

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas

Grupo de Sistemas Agrarios

Investigación, Cooperación al desarrollo e Innovación educativa





Jornada Riesgos emergentes en Seguridad Alimentaria: Factores impulsores de los riesgos emergentes

Carlos Gregorio Hernández Díaz-Ambrona
Profesor Dr. Ingeniero Agrónomo
itdUPM-CEIGRAM
carlosgregorio.hernandez@upm.es

Parte II: Factores impulsores de los riesgos emergentes

Cambio climático y recursos agrarios





Louise O. Fresco

@LouiseOFresco

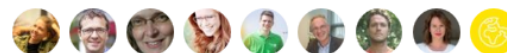
Seguir



#NRC column 7/5: the relationship between #climate, #agriculture & #food is far more complex than just reducing GHG emissions: changes in production zones, productivity & diets will occur & need to be an integral part of implementing the Paris agreement.

7:32 - 9 may. 2018

10 Retweets 12 Me gusta



2



10



12

Sumario

- Contexto
- Cambio climático
- Factores de riesgo

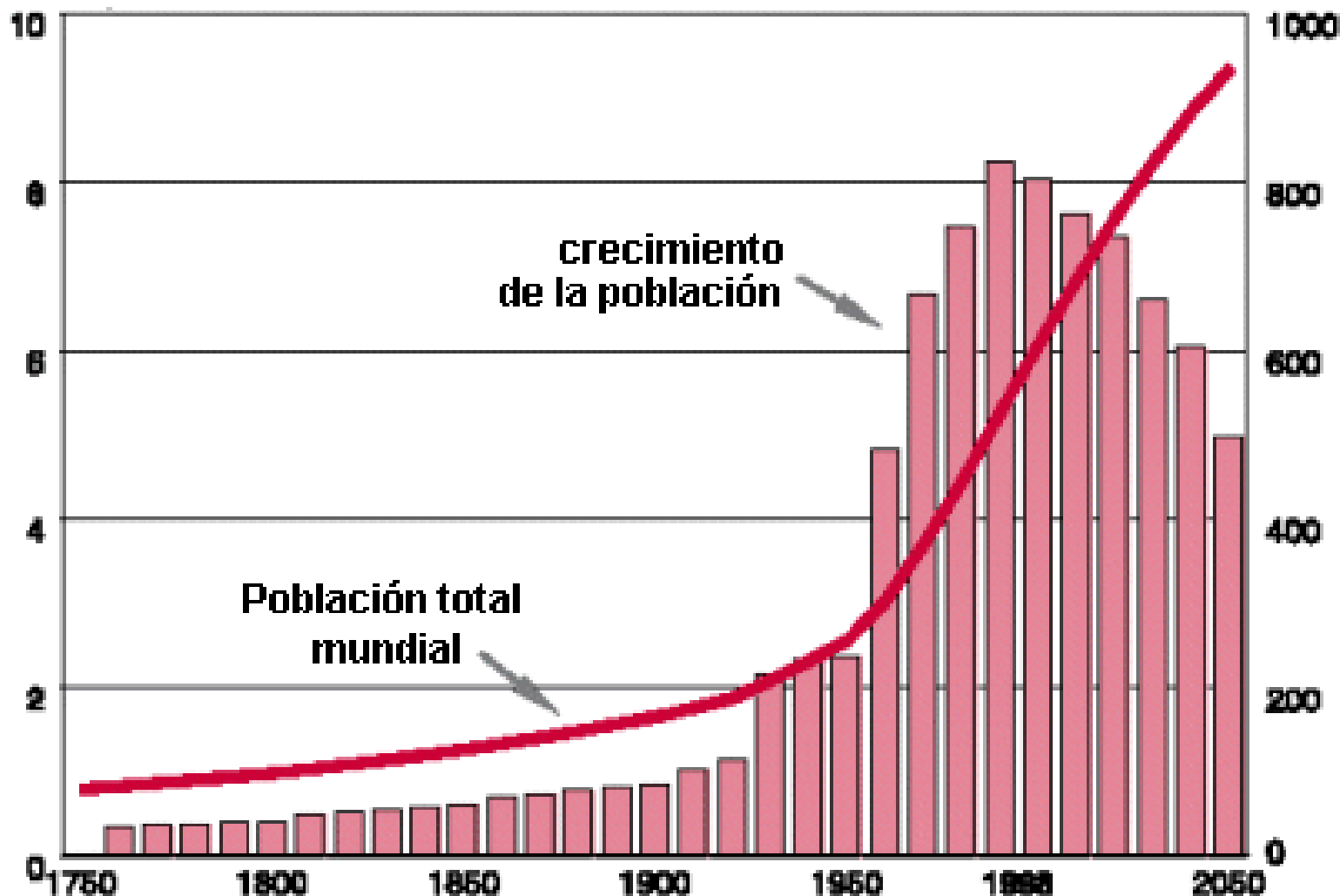


Contexto



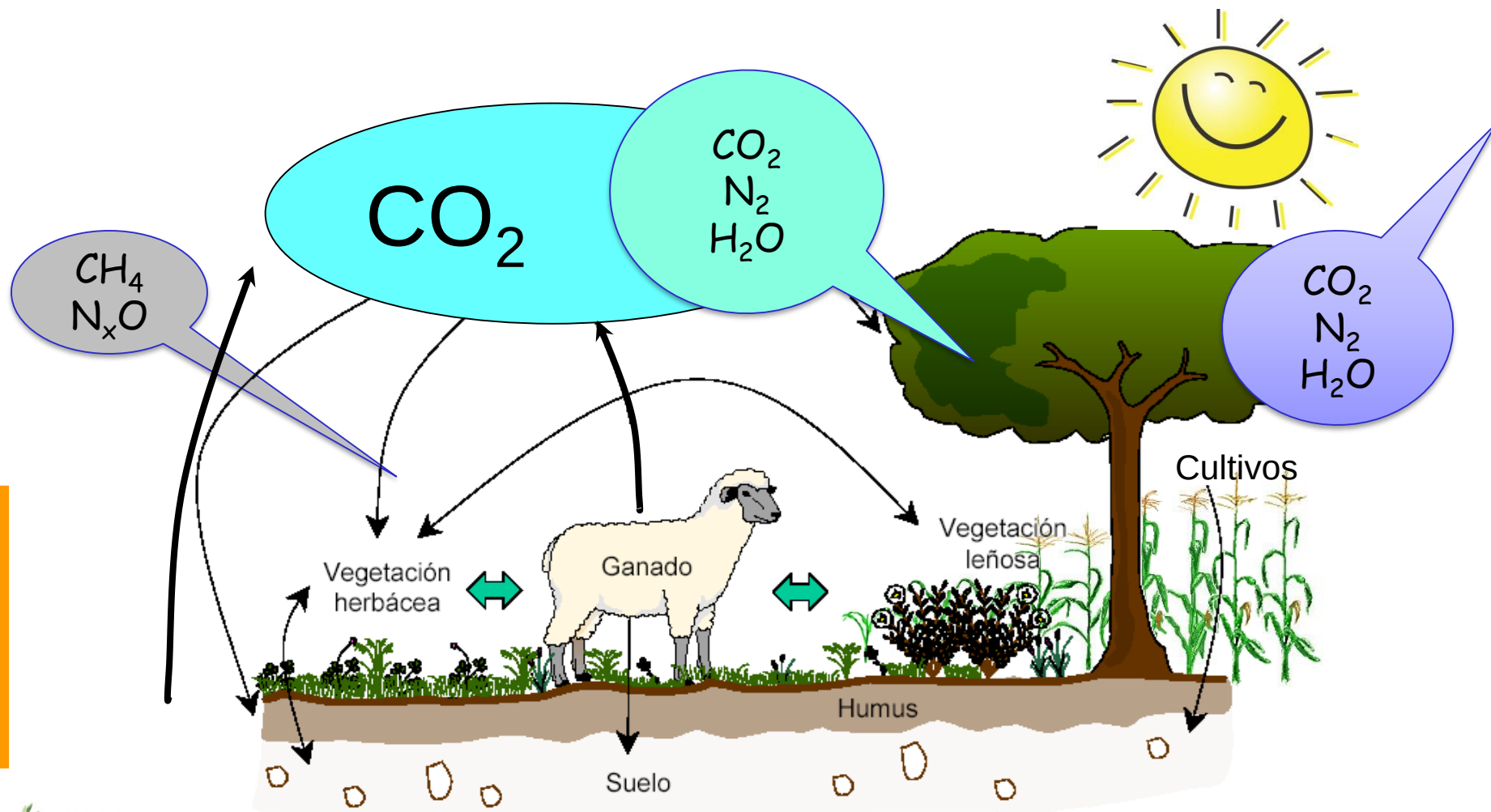
Población en
miles de millones

Crecimiento
en millones



10.000 Millones de personas

Ciclo del carbono, ciclo de la vida



Cultivos dependen de la meteorología

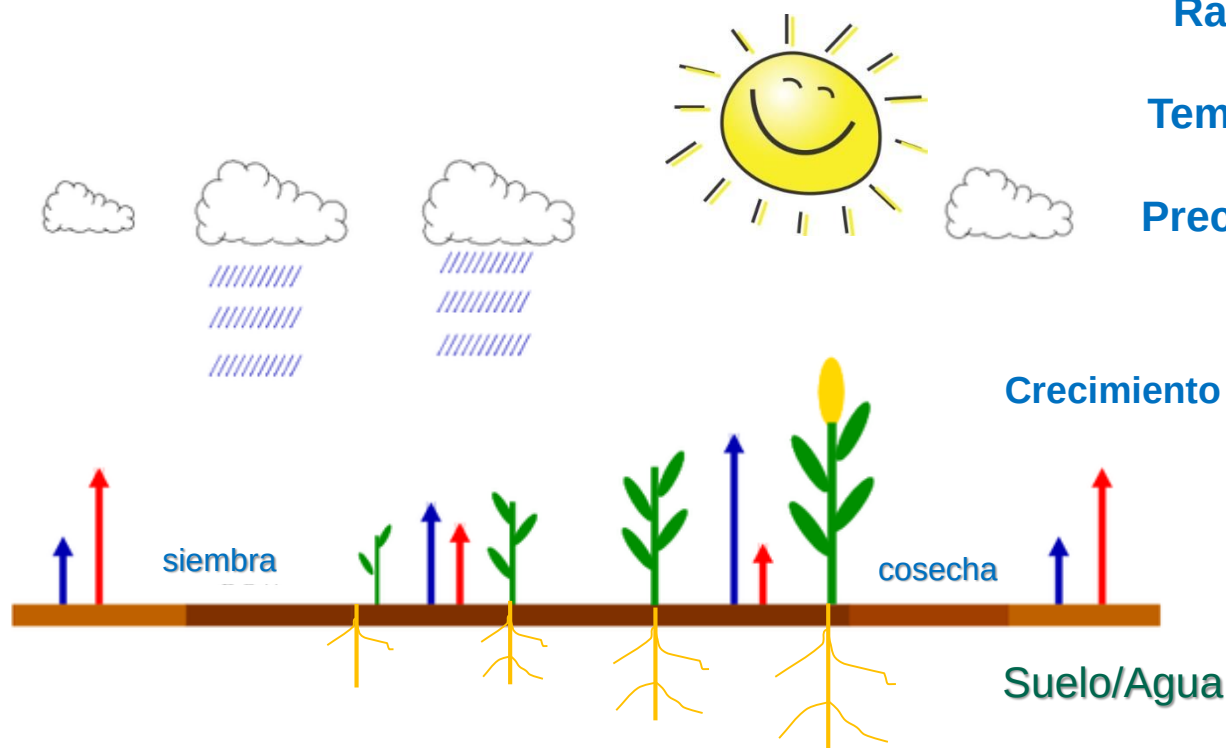
Ambiente

Radiación

Temperatura

Precipitación

Cultivo



Desarrollo fenológico



"Identificar los principales desafíos que el cambio climático plantea a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en la región en el marco de la Agenda de los ODS"



AECID (Bolivia, 2018)

Objetivos de desarrollo sostenible



“tomar acciones urgentes para combatir el **cambio climático** y sus impactos”

Acuerdo histórico sobre el cambio climático en París

195 naciones marcan la trayectoria para mantener el calentamiento muy por debajo de los 2°C

La agricultura como

fuelle y sumidero

de gases efecto invernadero



Grandes números

Estable:

Superficie arable mundial	1.500 Mha
Uso consultivo del agua	70%
Consumo energético total	<6%

Aumentará:

Productividad
Fertilizantes
Agroquímicos

Disminuirá:

Población agraria 2000 M personas	50%
-----------------------------------	-----

Cambio climático



Conceptos

El tiempo es el estado de la atmósfera en escalas inmediatas de tiempo y que se experimenta en la realidad

El clima es el promedio del llamado “tiempo meteorológico” durante un periodo de al menos 30 años

La variabilidad climática se entiende como la desviación con respecto al promedio del clima (“anomalías”)

El tiempo en la península Ibérica

Según las series de datos disponibles (últimos 50 años):



- Incremento de la **Radiación solar** desde 1980s
- Incremento de la **Temperatura** (ca. $+0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ /década) desde 1960s, más fuerte en los meses de verano
- Tm global se ha incrementado 0.85°C (entre 0.65 y $1.06\text{ }^{\circ}\text{C}$) a lo largo de 1880 a 2012 - Informe de Síntesis del V Informe de Evaluación del IPCC (SYR: AR5)
- Disminución de la **Humedad relativa** (-5% entre 1961 y 2011), sin cambios en la humedad absoluta
- No hay cambios significativos en la velocidad del viento en superficie

El tiempo en la península Ibérica

Según las series de datos disponibles (últimos 50 años):

Precipitación



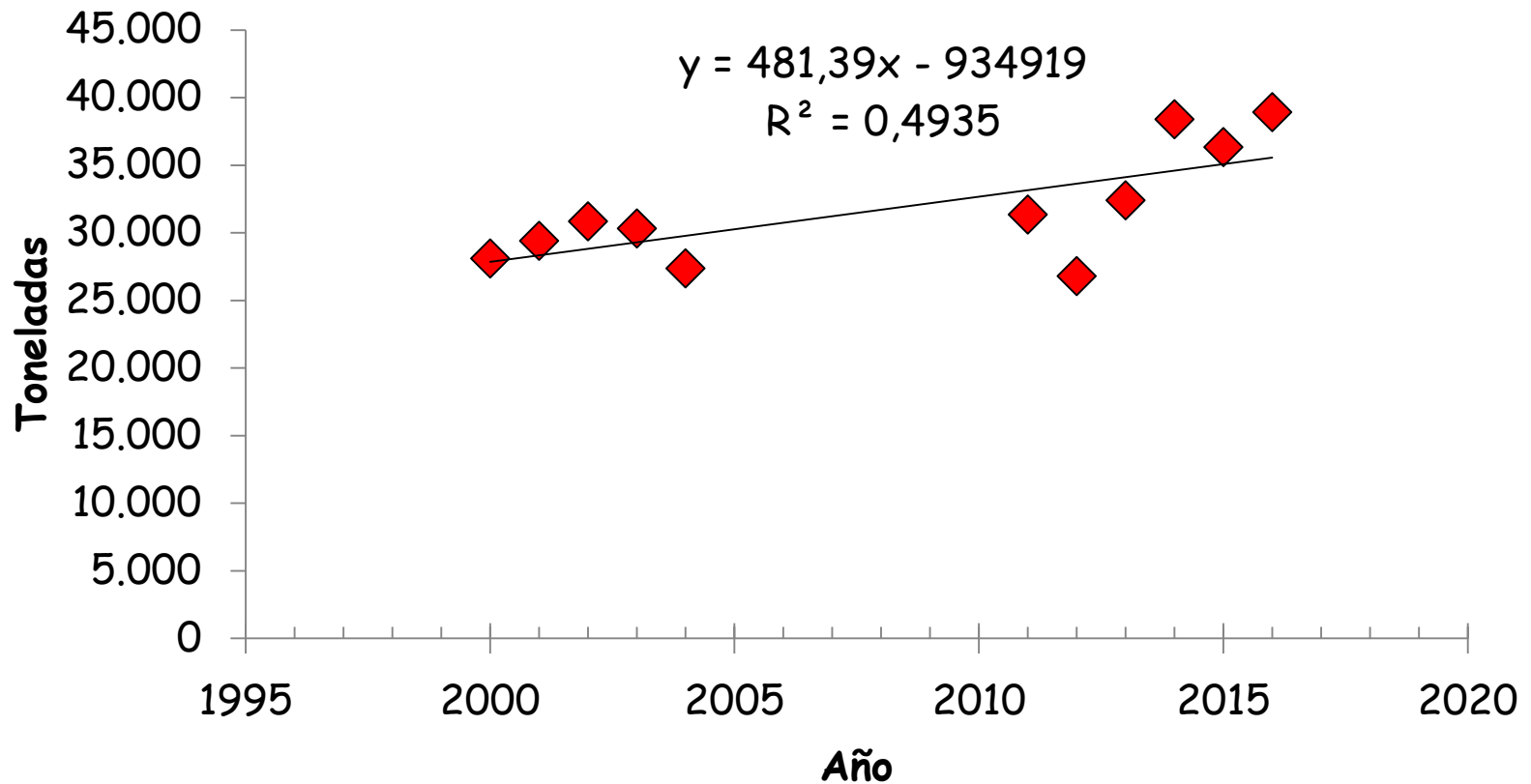
- **Precipitación media** ha descendido ligeramente
- Existe **variabilidad espacial y estacional** en las tendencias de precipitación, relacionada probablemente con cambios en la teleconexiones y la influencia del ENSO;
- La **Evapotranspiración (ET_o)** se ha incrementado en 24.4 mm /década, más en el verano.

El tiempo en la península Ibérica

En general un escenario **más cálido y ¿seco?**

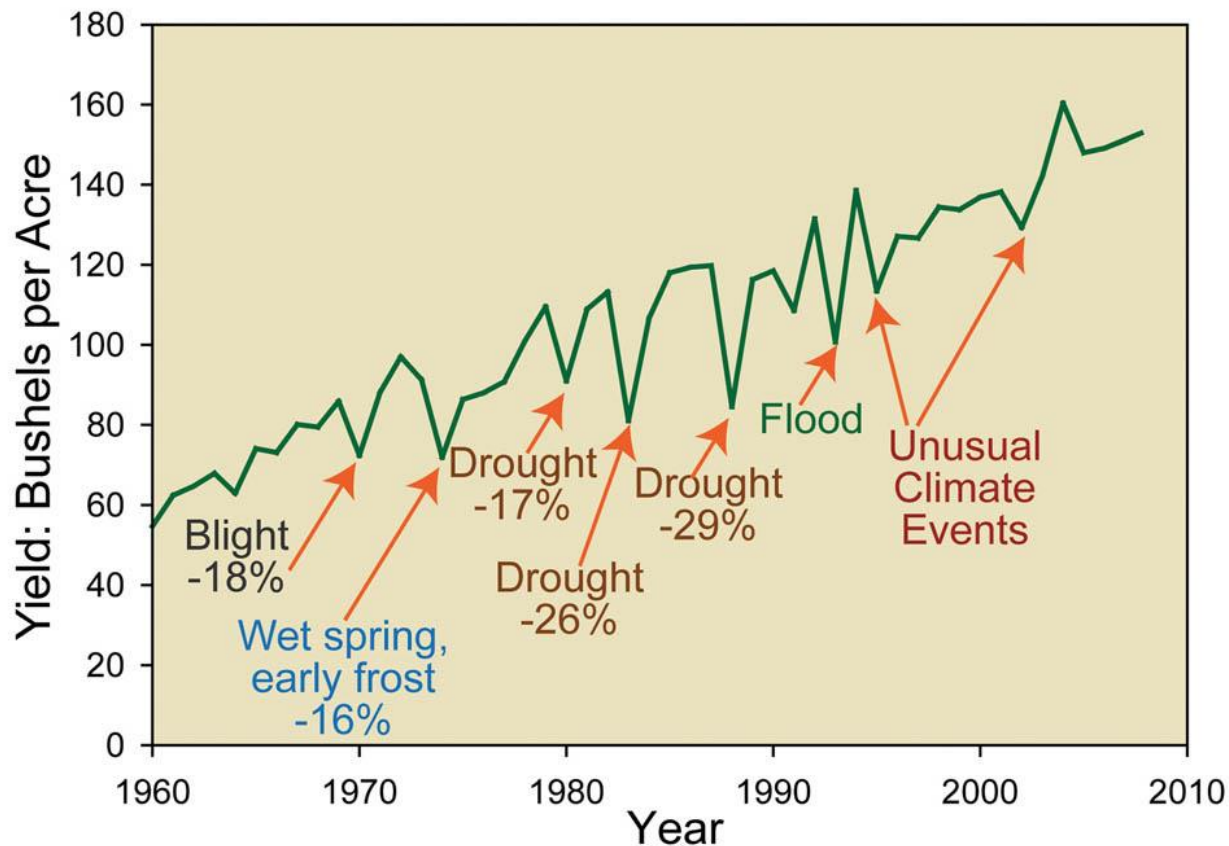


Consumo fungicidas en España



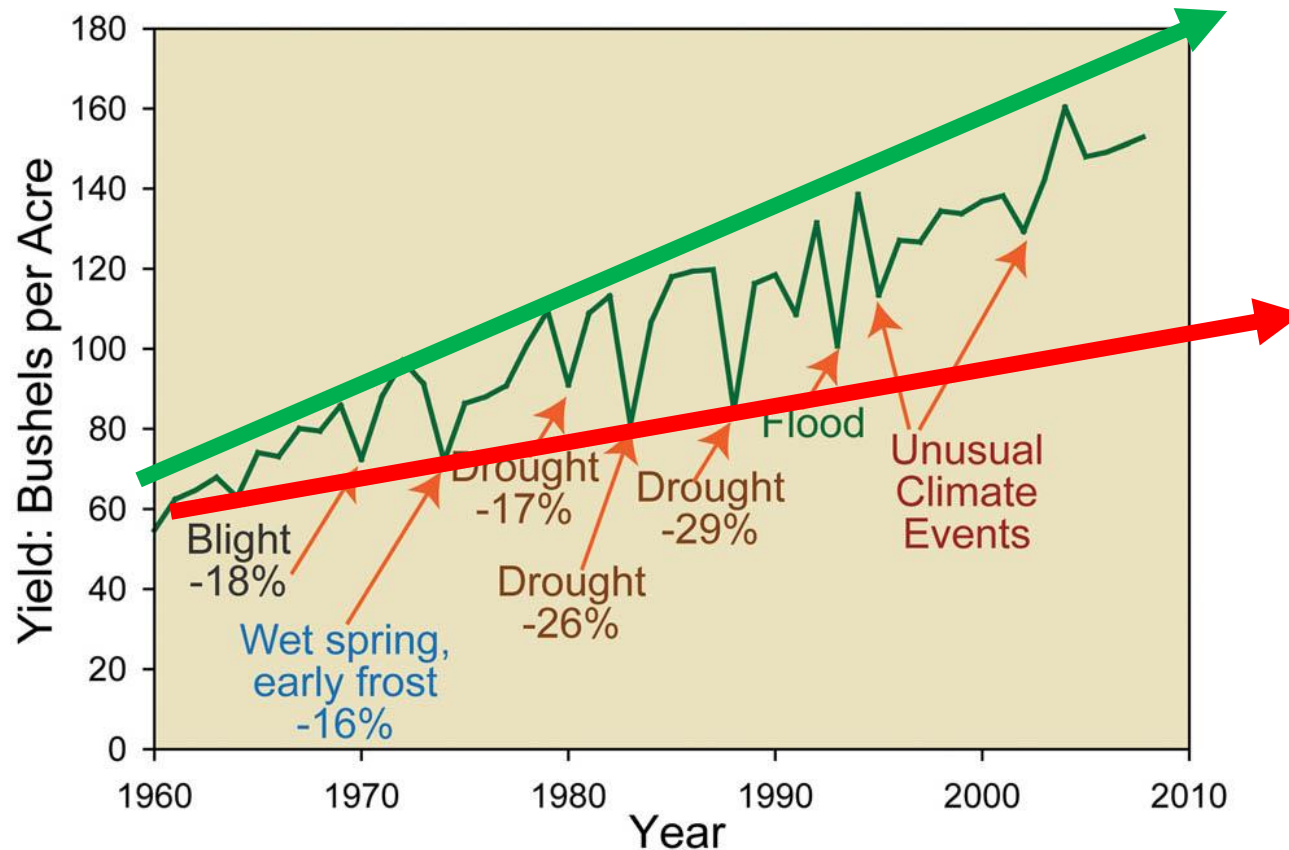
Elaboración propia con datos MAPA, 2018

EPA (USA): Climate Impacts on Agriculture and Food Supply (Maize)



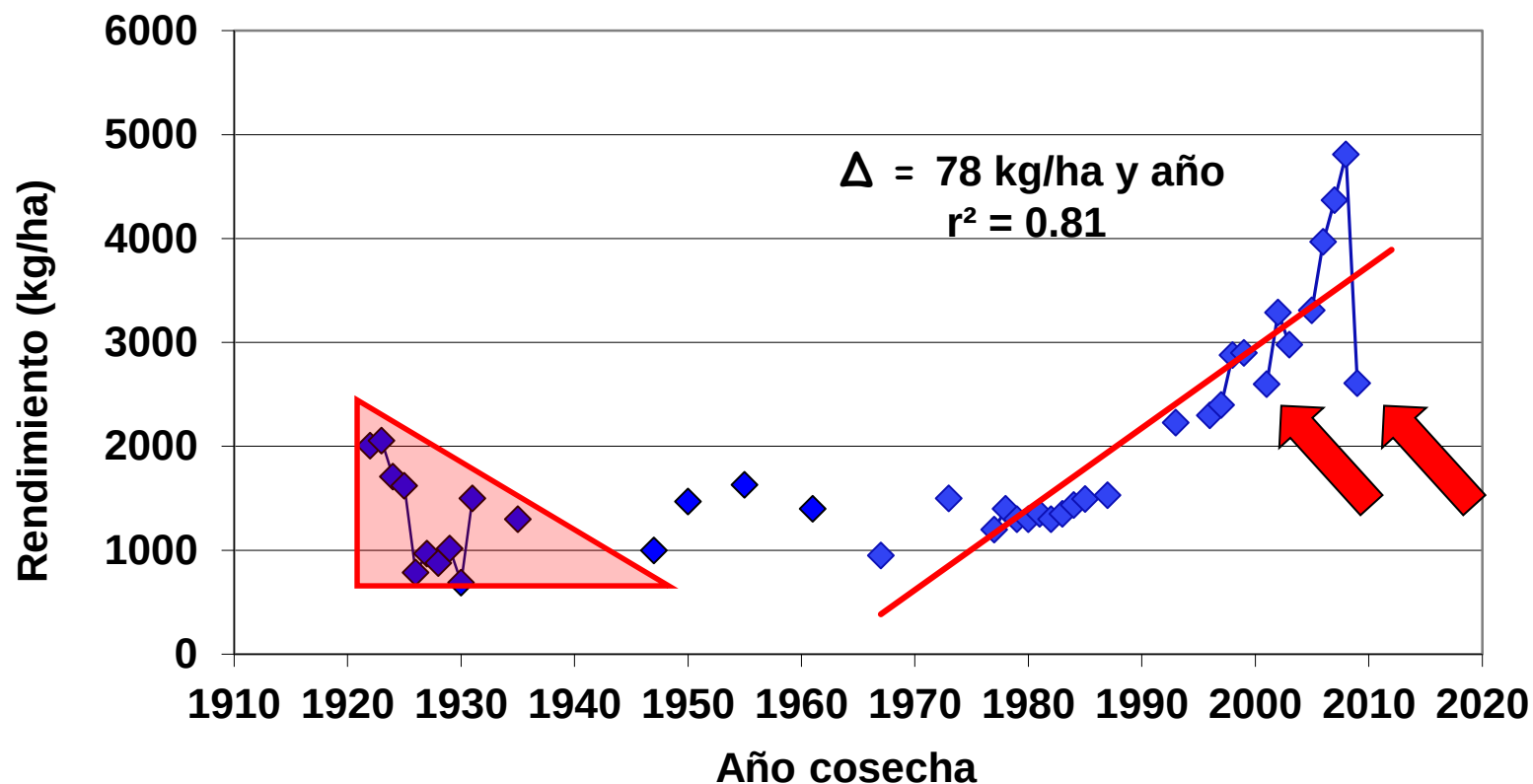
[USGCRP \(2009\)](#)

EPA (USA): Climate Impacts on Agriculture and Food Supply (Maize)



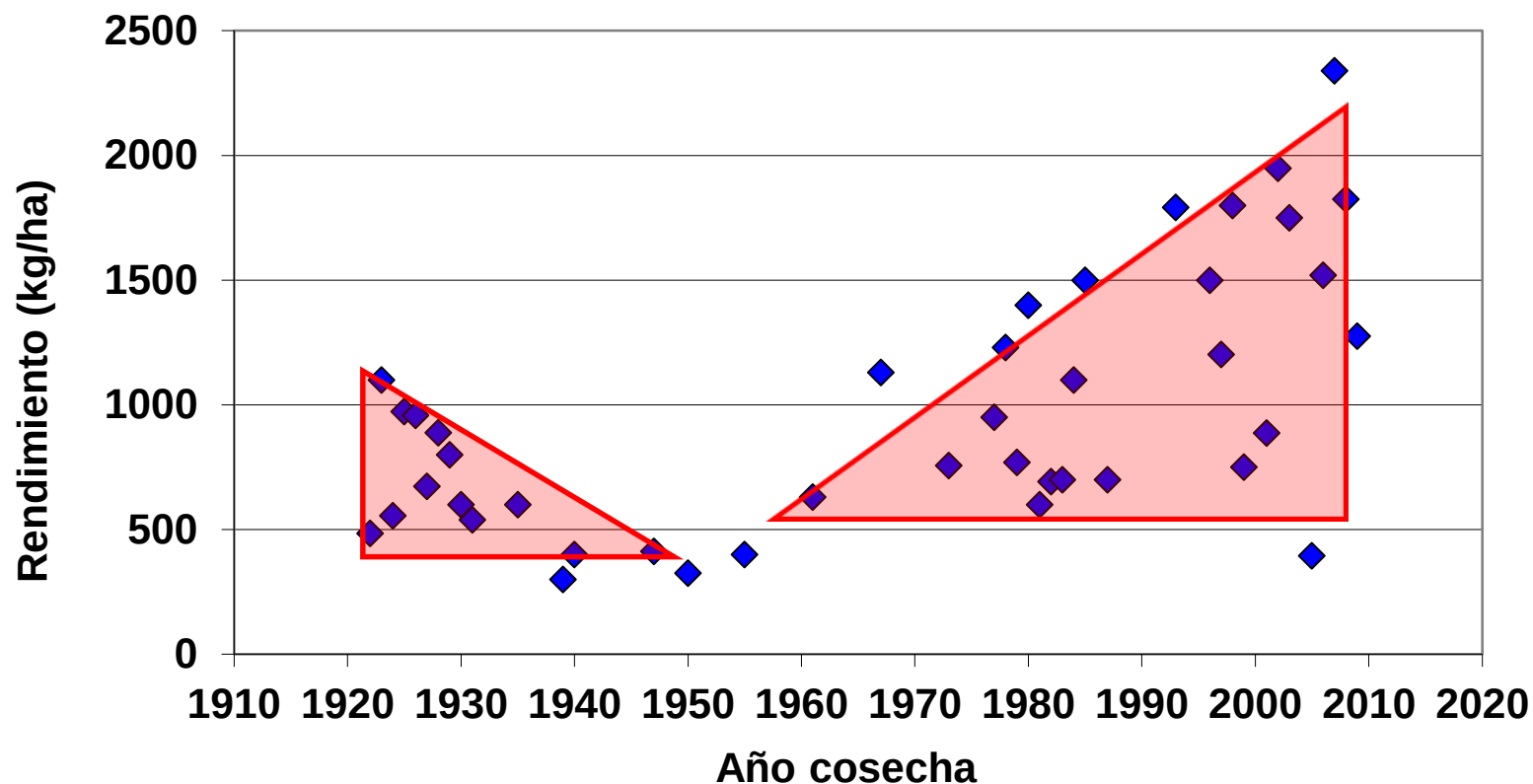
[USGCRP \(2009\)](#)

Evolución rendimientos TRIGO en **secano** en Lugo (1922-2009)

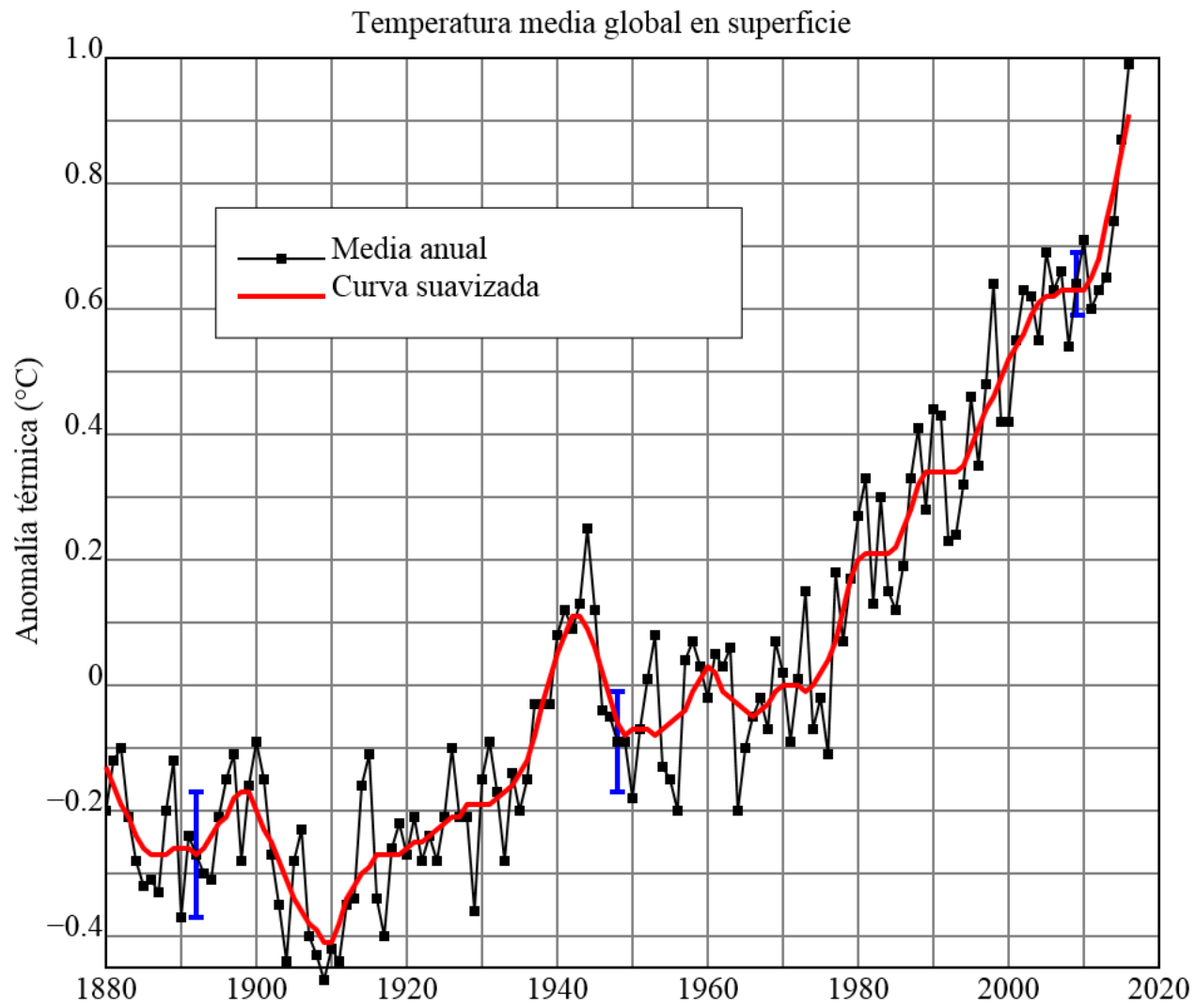


Fuente: MAPA, 2012

Evolución rendimientos TRIGO en **secano** en Albacete (1922-2009)



Fuente: MAPA, 2012



Fuente: NASA GISS (2018)

El clima en la península Ibérica

Amplia variedad de tipos/subtipos climáticos:

- Clima mediterráneo
- Clima atlántico y hasta 2000 mm de precipitación y ambientes alpinos fríos
- Subtipos semiáridos con déficit hídrico severo

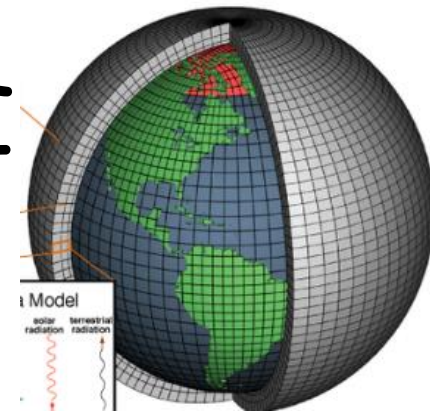
Diversidad es consecuencia de:

- naturaleza peninsular: rodeada de masas de agua -océano atlántico y mar mediterráneo
- limitando con las regiones subtropicales
- compleja topografía y cadenas montañosas

Variabilidad climática en la península Ibérica

- El patrón de variabilidad fundamental es la **Oscilación del Atlántico Norte (NAO)**, oscilación multidecadal (BF) y predomina en todas las escalas temporales.
- Además existe el impacto a través de **teleconexiones del Niño-La Niña (ENSO) (AF)** - interanuales
- Esto implica una **heterogeneidad/variabilidad** en los balances y transferencias de energía y de agua, y otros intercambios con la atmósfera
- A estos forzamientos se suma el **calentamiento global**

Clima y proyecciones en la PI



Modelos de clima

- GCM: modelos globales de circulación
- RCM: modelos regionales [GCM + (downscaling estadístico o dinámico con RCM)]

4 "Trayectorias de Concentración Representativas" RCPs (CO₂)

RCP2.6, RCP4.5; RCP6; and RCP8.5,

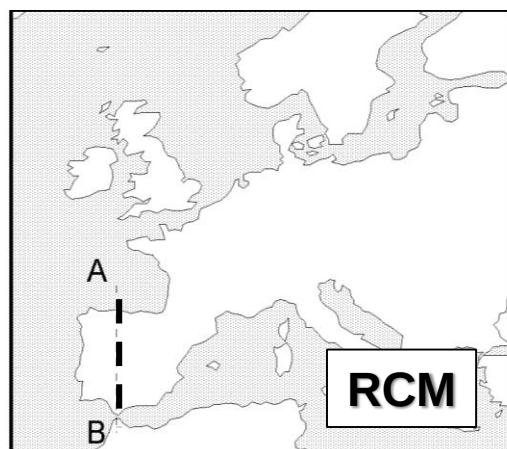
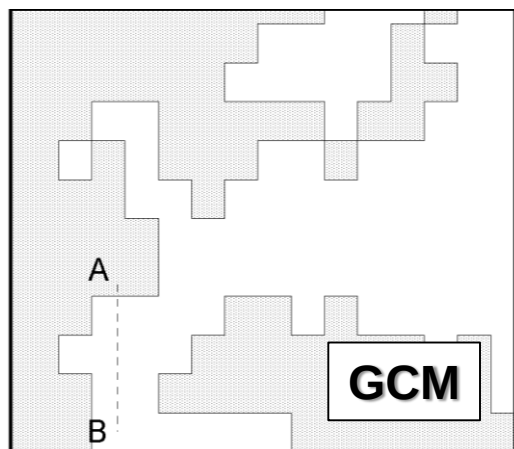
forzamiento radiativo al que se llegaría en 2100:

+2.6, +4.5, +6.0, y +8.5 W/m²

• Limitaciones, incertidumbres

- no inclusión de PDO y AMO (océanos), ENSO

Resolución GCM vs RCM



La resolución de los modelos de clima se está incrementando:

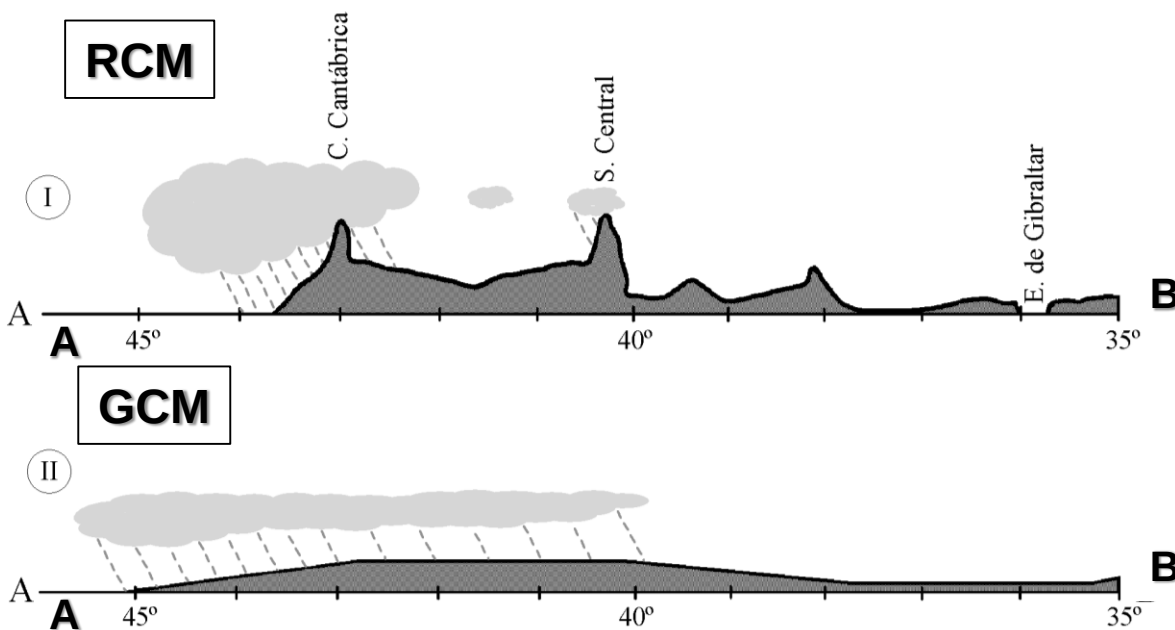
Tamaño de rejillas o celdas en

GCM: de 250km a ~ 100 km
(1.25° x 0.8°)

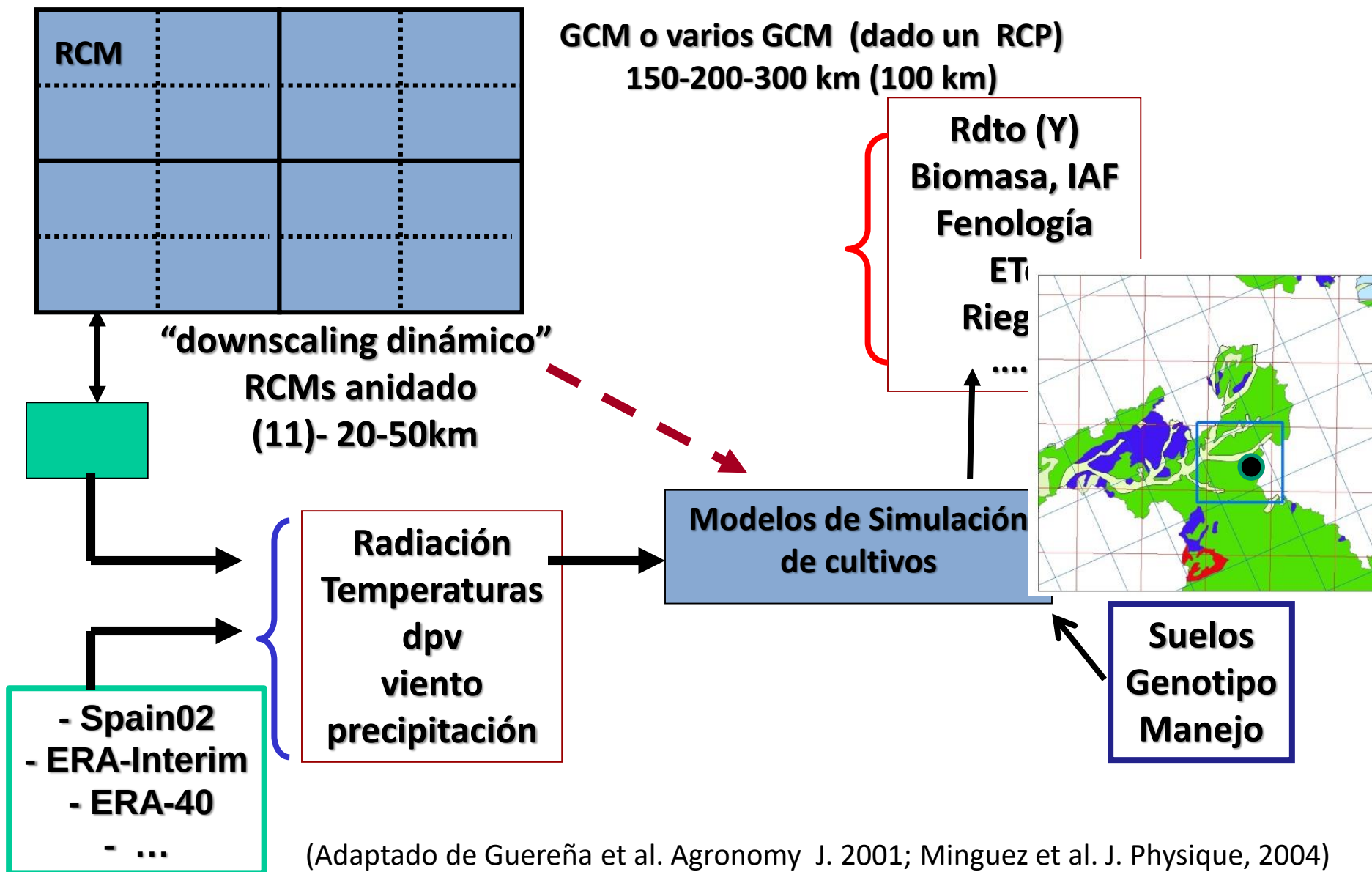
CMIP5

RCM: de 50 km a ~ 12 km
de ENSEMBLES a

CORDEX
(Fundación para la Investigación del Clima)



Las interacciones clima-cultivo no son lineales



Proyecciones 2021-2050/1971-2000

16(GCM+RCM) RCP 8.5

Mayores temperaturas:

Incrementos en invierno: de 0.6 a **1.4 °C** (mayor probabilidad)

Incrementos en verano: de 1.1 a **2.4 °C**

Precipitación: tendencia a disminuir

mayores incertidumbres en relación a cantidad y distribución; episodios de mayor intensidad

Variación en invierno: entre -6 a +2%

Variación en primavera: entre **-22 a -5%**

Variación en verano: entre -30 a 0%

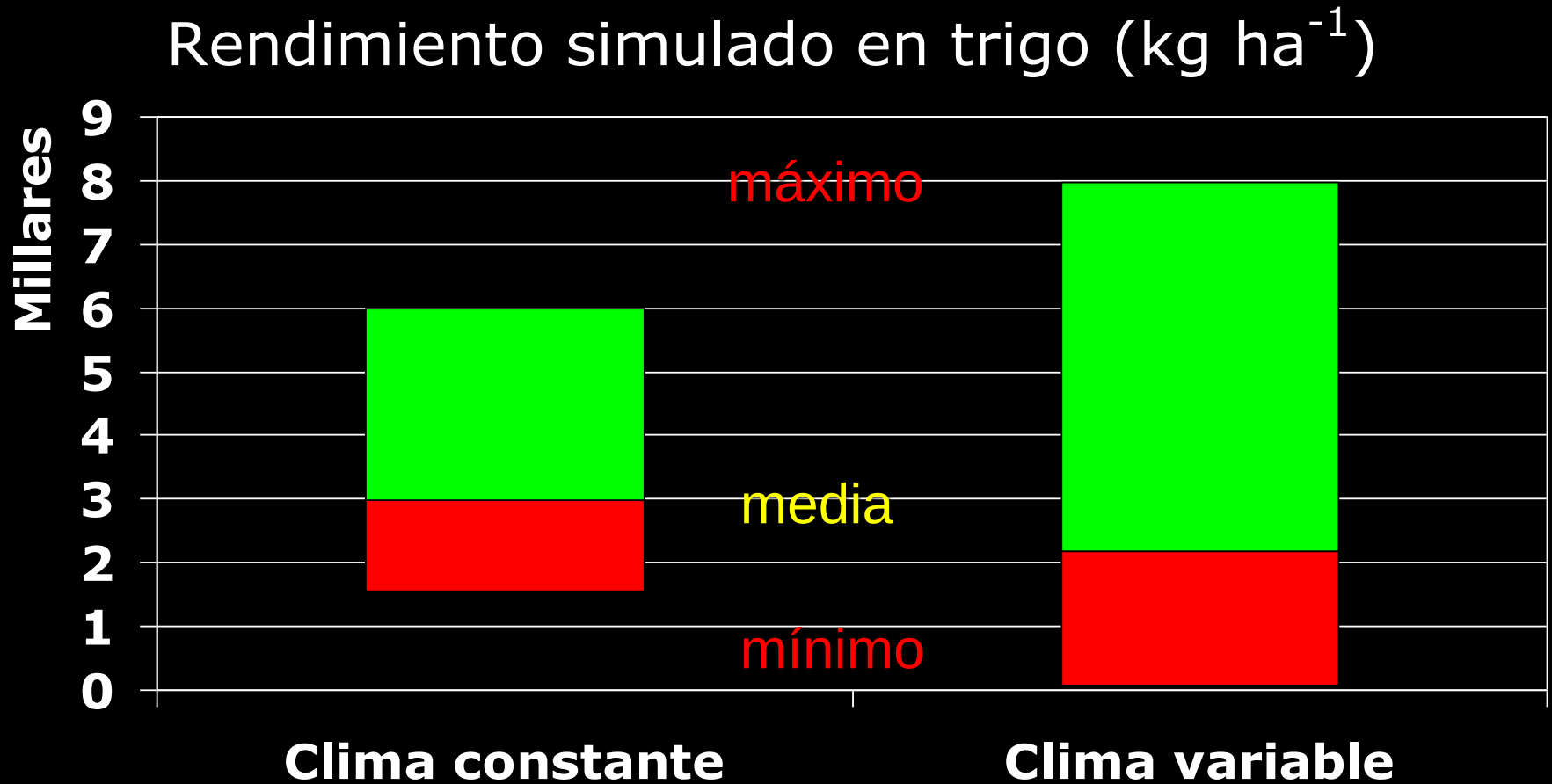
Variación en otoño: entre **-16 a +7%**

Mayor variación interanual y variabilidad climática-fenómenos extremos

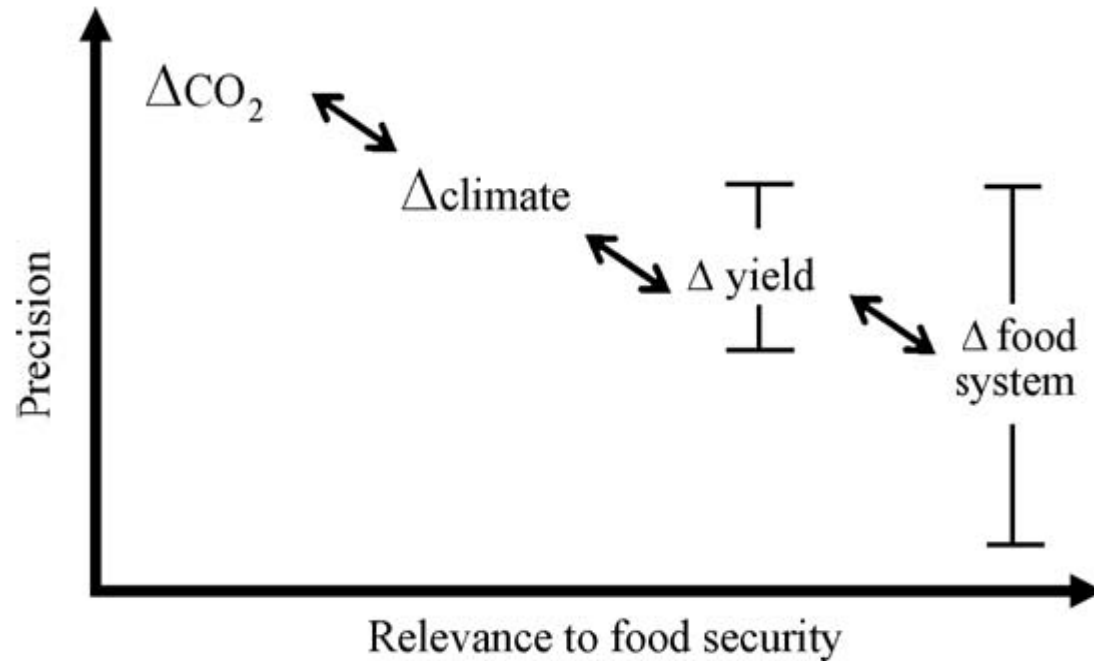
Es difícil de predecir el efecto del
incremento del CO_2 y la
temperatura en los cultivos

creamos escenarios
para evaluar el riesgo

efecto del clima en la producción



Incertidumbres en la cadena de evaluación de impactos



Contextualizar la situación en relación a la seguridad alimentaria

(Challinor, 2009)

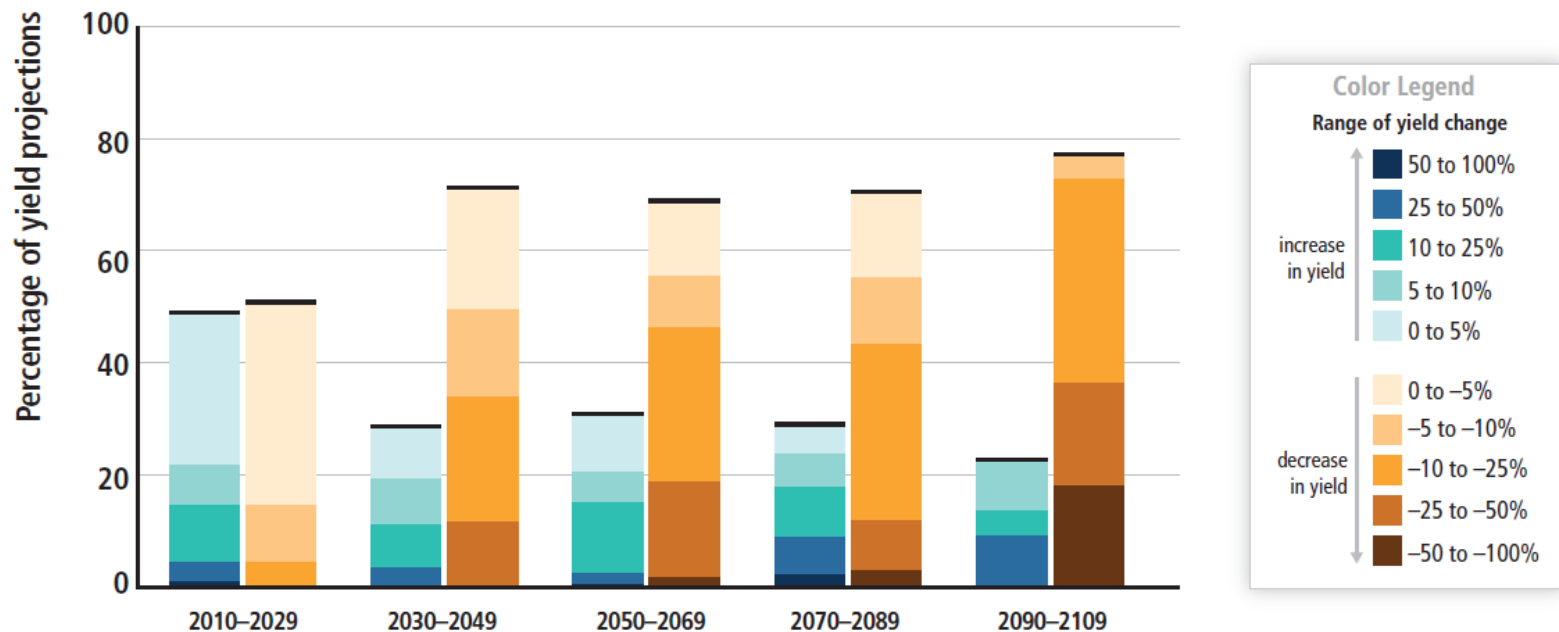
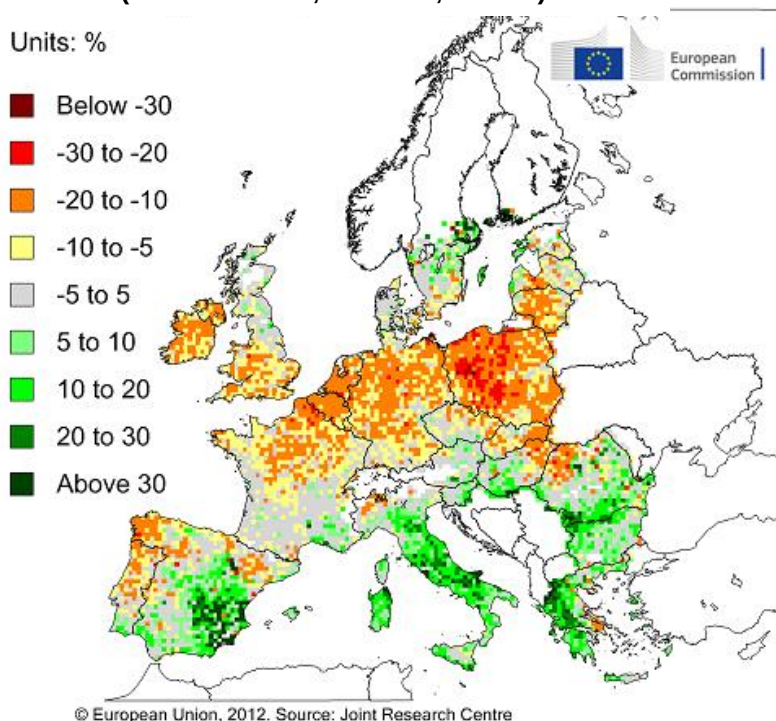


Figure 1. Summary of projected changes in crop yields, due to climate change over the 21st century. The figure includes projections for different emission scenarios, for tropical and temperate regions, and for adaptation and no-adaptation cases combined. Relatively few studies have considered impacts on cropping systems for scenarios where global mean temperatures increase by 4°C or more. For five timeframes in the near term and long term, data (n=1090) are plotted in the 20-year period on the horizontal axis that includes the midpoint of each future projection period. Changes in crop yields are relative to late-20th-century levels. Data for each timeframe sum to 100%. For the latter part of the century positive projections only occur in temperate sites. From Porter *et al.*, 2014.

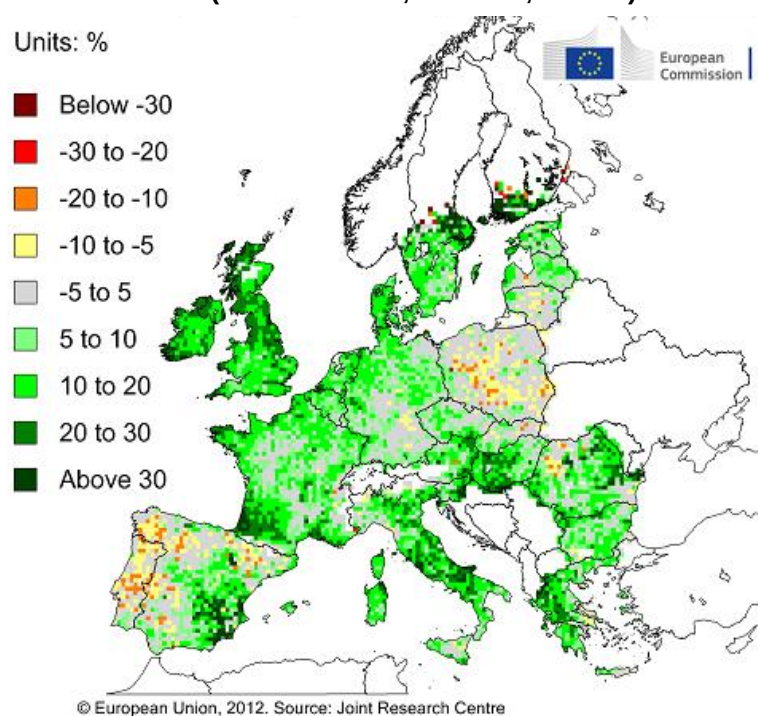
Impactos (ADEMAC) y estrategias de adaptación (PESETA) en EU

TRIGO

Diferencias en % de rendimientos de trigo
limitados por agua
(escenario A1B, HadCM3, al 2030)



Diferencias en % de rendimientos de trigo limitados por agua
contando con medida de **adaptacion**
(escenario A1B, HadCM3, al 2030)



Adaptaciones y mitigación en la PI

Cuestiones transversales:

- La "incertidumbre" no puede implicar inacción
- **Necesitamos mejorar las predicciones por estaciones**
- Utilizar la **experiencia de los años extremos** (inc. 2007-2008)

Se deben minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (CH_4 ; NO_x ; CO_2) y de NH_3 diferenciando el origen: fósil vs. vegetación

Adaptaciones/mitigación

Adaptaciones autónomas

- **Cambios en ciclo y fenología** de cultivos herbáceos anuales; escape a las heladas en floración y al calor en llenado de grano. Flexibilidad: "dynamic farming- CSA: Climate Smart Agriculture"

Cultivos flexibles: forrajeros, de raíz o tubérculos. Papel de la ganadería extensiva - ovino

- **Cultivos leñosos:** variedades/plantaciones con menores necesidades de frío y de riego; sistemas de conducción más apropiados; riegos deficitarios controlados; mallas umbráculo y antigranizo; protección contra heladas etc.

Adaptaciones/mitigación

Adaptaciones autónomas

- **Monitorización de cultivos:** uso de recursos - en un contexto de intensificación de las producciones y competencia
- **Desplazamiento de los sistemas agrícolas/agrarios**
En altitud y en latitud



Cultivo de cereales

6 Mha España (30%)
600 Mha Mundo (40%)



Desplazamientos de los sistemas agrarios

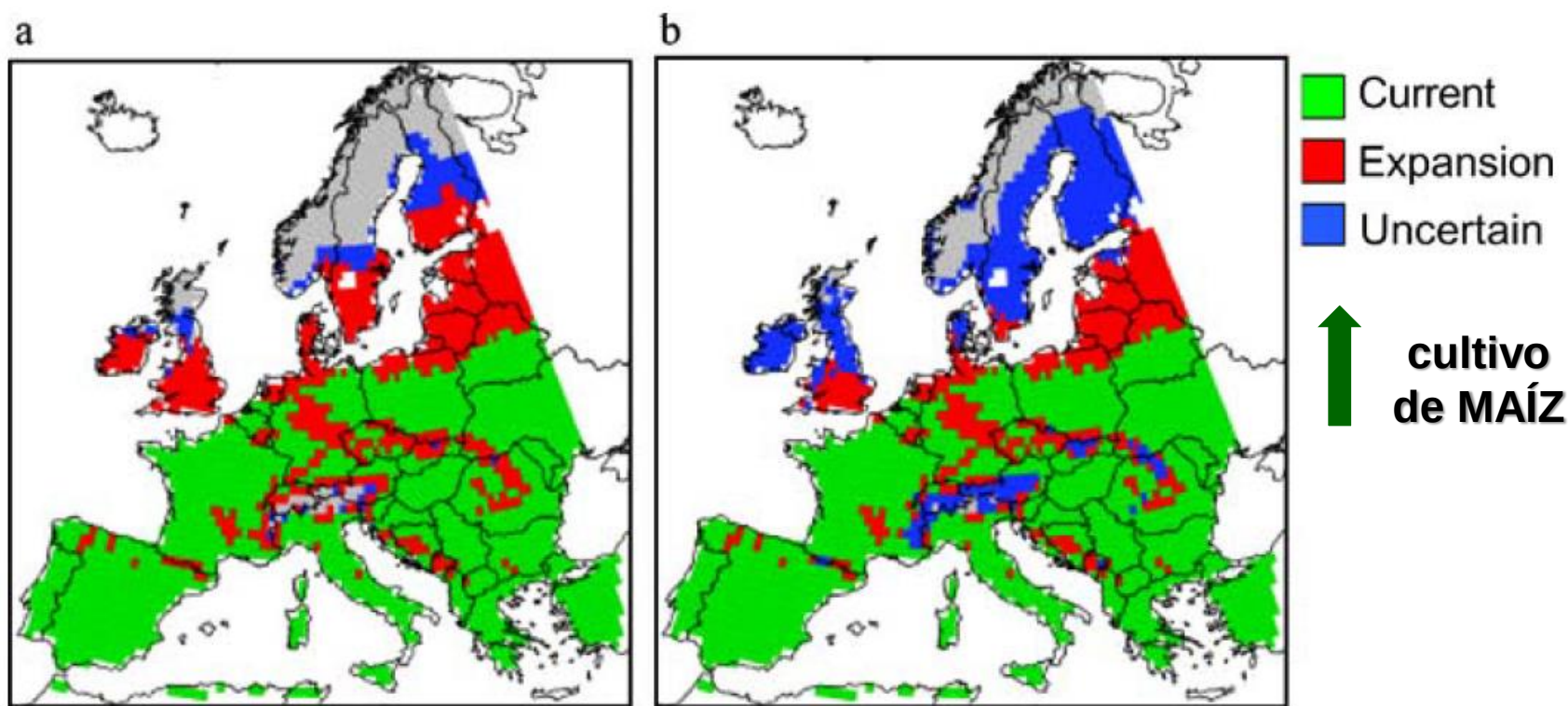


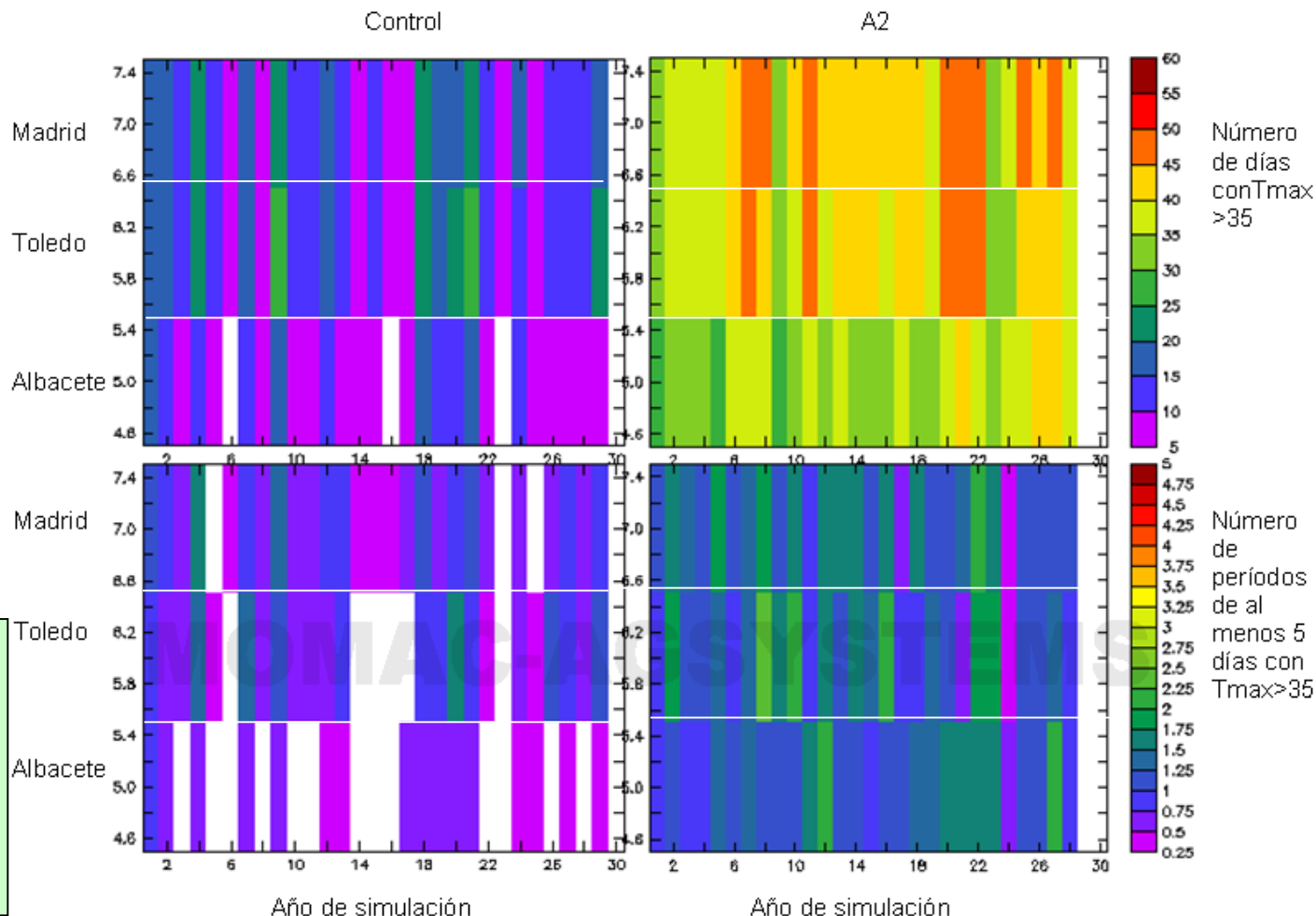
Fig. 4 Modelled suitability for grain maize cultivation during the baseline (1961–1990) and future (2071–2100) periods for: **a** 7 RCM scenarios driven by HadAM3H for the A2 emissions scenario and **b** 24 scenarios from 6 GCMs for each of the A1FI, A2, B1 and B2 emissions scenarios. *Green areas* show the suitable area for the baseline, *red* depicts the expansion common under all scenarios and *blue* the uncertainty range of the respective scenario group. *Grey areas* are unsuitable under all scenarios

(Olesen et al., 2007)

MAÍZ

Impacto de temperaturas extremas (>35 °C) en floración-madurez

- Media y variabilidad
- Extremos
- Efecto CO₂



Maíz. Número de eventos de Tmax>35°C (arriba) y Tmax>35°C durante 5 días seguidos o más (abajo) para los escenarios control (izqda.) y A2 (dcha.), para los periodos desde 15 días antes de floración hasta madurez fisiológica simulados en Albacete (banda inferior), Toledo (banda central) y Madrid (banda superior). Media a partir de 10 RCMs.

Ruiz-Ramos M, Gallardo C, Sánchez E y Mínguez MI, 2009. Eventos extremos-Maíz. En: Ruiz-Ramos M y Mínguez MI, AGROCLIMA-SSP v.1.0. Herramienta de Ayuda a la Toma de Decisiones Políticas (Scientific Support to Policies) sobre los Impactos y Adaptaciones al Cambio Climático en los Sistemas Agrícolas de la Zona Centro. UCLM-UPM, España.

Malas hierbas

“La variación de la condiciones climáticas previstas en España implicarán un desplazamiento geográfico de algunas especies de malas hierbas especialmente dañinas, como la avena loca (*Avena sterilis*), que podría dejar de ser un problema en Andalucía”,

José Luis González Andújar, IAS-CSIC

Micotoxinas

- Cepas más resistentes y tóxicas:
Fusarium culmorum está siendo sustituido por *F. graminearum*, fitopatógeno más virulento.
Italia: en 2003 año más cálido y seco el *Aspergillus flavus* colonizó en mayor proporción el, superando las especies de *Fusarium* más comunes, y produciendo aflotoxinas
- Condiciones inadecuadas en la cosecha

Efectos sobre las producciones ganaderas

- Acentuación estacional de los patrones del ciclo vital de las parasitosis con fases de vida libre
- **Colonización de zonas nuevas, que antes estaban libres de un proceso parasitario o infeccioso dado**
- Sustitución de especies parasitarias al colonizar zonas abandonadas por la especie endémica (problemas de inmunidad para los rebaños mantenidos en las zonas afectadas.)
- **Aparición de resistencias a los tratamientos antiparasitarios**

Adaptaciones/mitigación

Adaptaciones que requieren apoyo AAPP y de políticas agrarias

- **Flexibilidad** necesaria en función de las predicciones estacionales debe reflejarse en la "condicionalidad reforzada" de la PAC

- **Agua:**

 - Planes Hidrológicos de Cuenca

 - Gestión de acuíferos

 - Trasvases estratégicos (planes hidrológicos; colaboración política y social)- caudal ecológico

 - Modernización de los regadíos

 - Competencia por el agua y precio del agua

 - Riegos de apoyo en los secanos actuales- c. estratégicos

 - Plantas desaladoras (energía y sostenibilidad)

Adaptaciones/mitigación

Tecnologías:

- **Manejo de suelo** - cubiertas vegetales, residuos, rastrojos en el suelo; control de la MO; control de la escorrentía y erosión; control de emisiones de GEI - Captación de agua, etc.
- **Manejo de nutrientes y del agua**; secuencias de cultivo
- **Protección** contra granizo, altas temperaturas y heladas
- **Biotechnología**: CVs resistentes a plagas, enfermedades, herbicidas, altas/bajas temperaturas ; CVs resistentes a T elevadas y a déficit hídrico; mejora en EUA - tecnologías CRISPR, etc.

Adaptaciones/mitigación

Seguros agrarios:

Cambio en naturaleza e incidencia de los riesgos

Las mayores indemnizaciones actualmente son por:

pedrisco,

heladas,

sequía.

Nuevos seguros



http://adaptecca.es/



Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación al Cambio Climático en España

¿Qué es AdapteCCa? | Recursos | Administración Autonómica y Local | Sectores y Áreas | Buscador | Noticias | Agenda



Agenda: próximos eventos, conferencias, convocatorias y más >>

La **Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático**, AdapteCCa, es una **herramienta al servicio de todos** aquellos expertos, organizaciones, instituciones y agentes interesados en acceder e intercambiar información, conocimientos y experiencias sobre **impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático**, así como un instrumento para **potenciar la comunicación** entre todos ellos.



Sensibilización y Conocimiento para la Adaptación al Cambio Climático

El proyecto LIFE SHARA tiene como objetivo fortalecer la gobernanza de la adaptación al cambio climático



Nuevo Visor de Escenarios de Cambio Climático >>

Accede a datos y gráficos de proyecciones regionalizadas de cambio climático



Los países europeos evalúan la vulnerabilidad y los riesgos

Nuevo informe de la AEMA sobre las evaluaciones nacionales de impacto, vulnerabilidad y riesgos

Regístrate

¿Quieres recibir información sobre adaptación al cambio climático? [Inscríbete aquí](#)

Noticias

Los países europeos evalúan la vulnerabilidad y los riesgos para adaptarse al cambio climático
07-06-2018
[Leer más...](#)

La Asociación de Ciencias Ambientales organiza un taller práctico sobre renaturalización de fachadas
05-06-2018
[Leer más...](#)

La Unión de Pequeños Agricultores (UPA) presenta 130 medidas para que agricultores y ganaderos se adapten al cambio climático
14-05-2018
[Leer más...](#)

[ampliar](#)

Retos

Mejorar la red de información sobre el clima

Sistemas de alerta temprana

Efectos del cambio climático sobre la producción agraria

Cambiar la **localización** de las zonas óptimas de cultivo

Mantener los **rendimientos**

el tipo e intensidad de **plagas y enfermedades**

Adaptar y mejorar las técnicas en agronomía

Agricultura y Variabilidad climática

Adaptación de cultivos al Cambio Climático

- Adecuación de **variedades**
 - Optimización de la fenología y siembra
 - Eventos extremos: Tmax, Tmin, Precipitaciones
- Manejo de **riego** (riegos de apoyo)

Consecuencias económicas

- **Eficiencia** en el uso de recursos
- **Margen** neto de la adaptación



European Journal of Agronomy

Volume 82, Part A, January 2017, Pages 144-162



Designing future barley ideotypes using a crop model ensemble

Fulu Tao ^{a,*,}, Reimund P. Rötter ^{a, b,}, Taru Palosuo ^{a,}, C.G.H. Díaz-Ambrona ^{c,}, M. Inés Mínguez ^{c,}, Mikhail A. Semenov ^{d,}, Kurt Christian Kersebaum ^{e,}, Claas Nendel ^{e,}, Davide Cammarano ^{f,}, Holger Hoffmann ^{g,}, Frank Ewert ^{g,}, Anaëlle Dambreville ^{h,}, Pierre Martre ^{h,}, Lucía Rodríguez ^{c,}, Margarita Ruiz-Ramos ^{c,}, Thomas Gaiser ^{g,}, Jukka G. Höhn ^{a,}, Tapio Salo ^{a, ...} Alan H. Schulman ^{a, j}

[Show more](#)

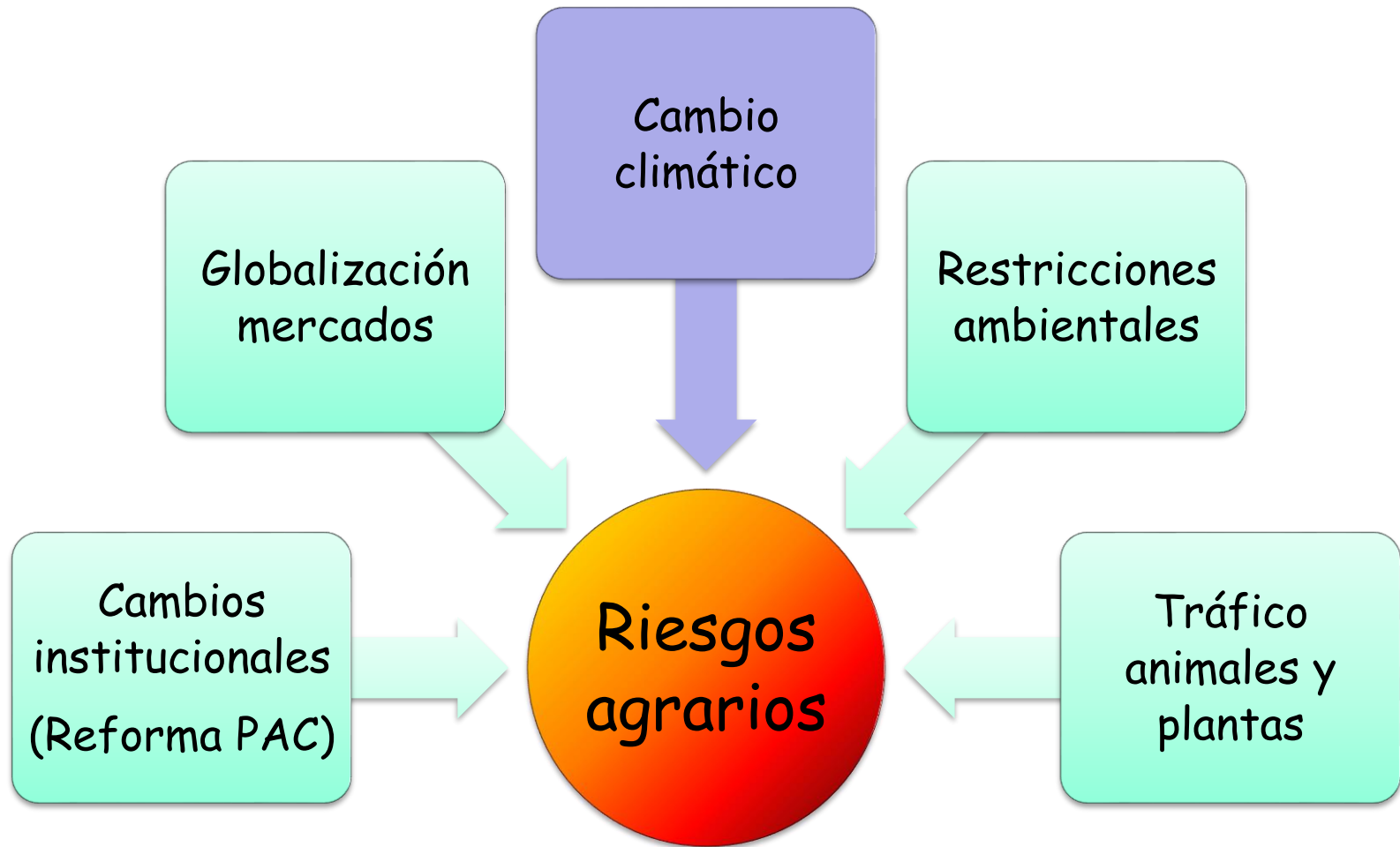
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.012>

[Get rights and content](#)

Factores de riesgo



Factores que inciden en los riesgos agrarios



El cambio climático afecta a la ecuación del riesgo

El riesgo se evalúa mediante la magnitud de la pérdida o daño posible y la probabilidad que dicha pérdida o daño llegue a ocurrir:

$$\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Probabilidad}$$

- la **probabilidad** se puede considerar, en general, un factor externo (por ejemplo dependiente de la **variabilidad climática**),
- la **vulnerabilidad** es un factor de interno que depende de aspectos **físicos, sociales y económicos**. La vulnerabilidad está intrínsecamente relacionada con la capacidad de respuesta y con la resiliencia del sistema.

Estrategias de adaptación y reducción de la vulnerabilidad

Algunos de los riesgos a los que se enfrentan los agricultores son, al menos en parte, **controlables**. Las posibilidades de adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el riesgo de sequía , es:jemplo

- ***Política Nacional de Sequía en EEUU:***
 - La planificación y los programas de mitigación proactiva puede reducir los altísimos gastos federales en ayudas de emergencia.
 - *Nuevo enfoque basado en la "preparación" mas que en la "gestión de crisis" (from relief to readiness)*
- ***Los Planes de sequía en España:***
 - *Sistema global de indicadores hidrológicos para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía.*
 - *Actuaciones y Medidas de ahorro*
 - *Prioridad de derechos*
 - *Centros de intercambio y mercados*

Hydrological drought insurance for irrigated agriculture as an adaptation tool to climate change. (2011-2014). Spanish Research National Programme <http://www.seguroparaelregadio.es/en/project.htm>



SEGURO DE SEQUÍA PARA EL REGADÍO

HOME PROJECT DESCRIPTION DISSEMINATION ACKNOWLEDGEMENTS CONTACT ESP ENG

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Drought is one of the main risk factors in Mediterranean Europe. And climate change predictions point to an increasing severity and frequency of droughts in the region. One of the main adaptation tools to climate change in arid zones is irrigation. Nowadays, however, drought does not only affect rainfed agriculture; it can sometimes even impinge on the availability of water for irrigation, thereby exposing irrigated agriculture to the scarcity risk resulting in potentially more important economic losses than for rainfed farming systems. Furthermore, the risk of the shortage of water for irrigation is likely to increase in the future due to climate change.

In view of the fact that agricultural insurance is very developed in Spain, and covers almost all the major risks affecting agricultural production, including drought for some rainfed crops, there is an evident need for an insurance policy to cover the risk of water scarcity, as has already been demanded by the agricultural sector. Such an insurance policy would constitute a means for irrigators to adapt to climate change variability providing a tool for water scarcity risk management. Additionally it would encourage investment in irrigation technologies as a means of adaptation for dryland farmers.

The "Hydrological drought insurance for irrigation: an adaptation tool for climate change" project aims to lay the groundwork for the development of insurance covering the shortage of reservoir water for irrigated agriculture, as a means of adapting to drought events in a climate change context. This objective will be achieved by designing both traditional and index insurance schemes, which are able to cover irrigators against the shortage of water caused exclusively by meteorological and hydrological factors.

The design of this insurance has to take into account several aspects that are specific to hydrological drought and are not therefore a feature of meteorological drought (or rainfed agriculture). These are: the water management carried out in many reservoirs, which determines the amount of water available for agriculture as opposed to other water usages; reservoir operating rules and Drought Management Plans defined in many river basins

16:44
19/02/2014

22/06/2010

11/05/2011

24/05/2012

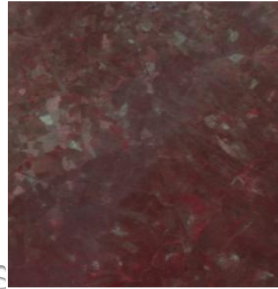
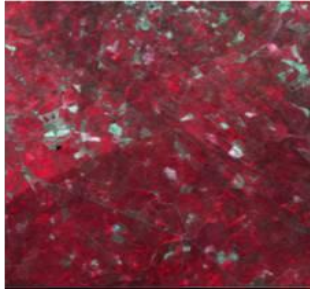
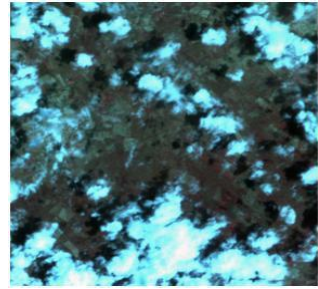
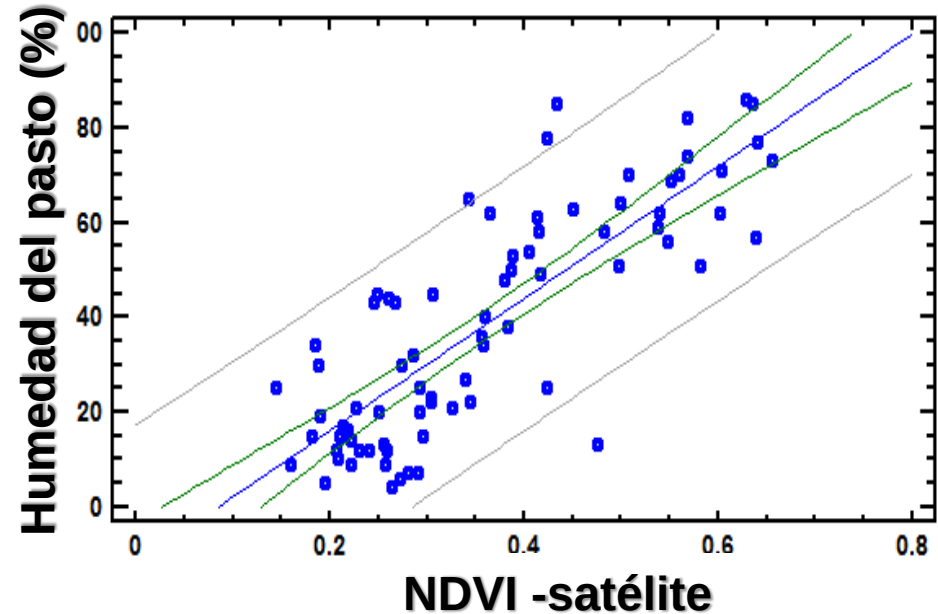
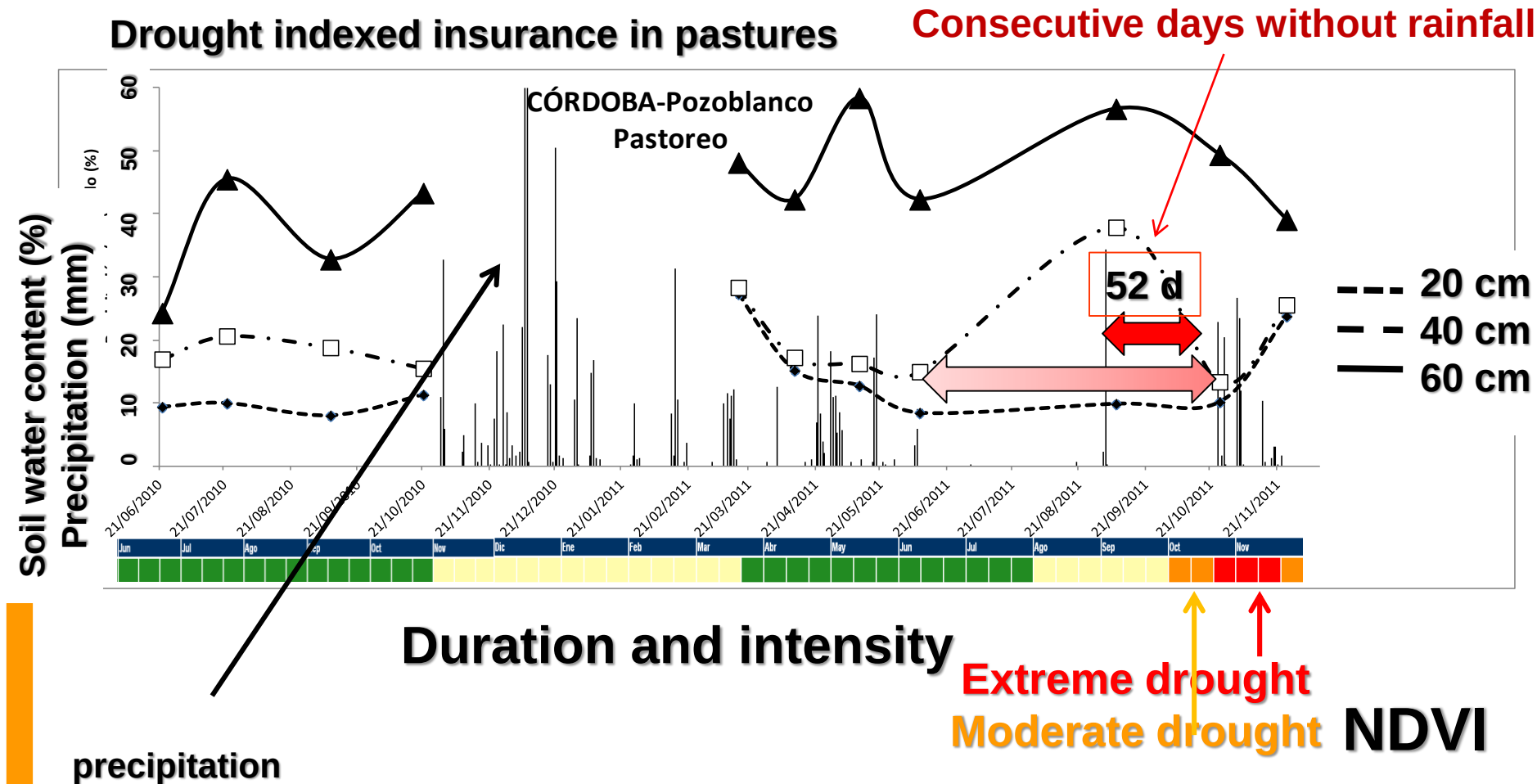


Gráfico del Modelo Ajustado
Humedad (%) = $-11.8183 + 139.63 \cdot \text{NDVI}$



Seguros indexados NDVI:
Imágenes de satélite para el seguimiento de riesgos y diseño de seguros indexados en pastos

Field measurements and satellite monitoring of water deficits and drought



2010-2011



Hacer:
Agricultura
Climáticamente/Funcionalmente
Inteligente

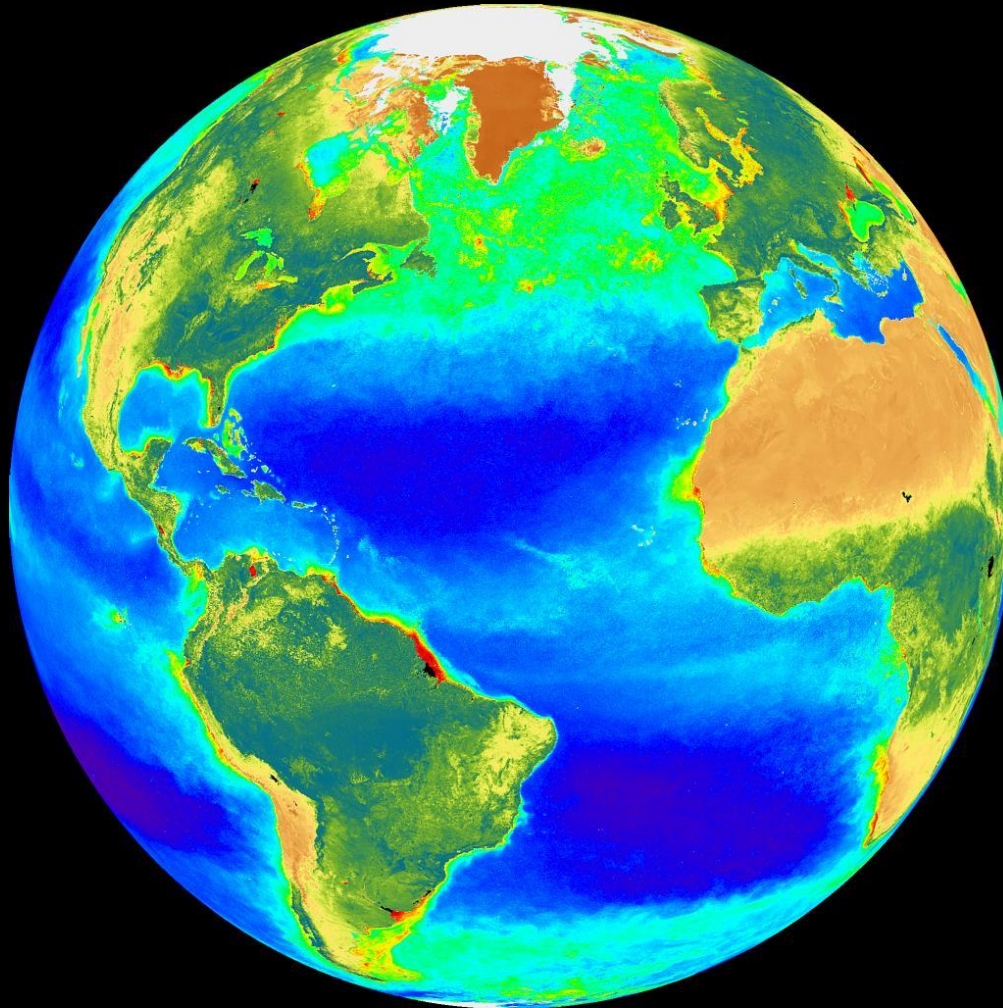
Para recordar

- ✓ La agricultura es a la vez sumidero y fuente de CO_2 . La agronomía se debe enfocar a **sistemas con balance de sumidero positivo** (p.e. Materia orgánica del suelo, cultivos permanentes, retirada permanente de residuos)
- ✓ Certidumbre del **calentamiento global**
- ✓ **Incertidumbre** en los efectos sobre los cultivos: función de la especie y la región
- ✓ **Modificación de la distribución de cultivos**
- ✓ **Modificación de los riesgos:**
 - ✓ Aumento de los extremos relacionados con temperatura y la precipitación
 - ✓ Cultivos en "nuevas zonas"
 - ✓ Riesgo en la transición y adaptación

Reflexiones

- Tecnologías y buenas prácticas agrícolas/agrarias
 - Algunos sistemas actuales no son los óptimos desde el punto de vista agronómico
 - No ser normativo: Flexibilidad
- Considerar años y **fenómenos extremos** actuales
- Considerar que habrá (hay) menor disponibilidad de agua
- Desplazamiento de los sistemas agrícolas/agrarios
- Mercados; PAC y diferencias Norte-Sur
- **Colaboración** política y sociedad

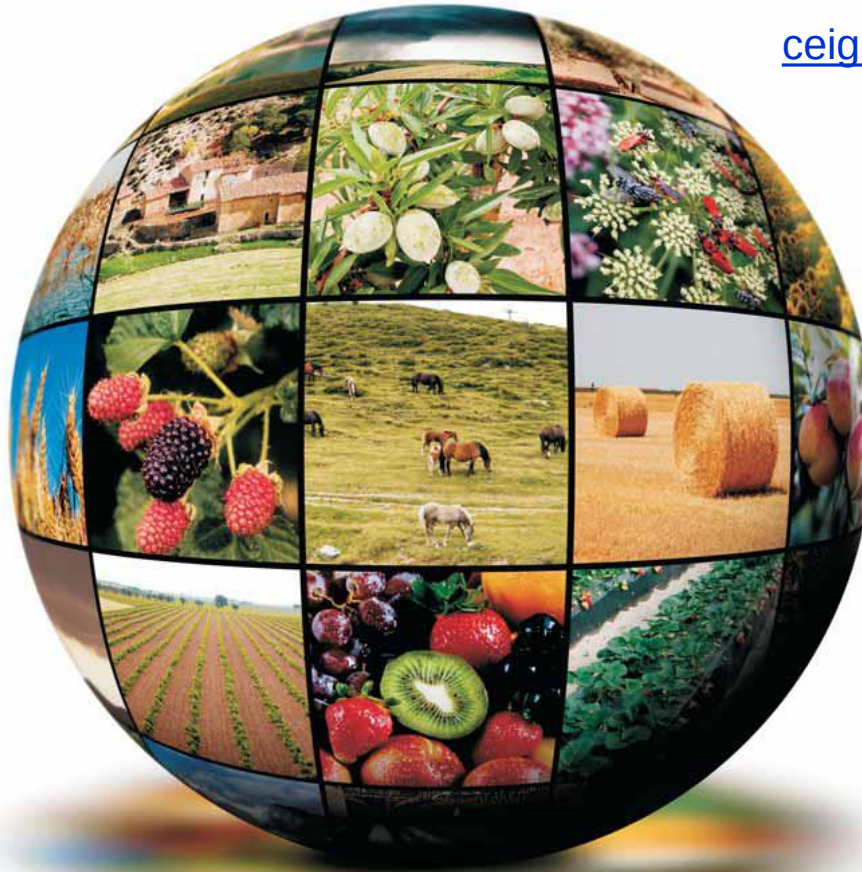
Hacia una agricultura climáticamente inteligente





CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL







<http://www1.etsia.upm.es/GRUPOSINV/AgSystems/>



agsystems.agronomos@upm.es



Cooperación.Ag



Cooperación.Ag



Universidad Politécnica de Madrid Grupo AgSystems

ceigram



Innovation and
Technology for
Development