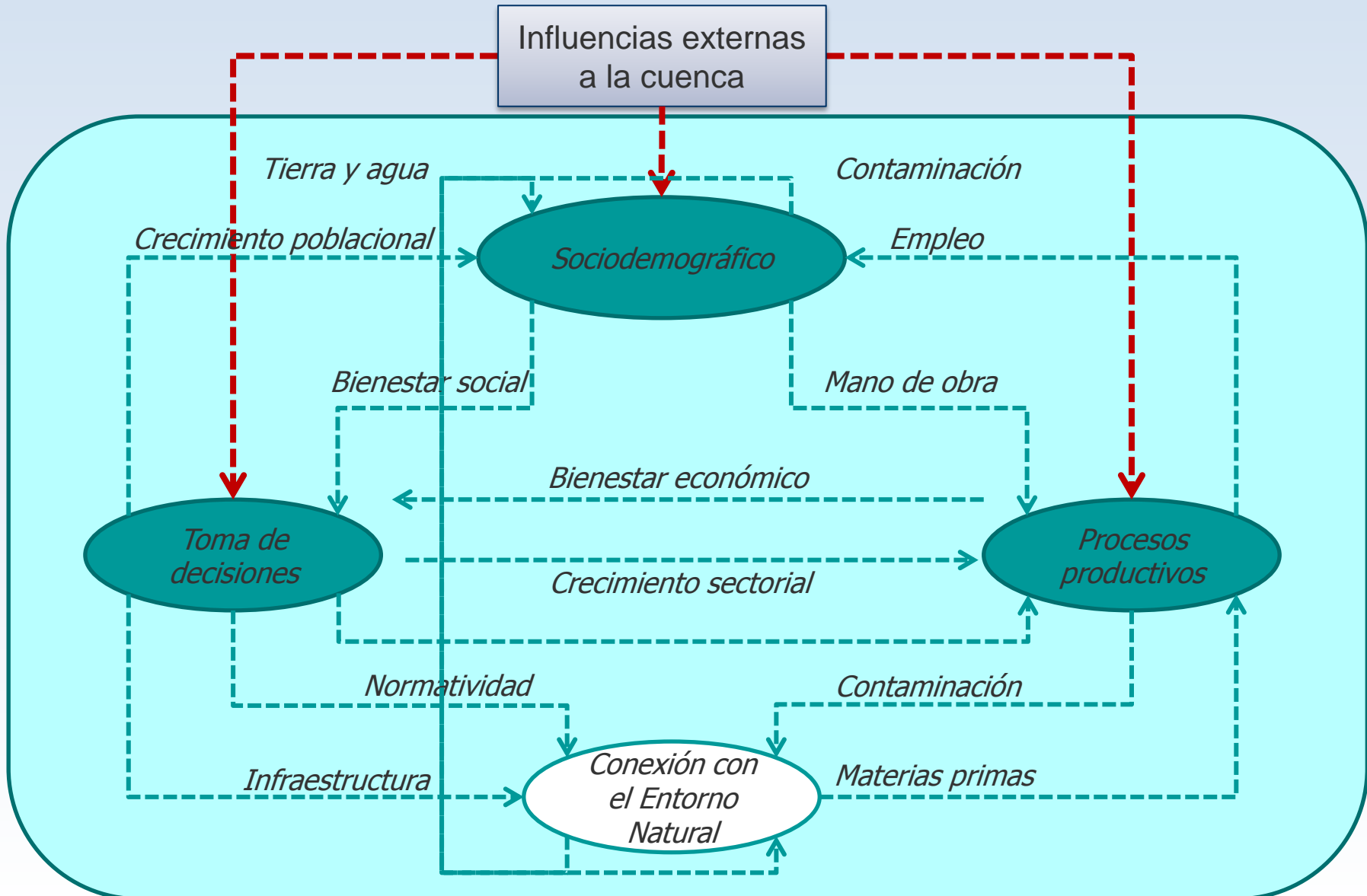
Modelo (Dinámico) de Abasto y Uso del Agua (MAUA)



Entorno Natural de MAUA



Entorno Socioeconómico de MAUA



Cuencas Modeladas



Cuantificación de un Modelo Dinámico

“Conocer un sistema cualitativamente es conocerlo de manera vaga, imprecisa. Conocer cuantitativamente por los menos parte de sus variables es conocer su comportamiento para entenderlo con precisión y poder modificarlo en nuestro beneficio”

Carl Sagan
Billions and Billions, 1997.



Los Círculos Causales se convierten en ecuaciones:

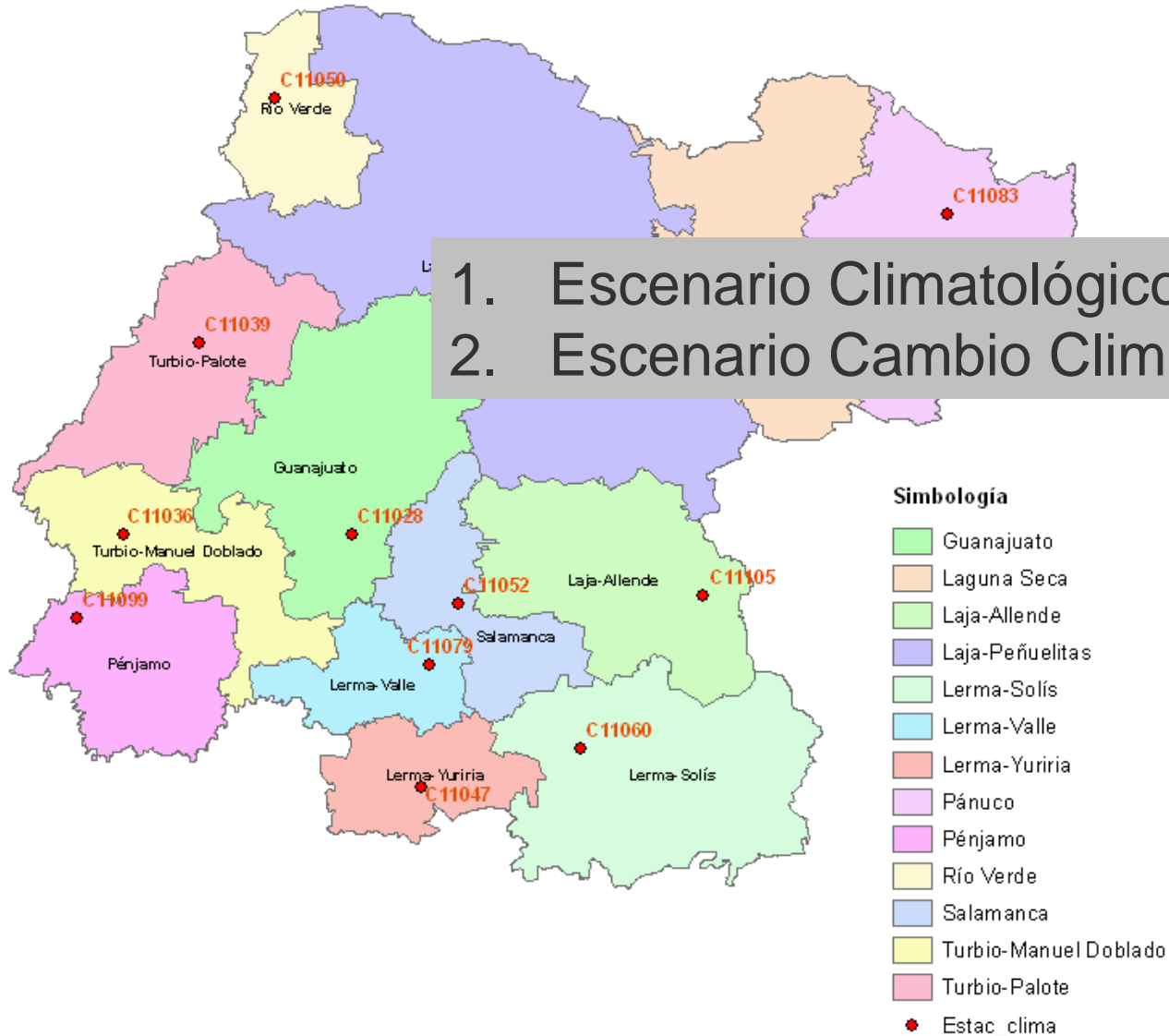
$$d \text{ abasto}(t)/dt = a1 \text{ abasto}(t) + b1 \text{ lluvia}(t) - c1 \text{ demanda}(t)$$

$$d \text{ demanda}(t)/dt = a2 \text{ demanda}(t) + b2 \text{ abasto}(t) - c2 \text{ procesosn\&h}(t)$$

$$d \text{ procesosn\&h}(t)/dt = a3 \text{ procesosn\&h}(t) + b3 \text{ demada}(t) + c3 \text{ crecimiento}(t)$$

Que al resolverse numéricamente nos muestran como se comporta el sistema examinado bajo políticas alternativas de adaptación.

Interfaz Atmosférica



1. Escenario Climatológico.
2. Escenario Cambio Climático.

Vulnerabilidad y Adaptación Taller de Aplicación en su Evaluación

Escenarios de Cambio Climático

Opciones para Crear Escenarios

- Analogías de climas pasados
- Analogías espaciales
- Cambios Incrementales
- Modelos de Clima

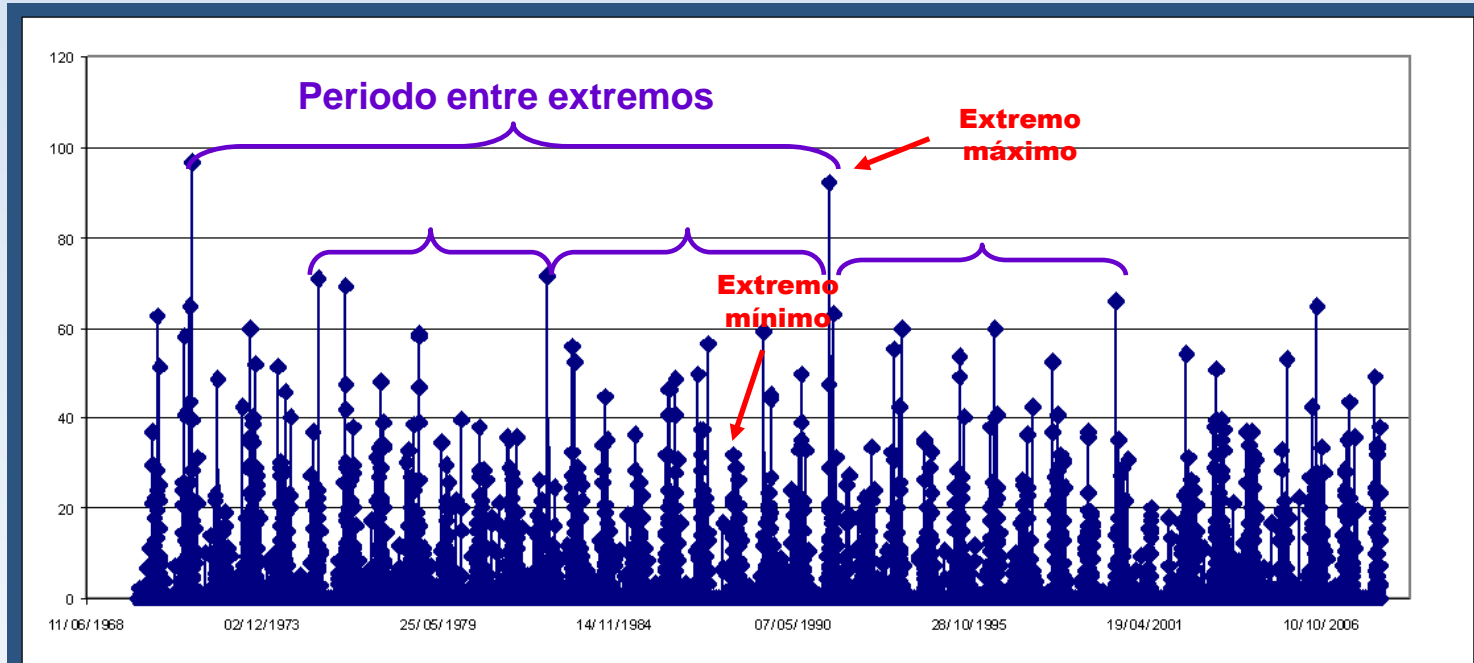
Que usar bajo que Condiciones

- Los modelos de clima (como los MCGA) tienden a ser mejores para corridas largas, por ejemplo, mas allá de varias décadas (mas allá de 2050)
 - La analogías climáticas tienden a ser mejore en el corto plazo, por ejemplo, 2010-2030
-

Escenarios para el Análisis de Impacto (Vulnerabilidad)

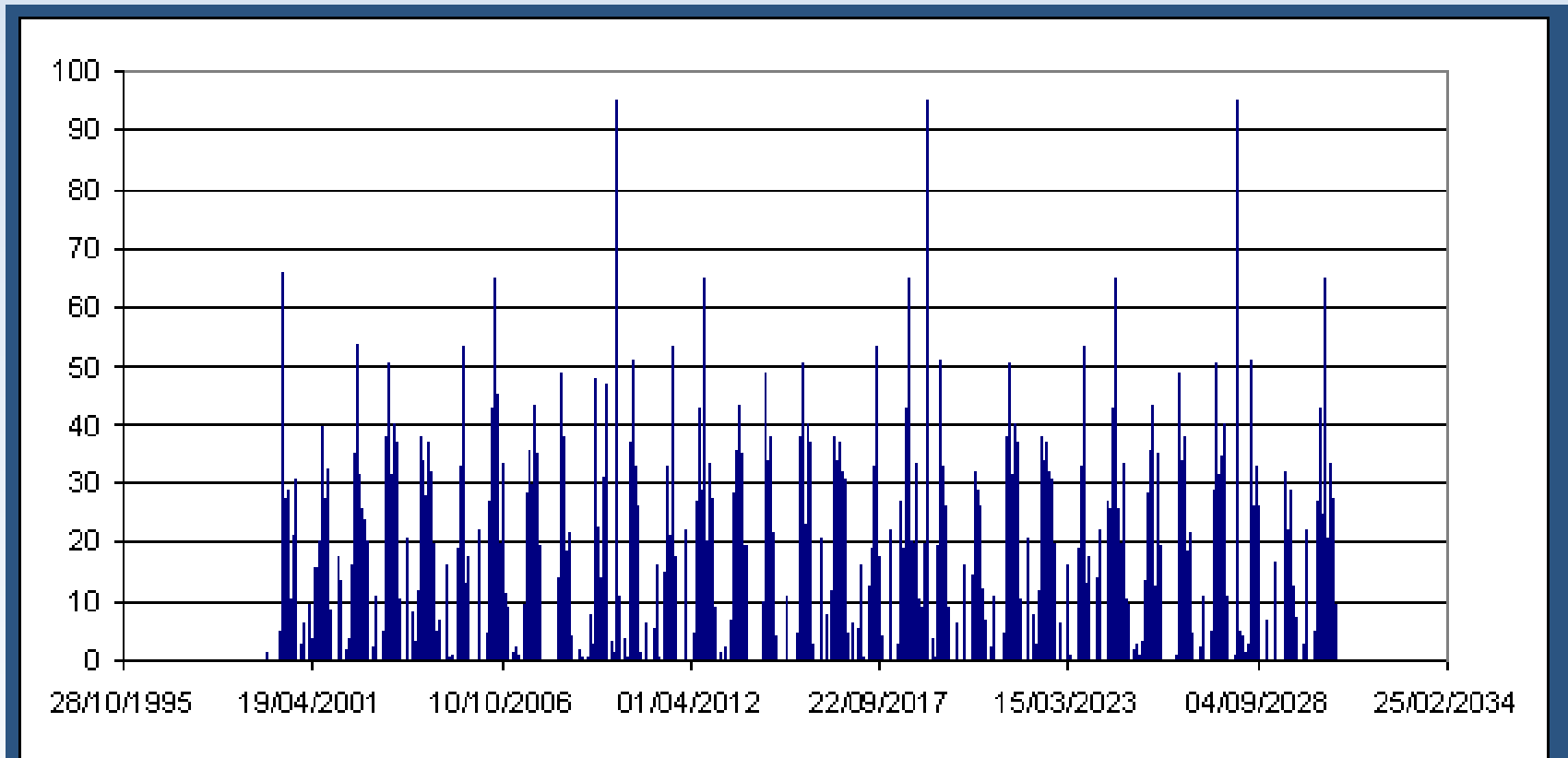
- Necesitan construirse a la escala necesaria para el análisis
- Espacial
 - La cuenca o la campo de cultivo
- Temporal
 - Mensual
 - Diario
 - Menos de un día

Analogía Histórica y Generación del Cambios Incrementales



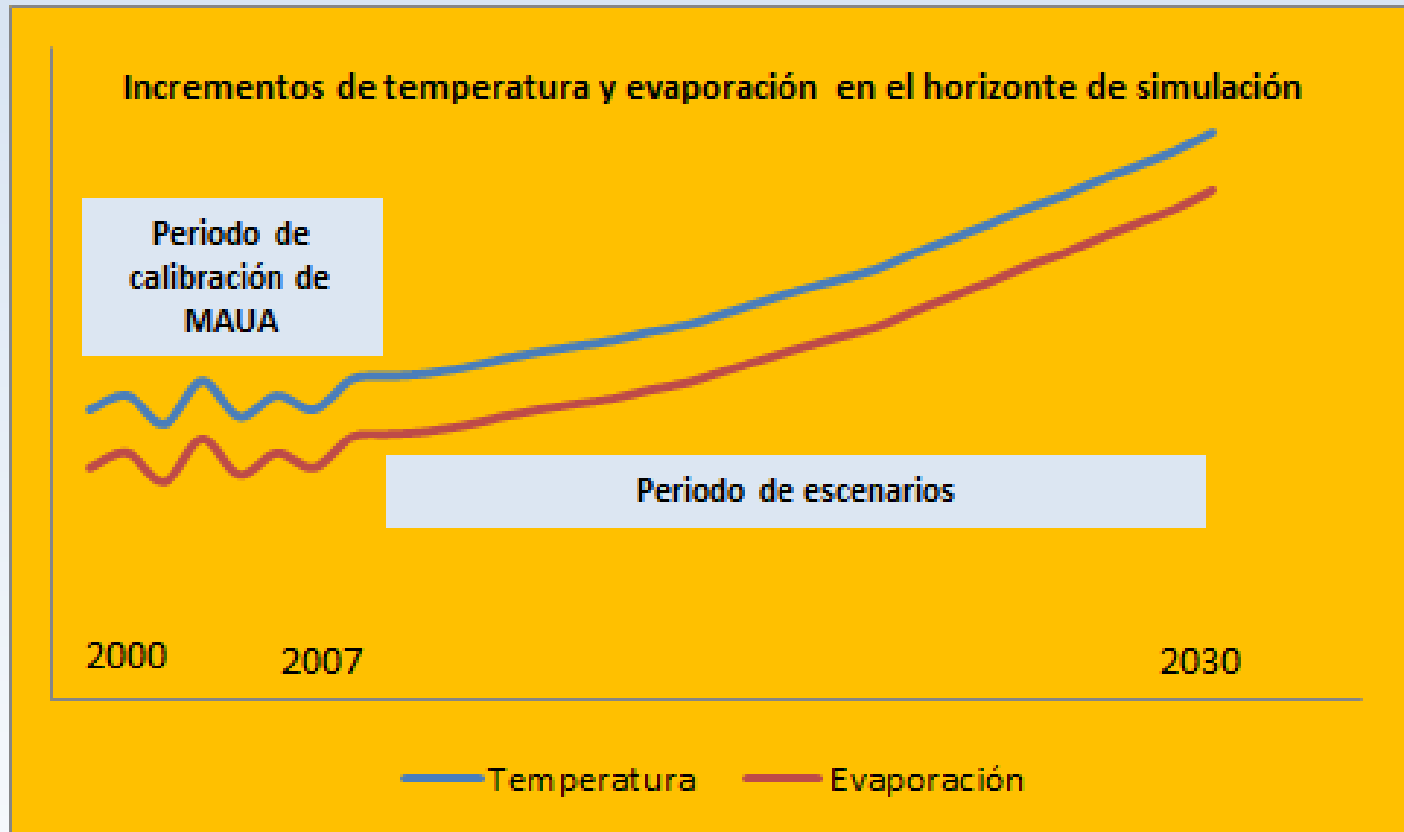
Gráfica de precipitaciones diarias históricas de la serie Guanajuato
(1970-2008)

Lluvia afectada por el Cambio Climático



Precipitaciones diarias de la serie cambio climático MAUA para la región Guanajuato (1999-2030)

Temperatura y Evaporación afectada por el Cambio Climático



MAUA/Clima frente al Modelo de Idaho National Laboratory

Modelos examinados en la 2011 Conferencia de Sistemas Dinámicos, Washington, DC, Julio 2011.

Característica	MAUA/Clima	Idaho Labs
Metodología	Dinámica de Sistemas	Dinámica de Sistemas
Espacio de Análisis	Cuenca	Cuenca
Intervalo de Análisis	Un día	Una semana
Representación de Extremos	Si	No
Modelo Socioeconómico	Completo	Parcial
Modelo Producción Agrícola	Si	Si
Modelo de Energía	En 2012	Si
Aplicación a problema real	Si: PEH2000-2025 y 2006-2030; MAUA/Clima	No

MAUA/Clima lleva tres años de delantera y es el Estado-del-Arte en el análisis y diseños de políticas de adaptación al cambio climático

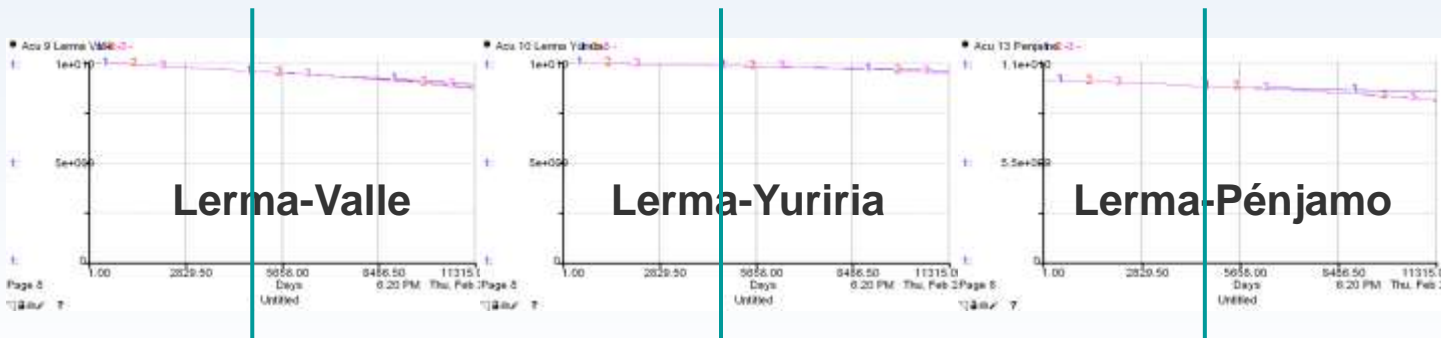
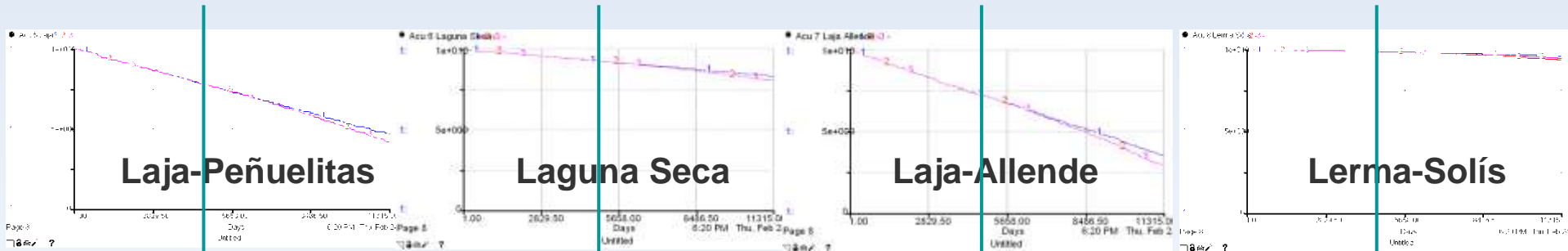
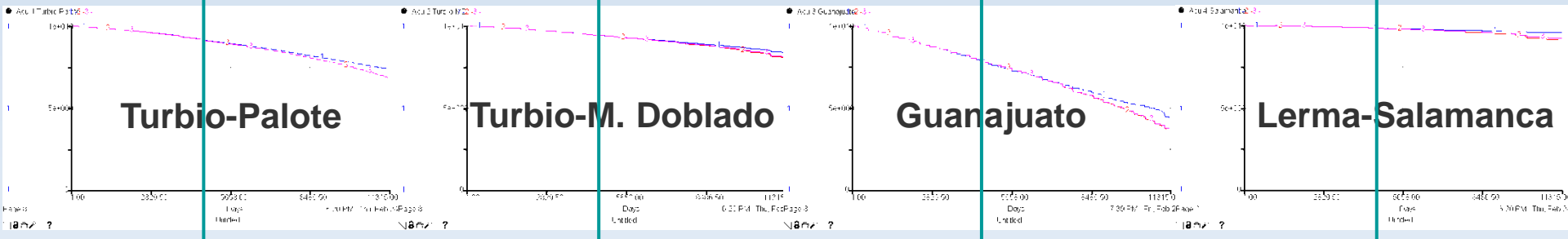
Escenarios de prospectiva 2007-2030

1. Escenarios Climatológicos y de Cambio Climático: De la Interfaz Atmosférica las variables precipitación y temperatura.
2. Condiciones iniciales en 2007: De registros históricos de las variables socioeconómicas- ambientales MAUA/Clima.
3. Condiciones finales en 2030. Estimaciones de temperatura y evaporación (Maderrey y Jiménez).
4. Visión Sistémica Integrada y Causal. De MAUA/Clima los procesos naturales y antropogénicos afectados por la variabilidad climática.
5. Prospectiva. Examen el comportamiento de la cuenca de hoy al 2030 para estudiar la acción de políticas de adaptación y mitigación alternativas.

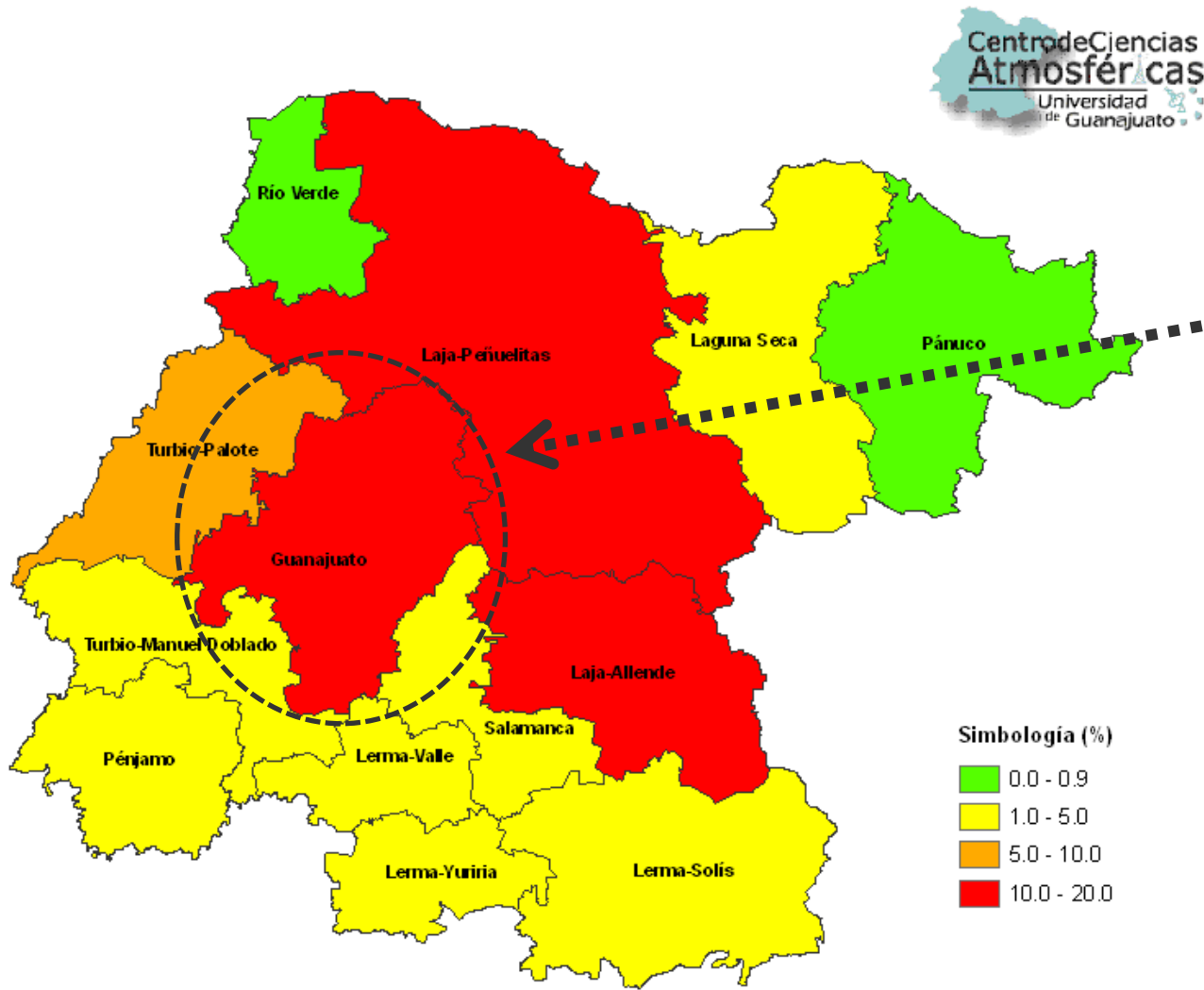
Resultados Iniciales

Acuíferos 2007-2030

← 01 de noviembre de 2011

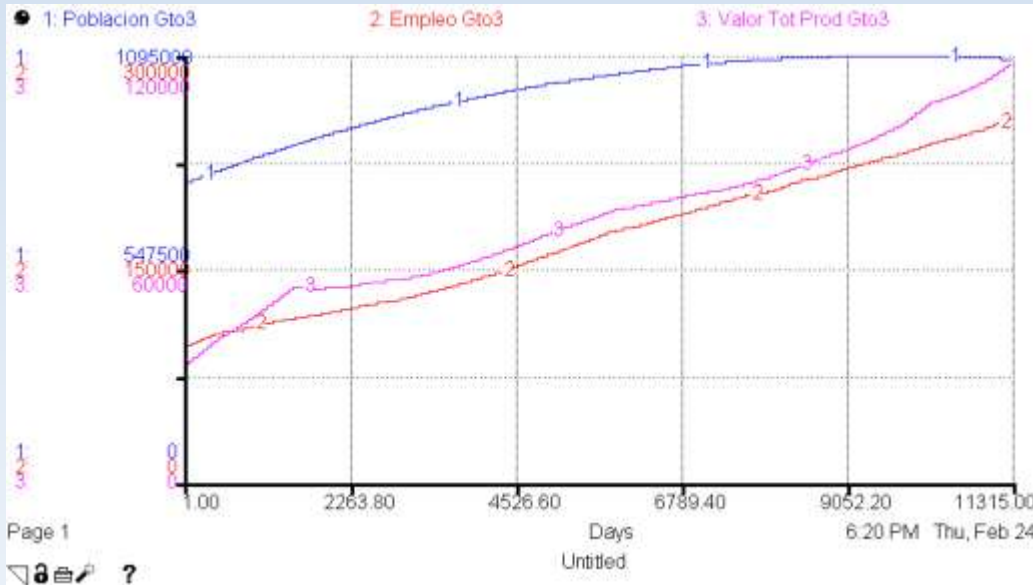


Reducción del volumen de agua subterránea al 2030 bajo escenarios de cambio climático



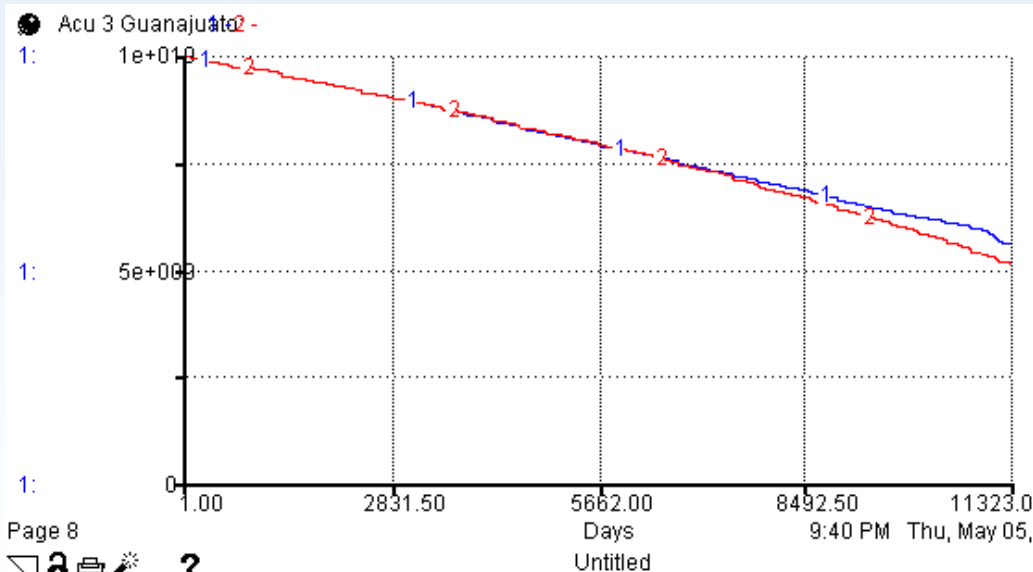
*Estudio de caso,
Cuenca Guanajuato*

Estudio de caso: Cuenca Guanajuato



➤ El crecimiento del Producto interno bruto será de 253 %

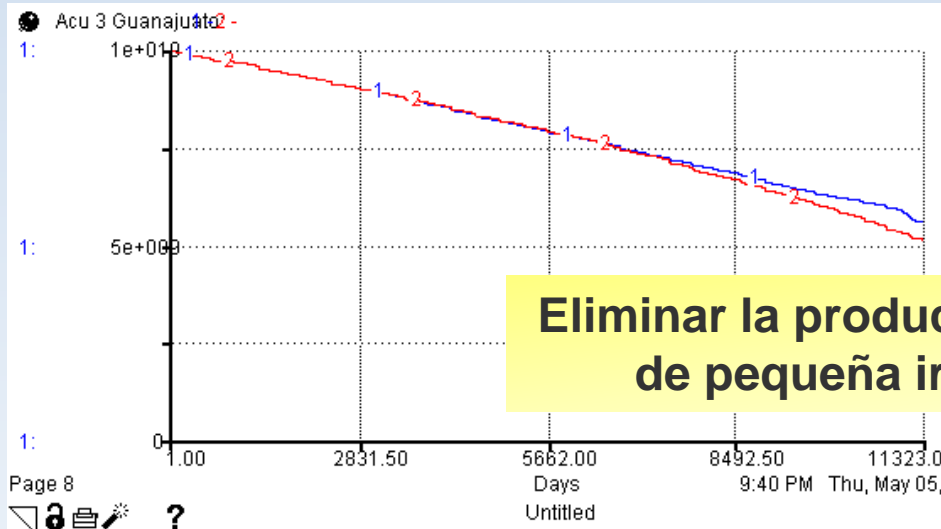
➤ La disminución del volumen en el acuífero será de 63 %



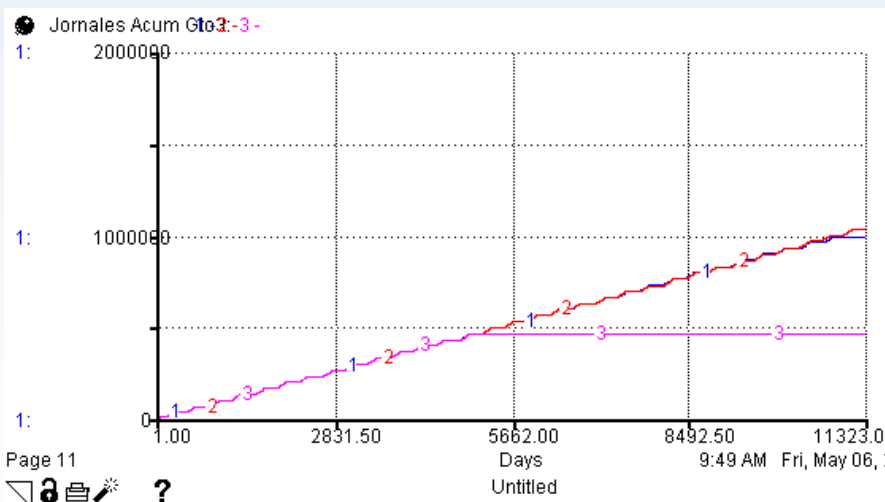
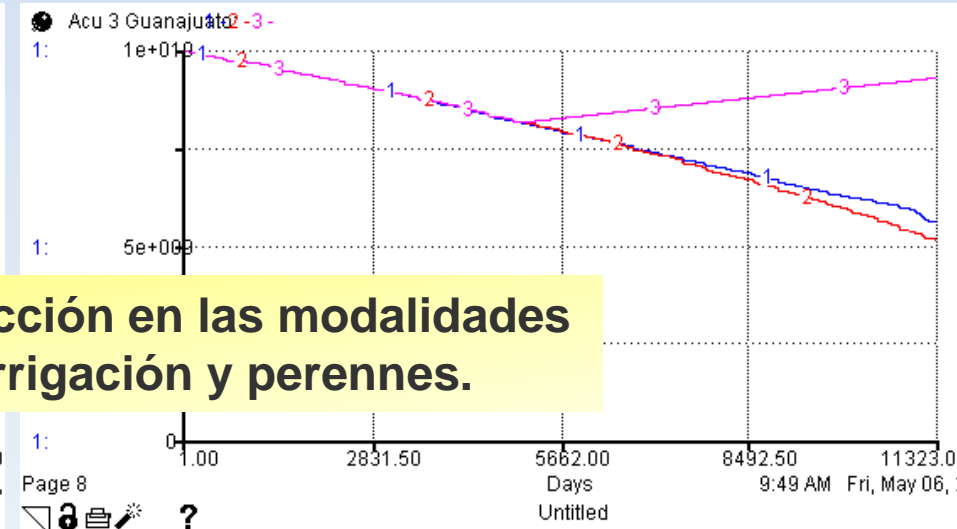
➤ Esta situación **no es sustentable**

MAUA/Clima ensayo de solución

Aplicación de Política para hacer sustentable a la cuenca Guanajuato

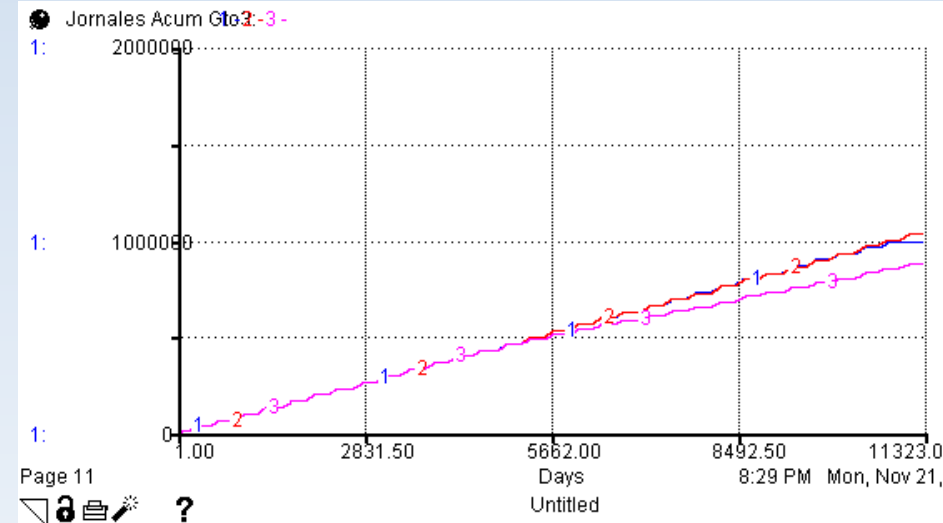
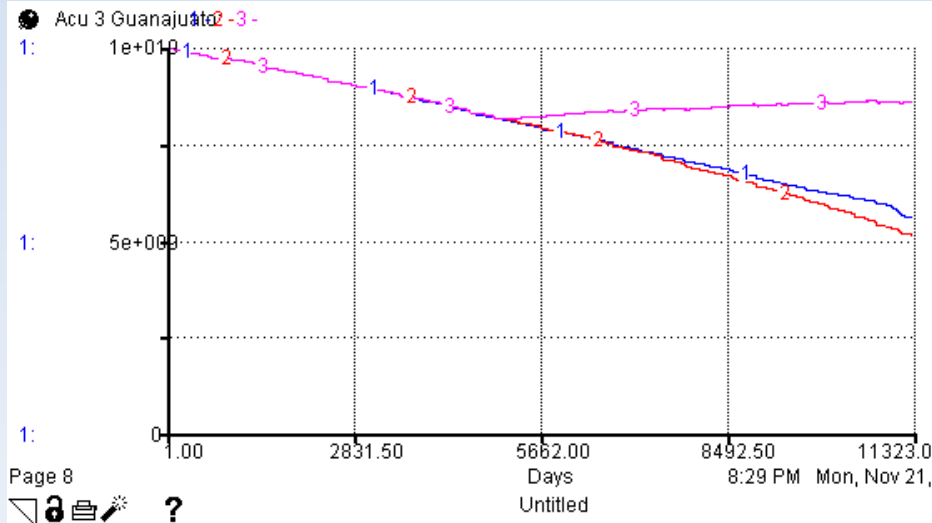


Eliminar la producción en las modalidades de pequeña irrigación y perennes.



Se perderían 535 mil jornales entre 2013 y 2030 (17 mil anuales)

Refinamiento de la Política



Ciclo Primavera Verano		
Cosecha	Hectáreas Originales	Hectáreas Escenario
Maíz	8,181	4,000
Sorgo	16,272	8,000
Ciclo Otoño-Invierno		
Cebada	4,187	2,500
Perennes		
Alfalfa	2,678	0

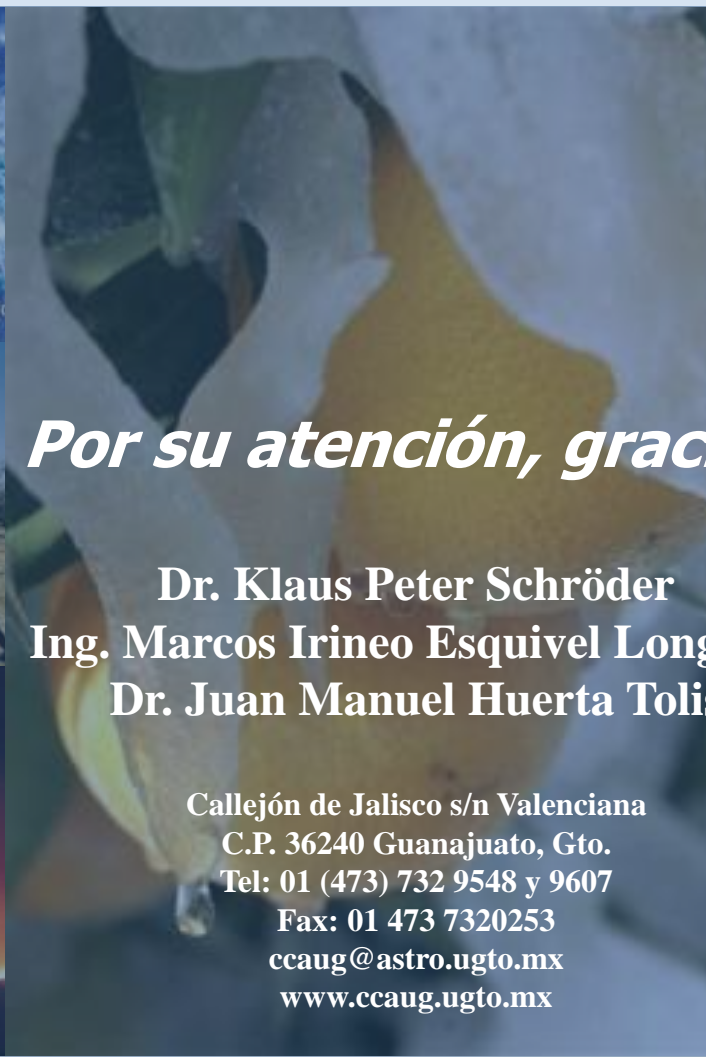
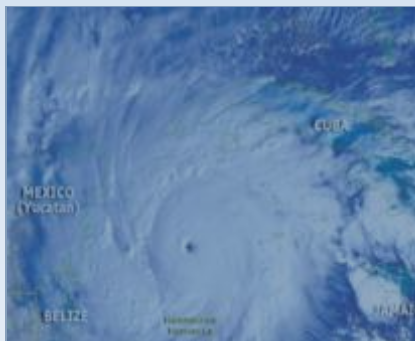
Se reduciría a 159 mil jornales perdidos entre 2013 y 2030 (7 mil anuales)

Conclusión del Estudio de caso

- Considerando que la sustentabilidad de la cuenca del río Guanajuato puede estar amenazada,
- con las políticas probadas se equilibra el acuífero con una pérdida relativamente baja de producción agrícola y empleo,
- para absorber la mano de obra desocupada e incrementar la producción agrícola con el agua de superficie que se tiene
- se puede desarrollar un sistema agrícola intensivo de entre 200 y 400 hectáreas

Para concluir....

- MAUA/Clima esta listo para ser empleado en el análisis de políticas de adaptación al cambio climático en las cuencas de Guanajuato.
- En 2012 construiremos MAUE (Modelo de Abasto y Uso de Energía) con lo que nuestra capacidad se incrementara para poder examinar políticas de mitigación. Además, construiremos un modelo de salud y otro de calidad del agua.
- Pedimos el apoyo de las autoridades y el sector privado para actualizar con nuevos datos, información y conocimientos al modelo MAUA/Clima.
- ¡Estamos al servicio de Guanajuato!



Por su atención, gracias

Dr. Klaus Peter Schröder
Ing. Marcos Irineo Esquivel Longoria
Dr. Juan Manuel Huerta Tolis

Callejón de Jalisco s/n Valenciana
C.P. 36240 Guanajuato, Gto.
Tel: 01 (473) 732 9548 y 9607
Fax: 01 473 7320253
ccaug@astro.ugto.mx
www.ccaug.ugto.mx



23 de noviembre de 2011