

# Primeras Jornadas sobre Cambio Climático en las Islas Baleares

## Vulnerabilidad de la actividad agrícola frente al cambio climático: impactos y vías de mitigación



Instituto de investigaciones  
Agroambientales y de la Economía  
del Agua

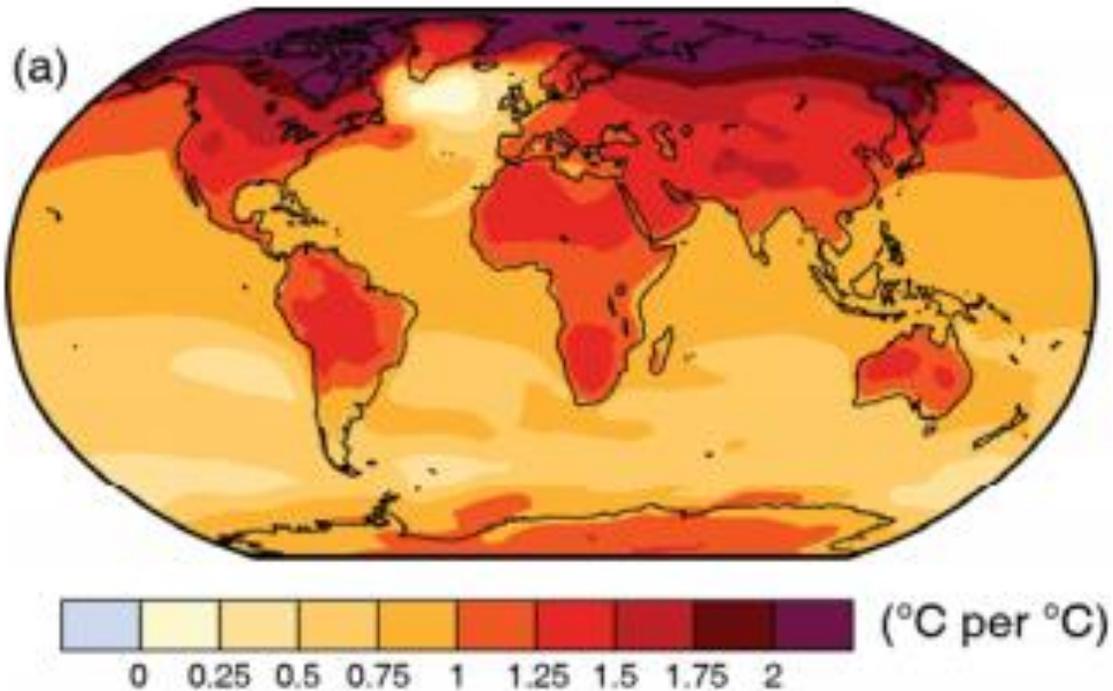
José M. Escalona  
Departamento Biología UIB-INAGEA



**Universitat**  
de les Illes Balears

# Introducción

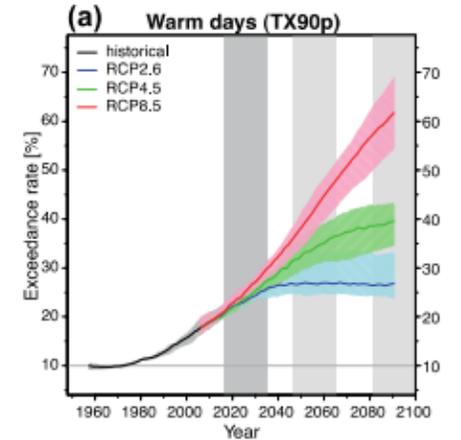
El Cambio Climático es una realidad que está afectando a los cultivos en zonas áridas y semiáridas (IPCC 2013)



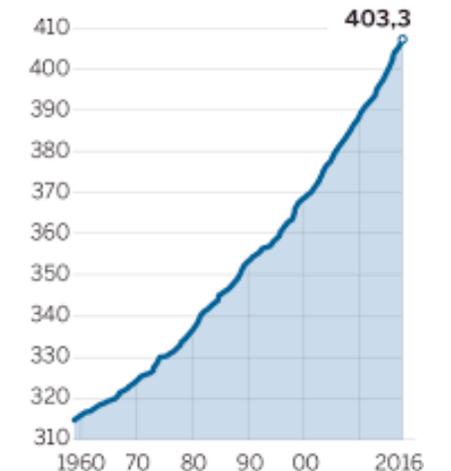
Incremento de la Temperatura

Incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> (de 310 a 403 ppm)

Cambio en la distribución de la precipitación



CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub>  
En la atmósfera (partes por millón)



# Efectos asociados al CC en la agricultura

## 1. Pérdida de capacidad productiva asociada a una menor disponibilidad hídrica debido a:

- *Incremento de la ETo*
- *Períodos de déficit hídrico prolongados*
- *Cambios en la distribución de la precipitación*
- *Menor capacidad de infiltración del agua*

La respuesta de la productividad de los cultivos a la disponibilidad hídrica responde a una función teórica

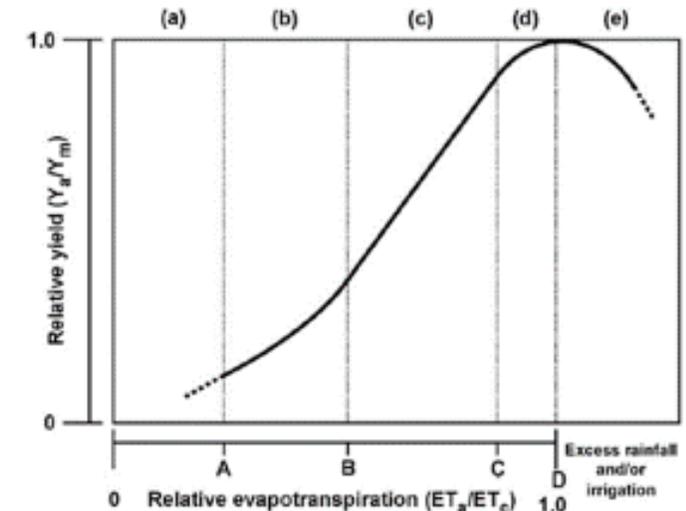
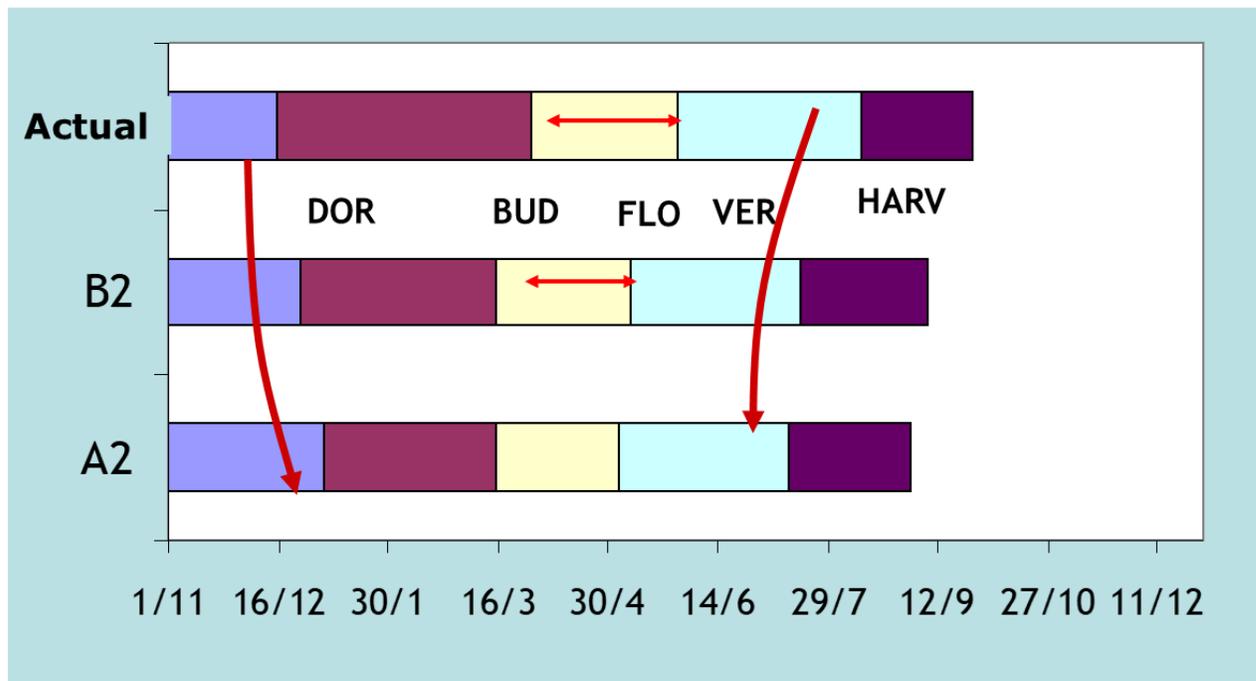


Fig. 1. General shape of a crop water production (CWP) function. Sections (a), (b), (c), (d) and (e) have variable relative widths. Relative yield is the ratio between actual ( $Y_p$ ) and potential yield ( $Y_m$ ) under given agronomic conditions, while relative evapotranspiration is the ratio between the seasonal amount of water that is evapotranspired ( $ET_a$ ) and seasonal crop water requirements ( $ET_c$ ).

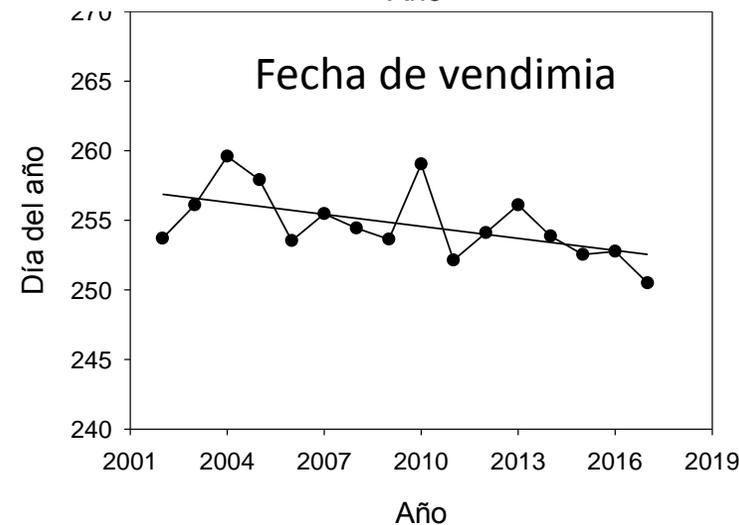
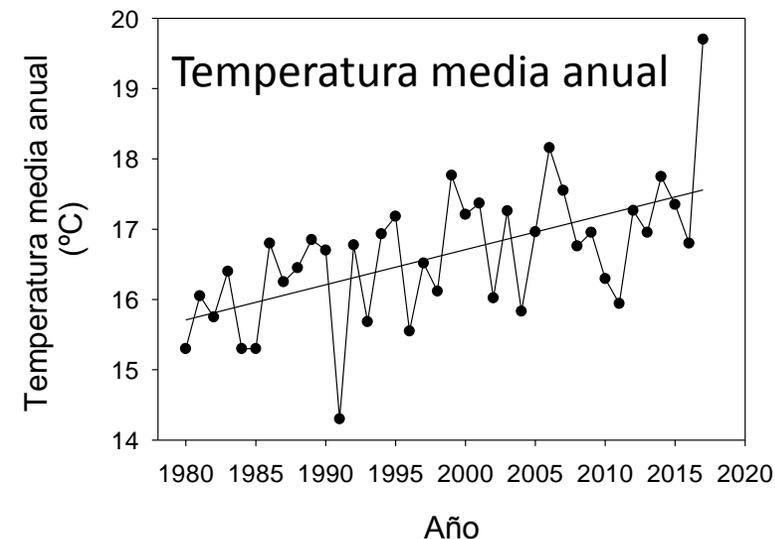
# Efectos asociados al CC en la agricultura

## 2. Cambios en la fenología asociados al incremento de temperatura



I. Cortázar 2008

**Retardo en la dormición de yemas**  
**Adelanto del resto de los estados fenológicos**  
**Acortamiento de todos los períodos**



# ***Efectos asociados al CC en la agricultura***

## ***Alteraciones fisiológicas asociadas a golpes de calor***



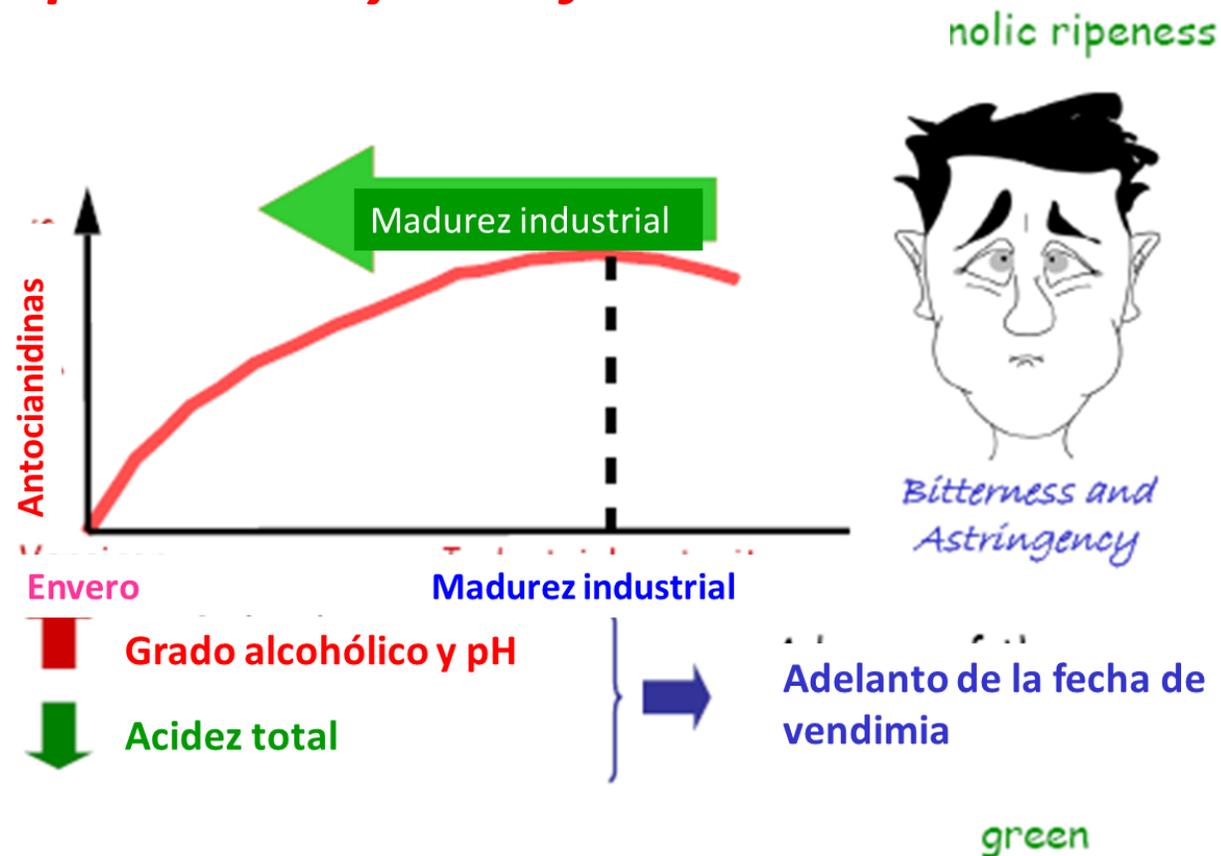
# Efectos asociados al CC en la agricultura

**Cambios en la composición de productos derivados (vino, aceite, extractos vegetales, subproductos), asociados al efecto combinado de las altas temperaturas y el déficit hídrico**

*Un ejemplo: los vinos cada vez mas alcohólicos y astringentes por efecto combinado de las altas temperaturas y la escasez de agua*

*debido a:*

- 1. desfases entre la acumulación de azúcares en el mosto y*
- 2. la falta de madurez fenólica*



# ***Mejora de la Sostenibilidad de la producción agraria en un marco de CC: vías de mitigación***

---

***En condiciones de clima semiárido y suelos mediterráneos la clave esta en:***

➤ **Mejorar la fertilidad de los suelos**



➤ **Mejora la eficiencia en el uso de recursos (agua)**



# Mejora de la Sostenibilidad de la producción agraria en un marco de CC: vías de mitigación

## Mejorar la fertilidad de los suelos

### COMO?

❑ Sistemas alternativos de manejo del suelo: no laboreo, cubiertas / acolchados

❑ Enmiendas orgánicas

❑ Reducción de las dosis de abonados y ajustes dinámicos

### EFFECTOS en:

- Mejora de la actividad biológica del suelo  
Microbioma (bacterias + micorrizas)  
Enzimología de suelo

- Mejora de los balances hídricos:  
Infiltración/Evaporación

- Reducción de procesos de degradación de suelos/ contaminación de acuíferos

# Mejora de la Sostenibilidad de la producción agraria en un marco de CC: vías de mitigación

## ➤ Mejorar la eficiencia en el uso del agua

### VIAS AGRONÓMICAS

- Sistemas de riego mas eficientes
- Ajustes de los calendarios y dosis de riego ( estrategias de riegos deficitarios)
- Mayor tecnificación del riego

### VIAS GENÉTICAS

- Variedades/ clones mejor adaptadas y con mayor capacidad de aclimatación a condiciones limitantes
- Nuevos criterios de selección (EUA)



# Mejora de la Sostenibilidad de la producción agraria en un marco de CC: vías de mitigación

## ➤ Mejorar la eficiencia en el uso del agua

### VIAS AGRONÓMICAS

- Sistemas de riego más eficientes
- Manejo de los cultivos (prácticas agrícolas para reducir los aportes)
- Ajustes de los calendarios y dosis de riego ( estrategias de riegos deficitarios)
- Implementar tecnificación

### VIAS GENÉTICAS

- Variedades/ clones mejor adaptadas y con mayor capacidad de aclimatación a condiciones limitantes
- Nuevos criterios de selección (EUA)



# **SISTEMAS DE RIEGO MAS EFICIENTES: Las nuevas políticas del agua incentivan la sustitución de sistemas de riego tradicionales por otros más eficientes !!**

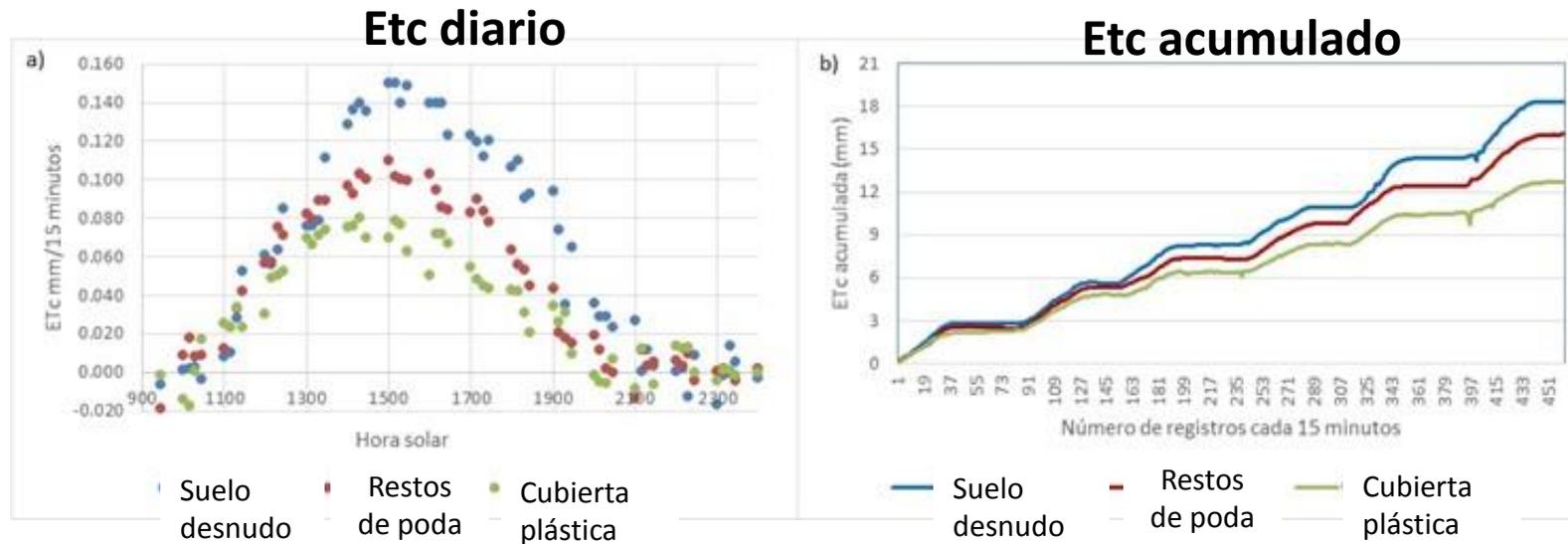
Gráfico 8: Evolución de las superficies regadas por gravedad y riego localizado. Años 2004-2014



# PRÁCTICAS AGRÍCOLAS QUE PERMITEN MEJORAR LOS BALANCES

## HÍDRICOS:

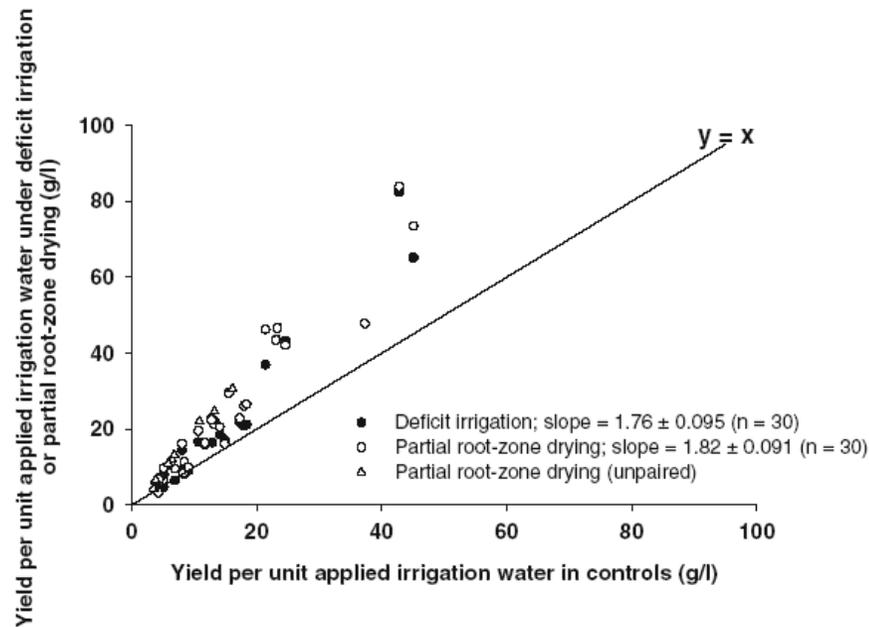
### El acolchado



**Restos de poda: 16-20% menos de ETc**  
**Cubierta plástica: 24-30% menos de ETc**



## RIEGO DEFICITARIO: Las estrategias de riego deficitario pueden permitir incrementar la eficiencia en el uso del agua mediante un ahorro sustancial del gasto, manteniendo un nivel productivo rentable



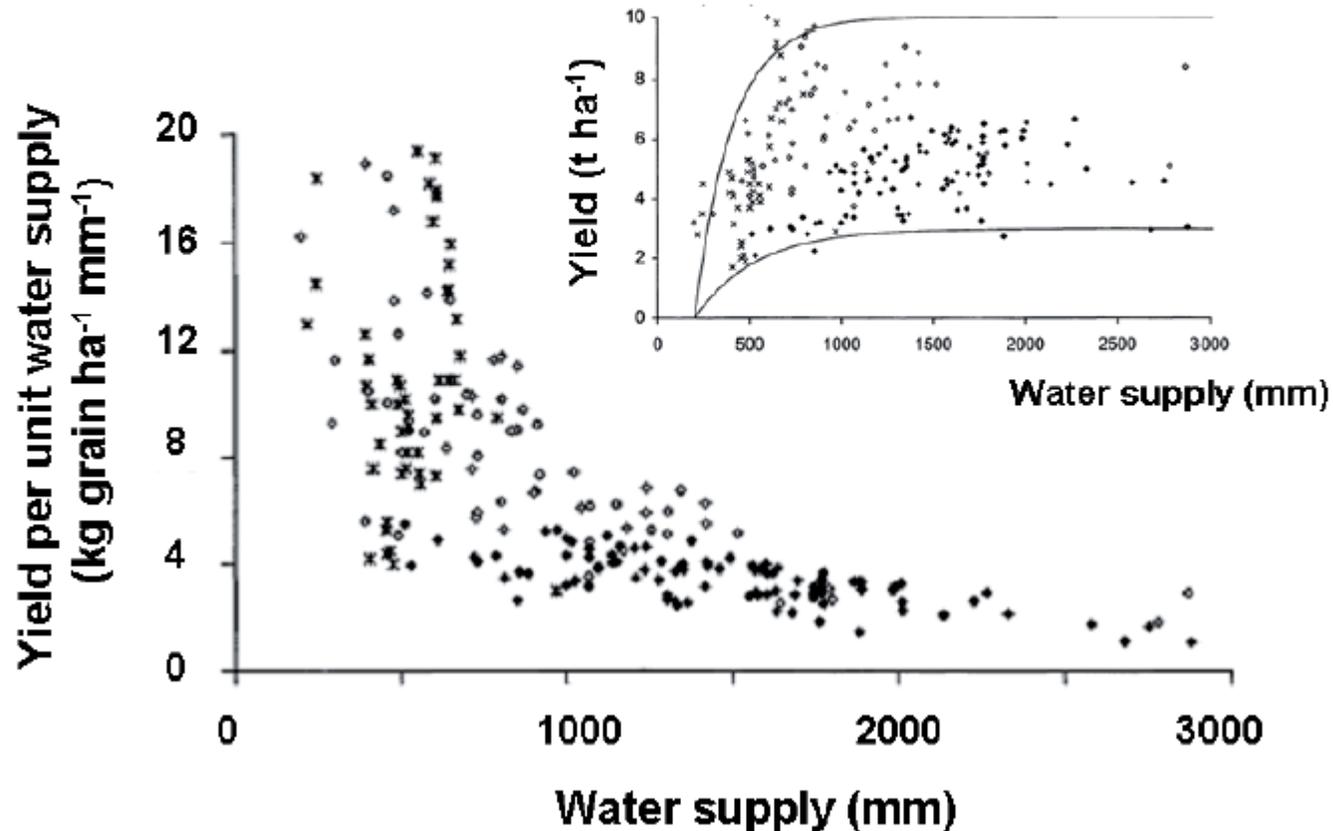
**Fig. 1** Comparison of yield per unit applied irrigation water in crops managed with deficit irrigation (DI) or partial root-zone drying (PRD) in relation to controls that received substantially more water (Table 1). Circles are from experiments where both treatments were included and received similar amount of water. Triangles are from experiments where DI was not implemented, and were not included in

calculations. Slopes, derived from Model II regressions to account for the errors in both  $y$  and  $x$ , were significantly greater than 1 for both DI and PRD ( $P < 0.0001$ ) and were statistically similar for both DI and PRD ( $P > 0.05$ ). Intercepts were not different from zero for DI ( $P > 0.61$ ) and PRD ( $P > 0.68$ )



# La productividad del agua también está ligada a la optimización del regadío en la agricultura:

Productividad = cosecha producida por unidad de agua aplicada



Huella del agua

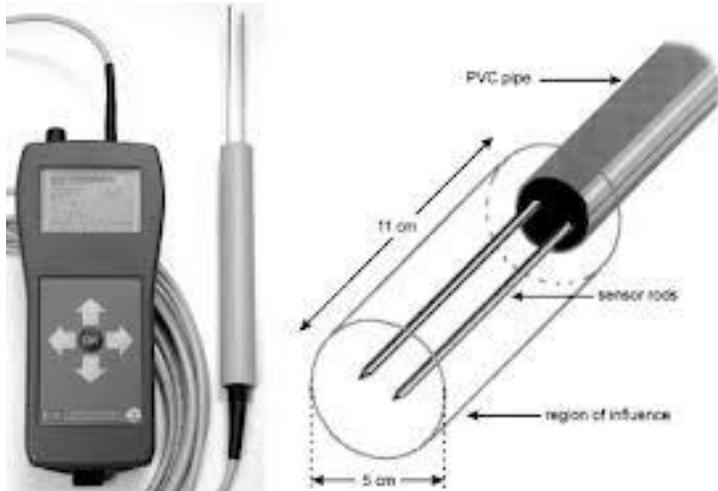




# Incrementar la tecnificación del riego: nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de regadío en la agricultura

## Metodologías basadas en la medida del contenido de agua en el suelo

### TDR (Time Domain Reflectometry)



### FDR (Frecuency Domain Reflectometry)



### Tensiómetros



Delta T devices

Enviroscan



Sondas ECHO

# Incrementar la tecnificación del riego: nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de regadío en la agricultura

## Metodologías para conocer el estado hídrico de las plantas y los consumos hídricos

### POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR



### LA TURGENCIA FOLIAR



### DENDROMETRÍA



### FLUJO DE SAVIA



*La planta como biosensor referencia de la programación del riego*

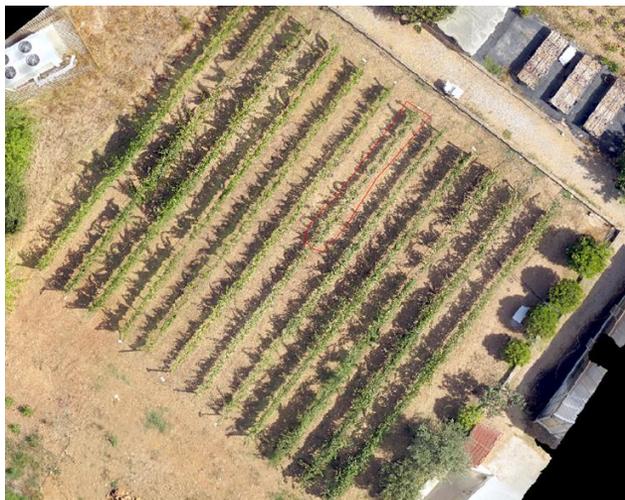


# Incrementar la tecnificación del riego: nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de regadío en la agricultura

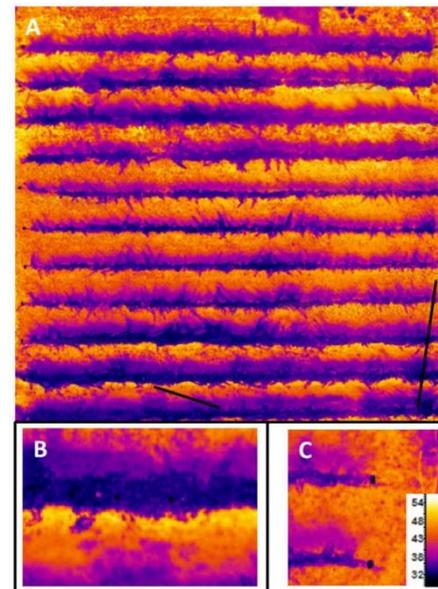
**Sistemas remotos de diagnóstico : satélites, vehículos tripulados, vehículos no tripulados, robótica**



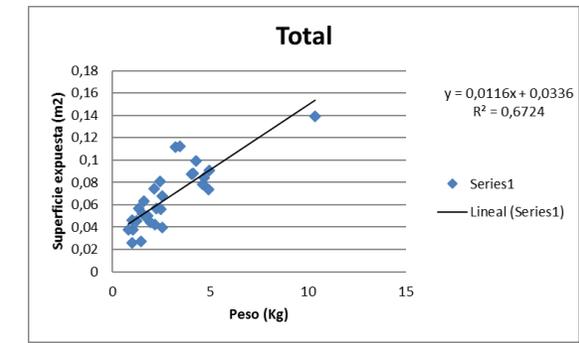
Crecimiento vegetativo



Estatus hídrico



Producción



# *Mejora de la Sostenibilidad de la producción agraria en un marco de CC: vías de mitigación*

## ➤ **Mejorar la eficiencia en el uso del agua**

### *VIAS AGRONÓMICAS*

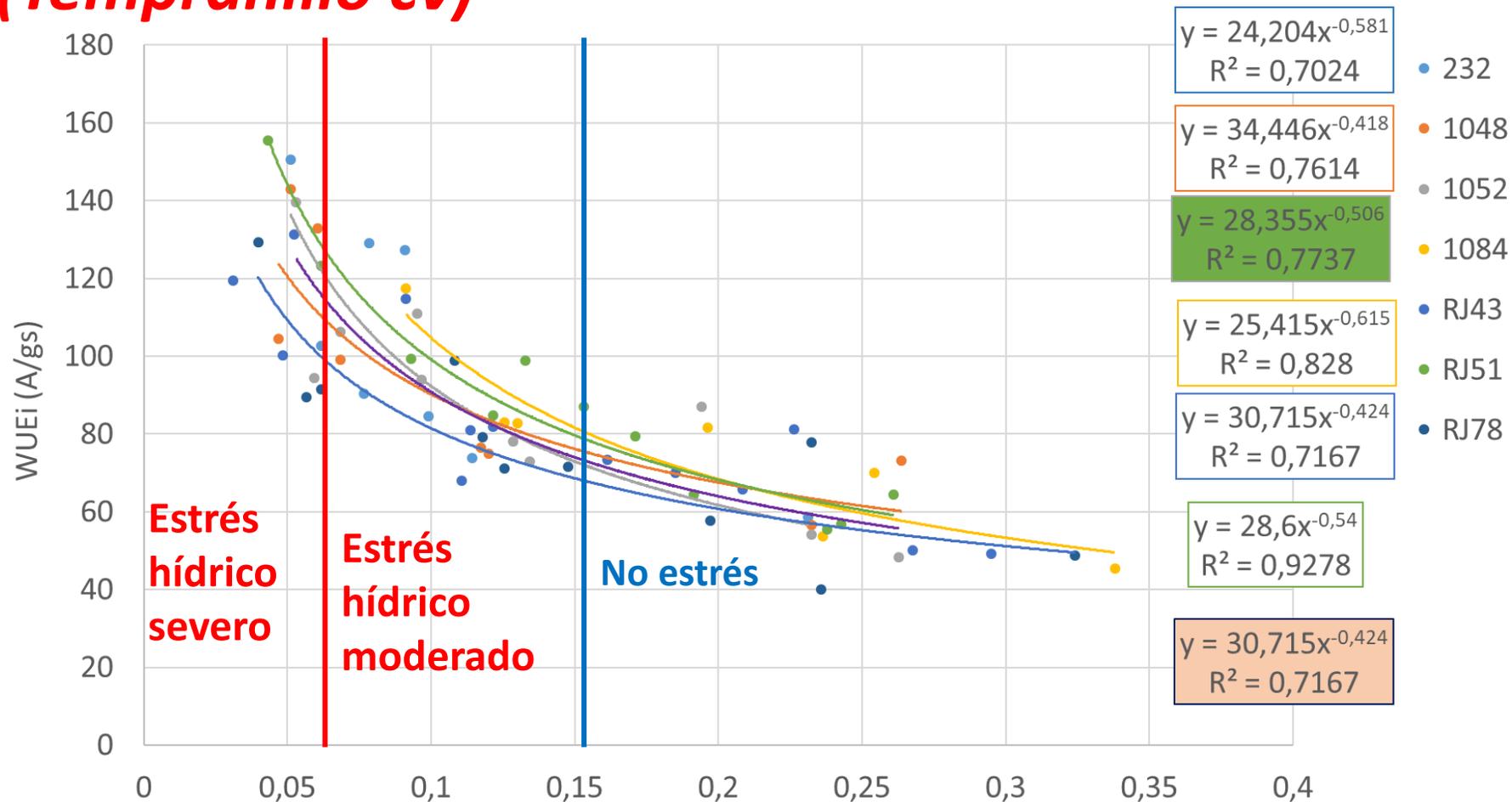
- Sistemas de riego mas eficientes
- Ajustes de los calendarios y dosis de riego ( estrategias de riegos deficitarios)
- Mayor tecnificación del riego

### **VIAS GENÉTICAS**

- Variedades/ clones mejor adaptadas y con mayor capacidad de aclimatación a condiciones limitantes
- Nuevos criterios de selección (EUA)



# Un ejemplo de diversidad genética en respuesta al estrés hídrico: variabilidad intraclonal de la EUA (Tempranillo cv)

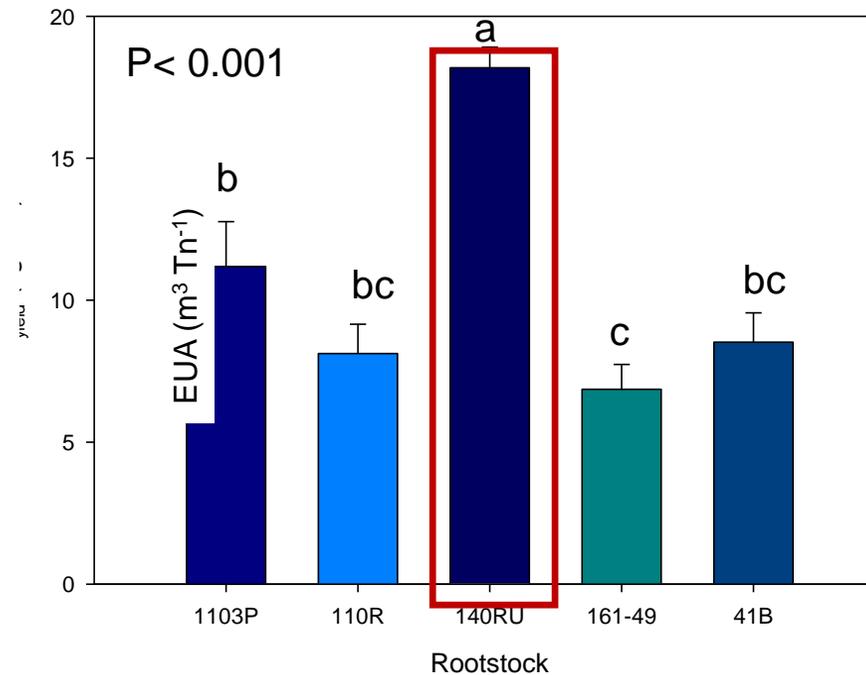
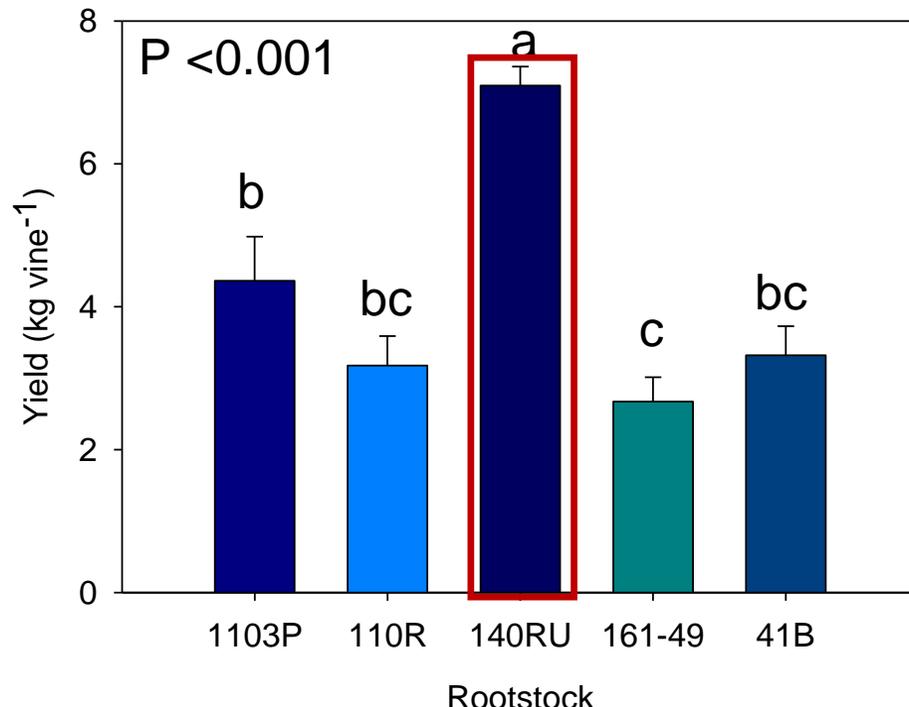
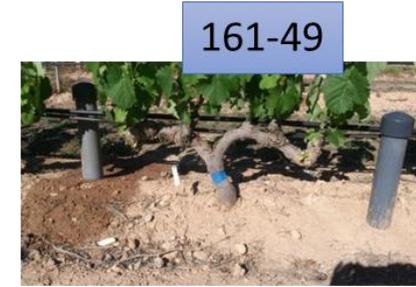
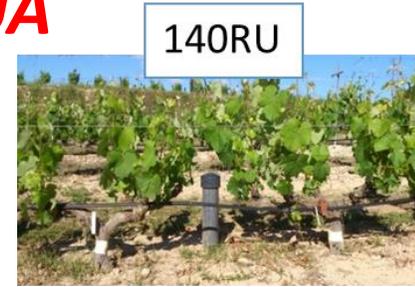


**SE PUEDE CONSEGUIR UNA MEJORA DEL 30% EN LA EUA SELECCIONANDO CLLONES MEJOR ADAPTADOS A LA SEQUÍA**

# Selección genética como vía de mejora de la EUA

## Selección de portainjertos

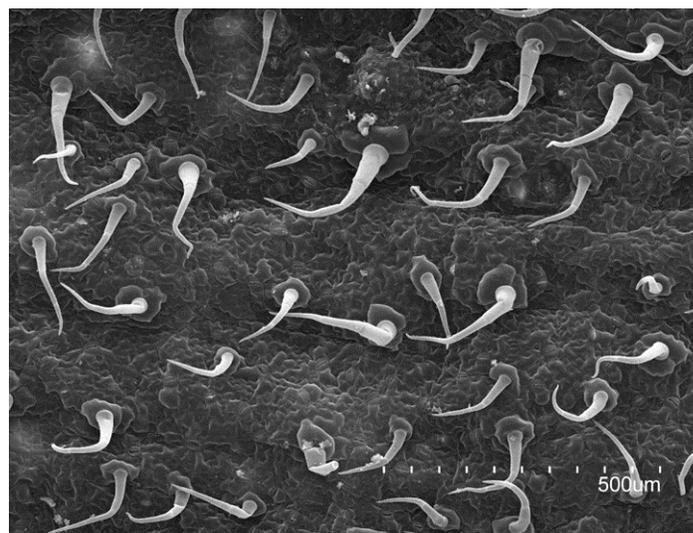
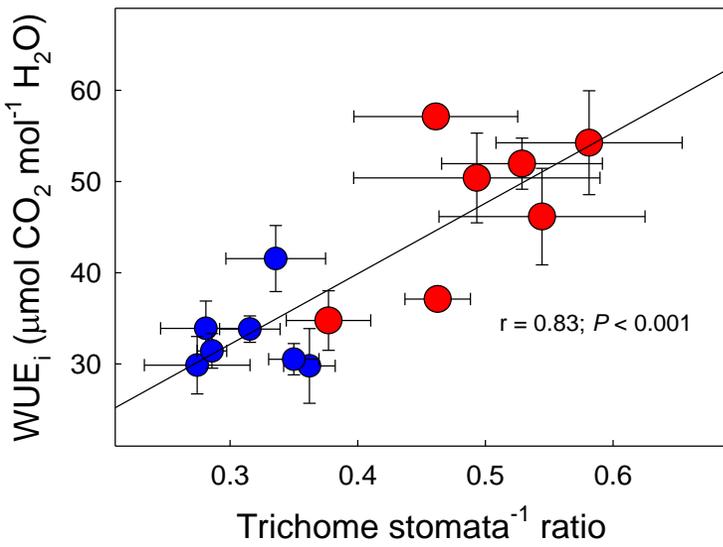
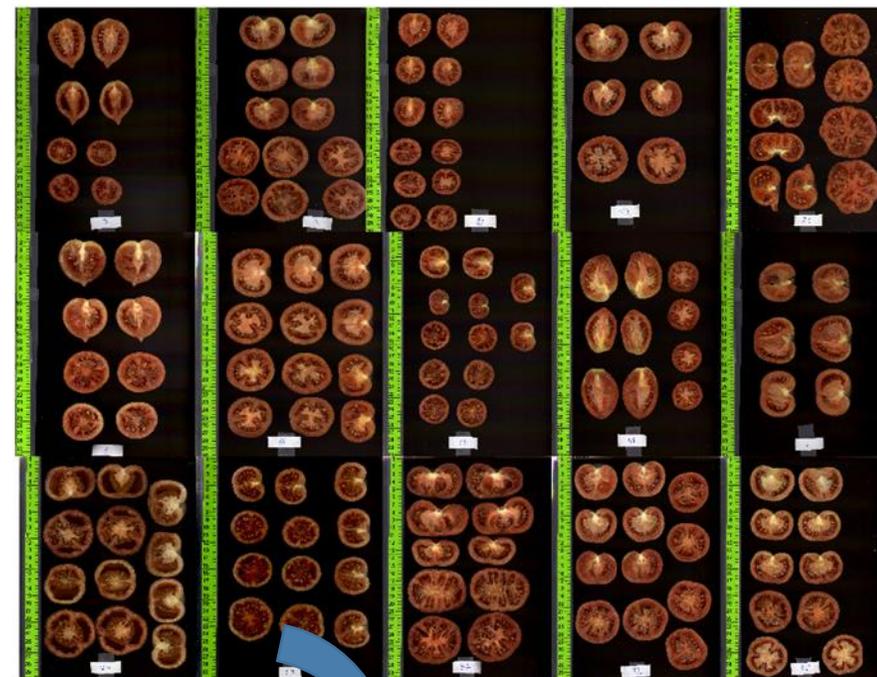
SE PUEDE MEJORAR LA EUA HASTA UN 120%  
UTILIZANDO PORTAINJERTOS MEJOR  
ADAPTADOS A ESTRÉS HÍDRICO



# Otro ejemplo de diversidad genética: el tomate de ramallet



*“Aspectos anatómicos de la hoja pueden condicionar la EUA del cultivo tanto en condiciones de estrés hídrico como en condiciones no estresantes”*



# ***CONCLUSIONES***

Los cambios en el clima observados en los últimos años han provocado una reducción de la productividad de los cultivos debido en gran parte a una reducción de la disponibilidad hídrica y a una pérdida de fertilidad de los suelos.

Las futuras predicciones climáticas, junto con el incremento de población mundial, pueden poner en riesgo el abastecimiento de alimentos. Por tanto, se hace necesario seguir investigando en líneas de mejora genética y en prácticas agronómicas que permitan mejorar la eficiencia en el uso de recursos.

El reto fundamental de futuro se centra en cuantificar de manera precisa los impactos del CC en la agricultura y de establecer las mejores vías de mitigación de dichos impactos a corto y medio plazo.

***Muchas gracias por su atención***

