



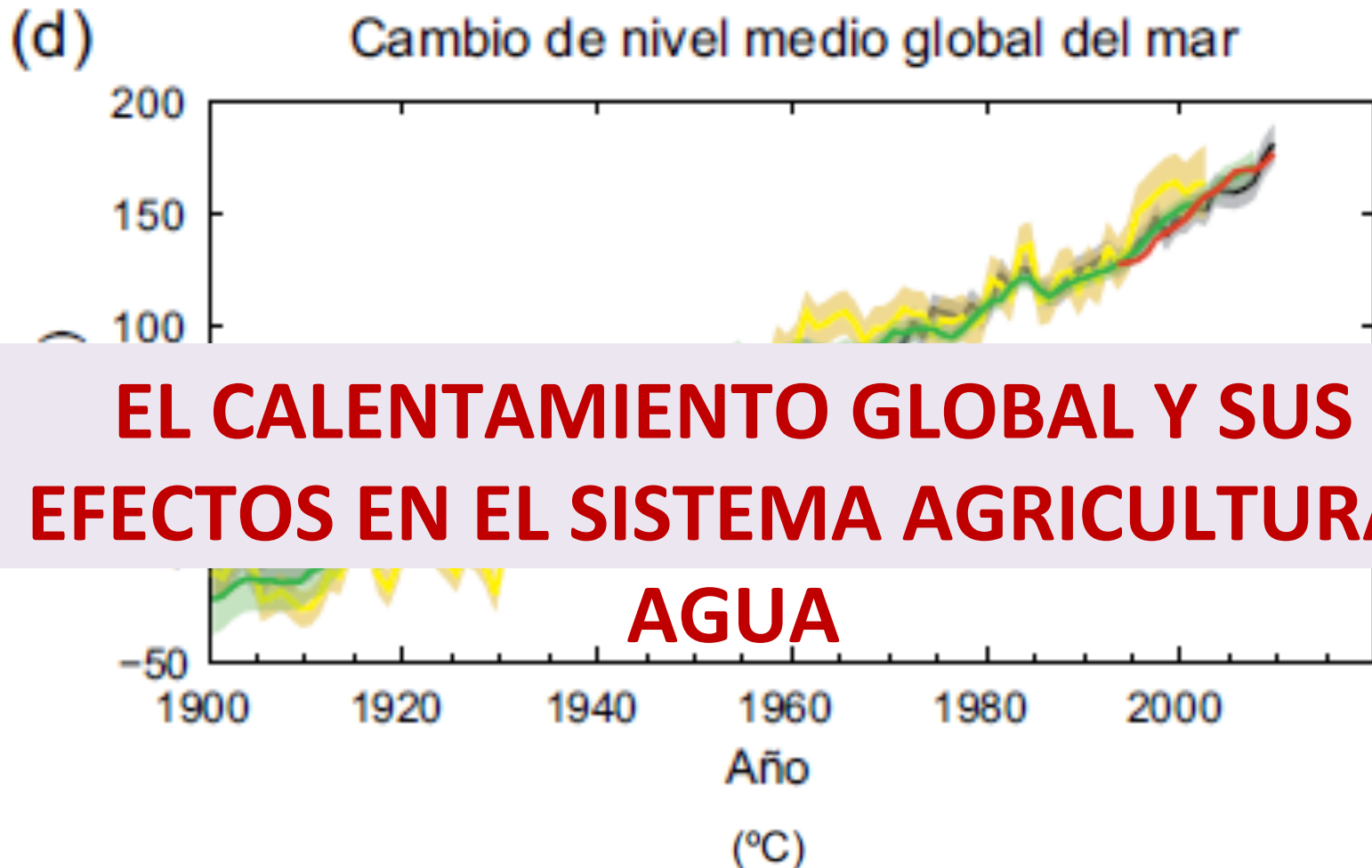
Cambio climático y recursos hídricos en la agricultura

Elías Fereres

Presidente de la Real Academia de Ingeniería

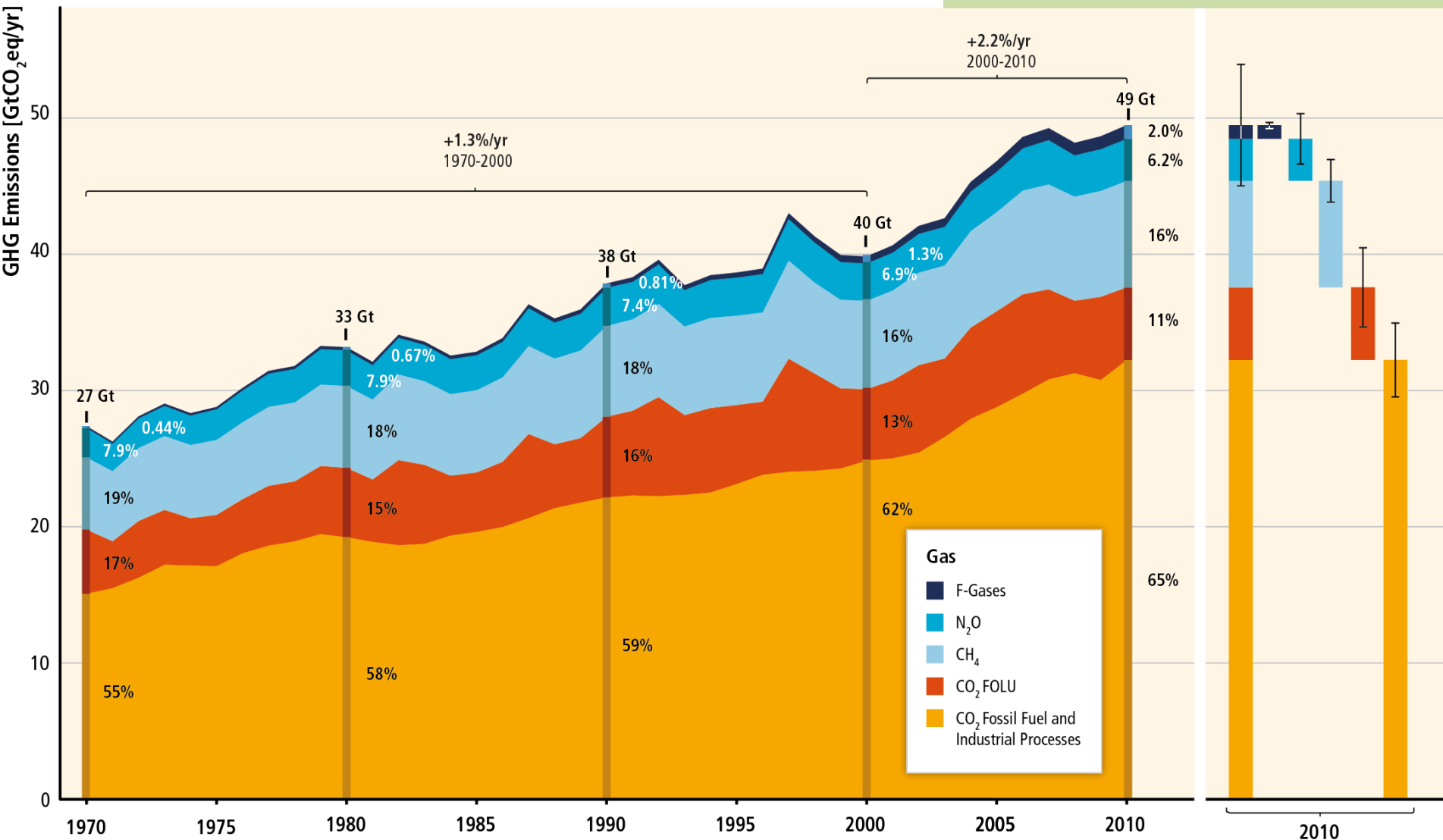
¿ QUÉ ESTÁ PASANDO?

- LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL PLANETA AUMENTA
- EL NIVEL DEL MAR SE ELEVA



¿ CAUSAS?

Total Annual Anthropogenic GHG Emissions by Groups of Gases 1970-2010



**¿CÓMO AFECTA EL CALENTAMIENTO
GLOBAL AL CICLO HIDROLÓGICO?**
Modelos hidrológicos globales

LOS MODELOS SE ALIMENTAN DE NÚMEROS, DE NÚMEROS FIABLES

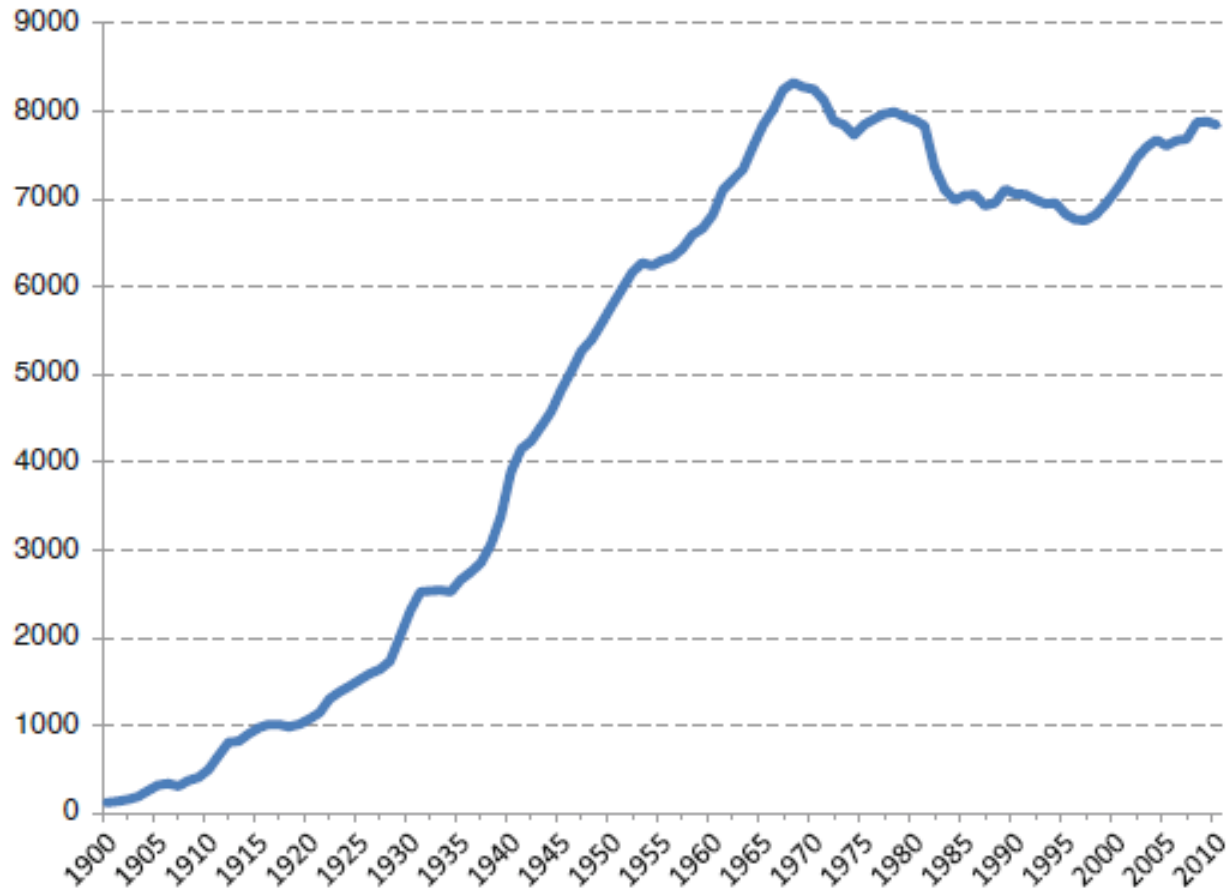


Fig. 1 The number of active USGS streamgages from 1900 to 2010. <http://water.usgs.gov/nsip/history1.html>

Availability of historical discharge data in the GRDC database



Number of stations per year currently represented in the GRDC database



Fig. 2 Availability of historical discharge data in the GRDC database by year (number of stations per year represented in the GRDC database) http://www.bafg.de/cln_031/nn_266918/GRDC/EN/02__Services/services__node.html?__nnn=true

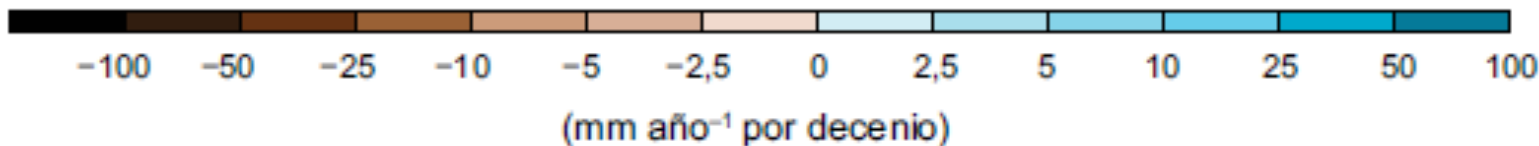
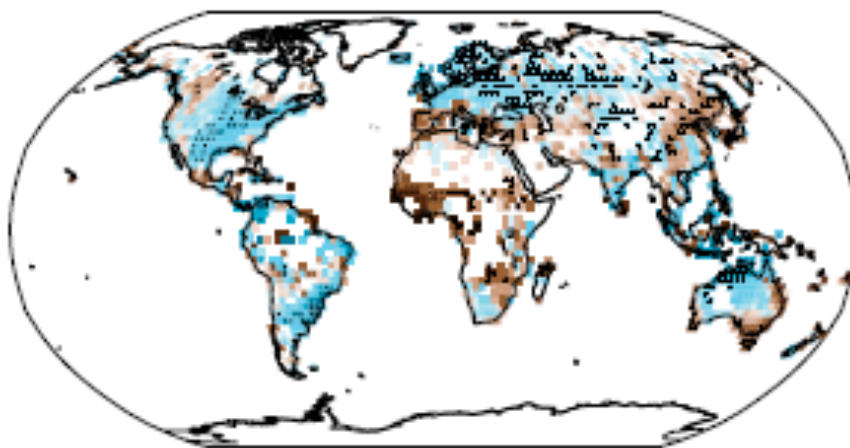
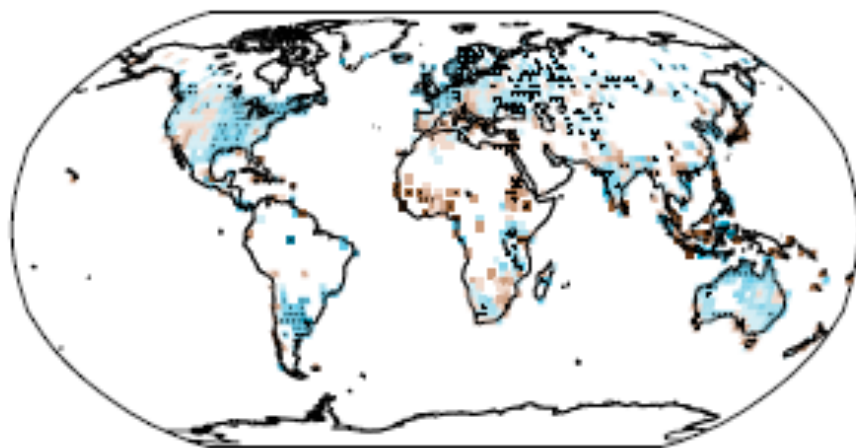
¿CÓMO AFECTA EL CALENTAMIENTO GLOBAL AL CICLO HIDRÓLOGICO?

1. ¿A LA PRECIPITACIÓN?

Cambio observado en la precipitación anual sobre tierra.

1901–2010

1951–2010



¿CÓMO AFECTA EL CALENTAMIENTO GLOBAL AL CICLO HIDRÓLOGICO?

1. ¿A LA PRECIPITACIÓN?

2. ¿AL USO CONSUNTIVO O EVAPOTRANSPIRACIÓN?

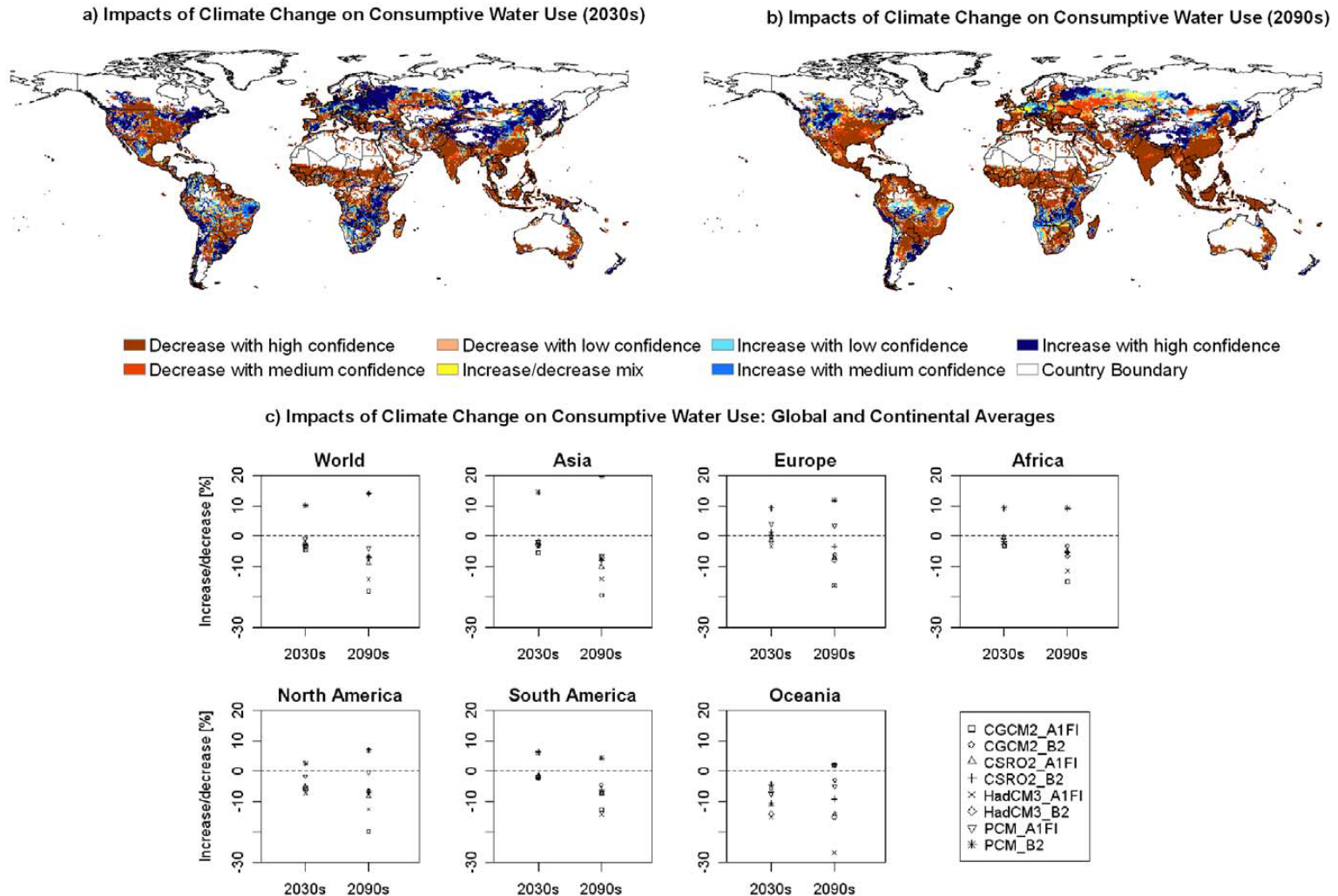
Aumento de la evapotranspiración de referencia (E_{To}) en función de la temperatura

El cambio en el uso consuntivo de los cultivos, sometido a dos tendencias opuestas:

- cierre estomático parcial debido al aumento del CO_2 (menor T)**
- Aumento de la E_{To} (mayor T)**

- Efecto del grado de acoplamiento del dosel vegetal**
- Datos empíricos de los experimento FACE**

Figure 2. The impacts of climate change on consumptive water use (CWU).



Liu J, Folberth C, Yang H, Röckström J, et al. (2013) A Global and Spatially Explicit Assessment of Climate Change Impacts on Crop Production and Consumptive Water Use. *PLoS ONE* 8(2): e57750. doi:10.1371/journal.pone.0057750

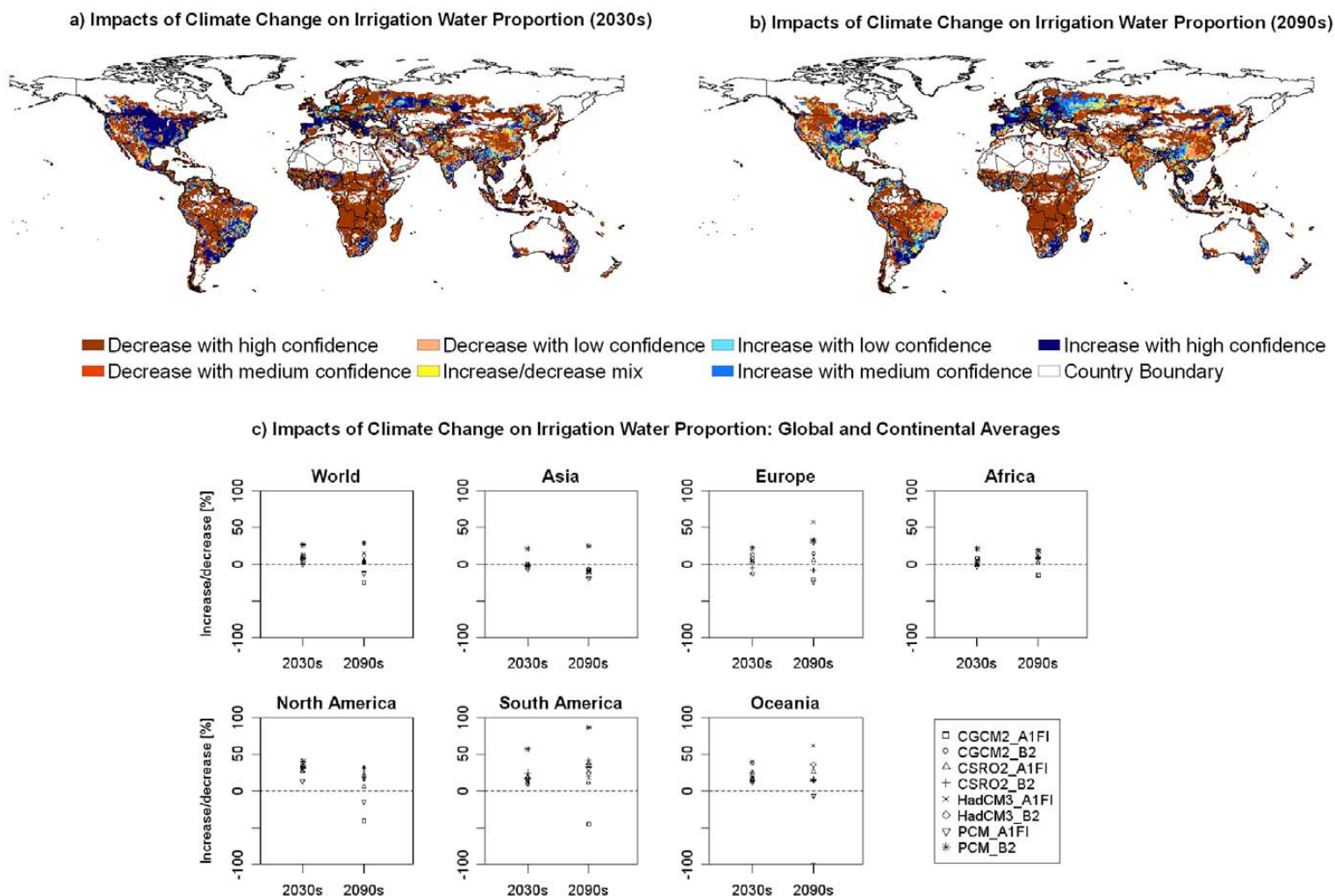
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0057750>

¿CÓMO AFECTA EL CALENTAMIENTO GLOBAL AL CICLO HIDRÓLOGICO?

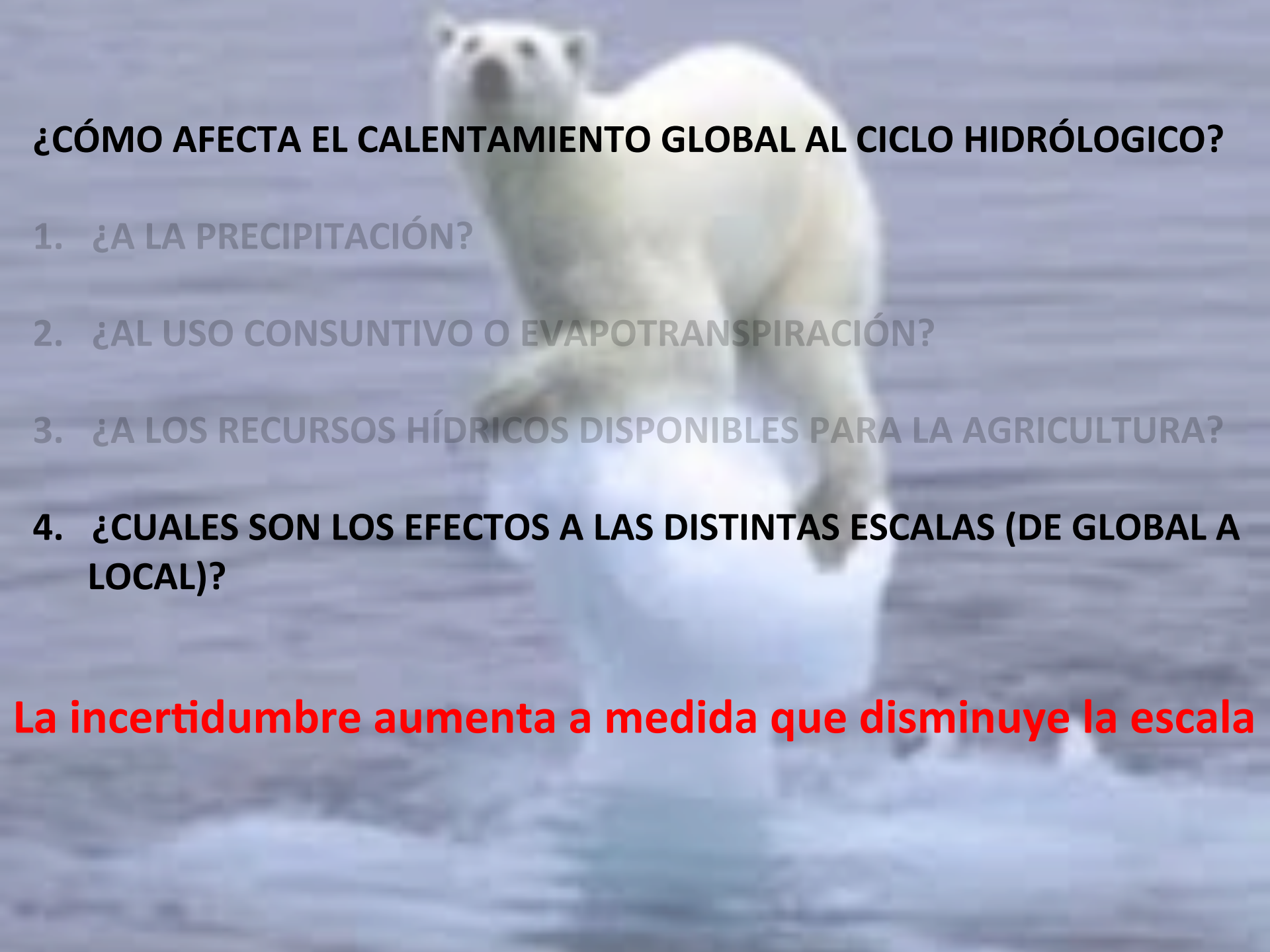
- 1. ¿A LA PRECIPITACIÓN?**
- 2. ¿AL USO CONSUNTIVO O EVAPOTRANSPIRACIÓN?**
- 3. ¿A LOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES PARA LA AGRICULTURA?**

Independientemente del calentamiento global, nos espera un futuro de escasez

Figure 3. The impacts of climate change on irrigation water proportion.



Liu J, Folberth C, Yang H, Röckström J, et al. (2013) A Global and Spatially Explicit Assessment of Climate Change Impacts on Crop Production and Consumptive Water Use. *PLoS ONE* 8(2): e57750. doi:10.1371/journal.pone.0057750
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0057750>

A polar bear is walking on a small, melting ice floe in the ocean. The bear is white and is looking towards the camera. The ice floe is small and is surrounded by dark blue water. The background is a blurred view of the ocean and sky.

¿CÓMO AFECTA EL CALENTAMIENTO GLOBAL AL CICLO HIDRÓLOGICO?

1. ¿A LA PRECIPITACIÓN?

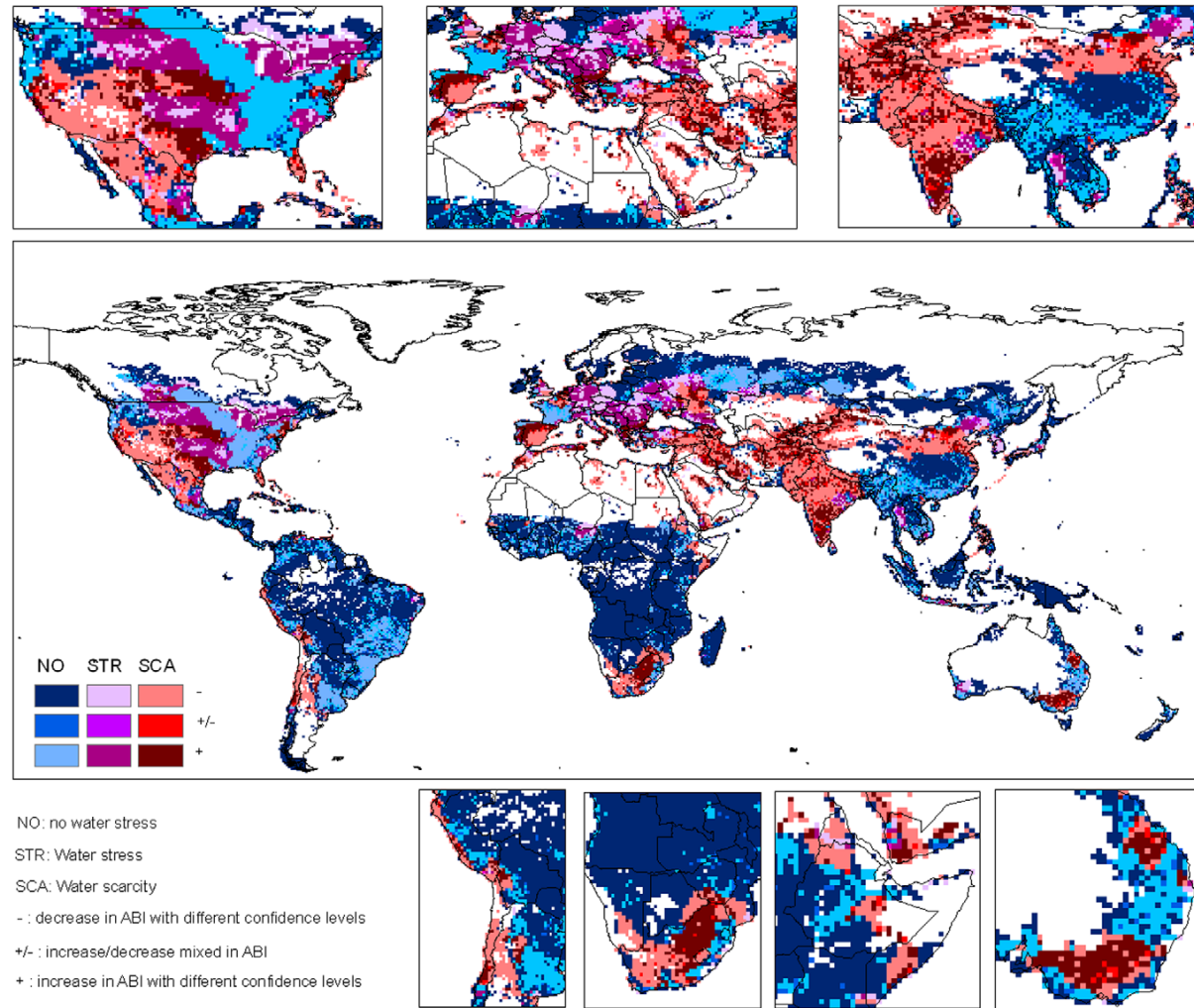
2. ¿AL USO CONSUNTIVO O EVAPOTRANSPIRACIÓN?

3. ¿A LOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES PARA LA AGRICULTURA?

4. ¿CUALES SON LOS EFECTOS A LAS DISTINTAS ESCALAS (DE GLOBAL A LOCAL)?

La incertidumbre aumenta a medida que disminuye la escala

Figure 4. Change of irrigation water proportion in the 2030s in relation to water scarcity.



Liu J, Folberth C, Yang H, Röckström J, et al. (2013) A Global and Spatially Explicit Assessment of Climate Change Impacts on Crop Production and Consumptive Water Use. *PLoS ONE* 8(2): e57750. doi:10.1371/journal.pone.0057750
<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0057750>

¿CÓMO AFECTA EL CALENTAMIENTO GLOBAL AL CICLO HIDRÓLOGICO?

1. **¿A LA PRECIPITACIÓN?**
2. **¿AL USO CONSUNTIVO O EVAPOTRANSPIRACIÓN?**
3. **¿A LOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES PARA LA AGRICULTURA?**
4. **¿CUALES SON LOS EFECTOS A LAS DISTINTAS ESCALAS (DE GLOBAL A LOCAL)?**
5. **¿AUMENTARÁ LA FRECUENCIA DE EVENTOS EXTREMOS (SEQUÍAS, INUNDACIONES)?**

An intensification of existing patterns of global mean surface E-P is found along with enhancements to extreme events such as droughts and floods in available 21st-century climate projections, forced by anthropogenic greenhouse gases (GHGs) from the Coupled Model Intercomparison Project Phase 3. This has been labeled the “rich get richer” mechanism, where wet areas (compared with the global mean) get wetter and dry regions drier. There is, however, little consistency in the seasonal changes provided by model projections and poor agreement when compared with regional observational estimates

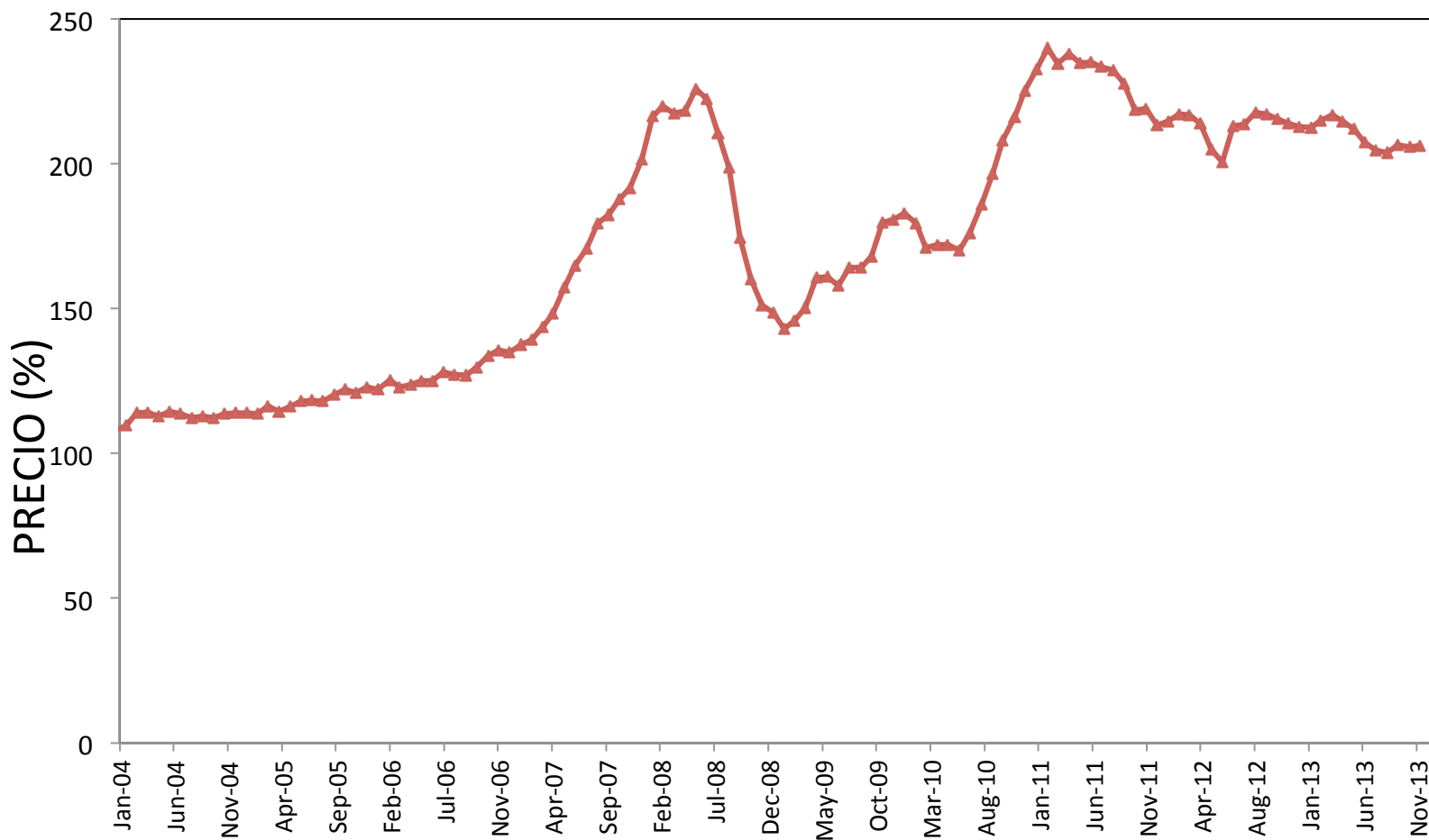
(Durack et al., 2013)

GRAN INCERTIDUMBRE---ADAPTACIÓN

¿CÓMO AFECTARÁ A LA PRODUCCION AGRARIA Y A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA?



PRECIO RELATIVO DE LOS ALIMENTOS EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS



(fuente: FAO, 2014)

IPCC_AR5_Capítulo 7_31-03-2014

Drivers

Climate & atmosphere

Temperature

Responses

Production aspects

Crops

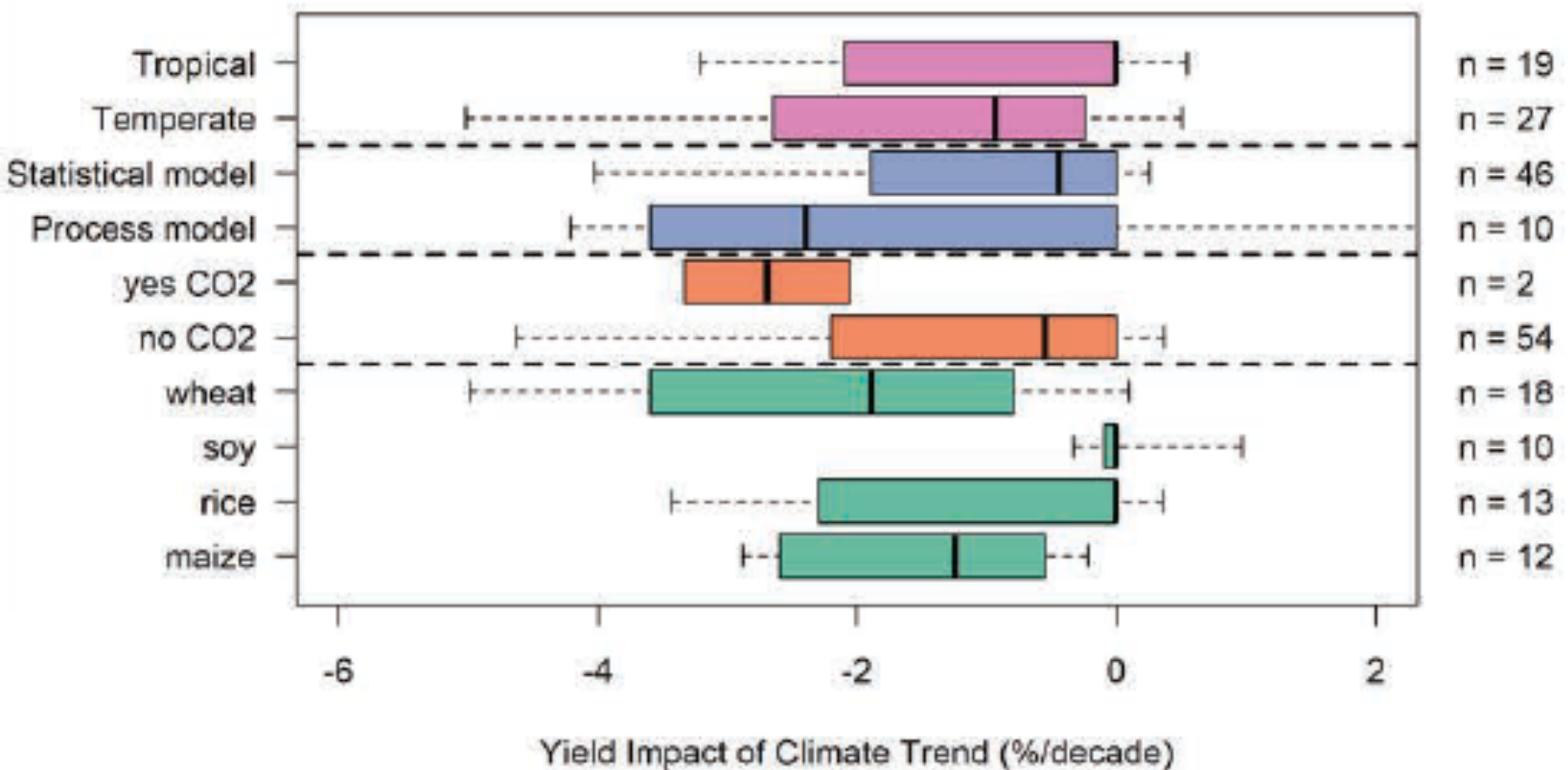
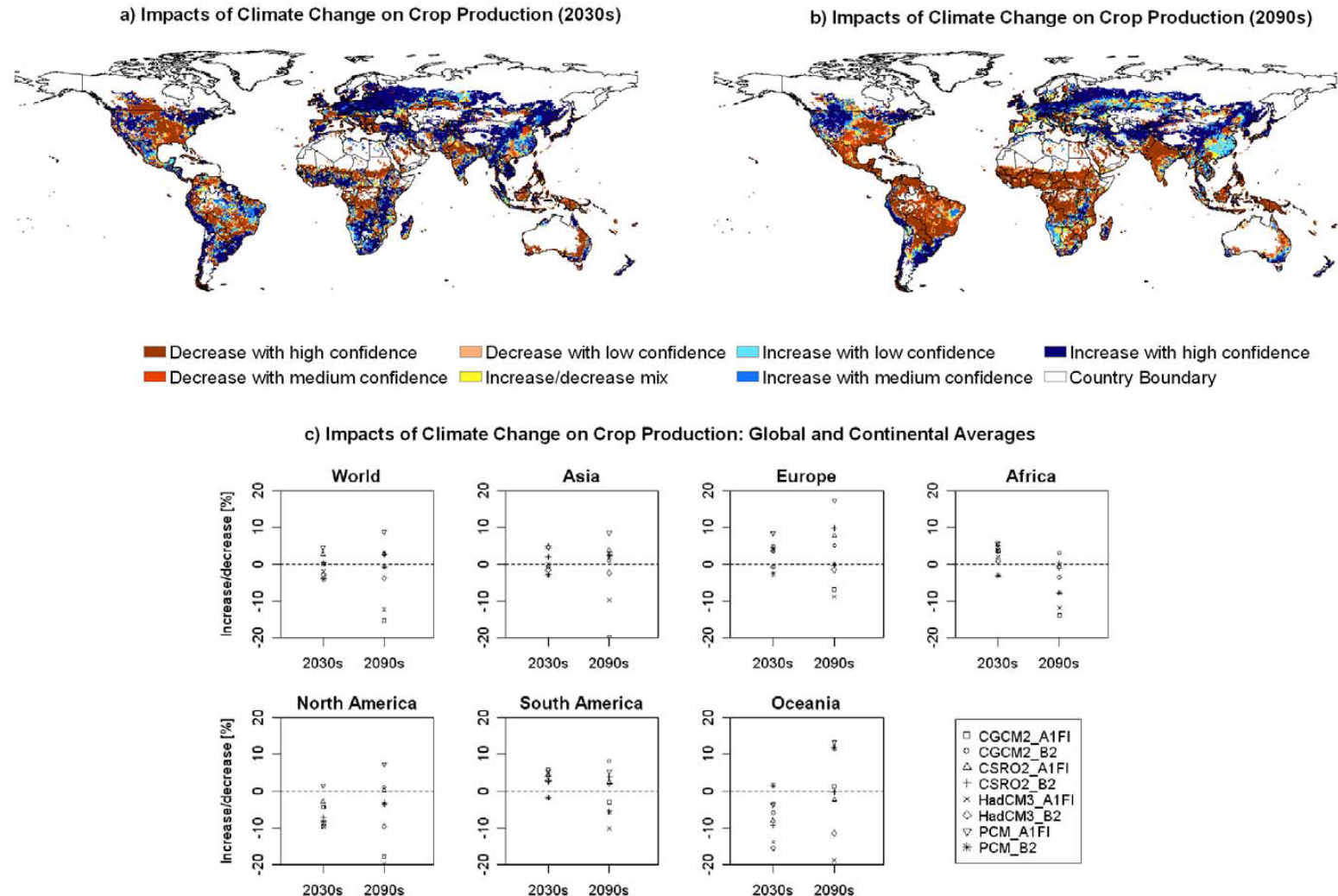


Figure 1. The impacts of climate change on crop production.

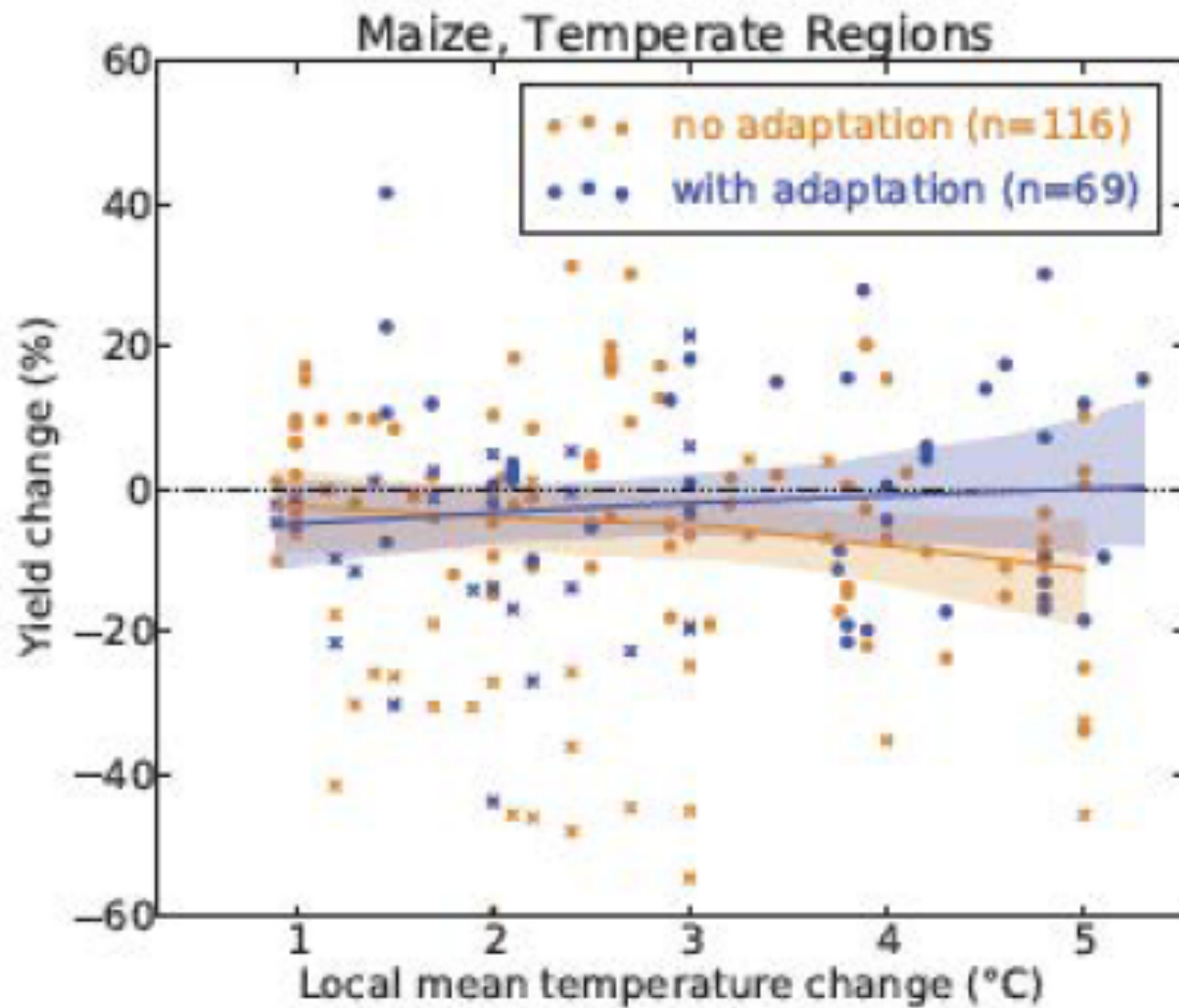


Liu J, Folberth C, Yang H, Röckström J, et al. (2013) A Global and Spatially Explicit Assessment of Climate Change Impacts on Crop Production and Consumptive Water Use. *PLoS ONE* 8(2): e57750. doi:10.1371/journal.pone.0057750

<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0057750>

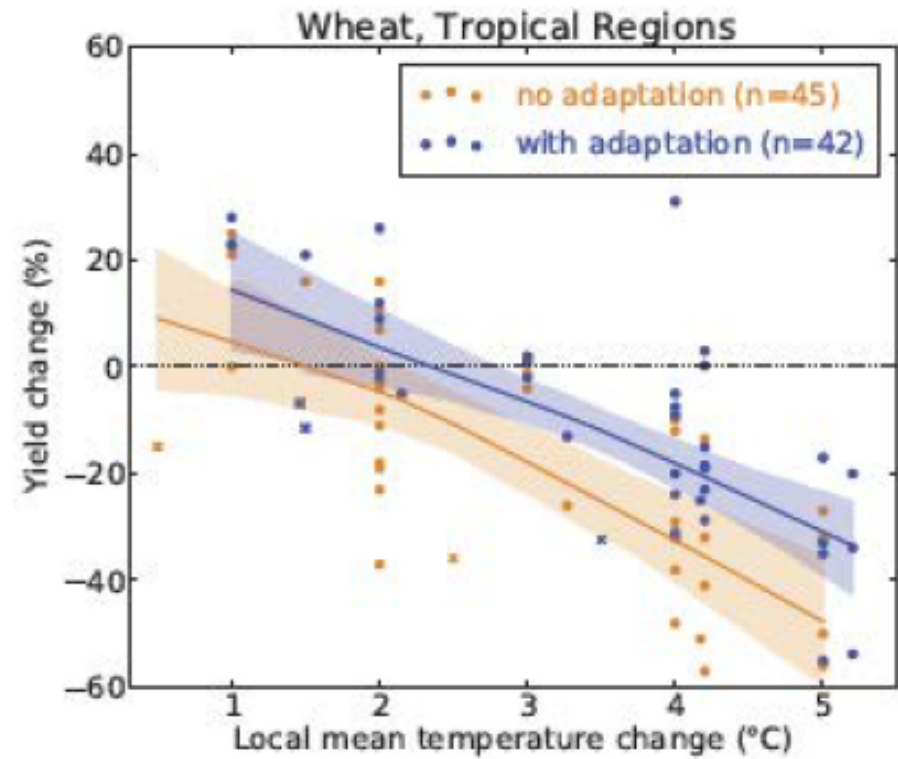
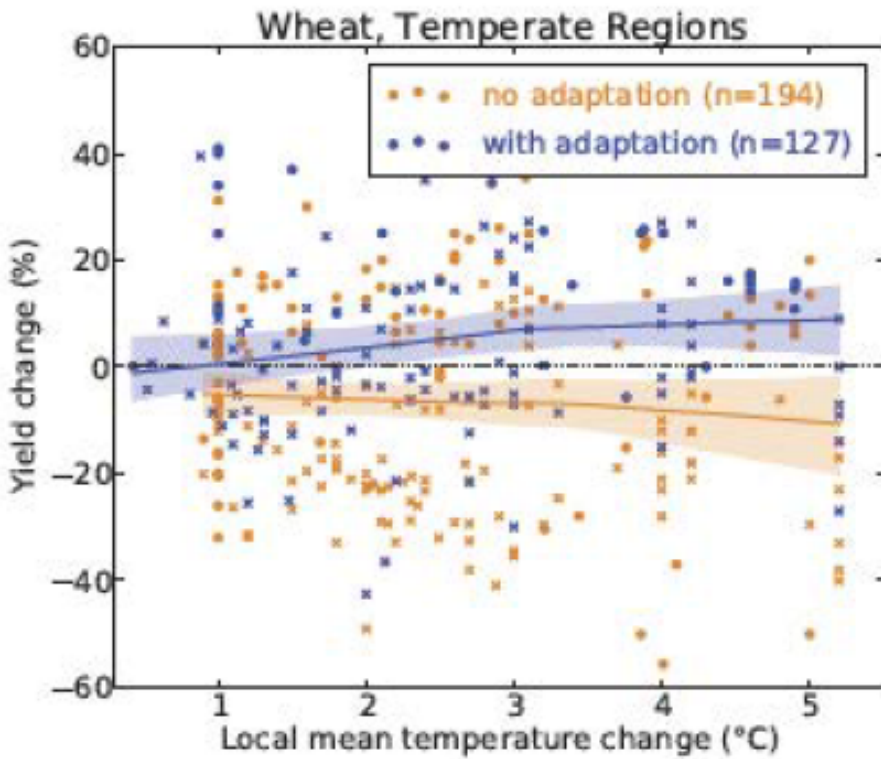
A photograph of a cornfield with rows of tall, green corn plants. The perspective is from within the field, looking down a row. The leaves are long and pointed, and the sky is visible in the background.

**¿PODRÁ LA AGRICULTURA
ADAPTARSE AL
CALENTAMIENTO GLOBAL?**



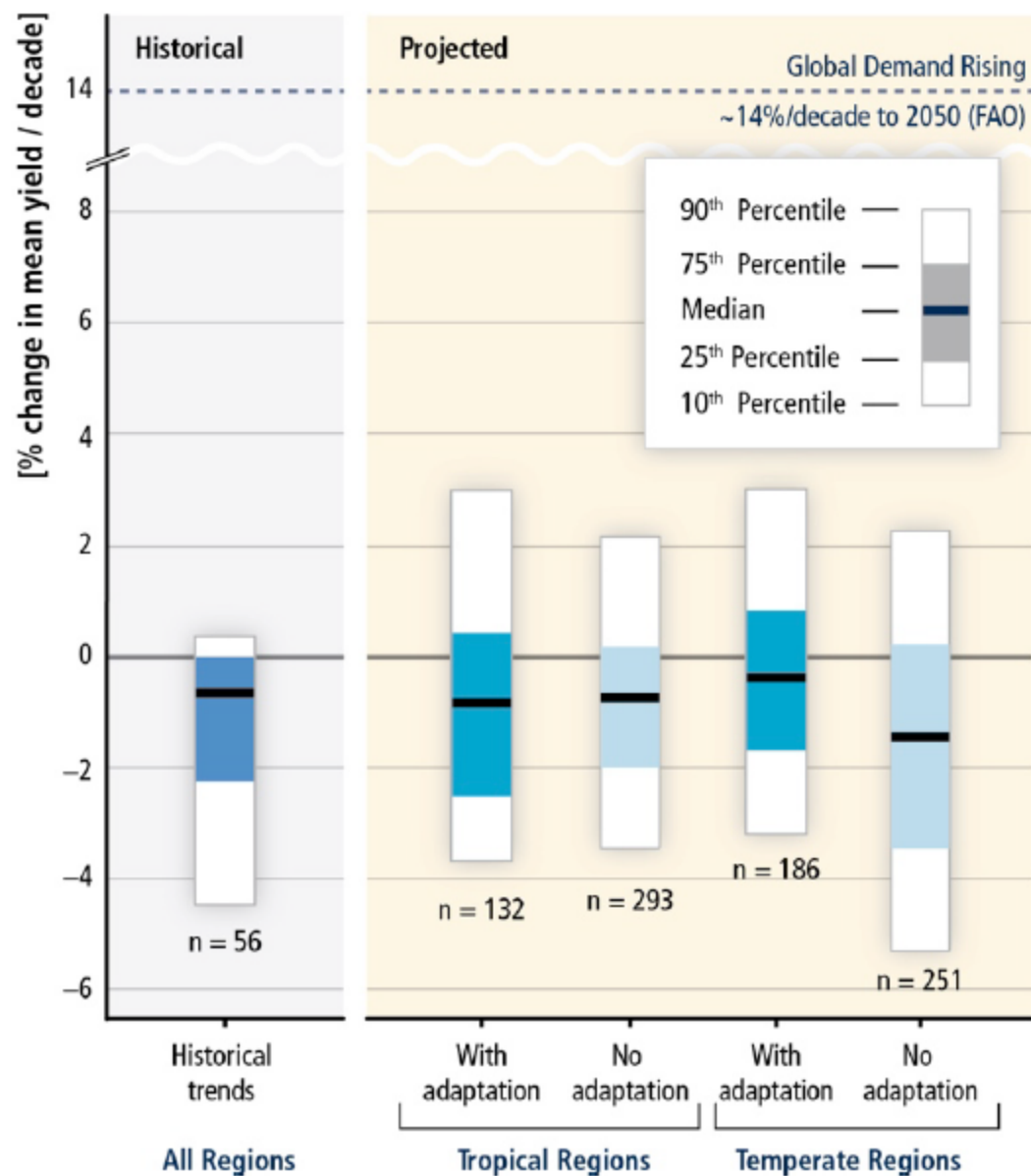
Resultado de las simulaciones para distintas regiones (AR5_Marzo2014)

TRIGO

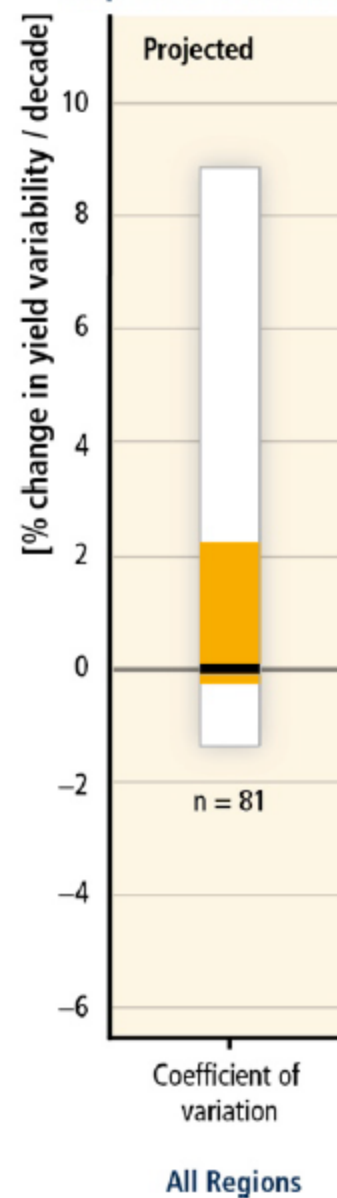


Resultado de las simulaciones para distintas regiones (AR5_Marzo2014)

(a) Impact of Climate Trend on Mean Crop Yield



(b) Impact on Year-to-year Crop Yield Variability

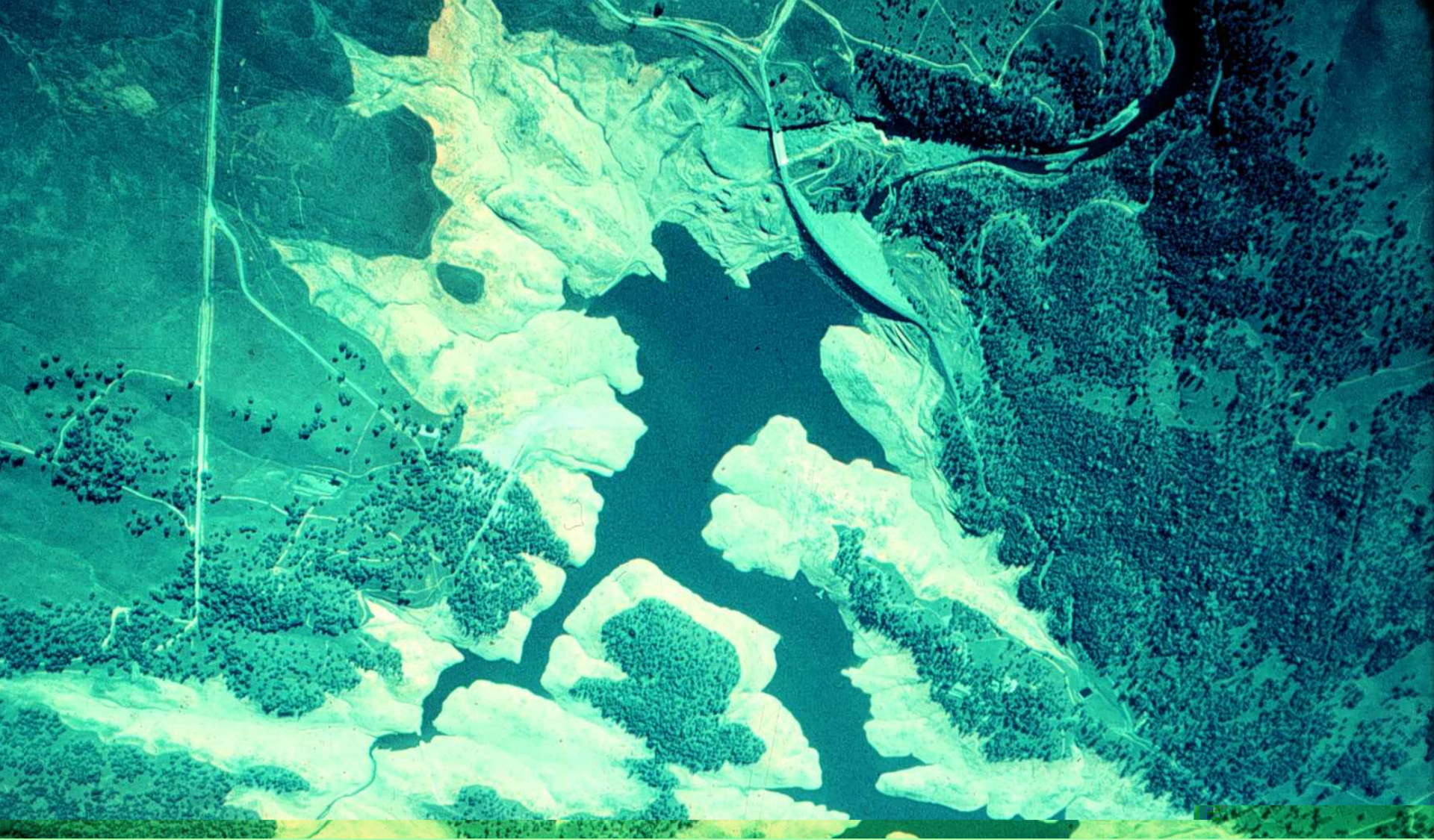


EN RESUMEN: A range of potential adaptation options exist across all food system activities, not just in food production, but benefits from potential innovations in food processing, packaging, transport, storage and trade are insufficiently researched. (IPCC, Marzo, 2014)

OTROS DESAFÍOS:

INCREMENTO DE LA DEMANDA DE ALIMENTOS
DIFICULTAD PARA SEGUIR AUMENTANDO LOS RENDIMIENTOS
VOLATILIDAD EN LOS PRECIOS DE LOS ALIMENTOS
COMPETENCIA CON LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA

Bioenergy can play a critical role for mitigation, but there are issues to consider, such as the sustainability of practices and the efficiency of bioenergy systems. The scientific debate about the overall climate impact related to land use competition effects of specific bioenergy pathways remains unresolved. (IPCC, Abril, 2014)



La optimización de una cantidad limitada de agua para riego será ya un imperativo en el futuro