

# Variabilidad y Cambio Climático: Desafíos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas.



Francisco J. Meza

Cambio Climático en la cuenca del Mantaro

19 de Noviembre, 2009

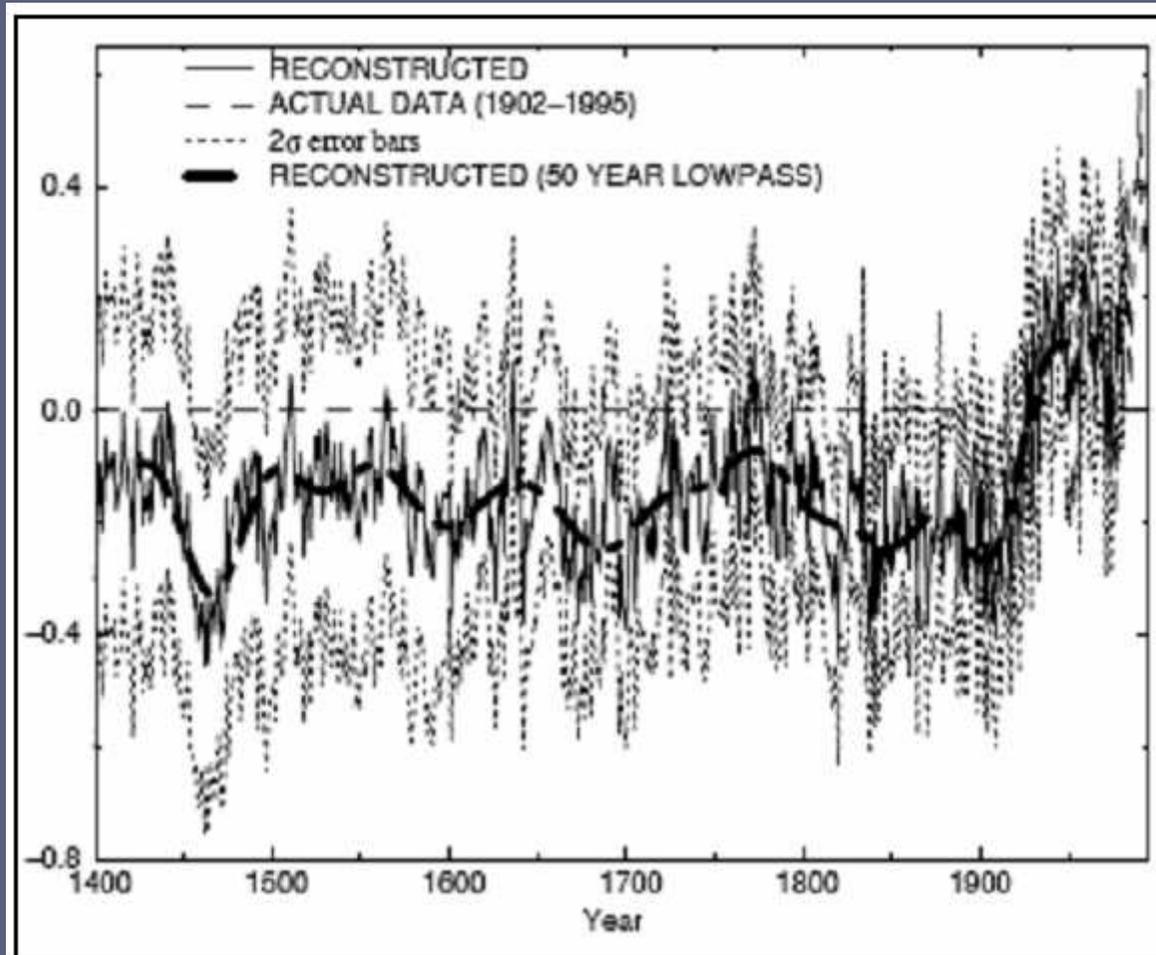


# Variabilidad Climática



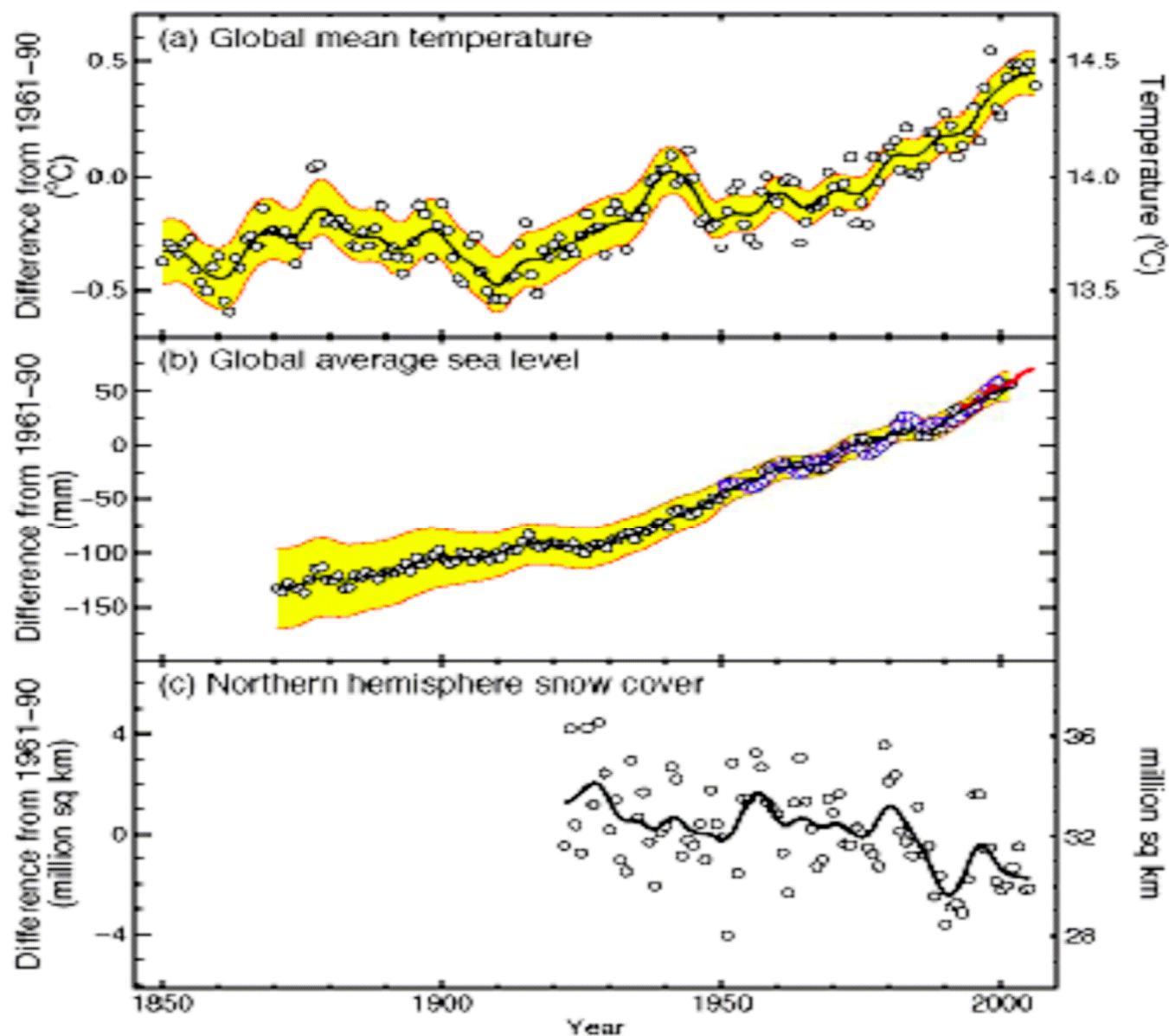
Baethgen, 2009

# Variabilidad Climática

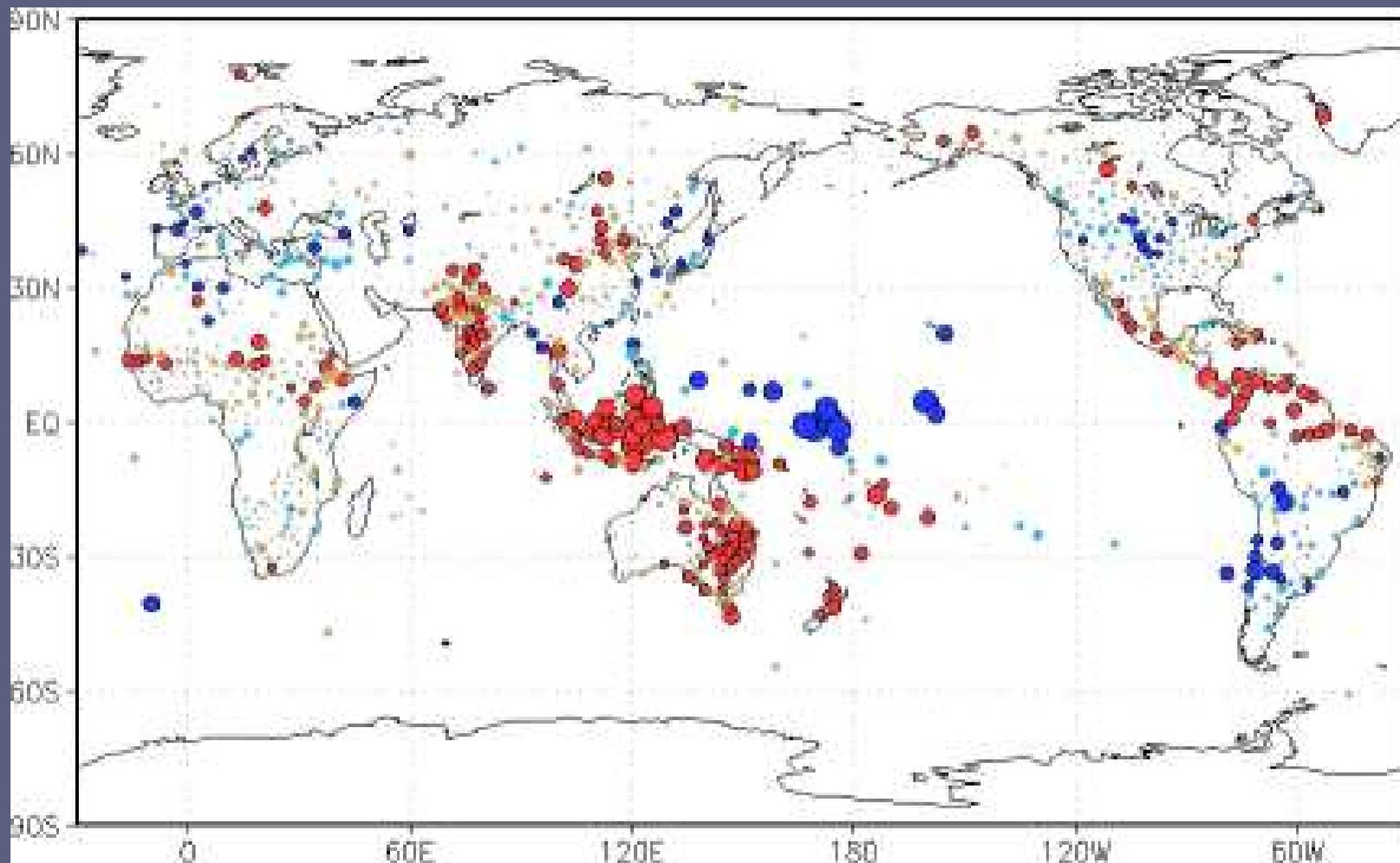


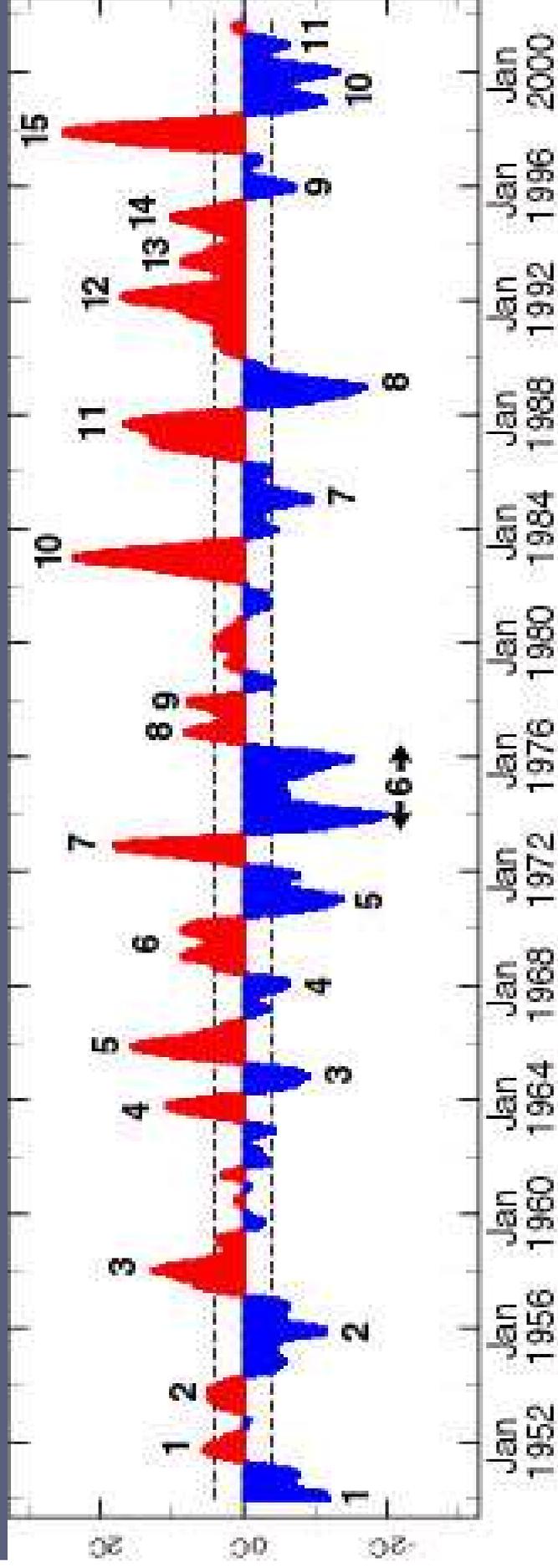
Variabilidad de temperaturas medias en el hemisferio norte entre 1400 y 1995, respecto al promedio de temperatura de 1902-1980 ( $^{\circ}\text{C}$ ). Mann et al. (1998)

# Cambios Observados (IPCC, 2007)



# Teleconexiones Precipitaciones en JJA





# Aproximación al problema

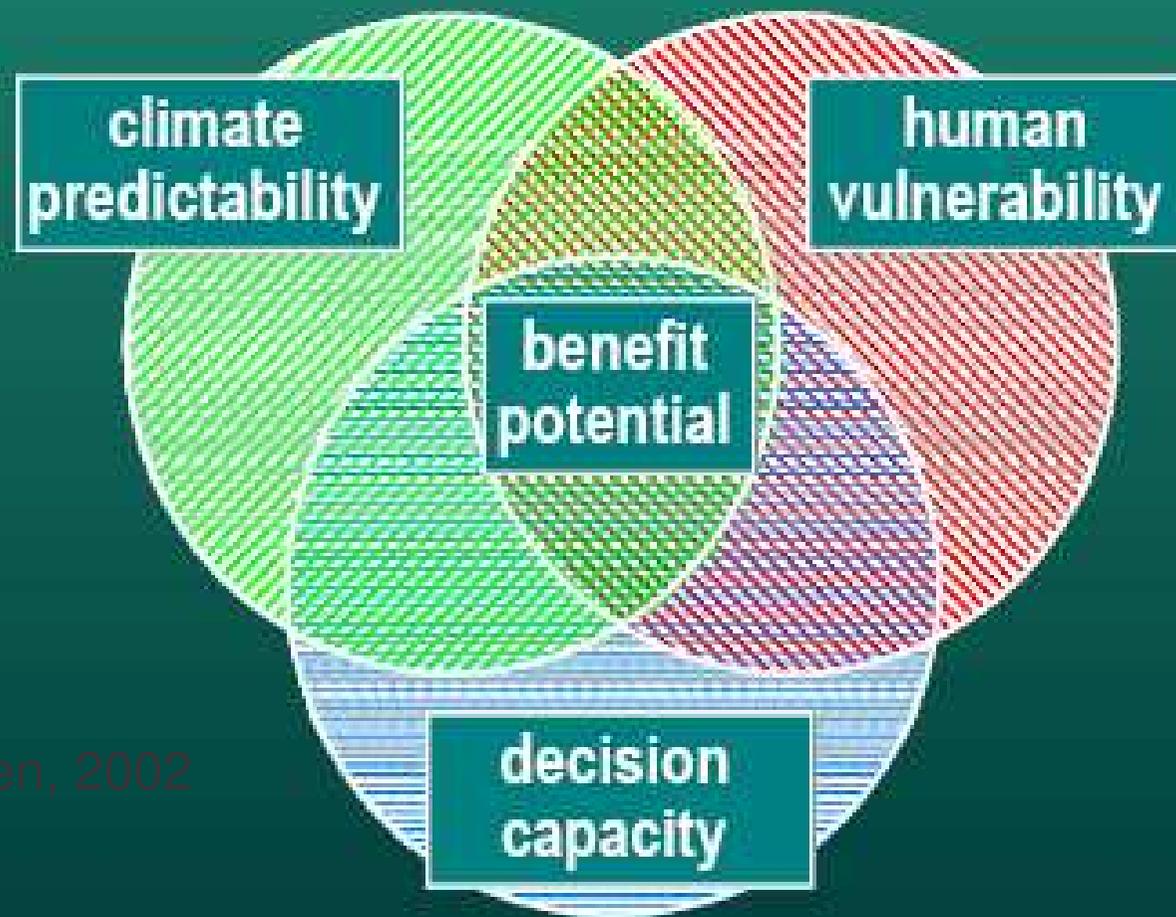
- Vulnerabilidad de sistemas humanos frente a la variabilidad climática
  - Impactos en Salud, Producción Agrícola, Transporte, Inundaciones, Sequías,...
- Impactos típicos en la Agricultura
  - Escasez puntual de Alimentos
  - Compromiso de los medios de supervivencia de la agricultura familiar
  - Volatilidad de precios y acceso a alimentos
  - Impactos en la economía de los países

# Gestion del Riesgo Climatico

- Gestionar todo el rango de variabilidad
  - Objetivos
    - MINIMIZAR IMPACTOS
    - APROVECHAR VENTAJAS
    - AUMENTAR LA CAPACIDAD ADAPTATIVA

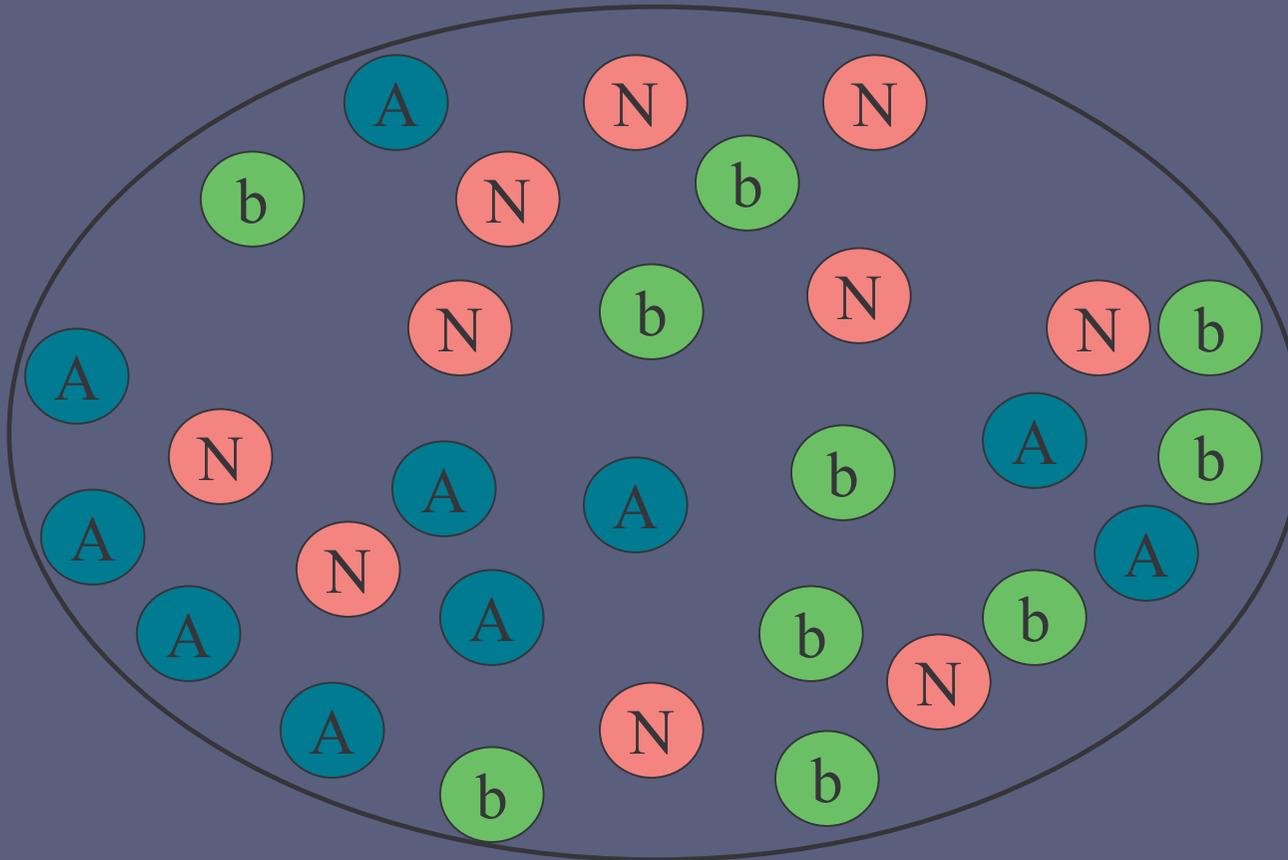
# Prerequisites to Beneficial Use

---



Hansen, 2002

# Climatic Predictability



Climate Variables  
(Pp, T, RH, U)  
Using terciles years  
can be classified as:  
A: Above Normal  
N: Near Normal  
b: Below Normal

$$P(Cl = A) = 1/3$$

$$P(Cl = N) = 1/3$$

$$P(Cl = b) = 1/3$$

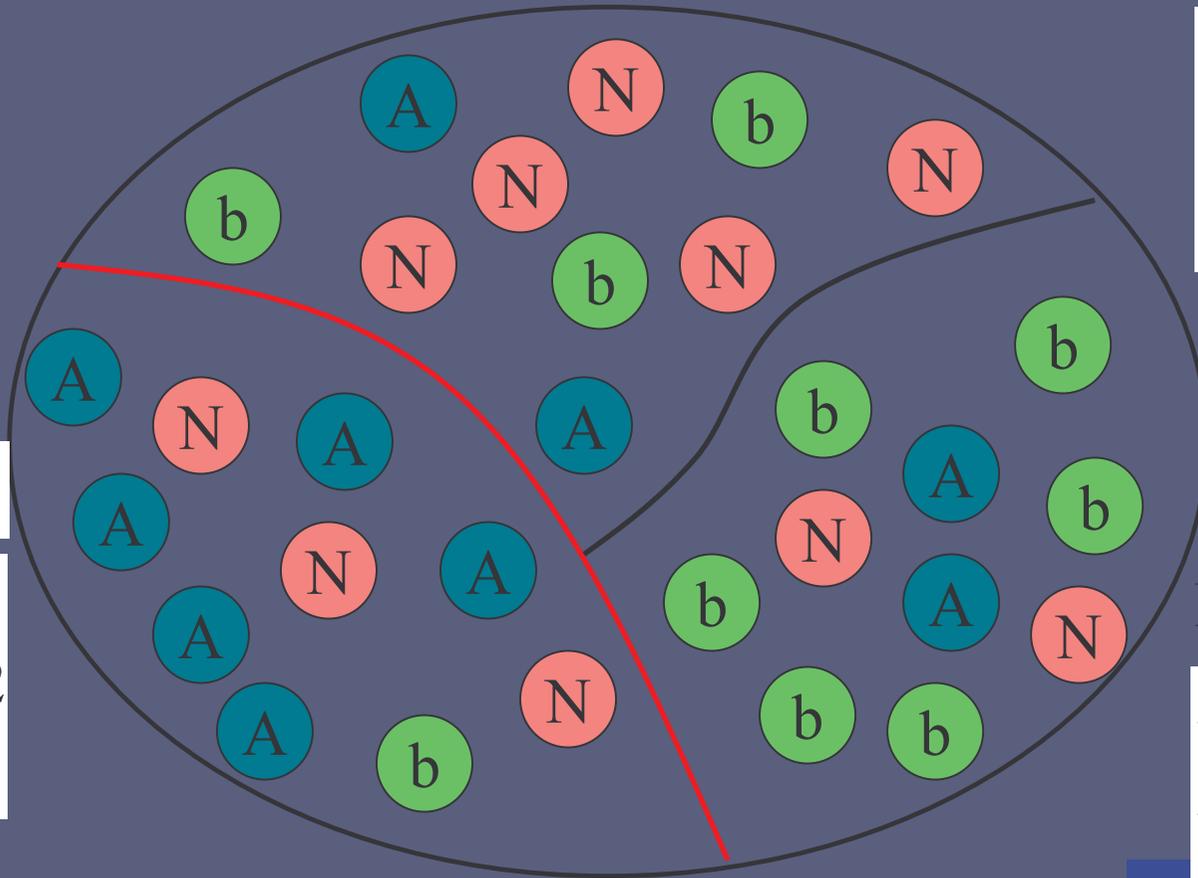
# Climatic Predictability

## Event 1

$$P(Cl=A)=0.7$$

$$P(Cl=N)=0.2$$

$$P(Cl=b)=0.1$$



## Event 2

$$P(Cl=A)=0.2$$

$$P(Cl=N)=0.5$$

$$P(Cl=b)=0.3$$

## Event 3

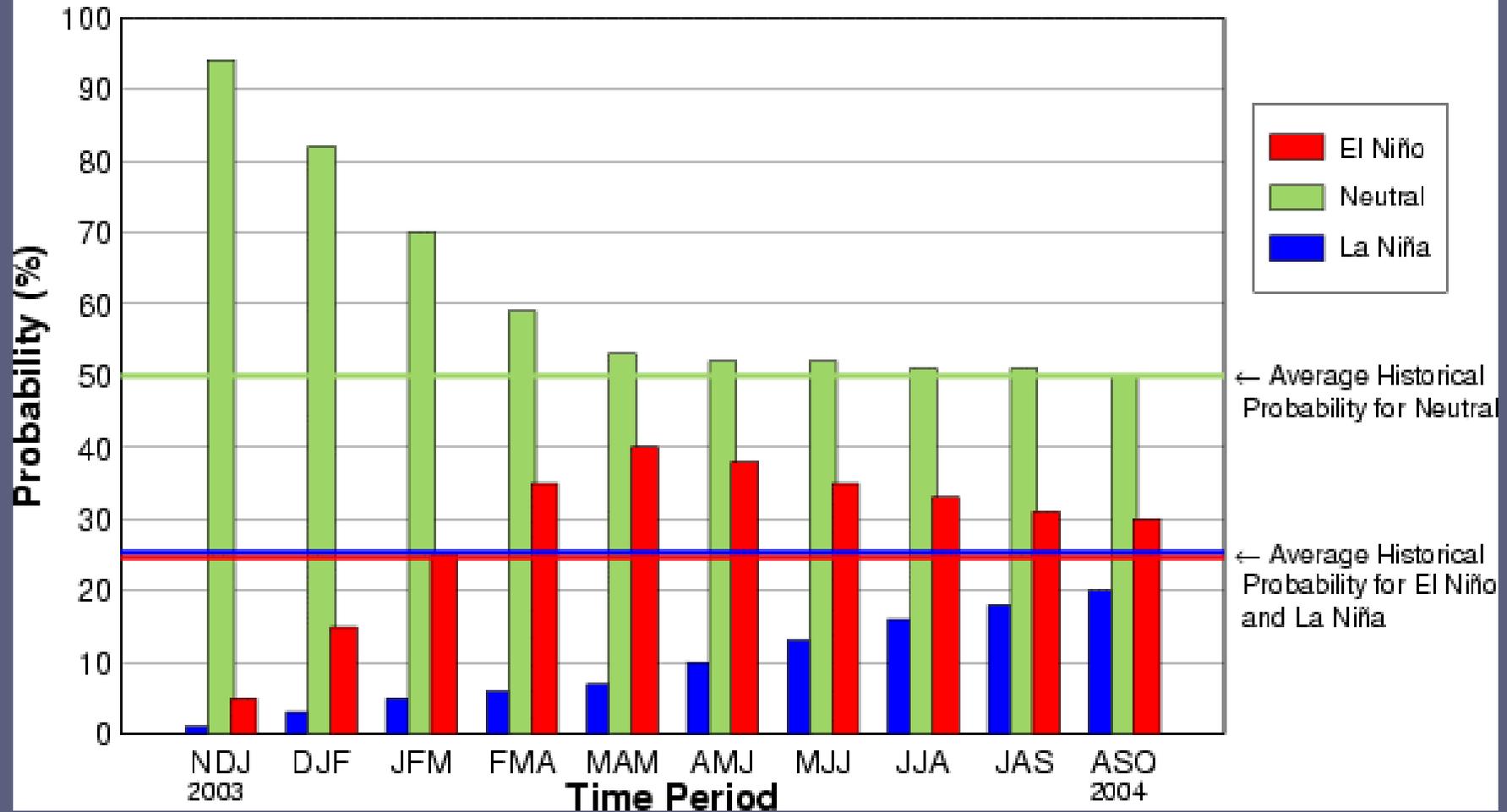
$$P(Cl=A)=0.2$$

$$P(Cl=N)=0.2$$

$$P(Cl=b)=0.6$$

*“The greatest gift that science can offer to society”*

## IRI Probabilistic ENSO Forecast for NINO3.4 Region



# Desafío 1. Predictibilidad Climática

- Entender todas las consecuencias de los escenarios de “VARIABILIDAD” Climática
- Cambios en valores medios
- Cambios en los eventos extremos
- INCERTIDUMBRE

# Sequías en Chile

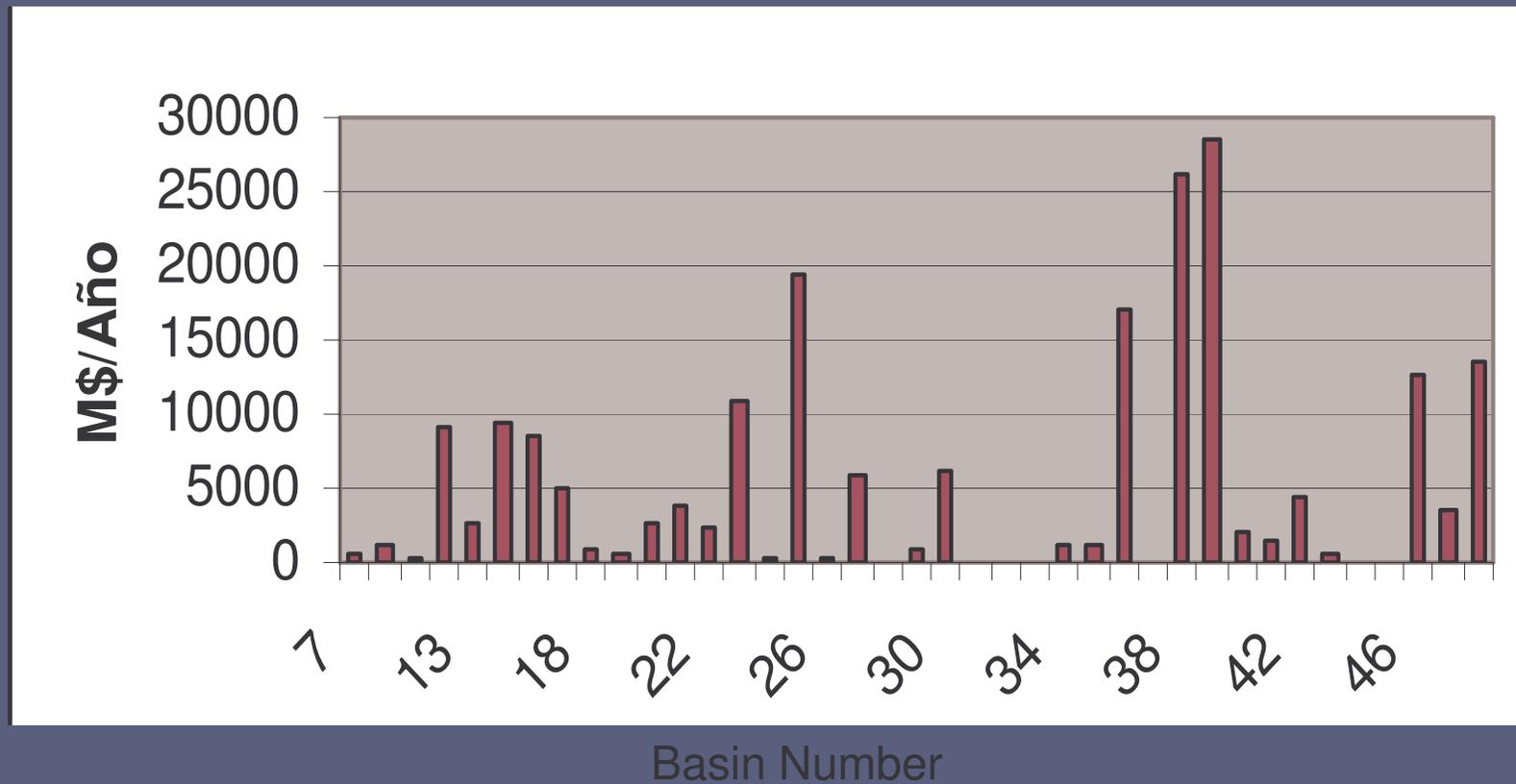
- Ocurrencia de sequías severas

Year	Affected Regions	ENSO phase (Trenberth)
1960-1962	IV	Normal
1965	IV, V	La Niña
1967	IV, V, RM	Normal
1968-1969	III, IV, V, RM, VI	El Niño
1970-1971	III, IV	La Niña
1979	VIII, IX, X	Normal
1985	IV	La Niña
1990-1991	III, IV, V	Normal
1998	V, RM, VI, VII, VIII	La Niña

Source: Urrutia de Hazbun et al, 1993.



# Impactos Económicos de Sequías en Chile (Fuente: MOP-UC, 1997)



- Inundaciones



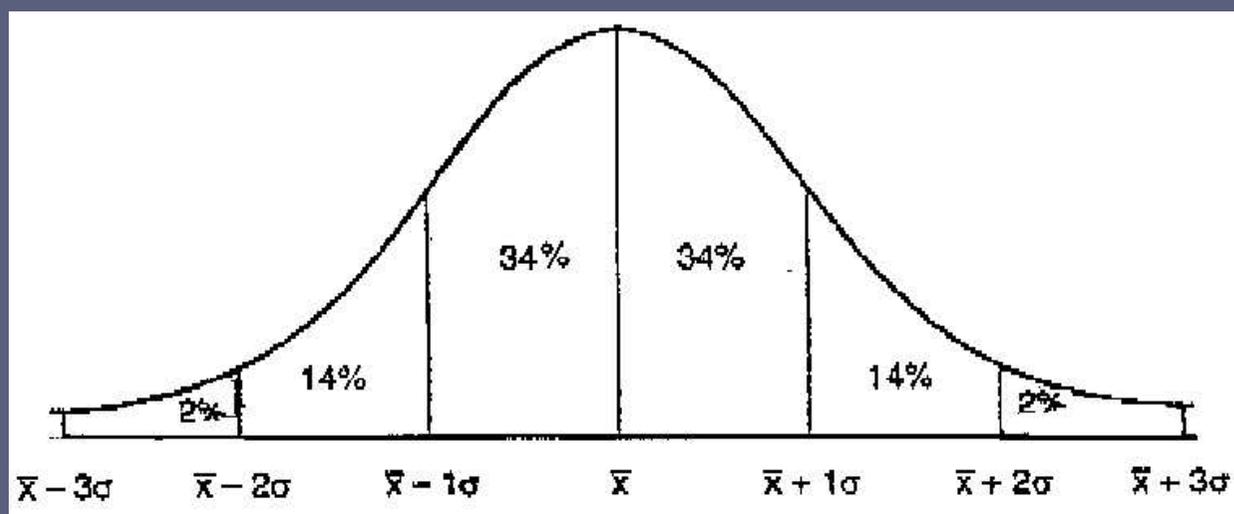
Sequías



UC

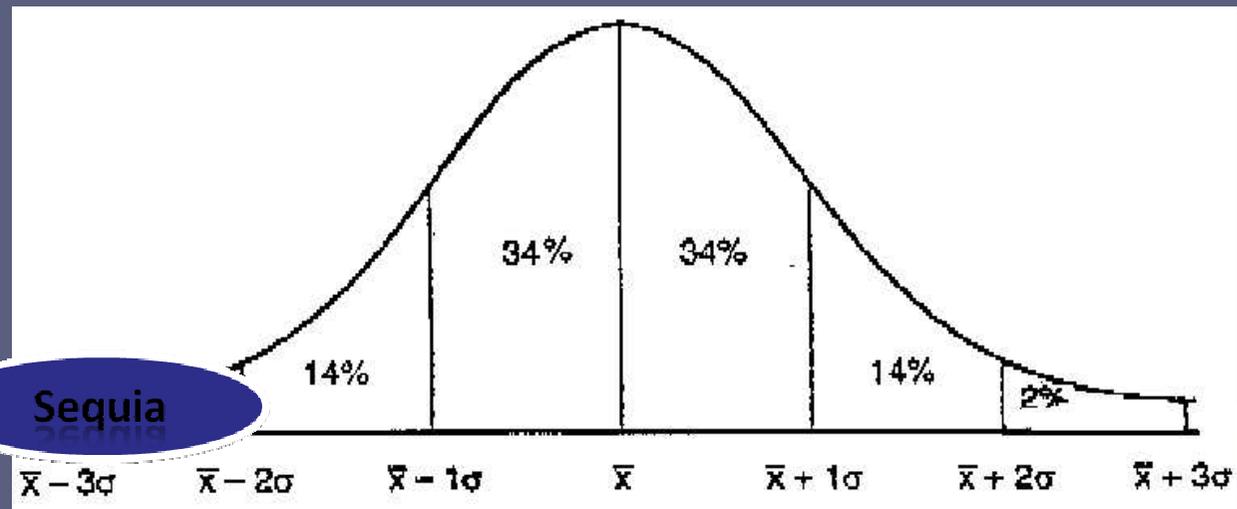
# Caracterización de Eventos Extremos

- Caracterización a través de percentiles
- Análisis estadísticos



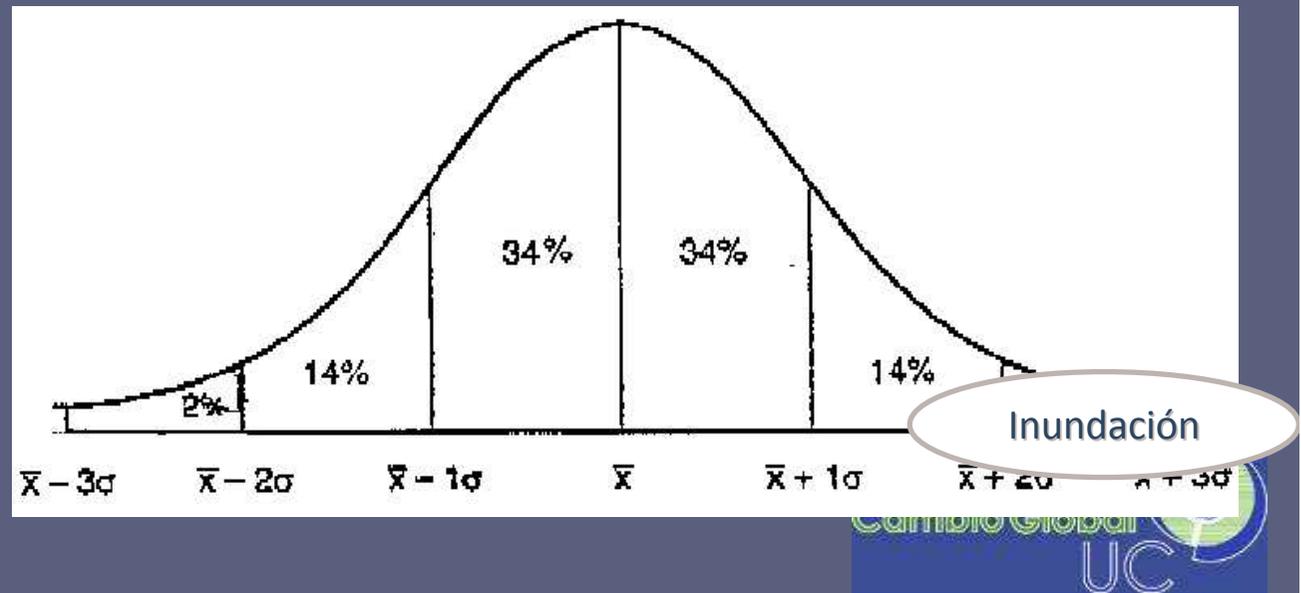
# Sequía

- Fenómeno que sobreviene cuando la precipitación ha sido considerablemente inferior a la normal registrada, causando con ello graves desequilibrios hidrológicos que suelen afectar negativamente los recursos de las tierras y los sistemas de producción.



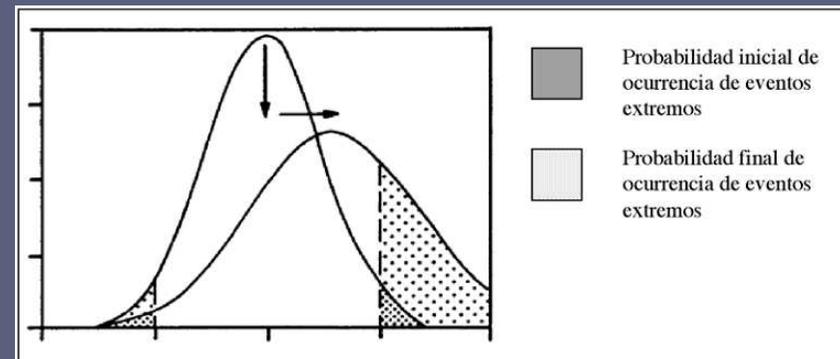
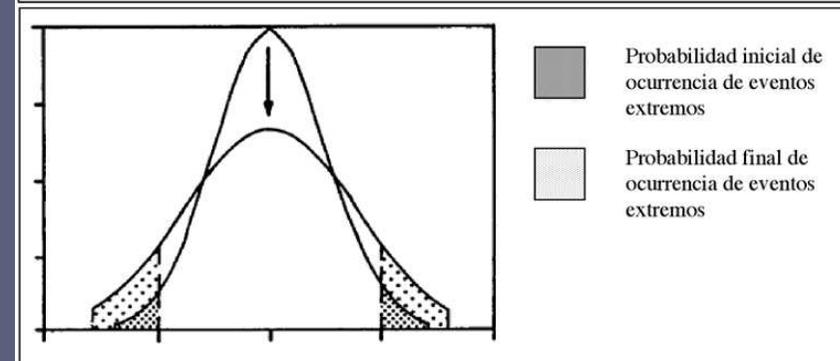
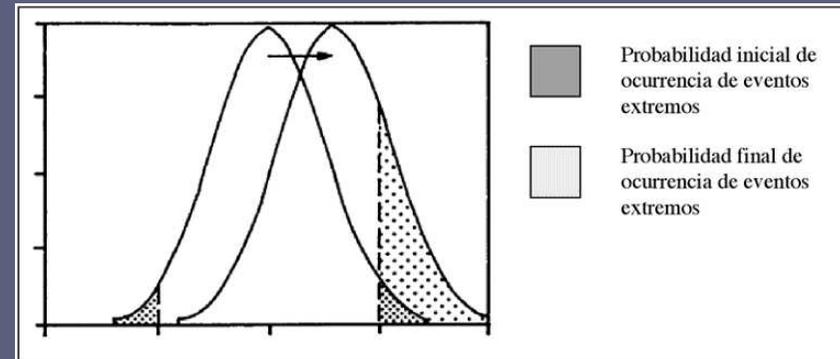
# Inundaciones

- Aquellos eventos en que producto de una precipitación concentrada, produce la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta



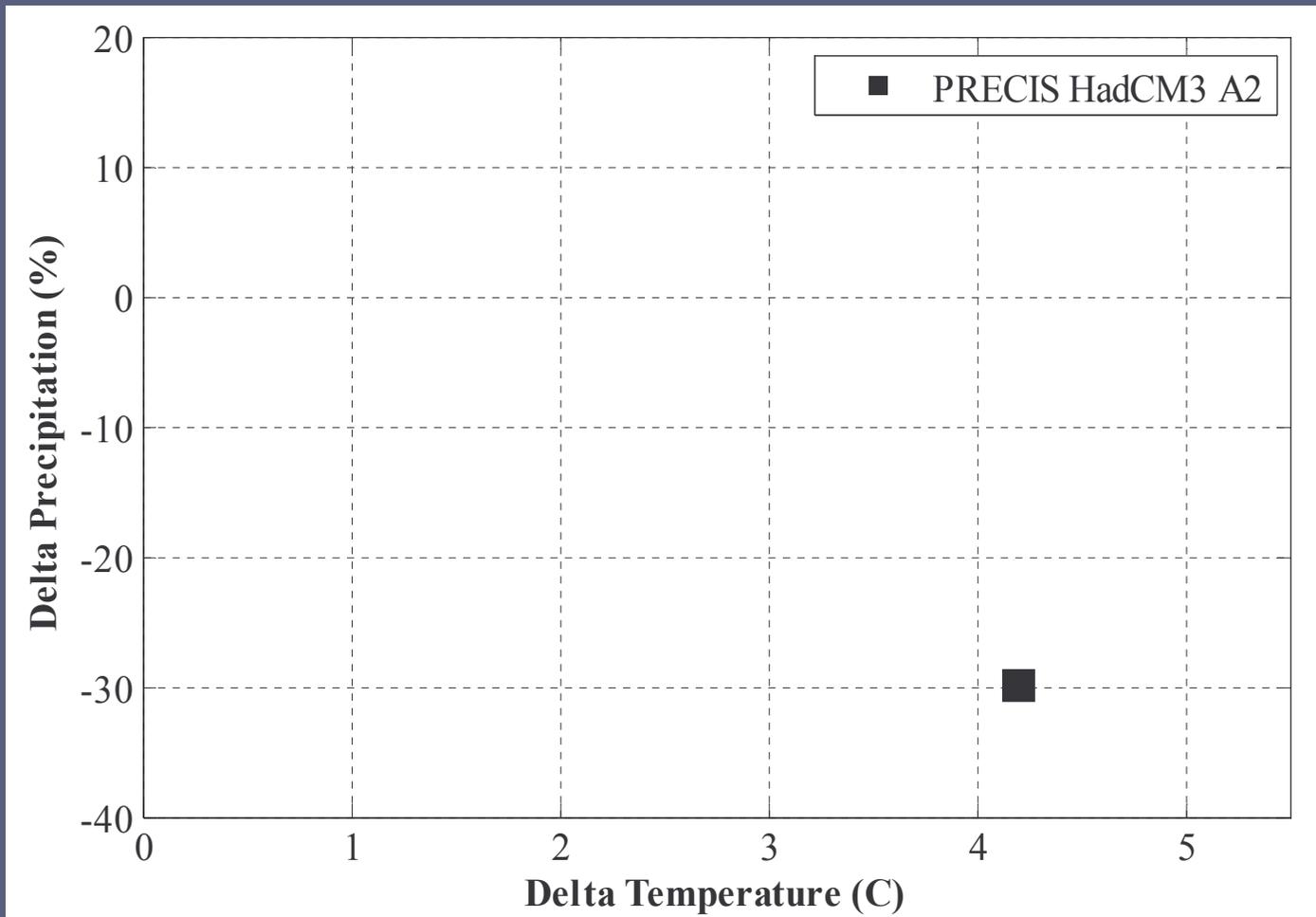
# Cambio de Frecuencia de EE

- Variación de valores medios
  - Aumento de EE a un lado.
- Aumento de  $\sigma$ 
  - Aumento de EE a ambos lados.
- Cambios Simultáneos
  - Alteran frecuencia de EE



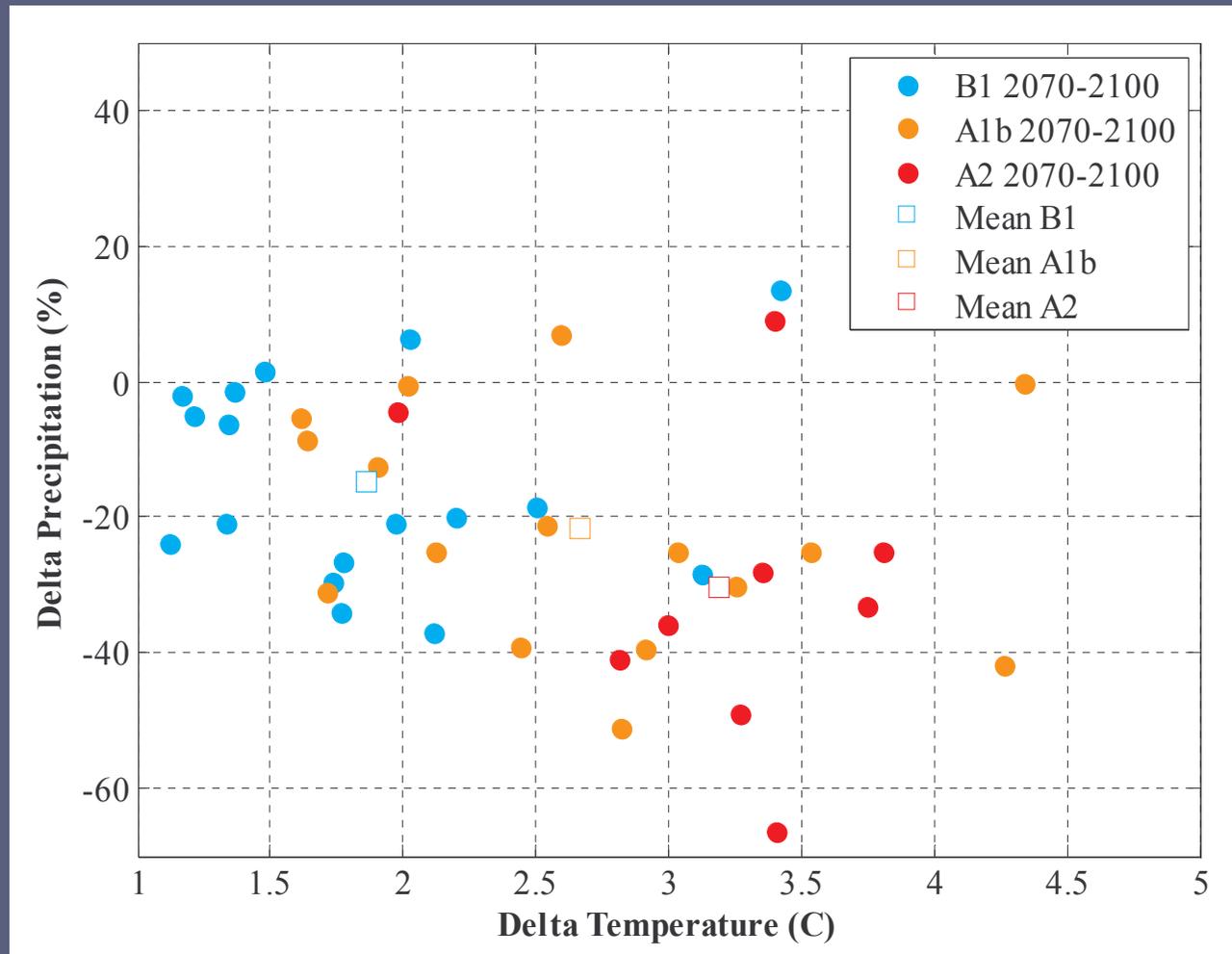
# Manejo de incertidumbre

Escenario PRECIS HadCM3 – A2 (2070-2100)



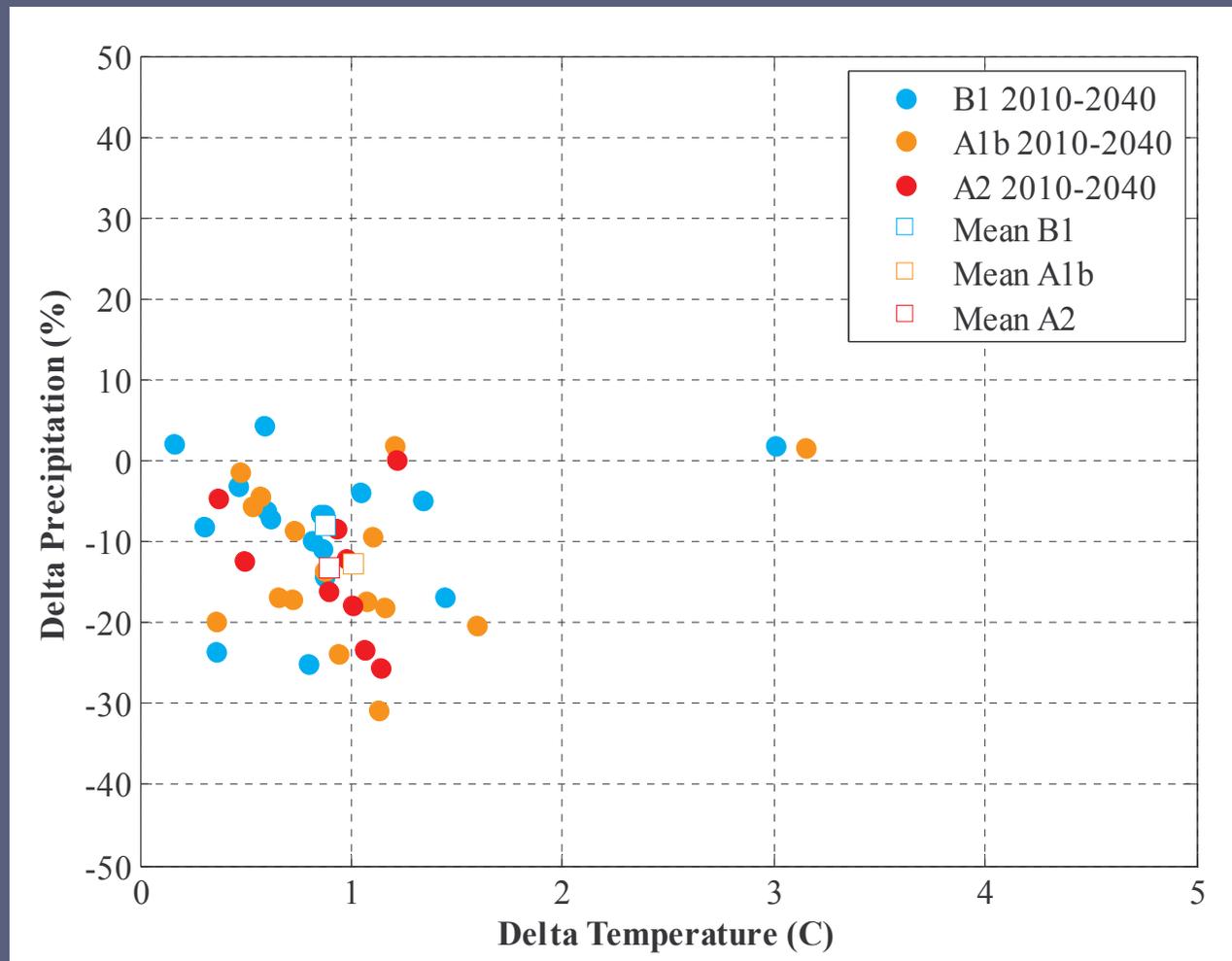
# Manejo de incertidumbre

Pero este es uno de muchos escenarios



# Manejo de incertidumbre

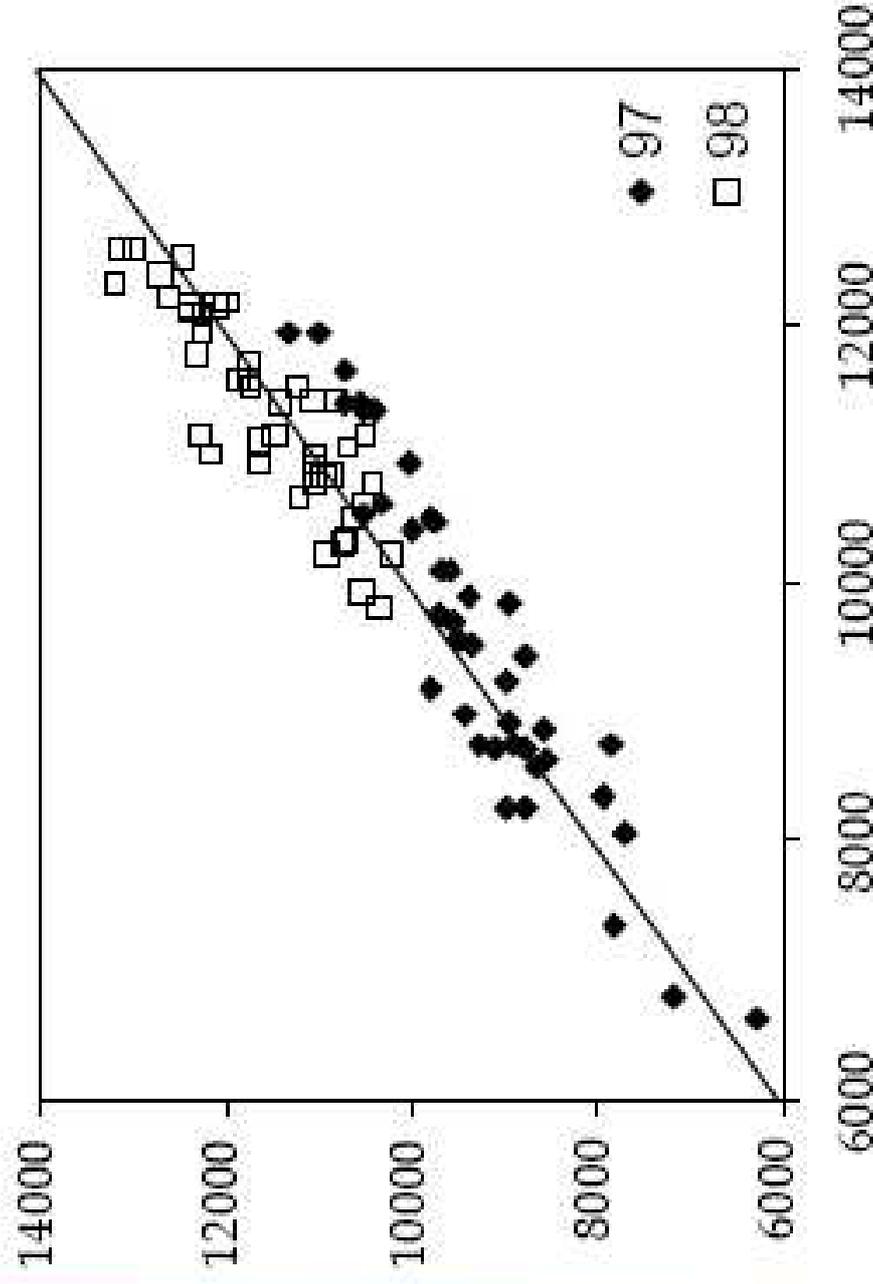
La incertidumbre es menor para periodos más cercanos pese a que igual hay una señal



## Desafío 2. Respuestas del Sistema

- Distinguir entre impactos evitables (Gestión) de los inevitables (Manejo de Desastres)
- Encontrar TODAS las respuestas del sistema (Nos solamente las productivas)

With accurate inputs, crop models can accurately predict yield.

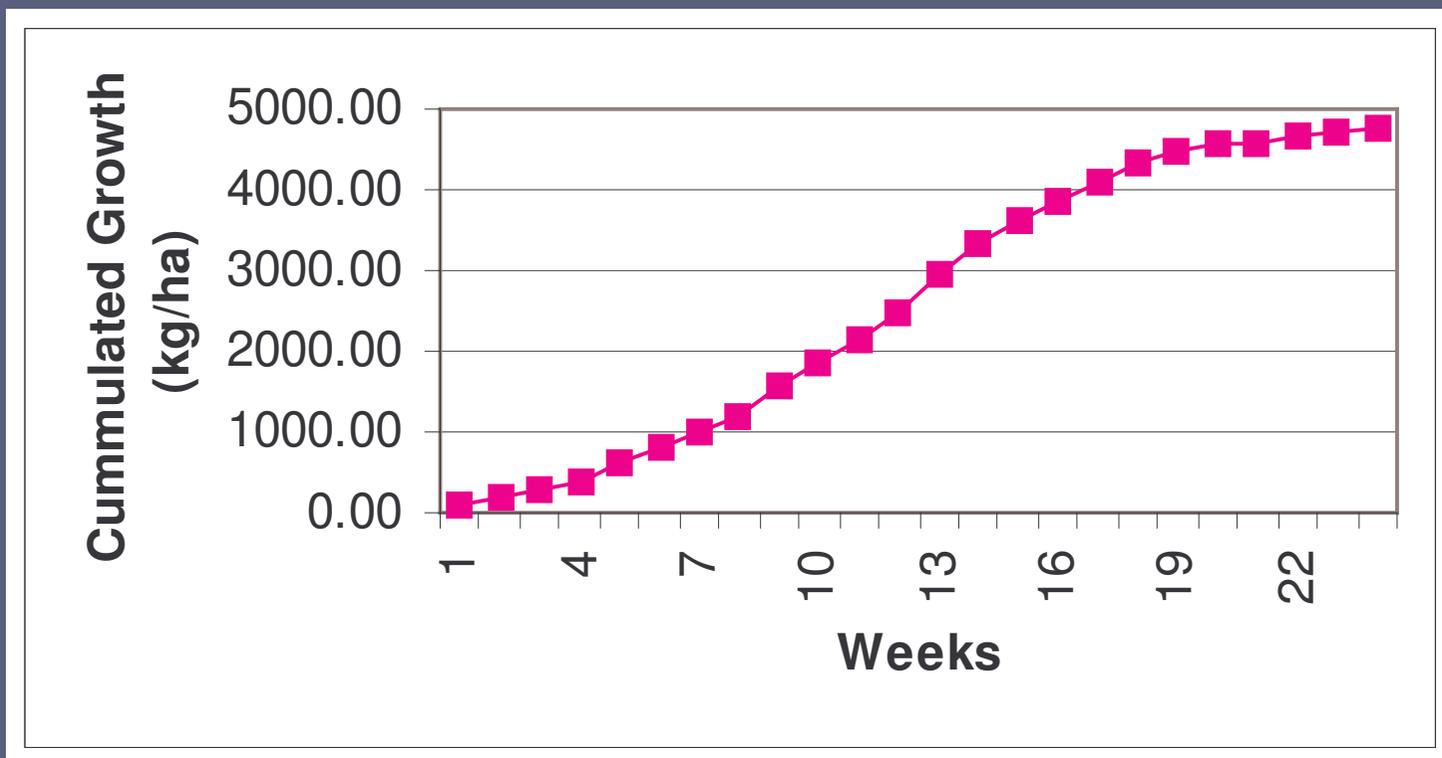


Simulated versus observed maize grain yield, two years, using field-measured spatially varying soil parameters in Michigan. R. Braga (2000).

Chinese University of Petrol Science  
101 Advanced Training Institute  
July 13, 2011

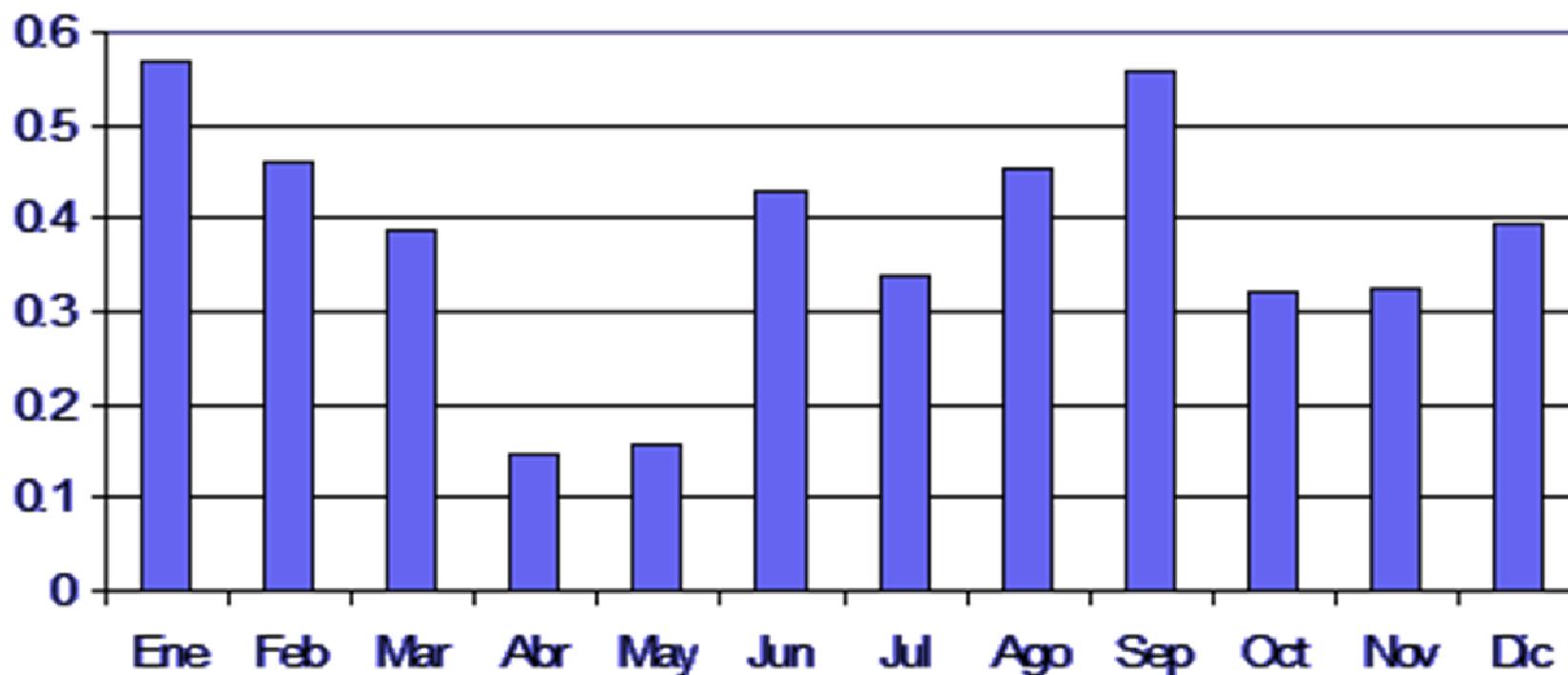
# Respuesta del Sistema

- La Variabilidad Climática debe verse expresada en cambios en productividad

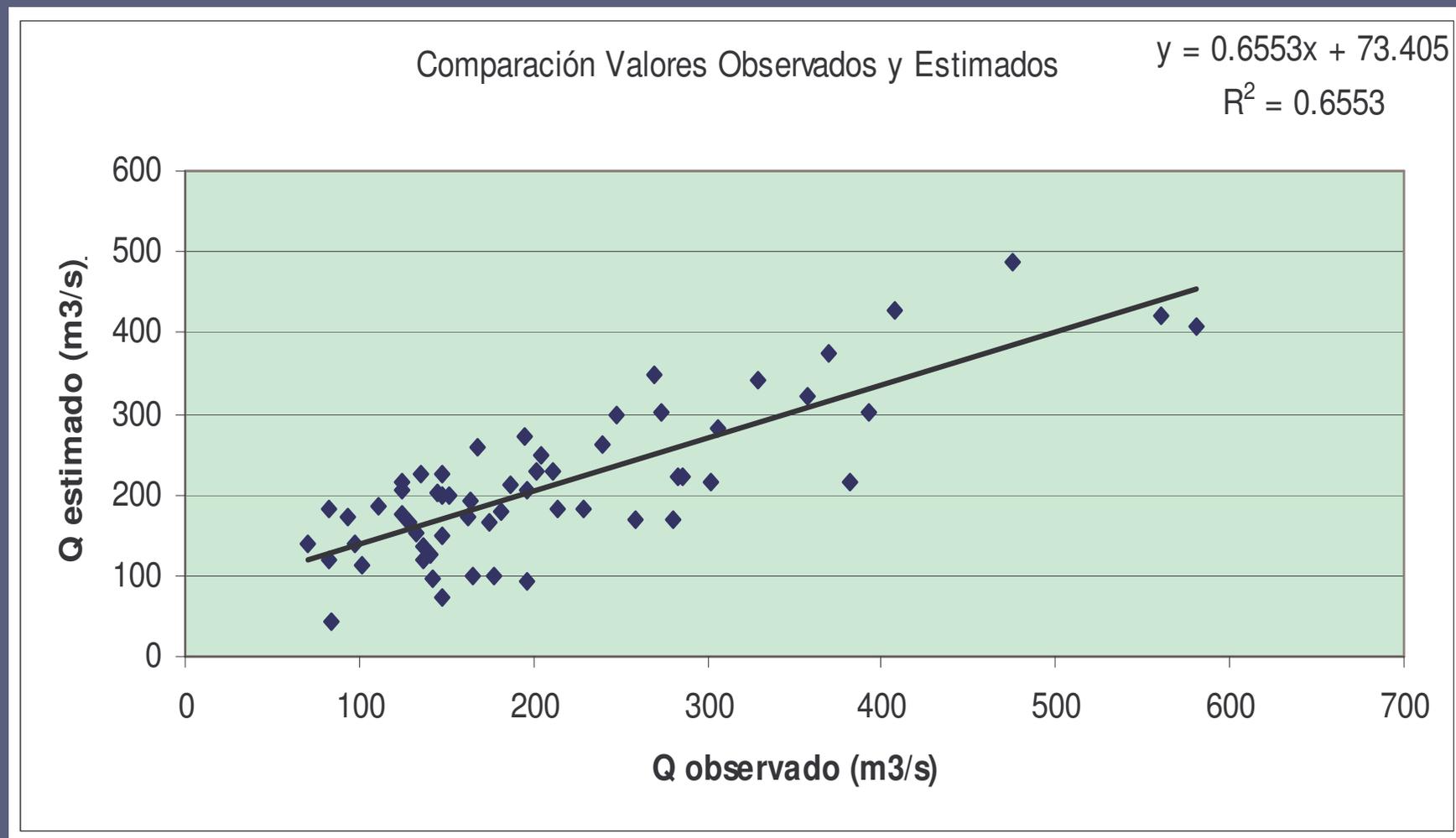


# Efectos sobre Caudales

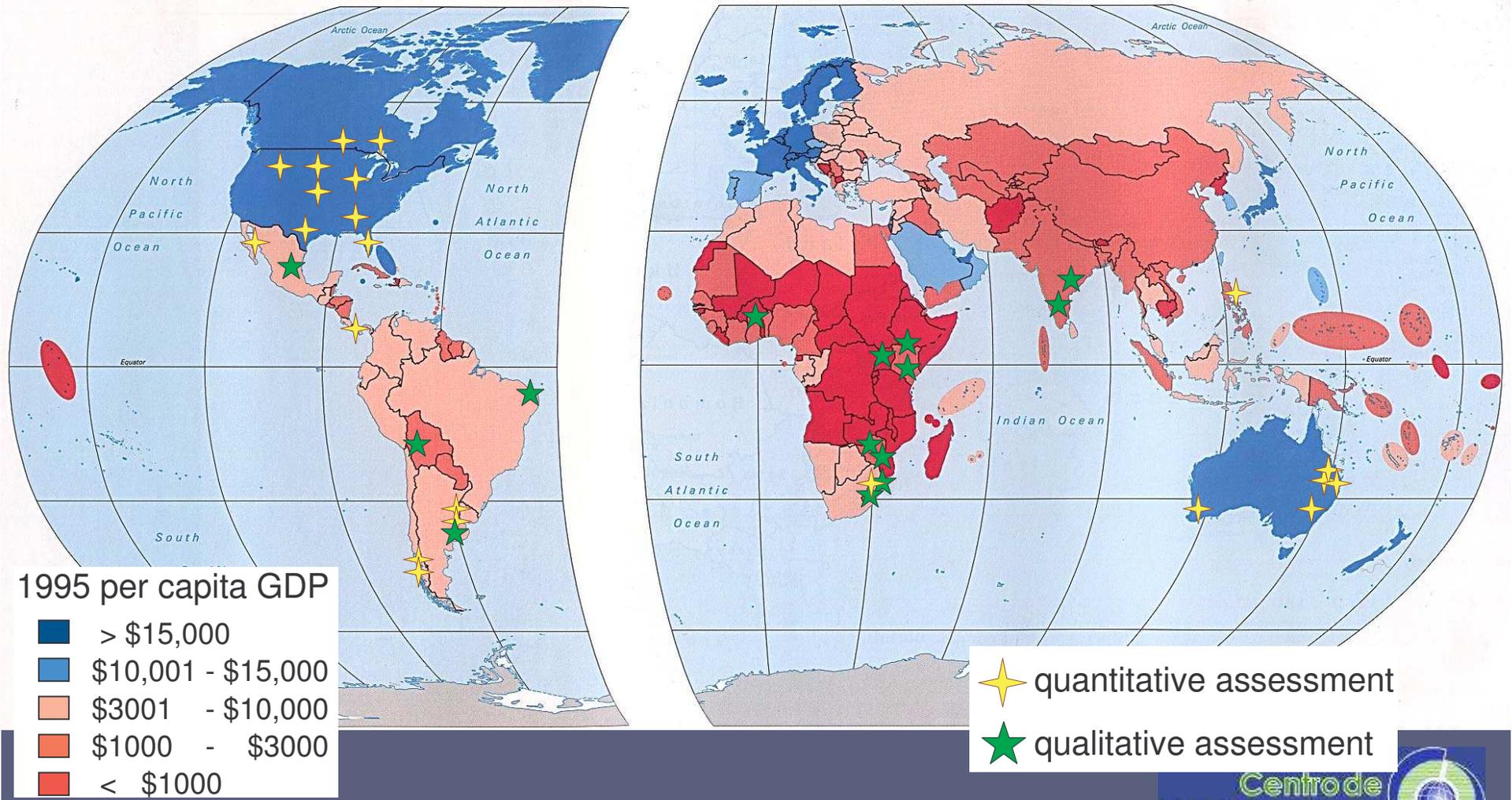
**Correlación entre SSTA y Caudales en El Manzano**



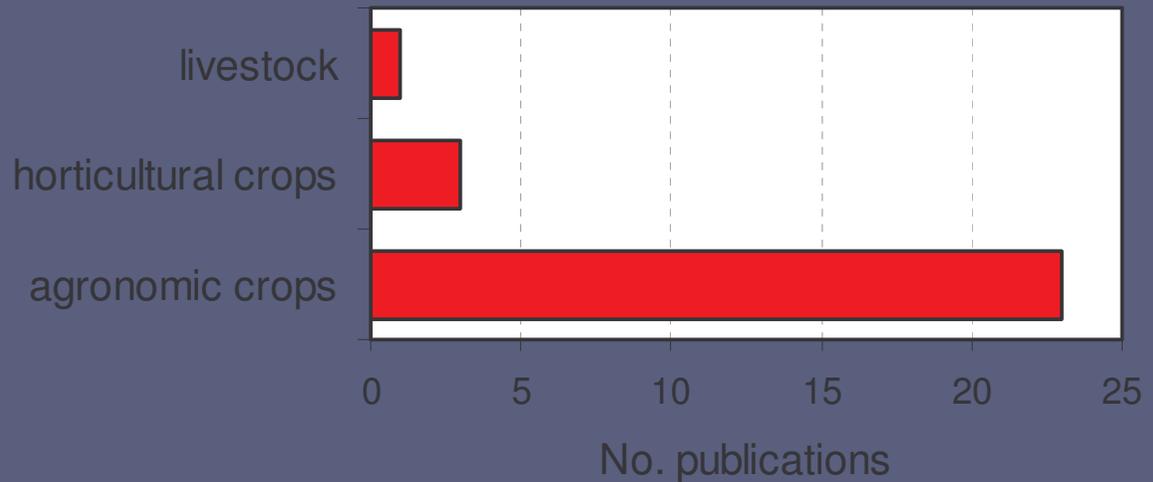
# Caudales en El Manzano (Enero)



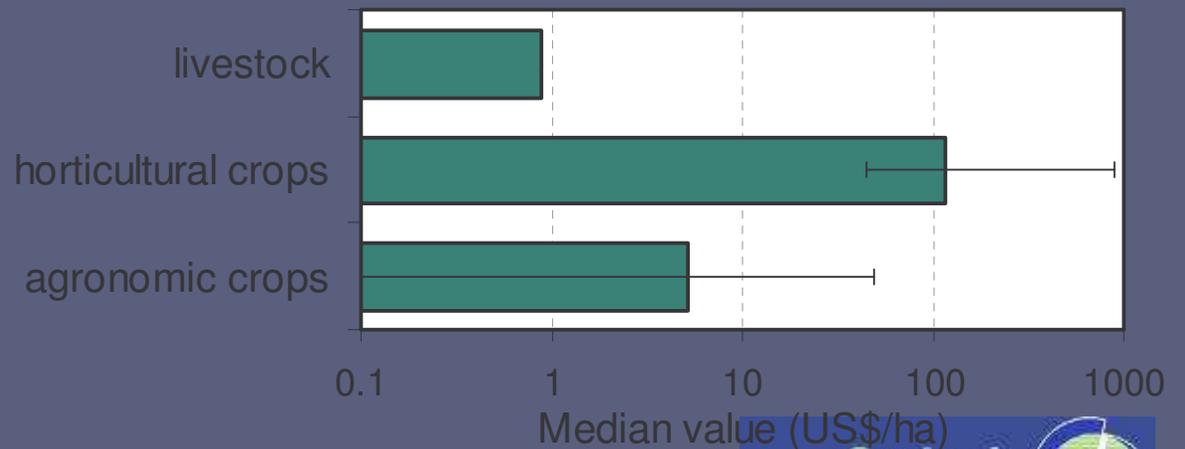
# Sistemas Agrícolas en los que se ha hecho estudios de impactos de Sistemas de pronóstico Estacional.



- Most focused on rainfed agronomic crops



- Highest values estimated for horticultural crops



# Desafío 3. Fortalecer Capacidad de Decision

- Generar Opciones (ESTRICTAMENTE PLURAL)
- Investigación en Mejoramiento
- Investigación en Adaptación Agronómica
- Optimización de Sistemas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL

# Climate Change and Irrigated Agriculture



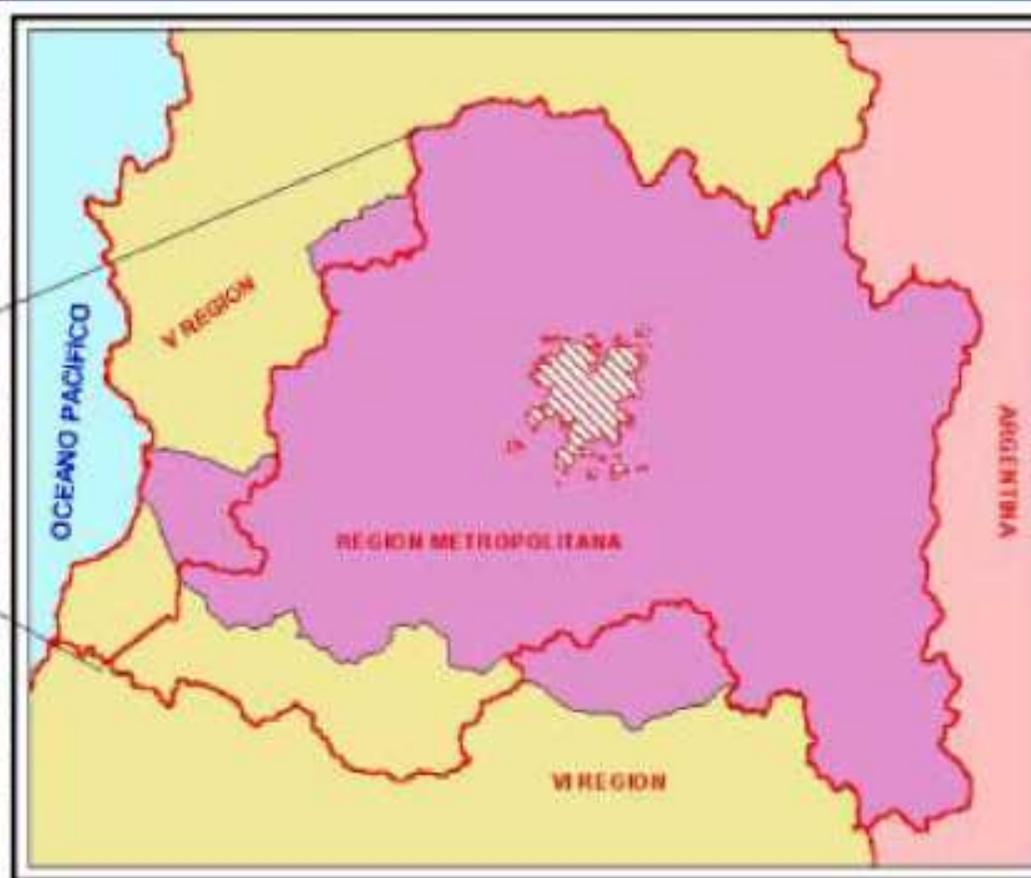
[About Us](#) | [Objetivos](#) | [Team](#) | [Documents](#) | [Links](#) | [News](#) | [Contact us](#)

## CRN II & SGP-HD PI meeting Montevideo 24-26 June 2009

Dr. Francisco J. Meza  
Dr. Daniel Wilks  
Dr. Guillermo Donoso  
Dr. Luis Gurovich  
Dr. Maria Isabel Travasso  
Dr. David Letson



# Cambio Climático en el Maipo



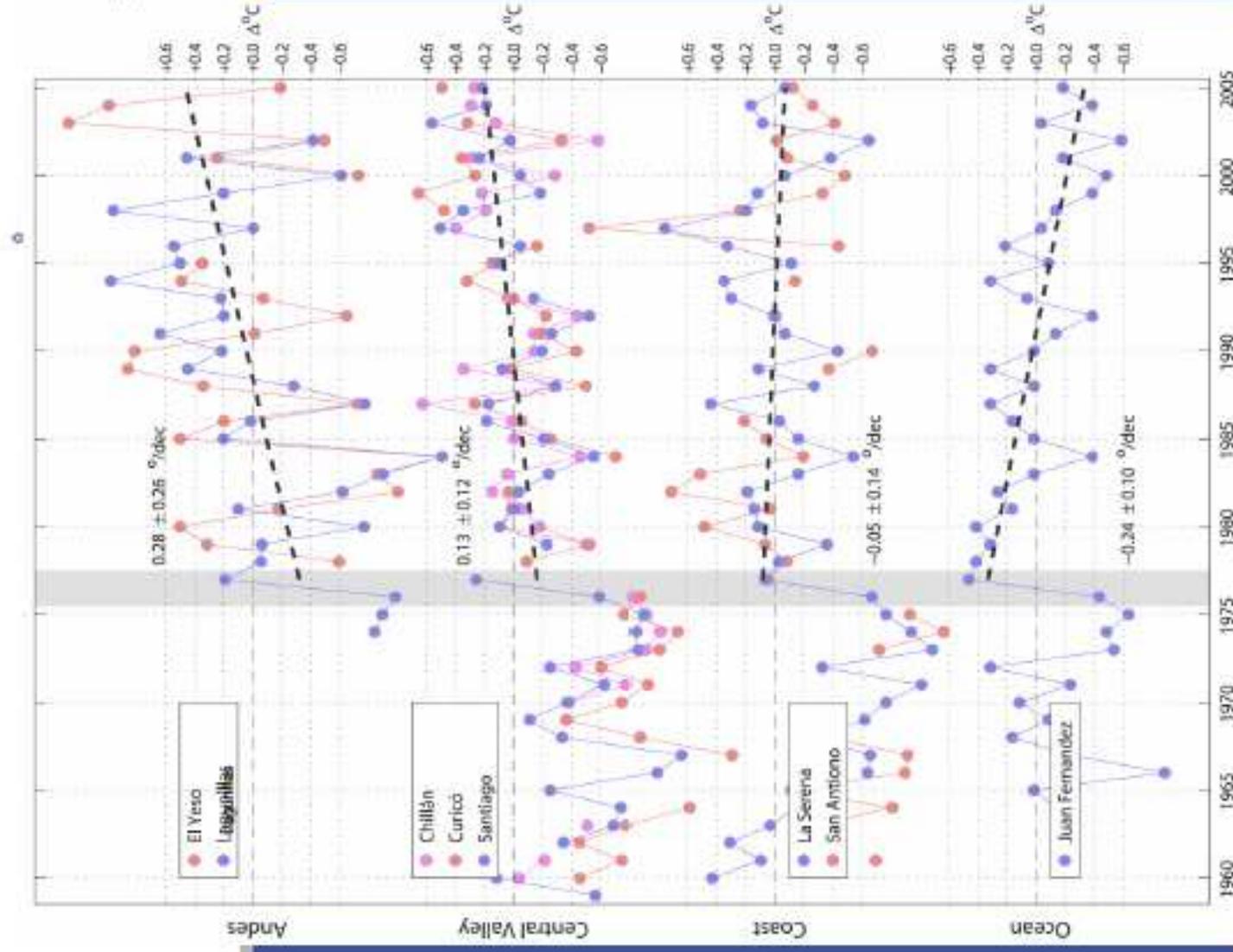
# Características

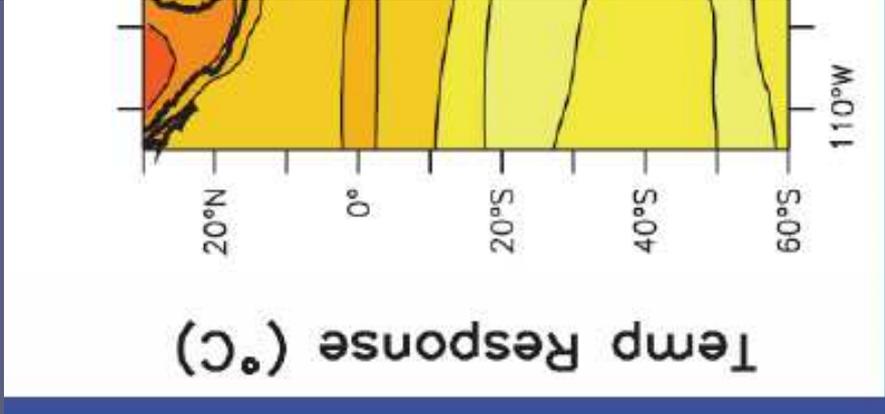
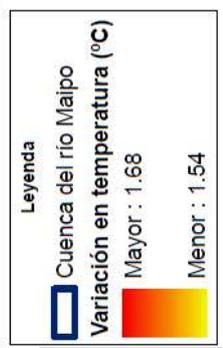
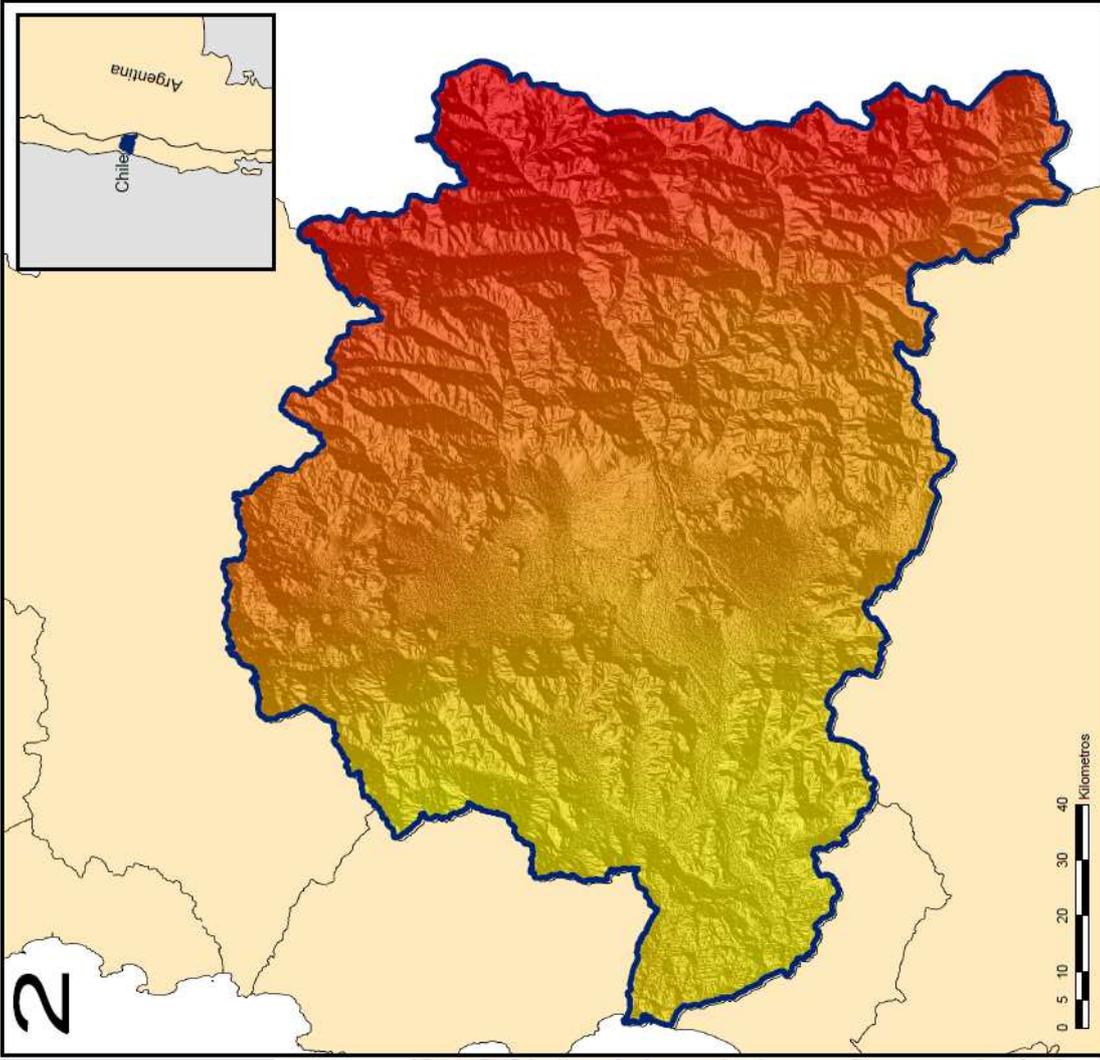


- Cuenca de 15000 Km<sup>2</sup>
- Régimen hidrológico de alimentación mixta, o nivopluvial. Zona alta nival, zona baja pluvial
- Principales aportes: Río Yeso, Río Volcán y Río Colorado
- En zona media tiene un caudal medio anual de 100 m<sup>3</sup>/s
- Demandas de Agua: Uso Potable, Uso Agrícola (Riego), Uso Industrial y Centrales Hidrológicas menores (pasada)

# Tendencias climatológicas

## Tendencia de temperatura en Chile Central

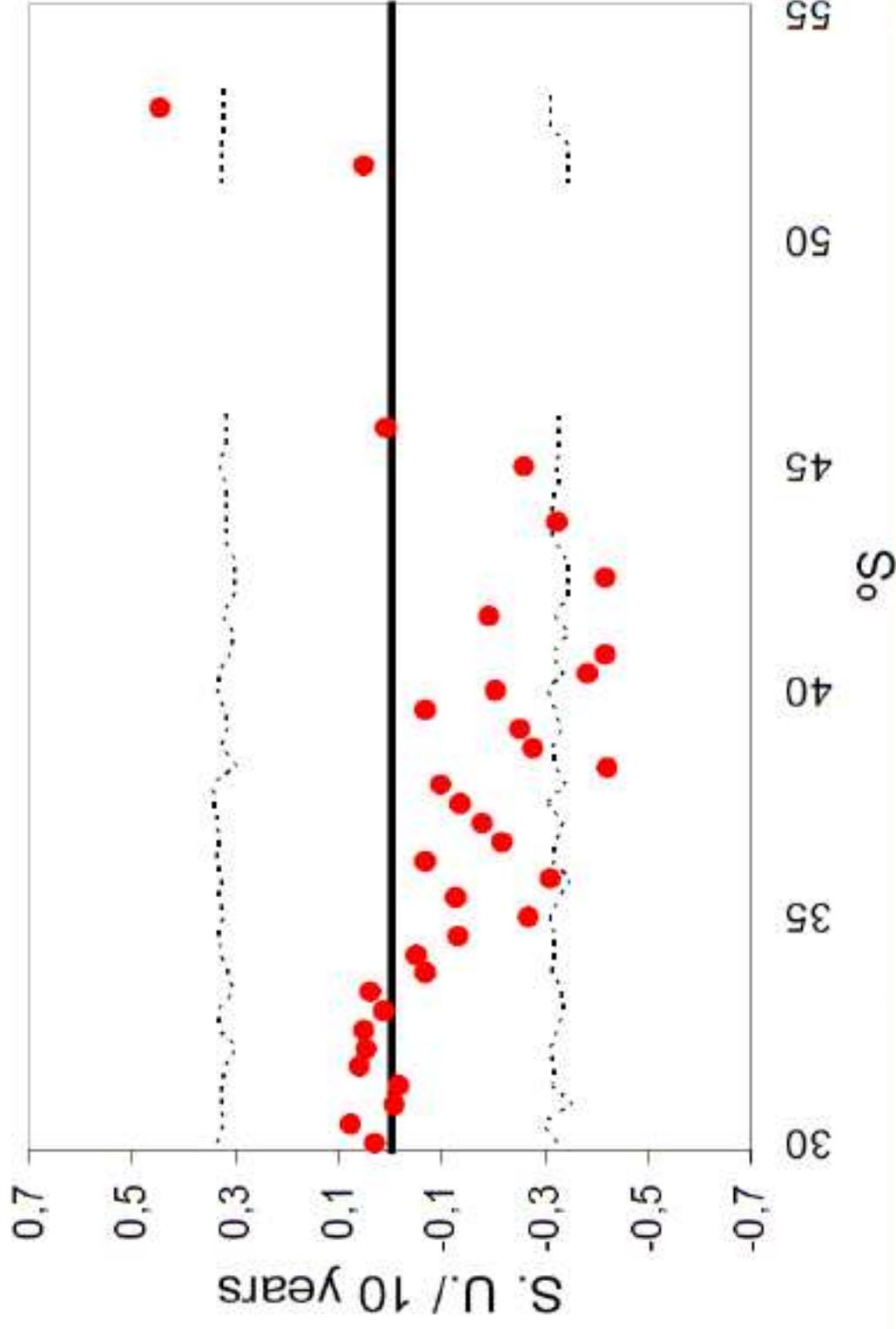






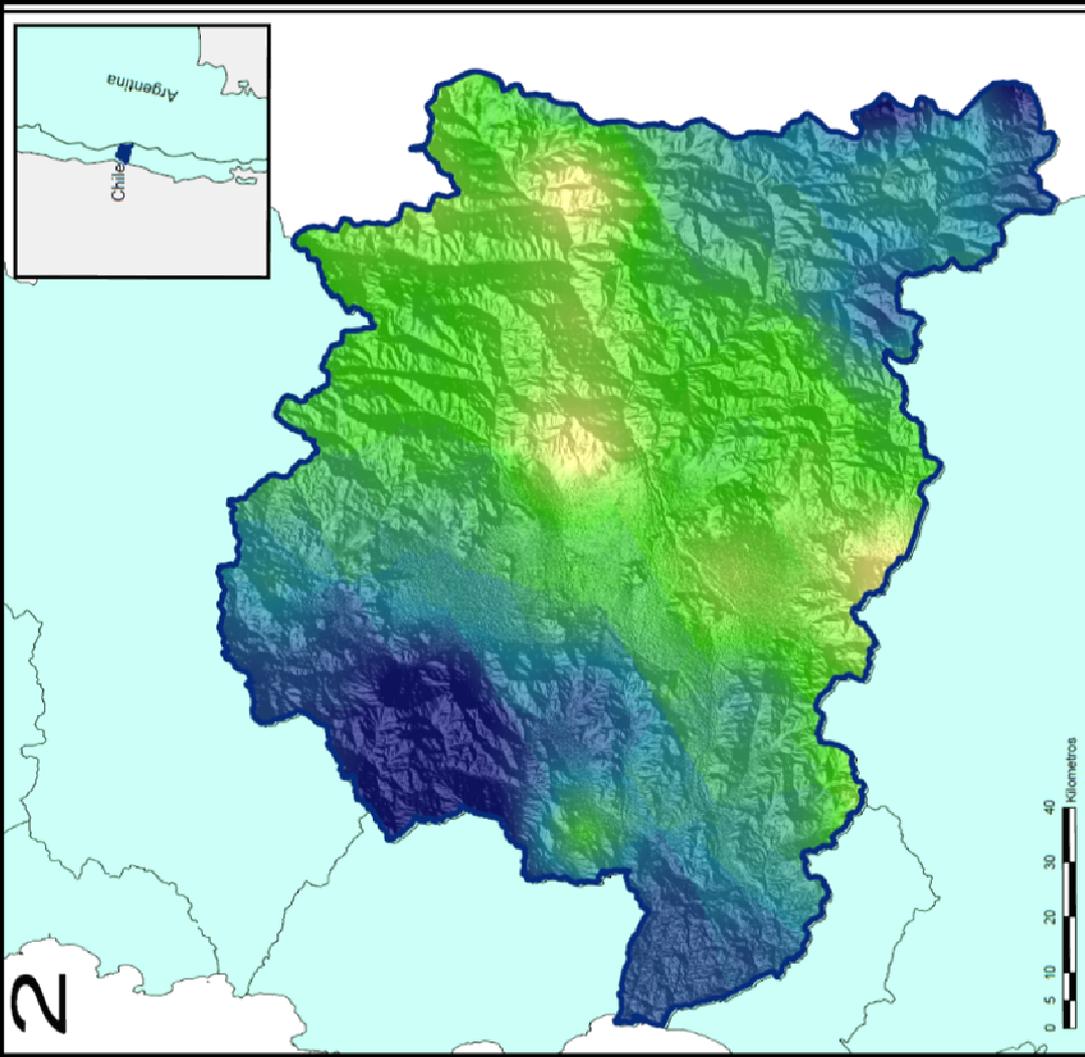
PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATOLICA  
DE CHILE

# Tendencias climatológicas de precipitación en Chile Central



Quintana and Aceituno, 2006

120 años  
EN EL CORAZÓN DE CHILE



**Leyenda**

Cuenca del río Maipo

**Variación en precipitaciones (mm/año)**

Menor : -108.6

Mayor : -126.9





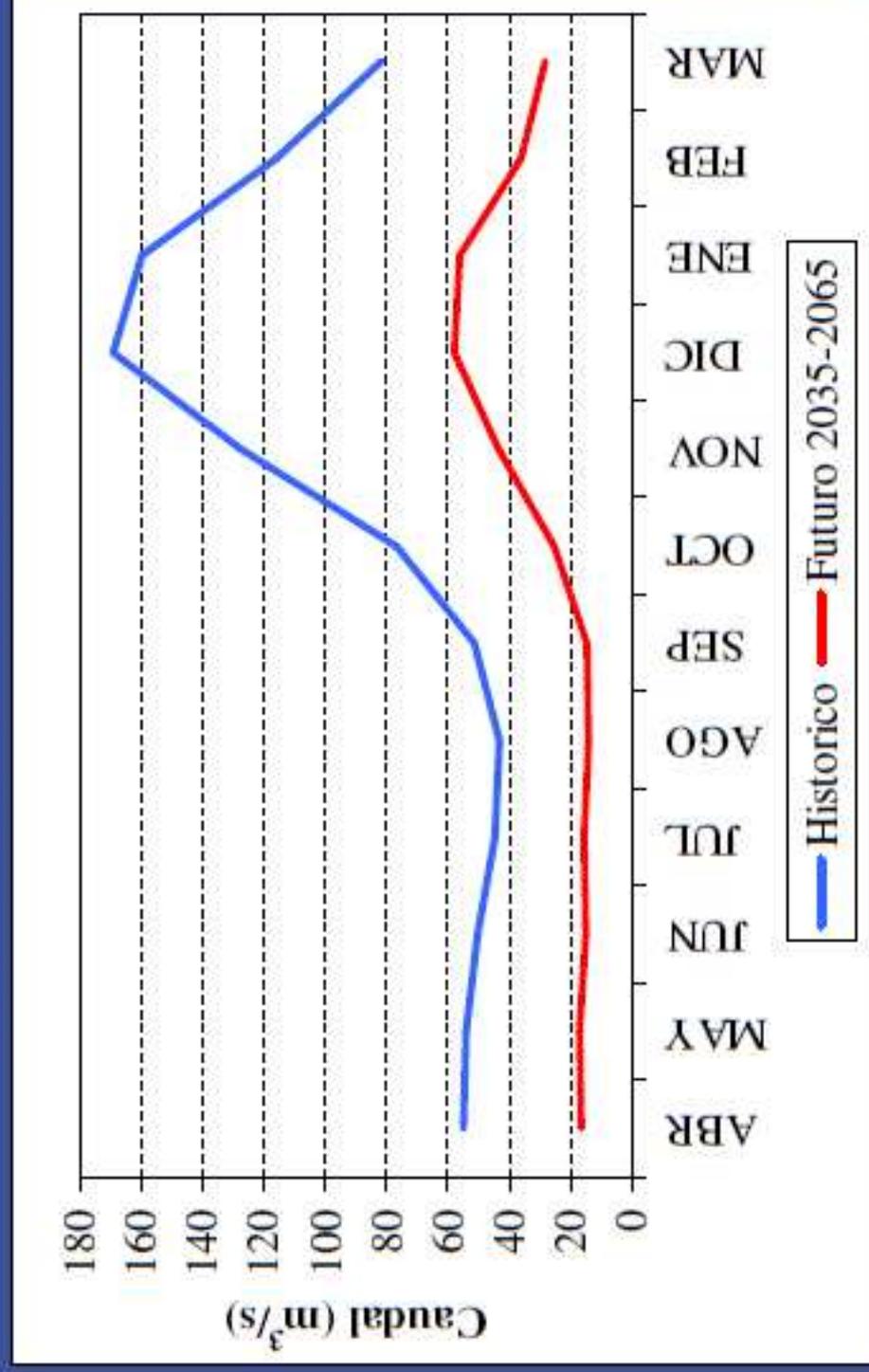
- Impactos Hidrológicos
  - 1) Modelación Física: Uso de Modelo WEAP alimentado con datos PRECIS (Trabajo Universidad de Chile). Modelación de parte alta del Río sin aportes de tributarios
  - Impactos del Cambio Climático son amplificados notoriamente
    - Problemas con la representación de un cambio de un régimen nival a uno pseudo pluvial (La señal de temperatura y desplazamiento de la isoterma 0 no se revela)

# Impactos Recursos Hídricos



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

## Río Maipo en San Alfonso



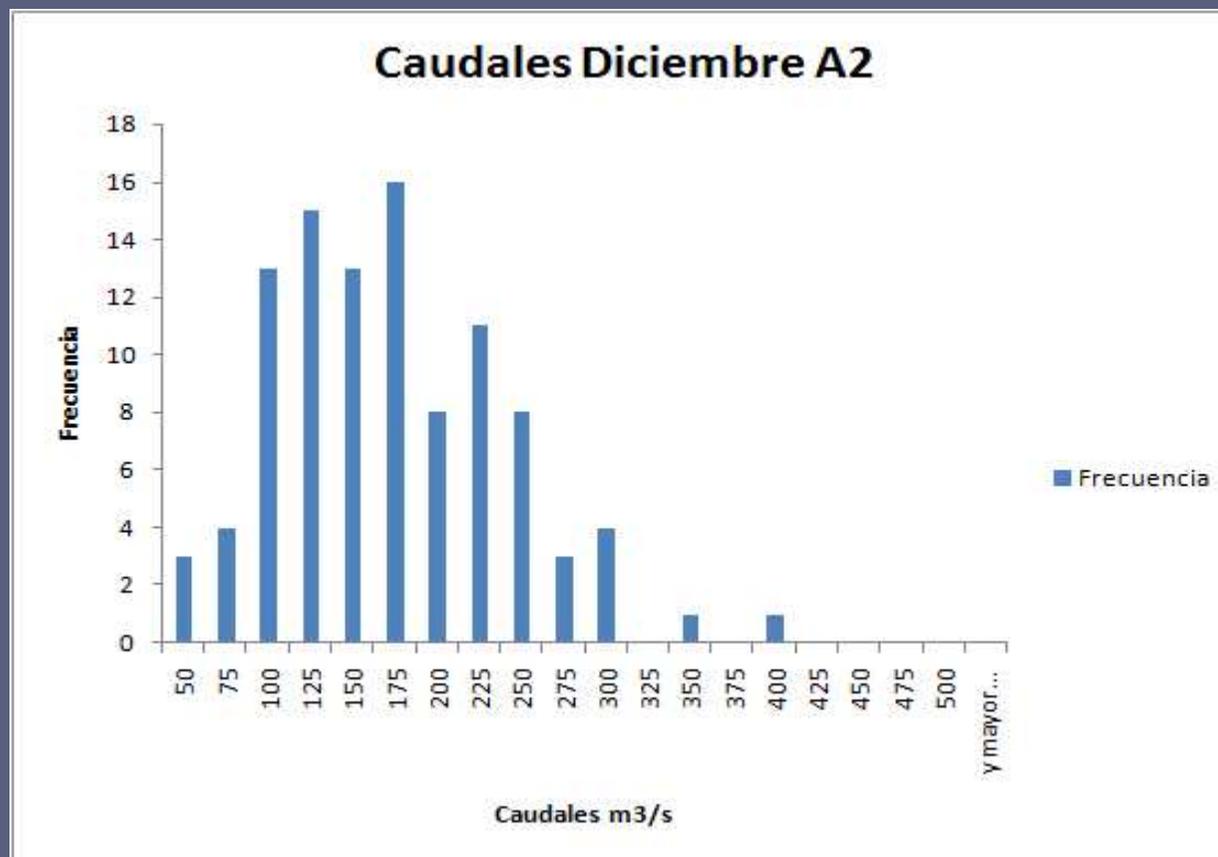
Ing. Civil U. Chile-CONAMA, 2009

20 años  
EN EL CORAZÓN DE CHILE



- Impactos Hidrológicos
  - 1) Modelación Física: Uso de Modelo WEAP alimentado con datos PRECIS (Trabajo Universidad de Chile). Modelación de parte alta del Río sin aportes de tributarios
  - 2) Modelación Estadística: Modelo multivariado de componentes principales que traslada los cambios en las precipitaciones hacia posibles caudales en la zona de riego (Maipo en el Manzano)

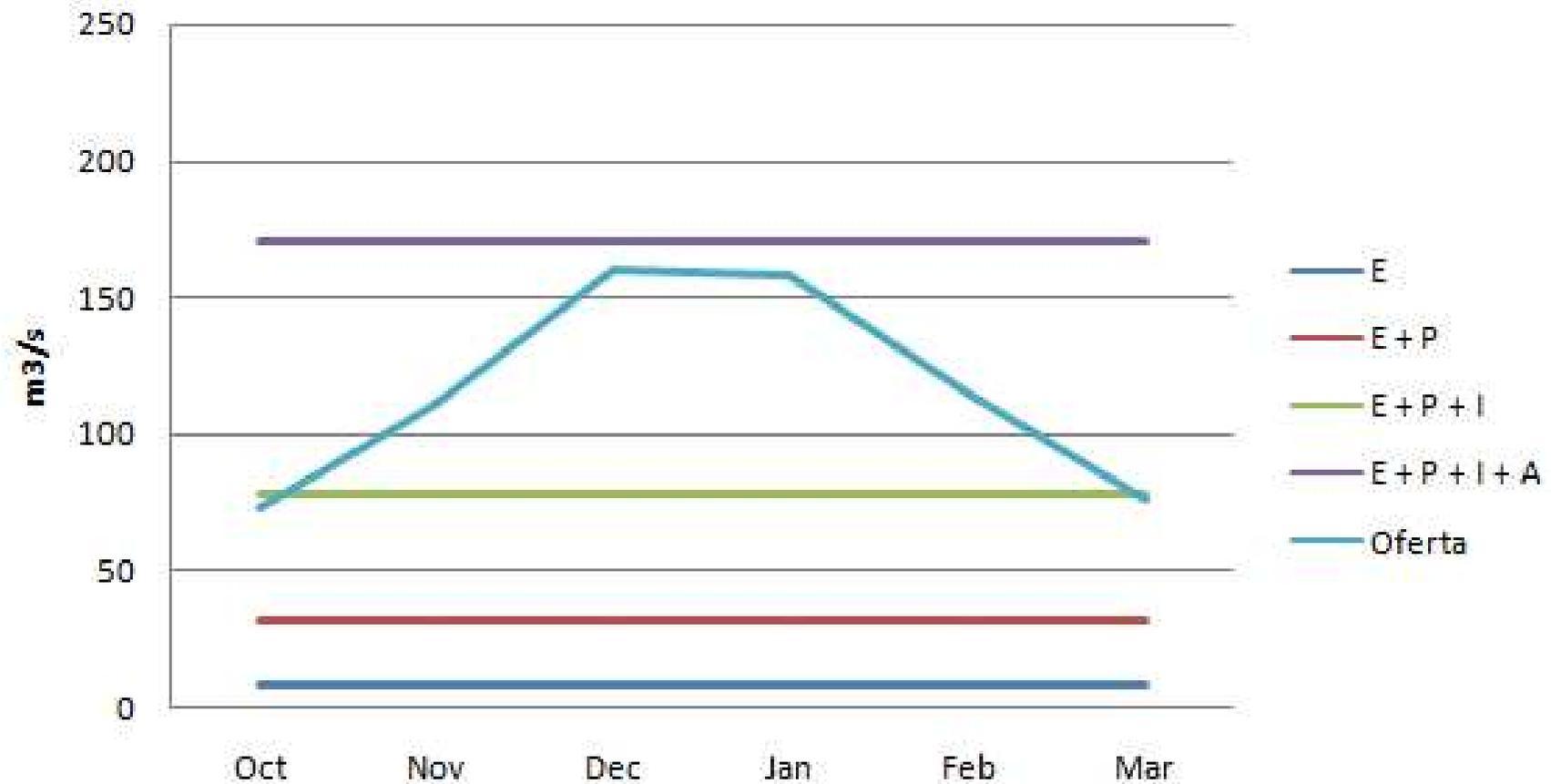
# Maipo en Manzano



# Maipo en el Manzano



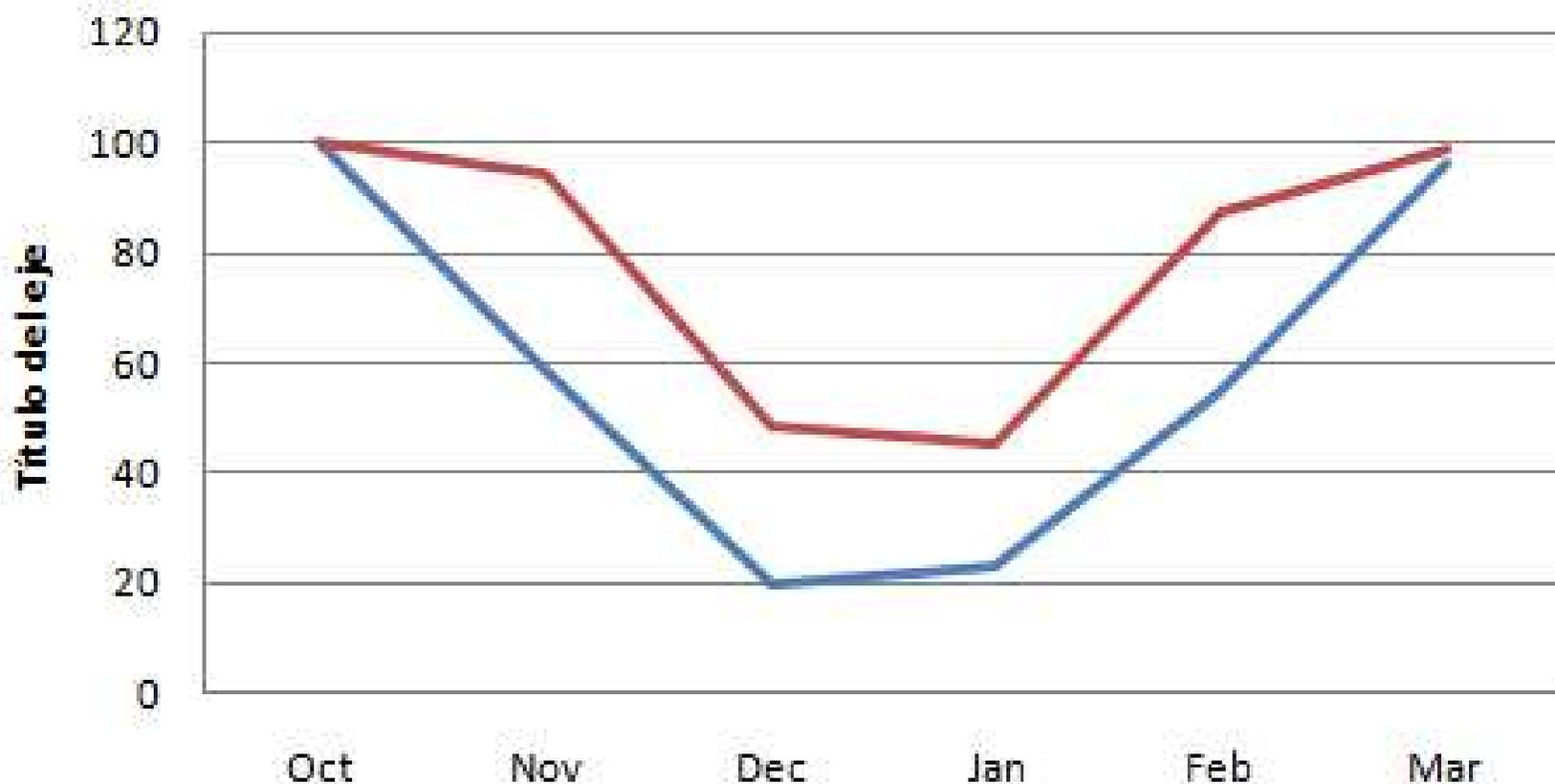
## Escenario A2



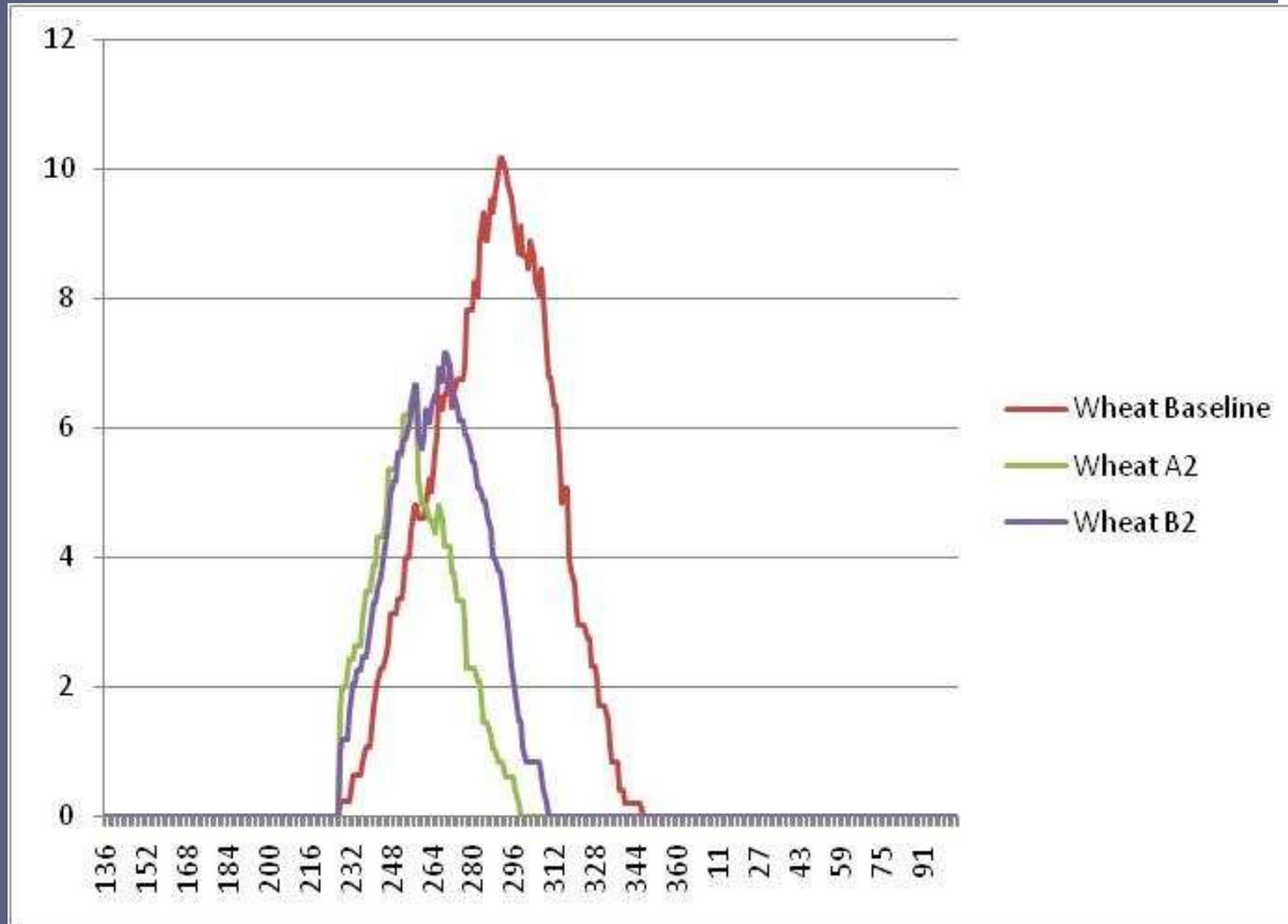
# Satisfacción de Derechos Consuntivos Permanentes



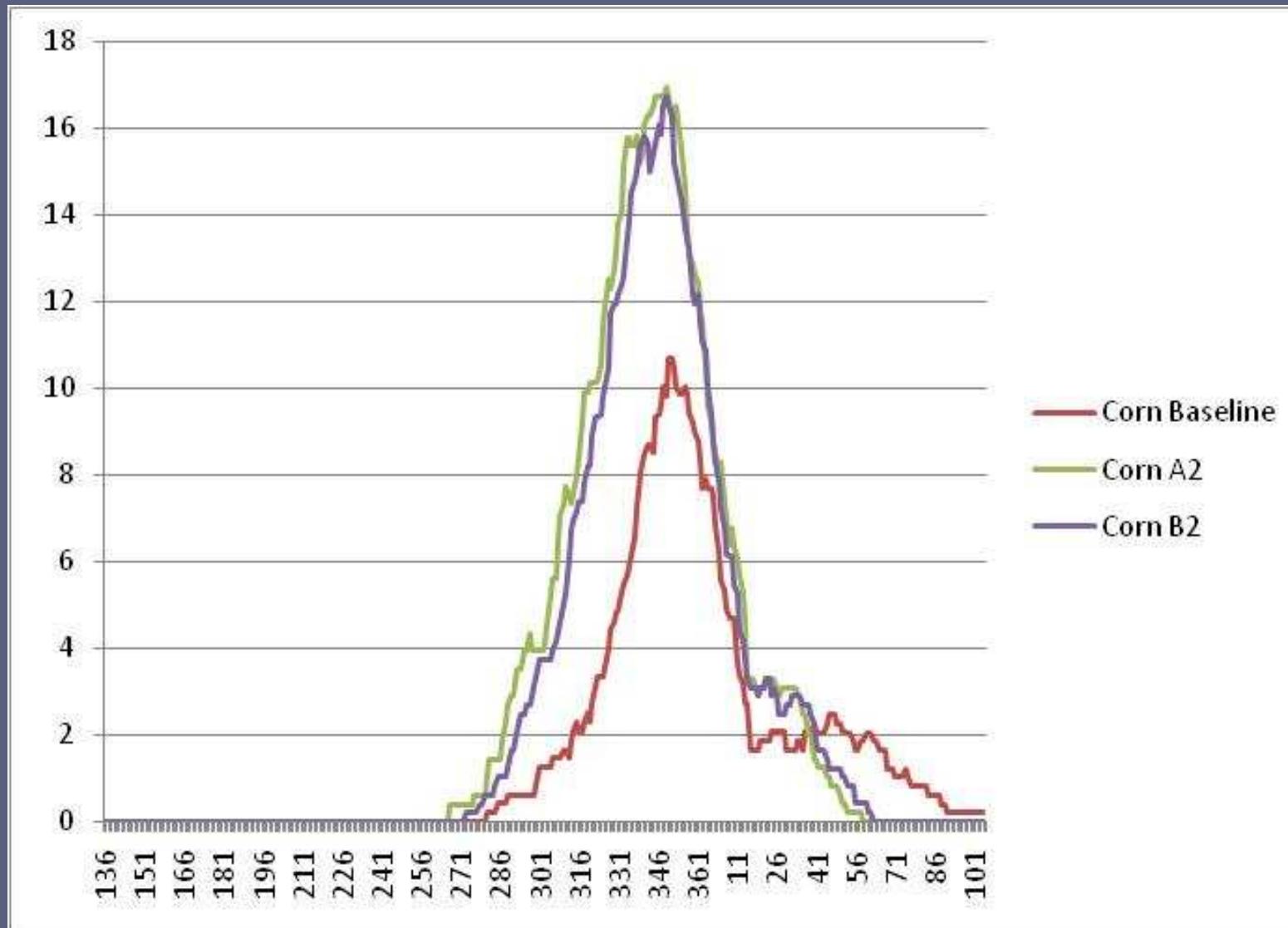
## "Probabilidad de Falla"



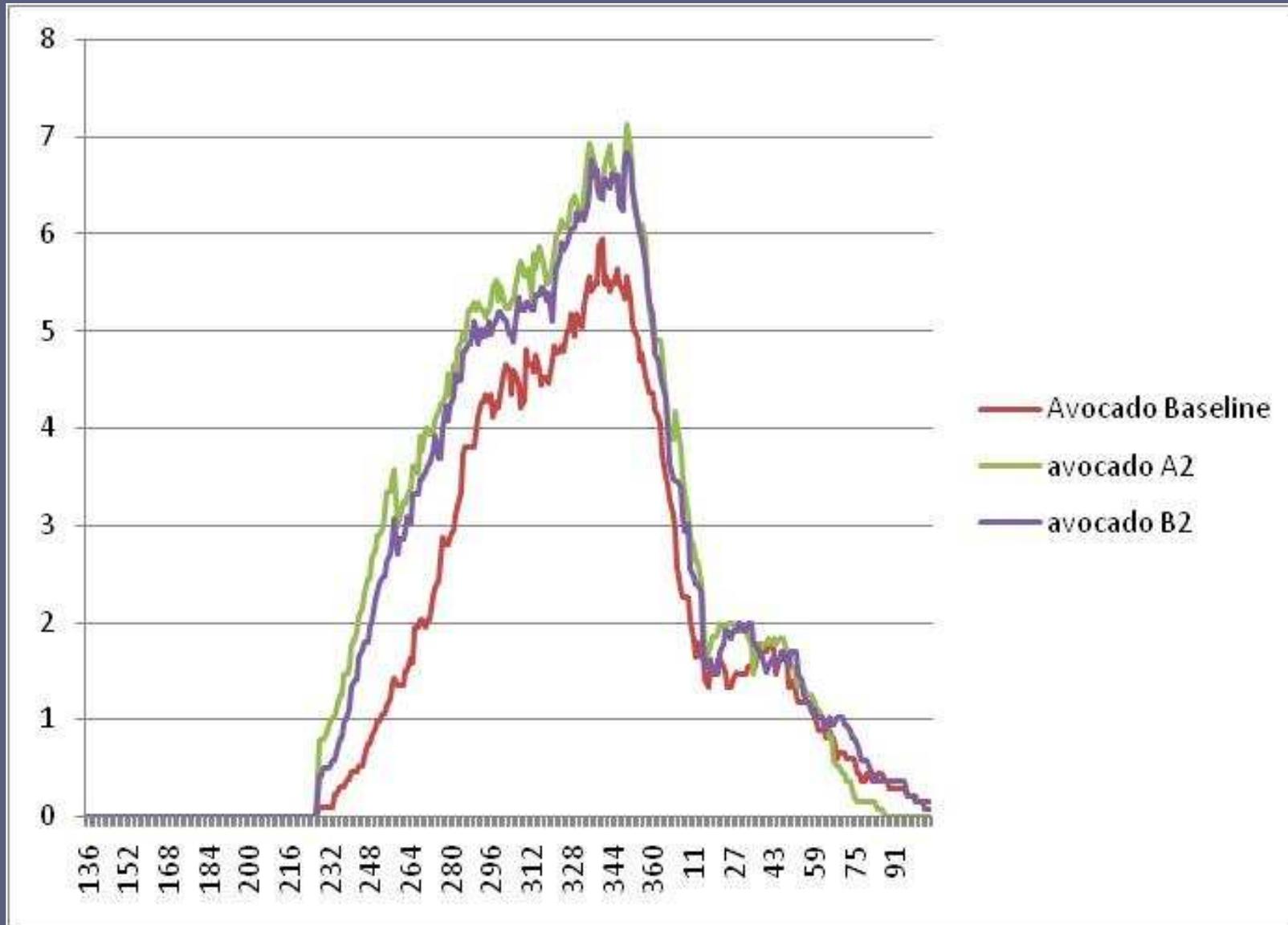
# Demandas de agua Trigo



# Demandas de agua Maiz



# Demandas de agua Palto



# Adaptación Endógena



- 1. Reducción de superficie
  - 2. Cambio de cultivos
  - 3. Fechas de siembra
  - 4. Doble cultivo
- 
- Algunas de estas alternativas generan mayores problemas en la relación Oferta-Demanda

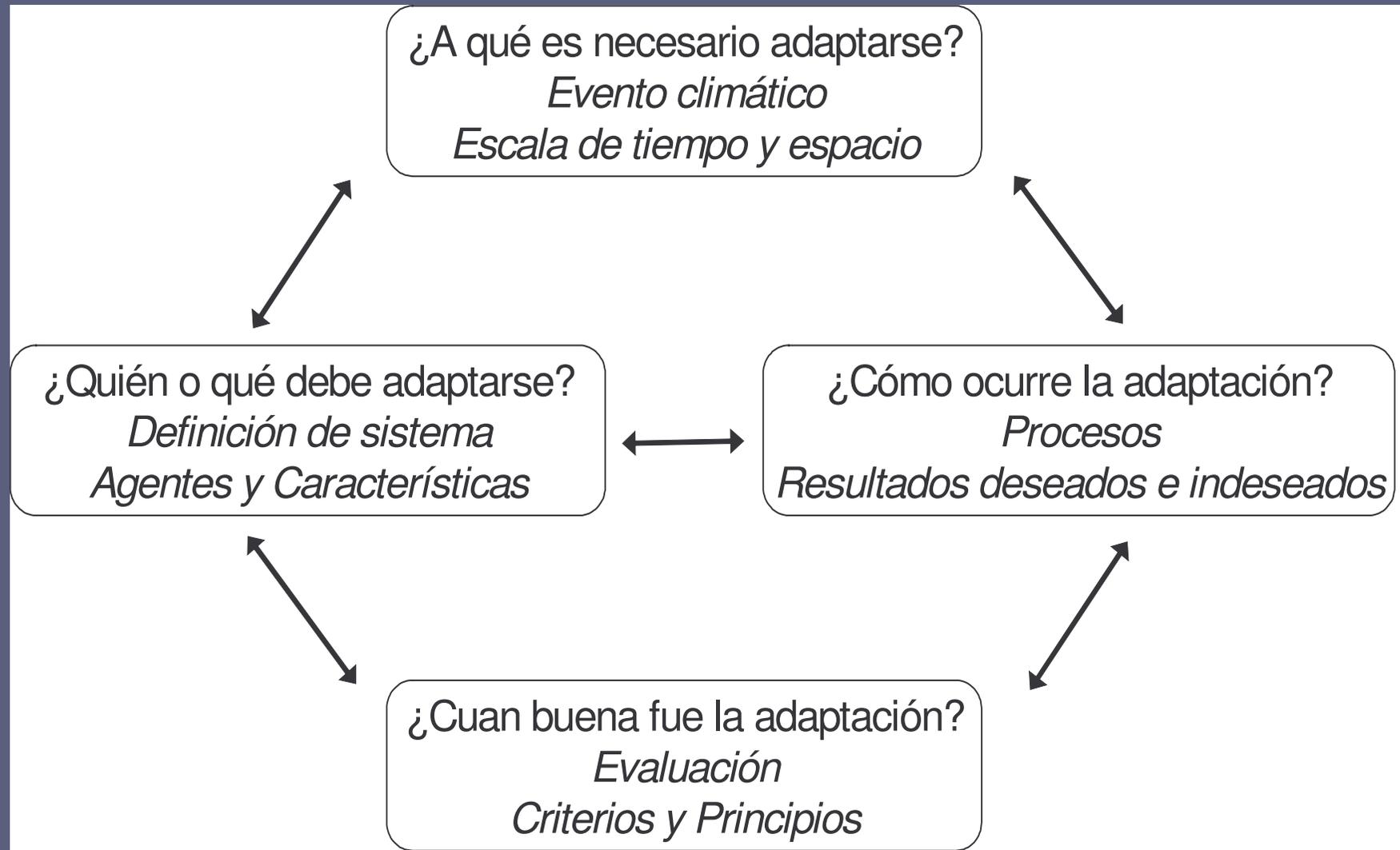
# Workshop in Santiago (UC)



# Adaptación

- Corresponde a un ajuste en un sistema (social, económico o ecológico) en respuesta a un estímulo climático cuyo fin es
  - Reducir vulnerabilidad
  - Minimizar daños
  - Aprovechar condiciones favorables emergentes
- El nivel de vulnerabilidad depende de
  - Exposición al evento climático
  - Capacidad adaptativa (Gestión de riesgo, alternativas, capacidad de decisión)
- La adaptación involucra
  - Diseño e implementación directa de medidas
  - Creación de capacidades de adaptación

# Anatomía de la Adaptación



# Tipos de Adaptación (Smit, 2001)

## Anticipatorias

## Reactivas

Sistemas  
Naturales

Cambios en composición  
de ecosistemas  
Migración

Sistemas  
Humanos

Privado

- Diversificación cultivos
- Seguros agrícolas
- Diseño eficiente de casas

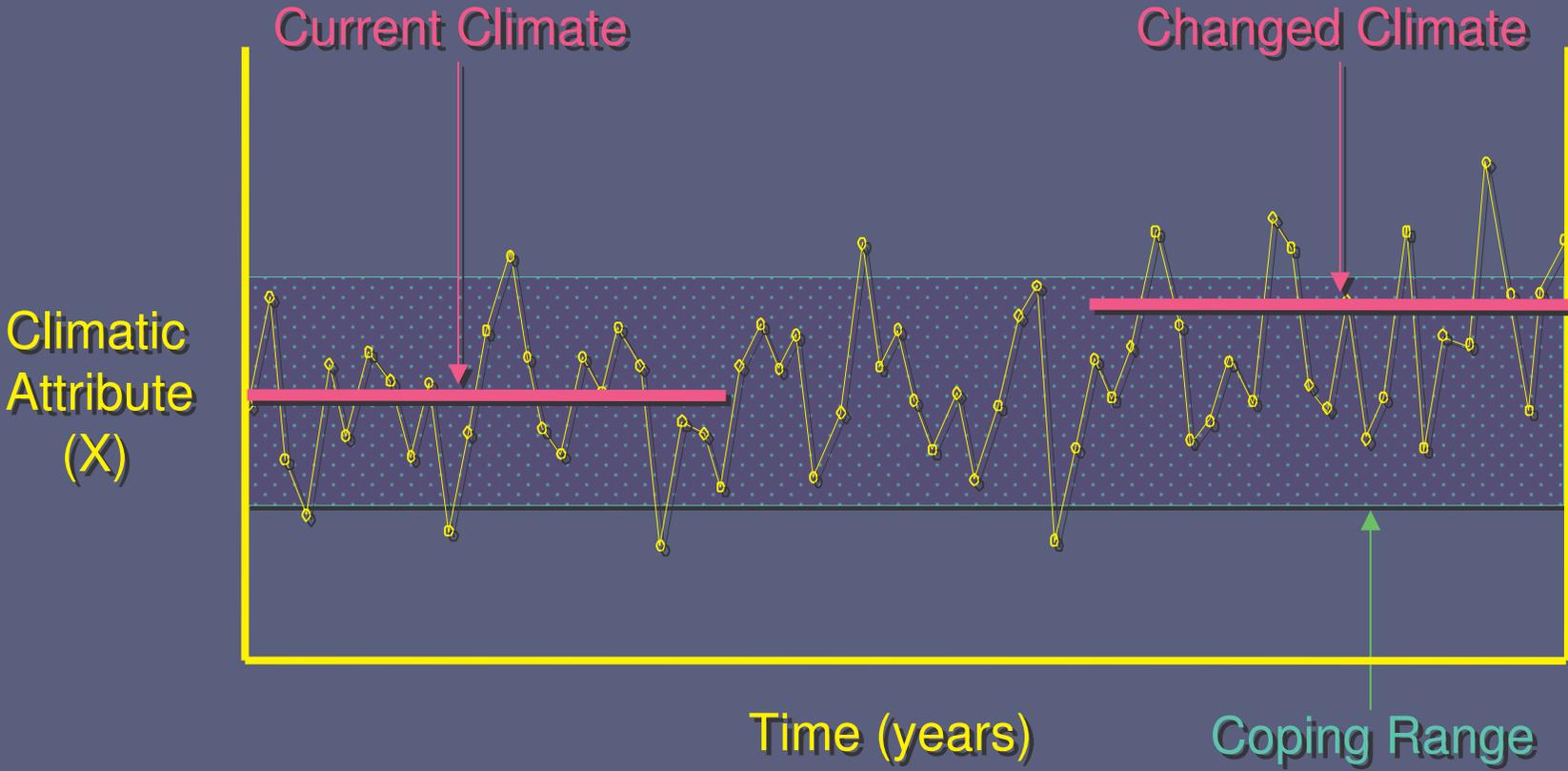
- Mejoramiento genético
- Cambio de actividad
- Reconstrucción, reubicación

Público

- Sistemas de alerta
- Embalses
- Infraestructura

- ONEMI
- Planes de reubicación

# Climate Change Extremes and Coping Range



# Conclusiones/Recomendaciones

- La adaptación reduce los efectos adversos del Cambio Global (Siempre hay un impacto o costo residual)
- Tan pronto exista capacidad adaptativa y se perciban correctamente los riesgos y daños se puede esperar un nivel autónomo de adaptación (Internalización de costos)

# Conclusiones/Recomendaciones

- La capacidad adaptativa varía considerablemente entre grupos
- *Leary et al (2006) “Los grupos sociales de mayor vulnerabilidad y menor capacidad adaptativa tienden a ser aquellos que viven en condiciones marginales, puesto que hay una asociación con la dependencia de recursos naturales degradados o sobre explotados y menor capacidad de identificar alternativas de adaptación.*

# Conclusiones/Recomendaciones

- Rol del Estado
  - Fortalecimiento de capacidades: Levantamientos de información (Consejo de Cambio Climático MINAGRI)
  - Inversión en obras que reduzcan la vulnerabilidad climática (Invertir en variabilidad climática reduce riesgo frente al cambio climático)
  - Ordenamiento territorial: Reducción de la exposición
- Necesidad de Información
  - Planes sectoriales de adaptación. Sinergías y Oportunidades
  - Cuándo es necesario introducir las medidas
  - Análisis de sensibilidad frente a variaciones climáticas
  - Incorporar Análisis de Riesgo, Costo-Beneficio en la evaluación de opciones
  - Realismo y credibilidad en las proyecciones

# Gracias

