

# MATERIALES DE CAPACITACIÓN DEL CGE - EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

## CAPÍTULO 7 Agricultura



## Objetivos y expectativas

---

- Una vez haya leído esta presentación, junto con el manual correspondiente, el lector debería:
  - a) Tener una **visión general de los impactos del cambio climático** sobre la agricultura y la seguridad alimentaria
  - b) Tener una **comprensión general de las herramientas, modelos y procesos** disponibles y utilizados de forma generalizada para la evaluación de la vulnerabilidad y la adaptación (VyA) en el sector de la agricultura
  - c) Alcanzar un conocimiento de los **modelos estadísticos y basados en procesos y sus aplicaciones prácticas** utilizados de forma generalizada, como DSSAT, para llevar a cabo análisis de sensibilidad y desarrollar medidas de adaptación estacional.



## Esquema

---

- Presentación general de los factores e impactos potenciales del cambio climático sobre la agricultura
- Métodos, herramientas y modelos para la evaluación de VyA en agricultura
  - a) Introducción a modelos de cultivo basados en procesos
  - b) Cómo podemos estimar las funciones de producción de cultivos
  - c) Modelos generales de equilibrio
- Cambios en la productividad de la tierra

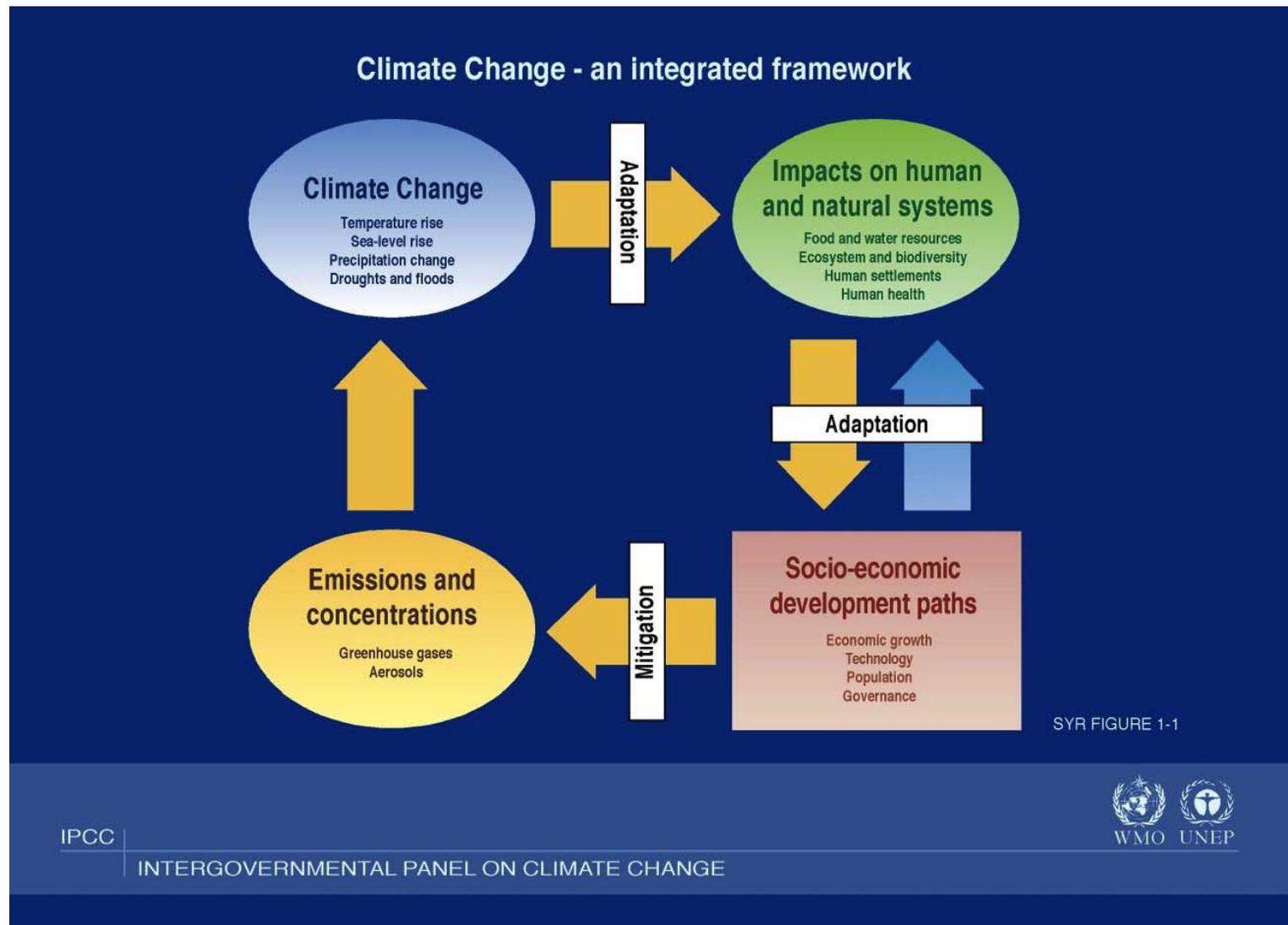


---

**VISIÓN GENERAL DE LOS  
FACTORES  
E IMPACTOS POTENCIALES  
DEL CAMBIO CLIMÁTICO  
SOBRE LA AGRICULTURA**



# Cambio Climático: Contexto



# Agricultura

---

- Proveedora de:
  - a) Comida, alimentos, fibras y combustible asequibles
  - b) Base de medios de subsistencia: empleos e ingresos
  - c) Bienes y servicios
- Cadena de valor: producción y transformación.



- Agricultura orientada al mercado
  - Tecnología
  - Cambio medioambiental
  - Cambio social y político
  - Aumento de la productividad
- Especialización
  - Intensificación
  - Concentración
  - Innovación y eficiencia
  - Combinación de funciones
  - La agricultura ha dejado de ser el pilar de mayor peso para la economía rural



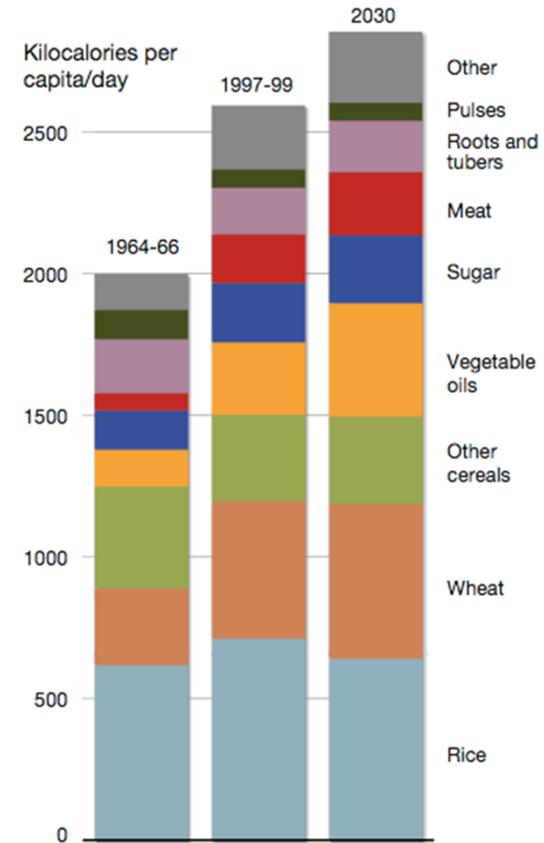
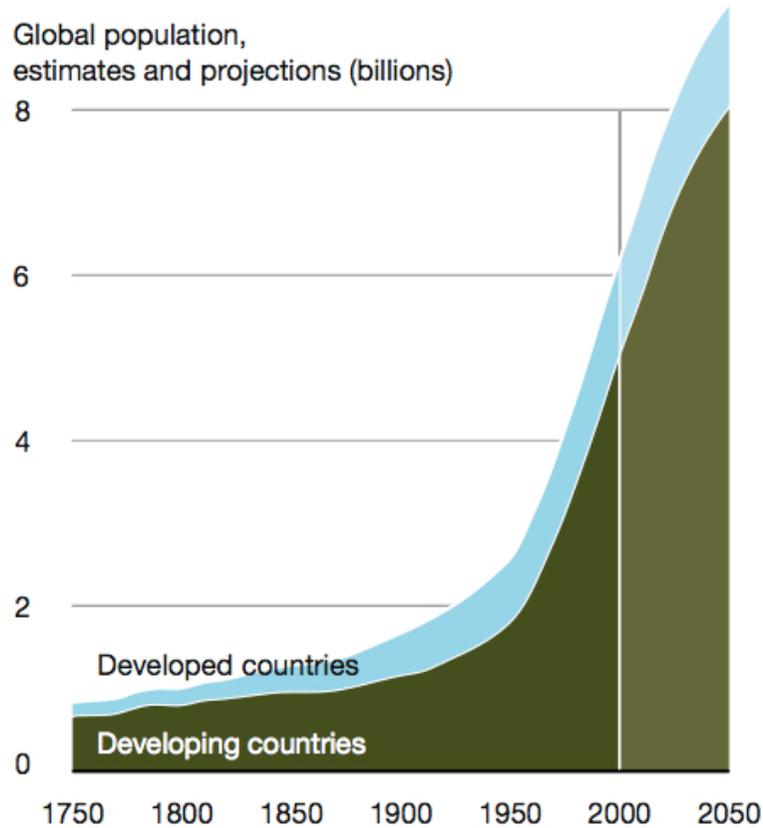
## Seguridad alimentaria y autosuficiencia alimentaria

---

- Seguridad alimentaria: tener acceso a los alimentos, independientemente de su origen.
  - Autosuficiencia alimentaria: cultivar los alimentos que se necesitan.
- ➔ Ambas se pueden abordar a distintos niveles (individual, familiar, regional, nacional...).



# Impulsores principales: Aumento de la población y dietas

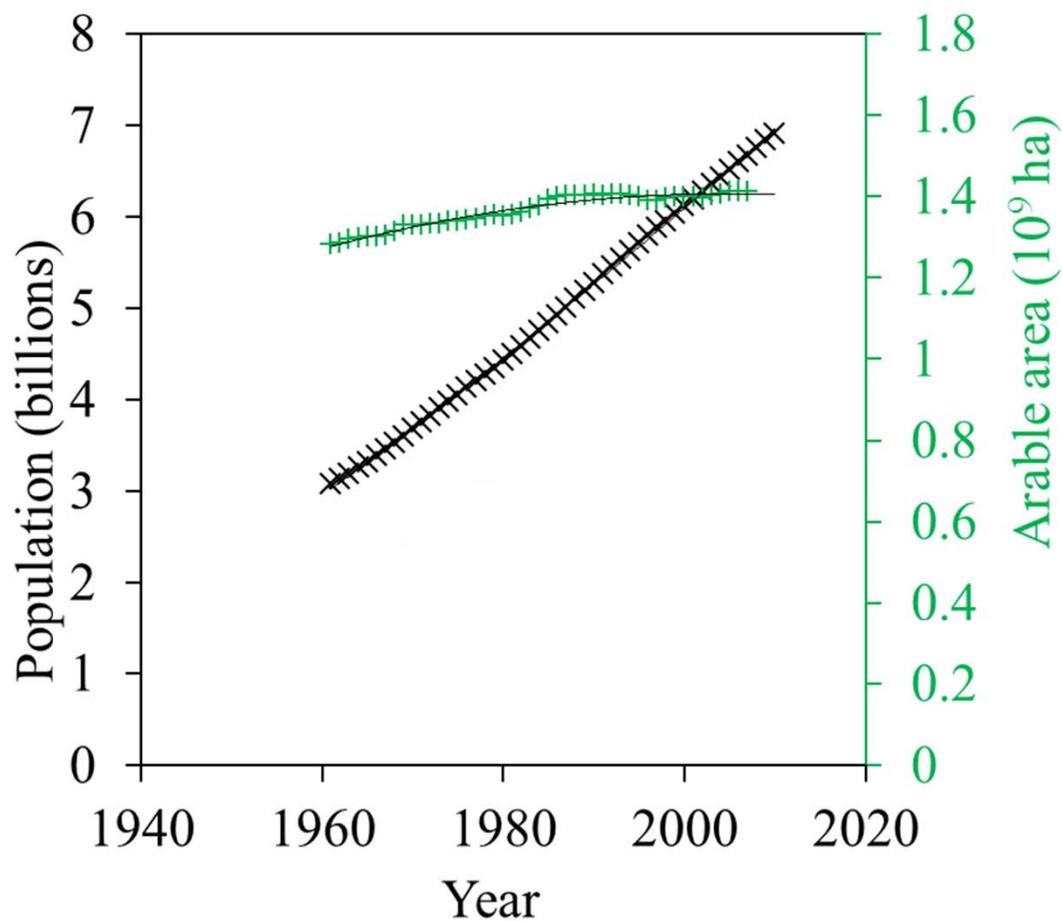


Fuente: División de Población de las Naciones Unidas, 2007

Fuente: FAO, 2008; FAOSTAT, 2009



## El crecimiento necesario de comida y alimentos no es nada nuevo



La tierra arable equivale al 12% de la superficie total de tierra.

Pastizales = 24%

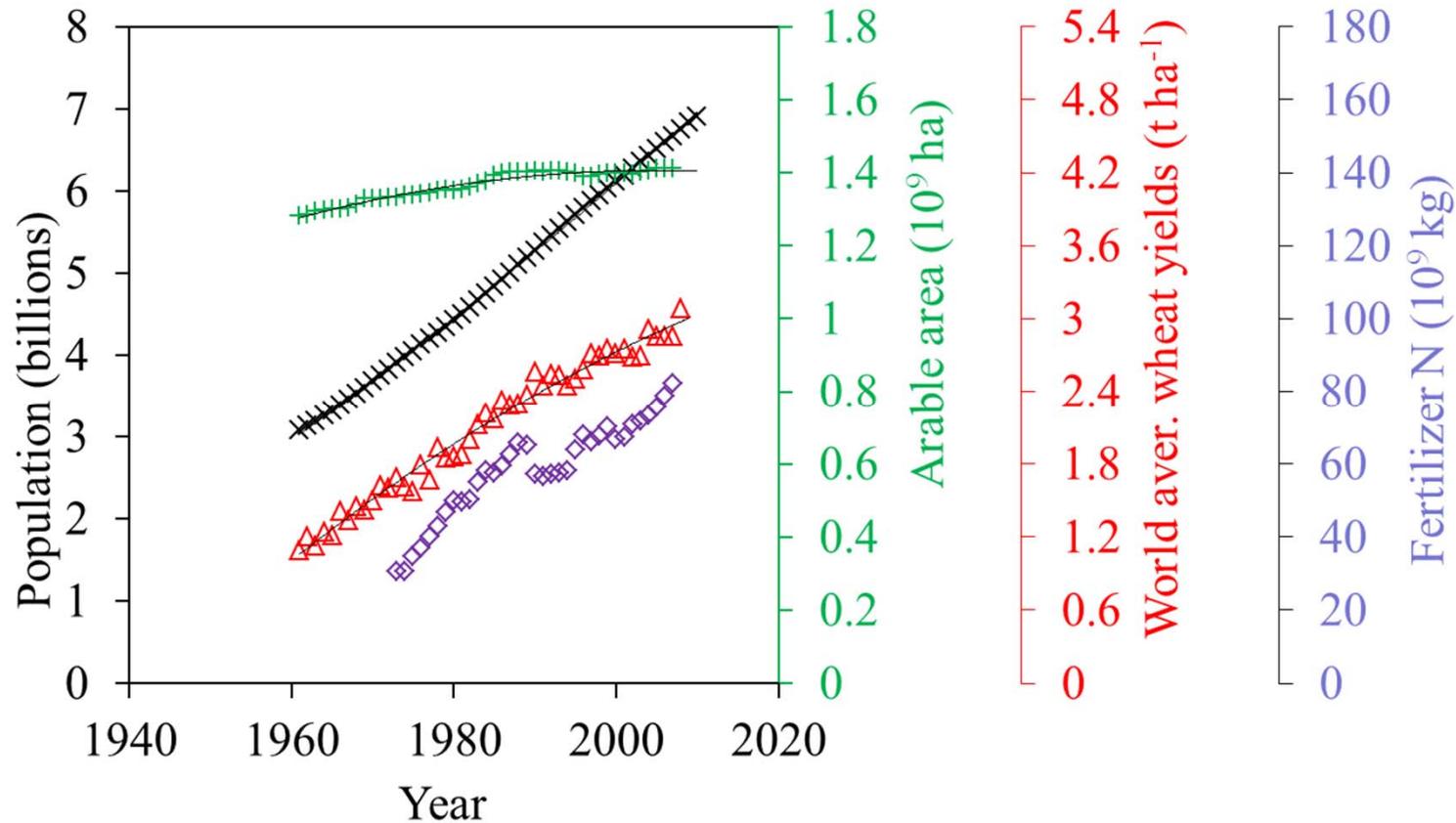
Bosques = 31%

Resto = 33%

Fuente: van Ittersum, 2011 (actualizado a partir de Evans, 1998)



## El crecimiento necesario de comida y alimentos no es nada nuevo

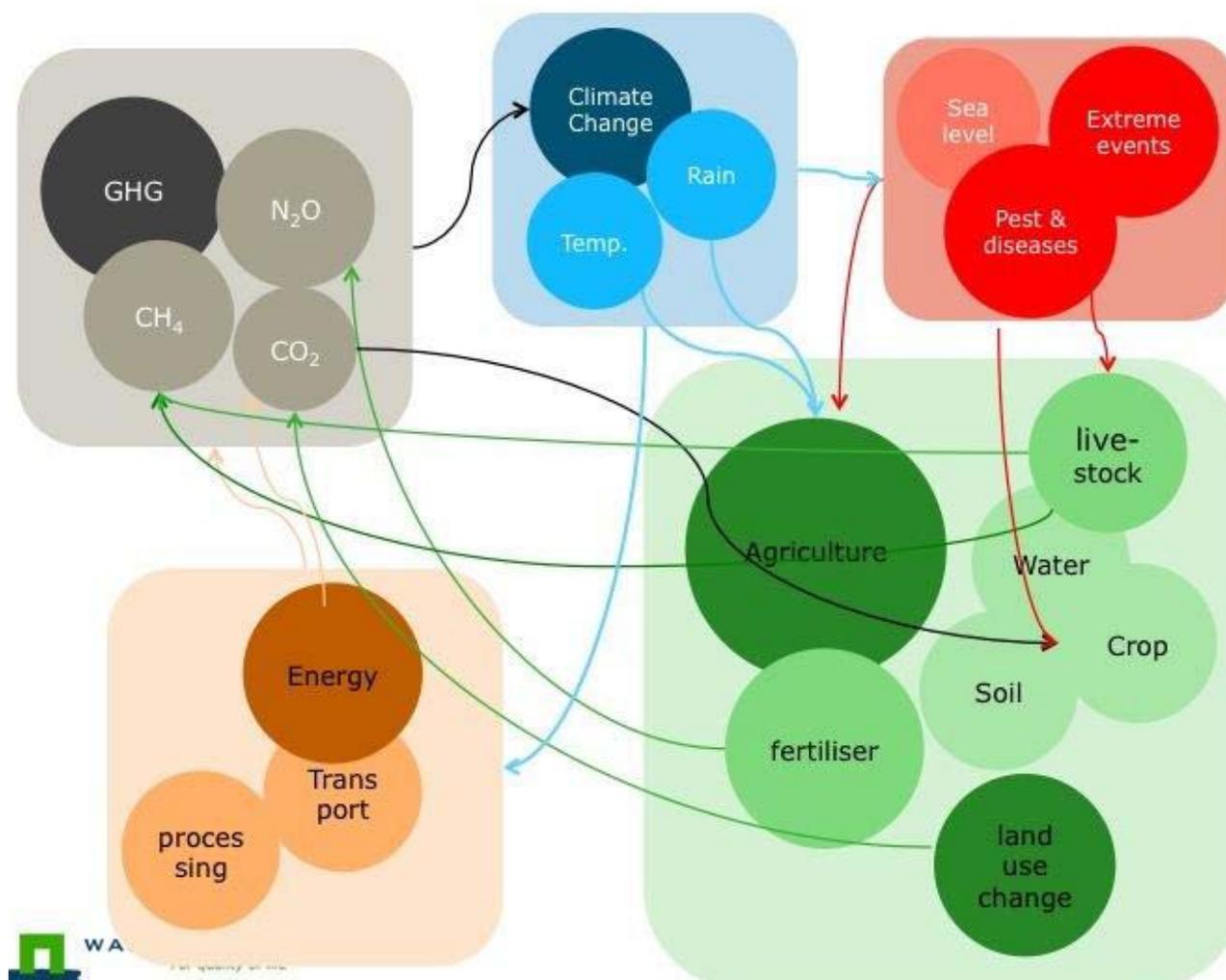


Dos estrategias: expansión y aumento del rendimiento por hectárea

Fuente: van Ittersum, 2011 (actualizado a partir de Evans, 1998)



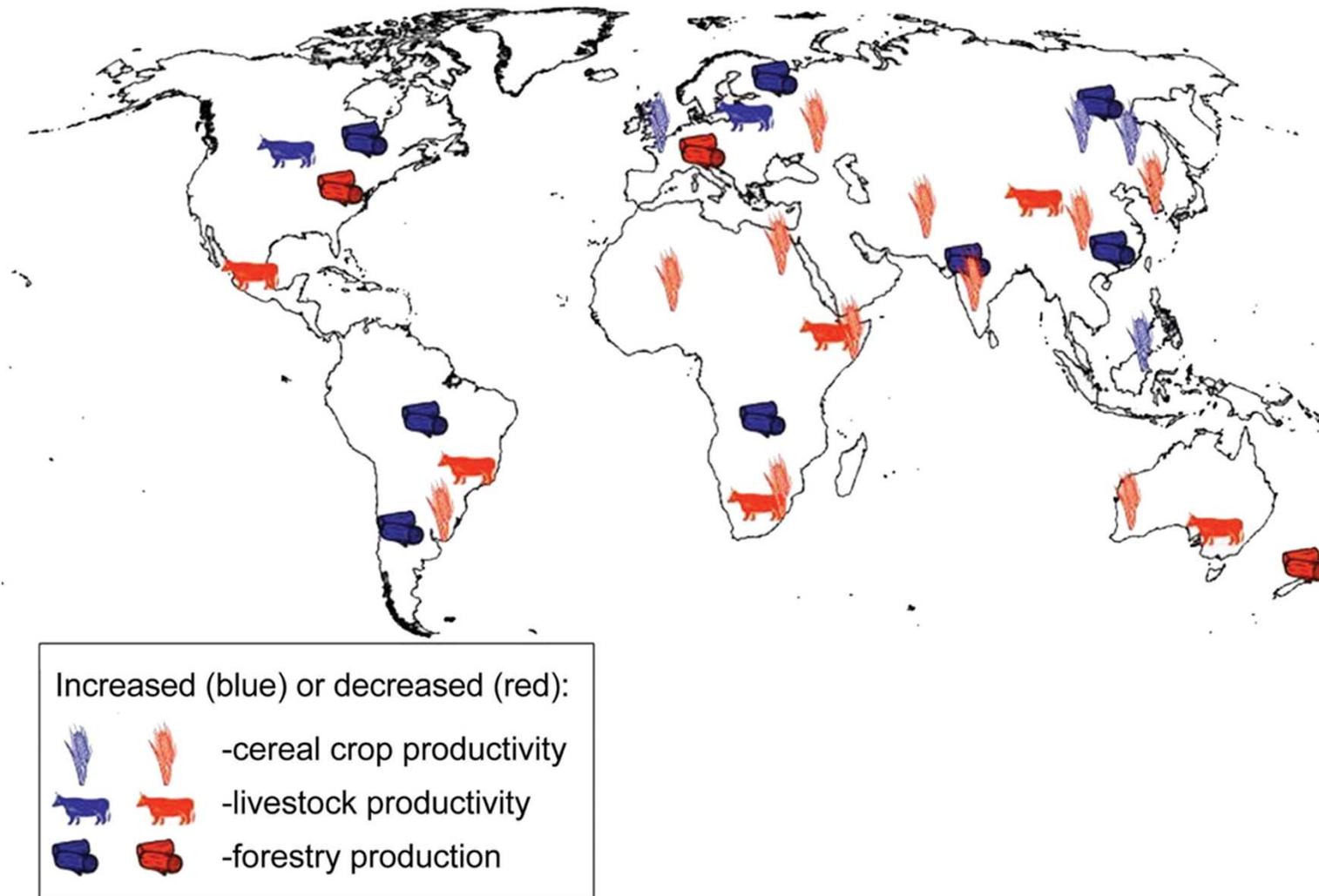
# El cambio climático y el sector agrícola



Fuente: Universidad de Wageningen



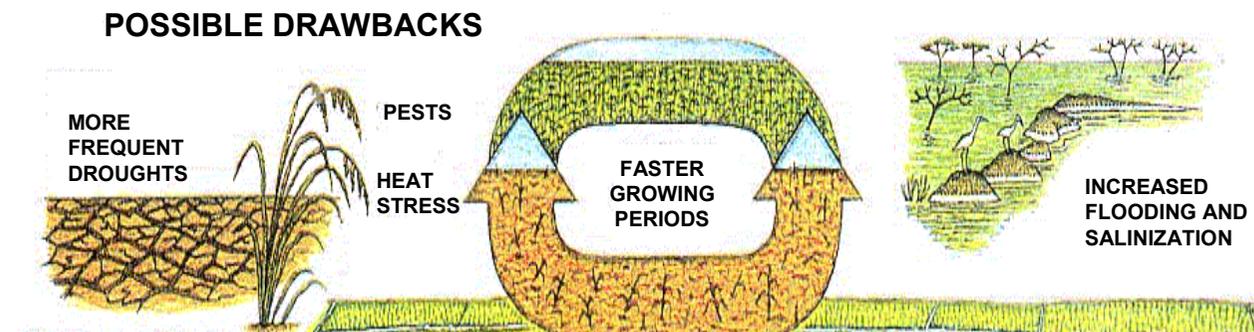
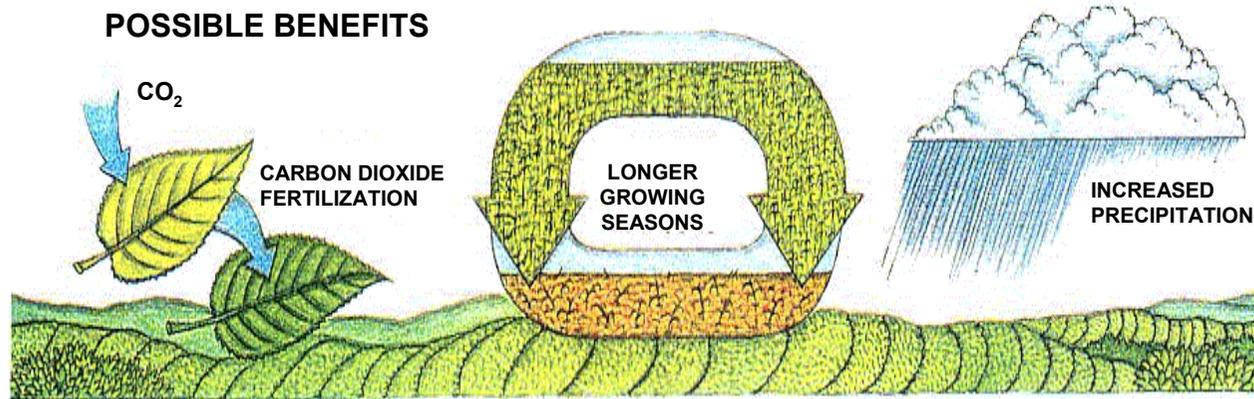
## Cambio climático y agricultura: Impactos (2050) No se tiene en cuenta la adaptación



Fuente: Basado en bibliografía y dictámenes de expertos, IPCC, 2007, capítulo 5



# El cambio climático afecta a la producción de cultivos



- Cambios en las condiciones biofísicas
- Cambios en las condiciones socioeconómicas como respuesta a los cambios en la productividad de los cultivos (ingresos de los agricultores; mercados y precios; pobreza; malnutrición y riesgo de hambre; migración)



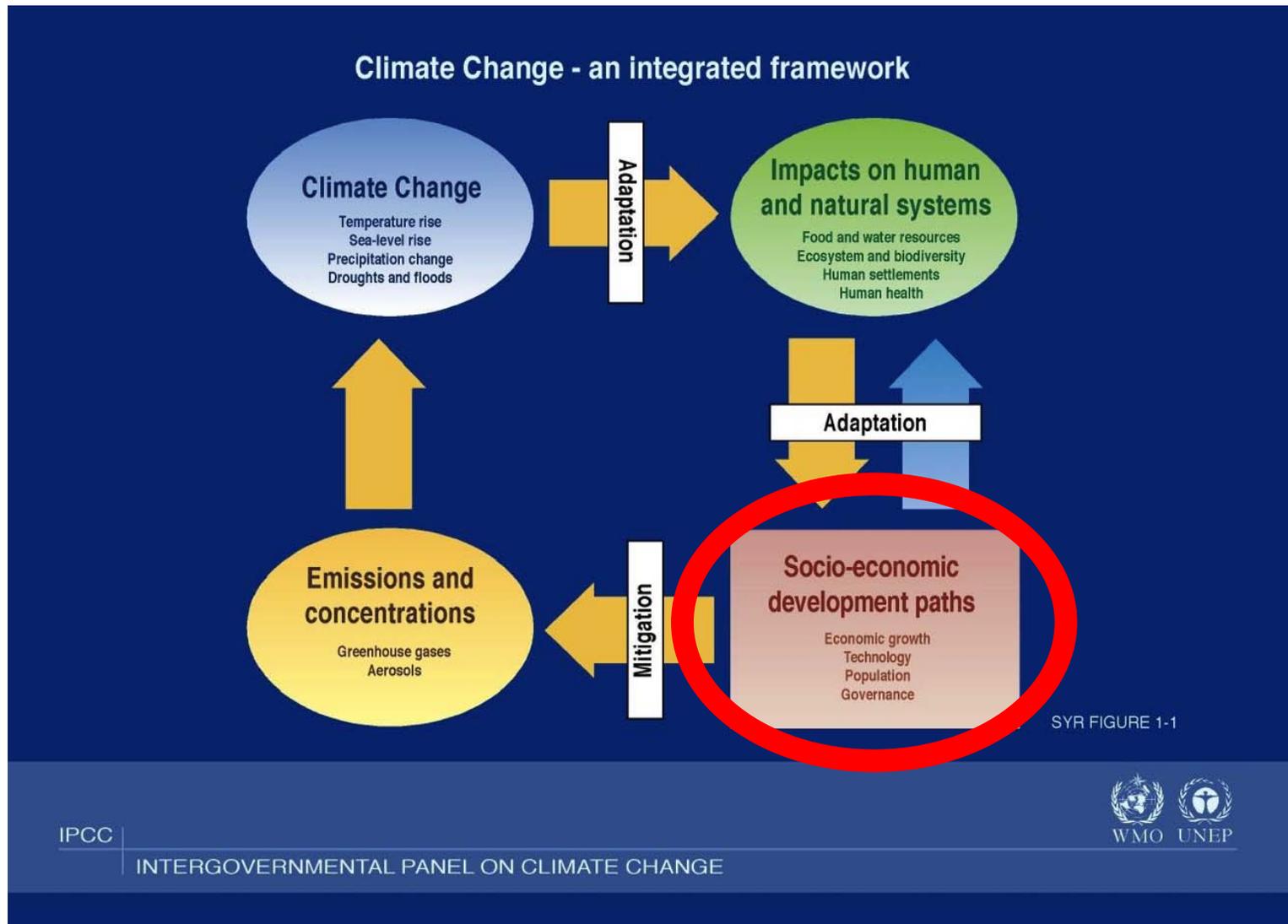
# Agricultura: Impactos

---

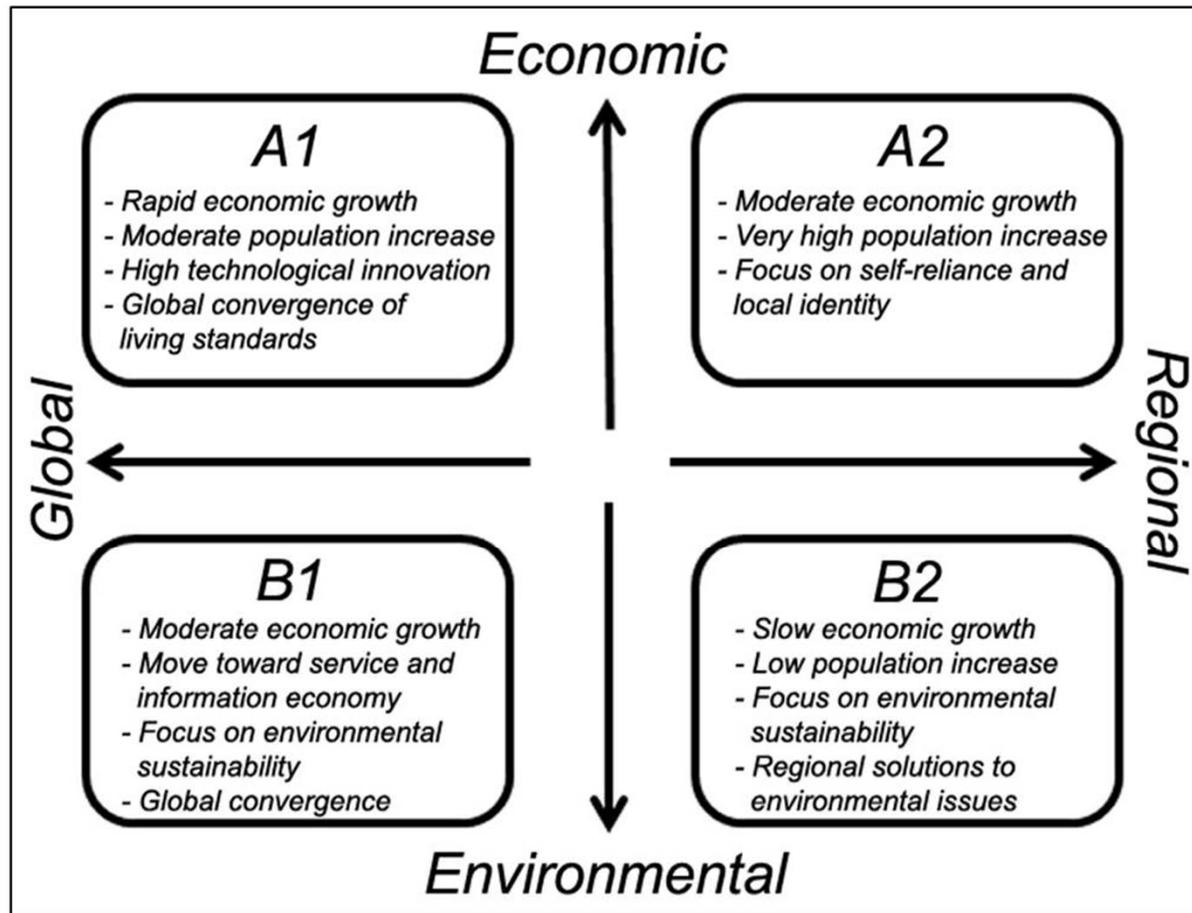
- Impactos directos:
  - a) Una menor producción relacionada con el régimen de lluvias y temperaturas más altas
  - b) Una mayor producción relacionada con el incremento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Una mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua, cambios en la competencia.
- Impactos indirectos:
  - a) Intrusión de agua salada relacionada con la subida del nivel del mar
  - b) Aumento y cambios en las plagas y enfermedades.
- Niveles extremos:
  - a) Temperatura, sequías e inundaciones.



# Impactos dependientes de la escala de tiempos y los escenarios



# Escenarios

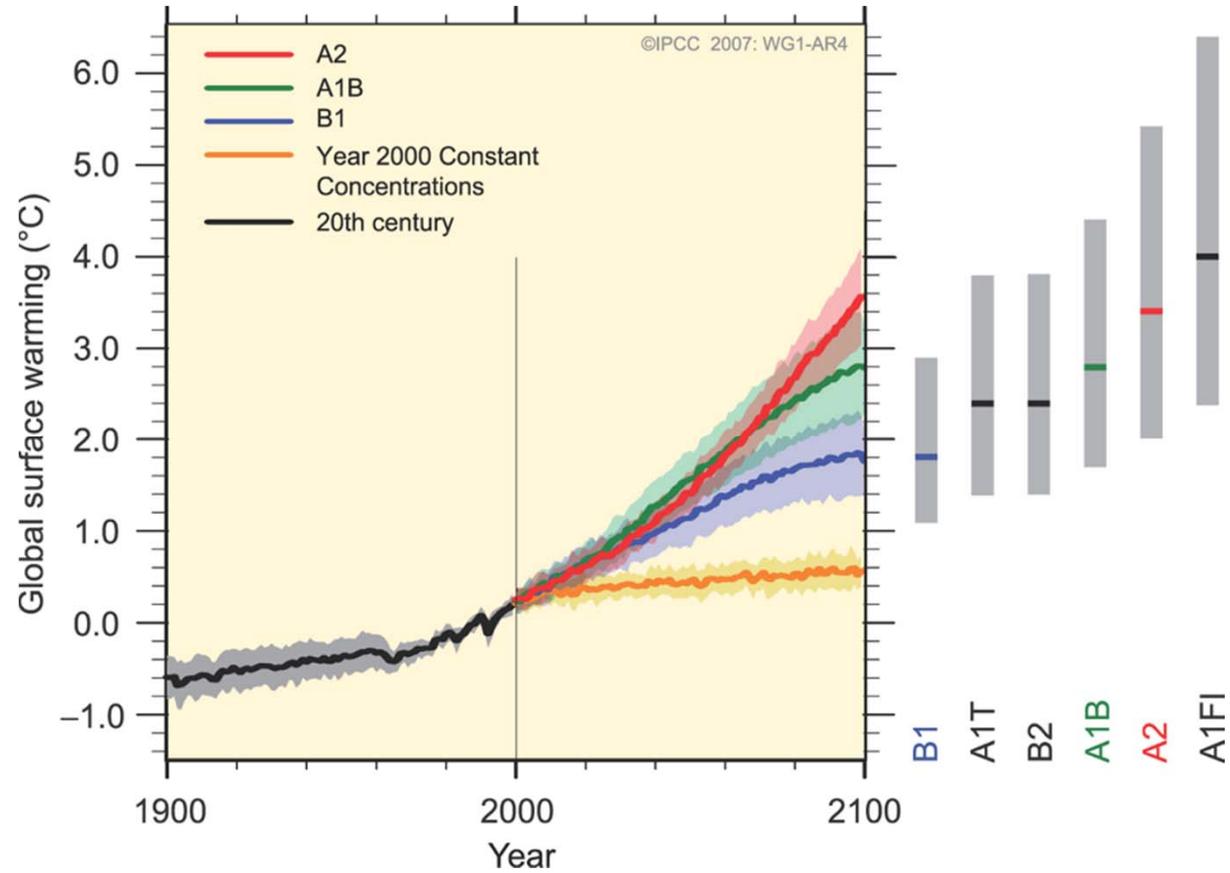
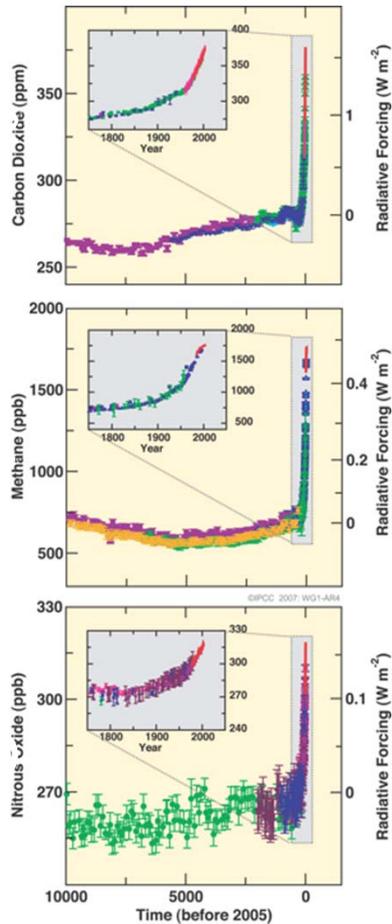


IPCC SRES storylines are oriented along two axes: 1) economic vs. environmental priorities, and 2) global vs. regional development. The four scenarios each describe divergent, yet plausible futures.

Fuente: [http://www.usgs.gov/climate\\_landuse/land\\_carbon/Scenarios.asp](http://www.usgs.gov/climate_landuse/land_carbon/Scenarios.asp)



# Proyecciones de temperatura y gases de efecto invernadero (GEI)



Fuente: IPCC, 2007



## Cambio climático y otros factores

---

- El cambio climático tiene que abordarse en relación con otros cambios:
  - a) Económicos
  - b) Tecnológicos
  - c) Sociales.



## ¿Quién está en riesgo?

---

- Las poblaciones y/o países cuyo medio de subsistencia depende de sectores sensibles a los efectos climáticos como la agricultura, la silvicultura y la pesca.
- Las poblaciones que viven en zonas costeras de baja altitud
- Las poblaciones más próximas al margen de tolerancia: para cambios de temperatura y lluvias (zonas más propensas a las sequías e inundaciones)
- Países con una nutrición e infraestructuras sanitarias pobres
- Las poblaciones y los países con una **capacidad de adaptación baja.**



## La capacidad de adaptación depende de:

---

- Capital natural: suelo, agua, vegetación, paisaje...
- Capital financiero: ahorros, crédito...
- Capital físico: infraestructuras, tecnología...
- Capital humano: capacitaciones, nivel de educación, salud...
- Capital social: ordenamiento jurídico, sistema político, redes...



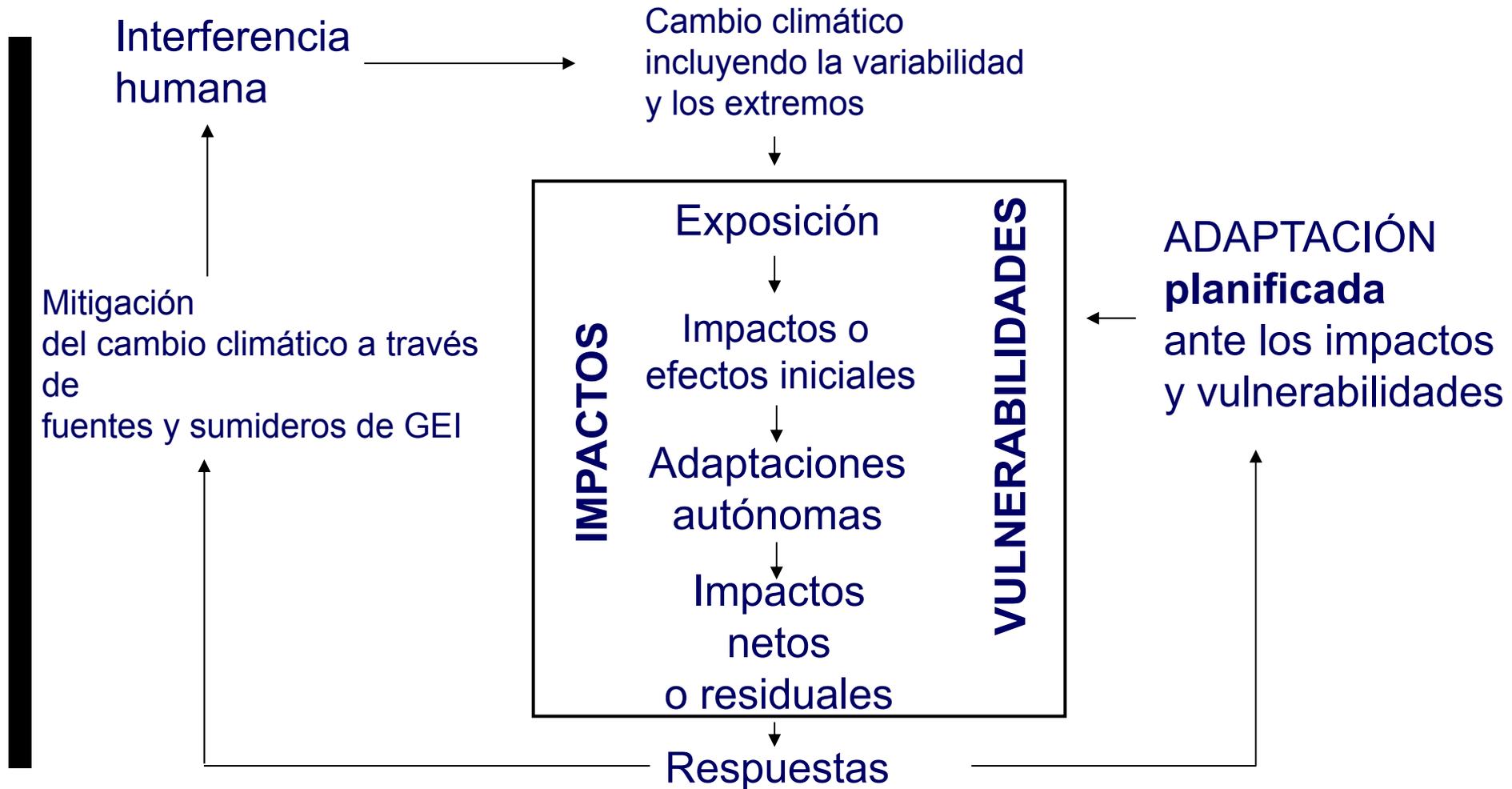
## Interacciones múltiples

---

- El cambio climático es un estrés, entre otros muchos, que está afectando actualmente a la agricultura y la población que depende de ella:
  - a) La integración de resultados es fundamental si pretendemos formular evaluaciones que sean relevantes para la política.
- Las consecuencias potenciales futuras dependen de:
  - a) La región y el sistema agrícola
  - b) Los impactos en otros países
  - c) La dirección y el orden de magnitud
  - d) La respuesta socioeconómica.



# Impacto, vulnerabilidad y adaptación



Fuente: IPCC, 2001; Smit et al., 1999



# Tipos de adaptación

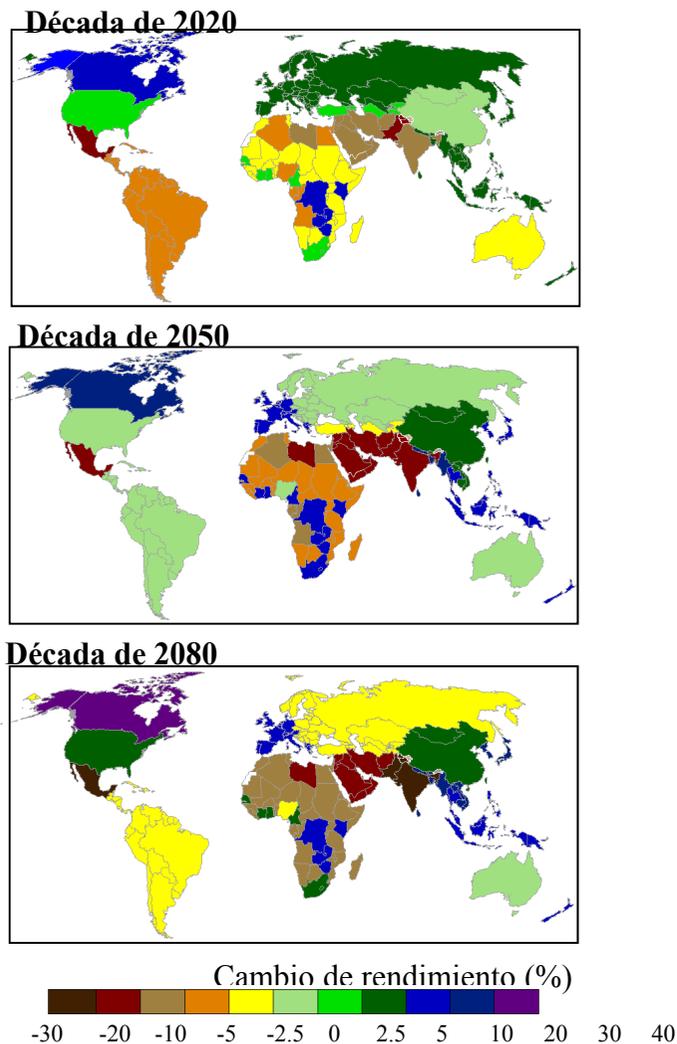
---

		<b>Anticipada</b>	<b>Reactiva</b>
Humana	privada	Contratación de seguros Cambios en la composición del sistema	Cambios en la duración de la estación de crecimiento  Cambios en las prácticas agrícolas
	pública	Sistema de alerta temprana	Pagos y subsidios a título compensatorio

Fuente: IPCC, 2001



# ¿Cómo puede el cambio climático mundial afectar a la producción de alimentos?



Porcentaje de cambio en los rendimientos medios de los cultivos para el escenario de cambio climático mundial del Centro Hadley (HadCM2). Se tienen en cuenta los efectos fisiológicos directos del CO<sub>2</sub> y la adaptación de cultivos. Los cultivos incluidos en el modelo son trigo, maíz y arroz.

Fuente: NASA/GISS; Rosenzweig e Iglesias, 1994



## ¿Qué sucede como respuesta al cambio?

---

- Capacidad de adaptación (adaptación interna)
- Adaptación planificada.



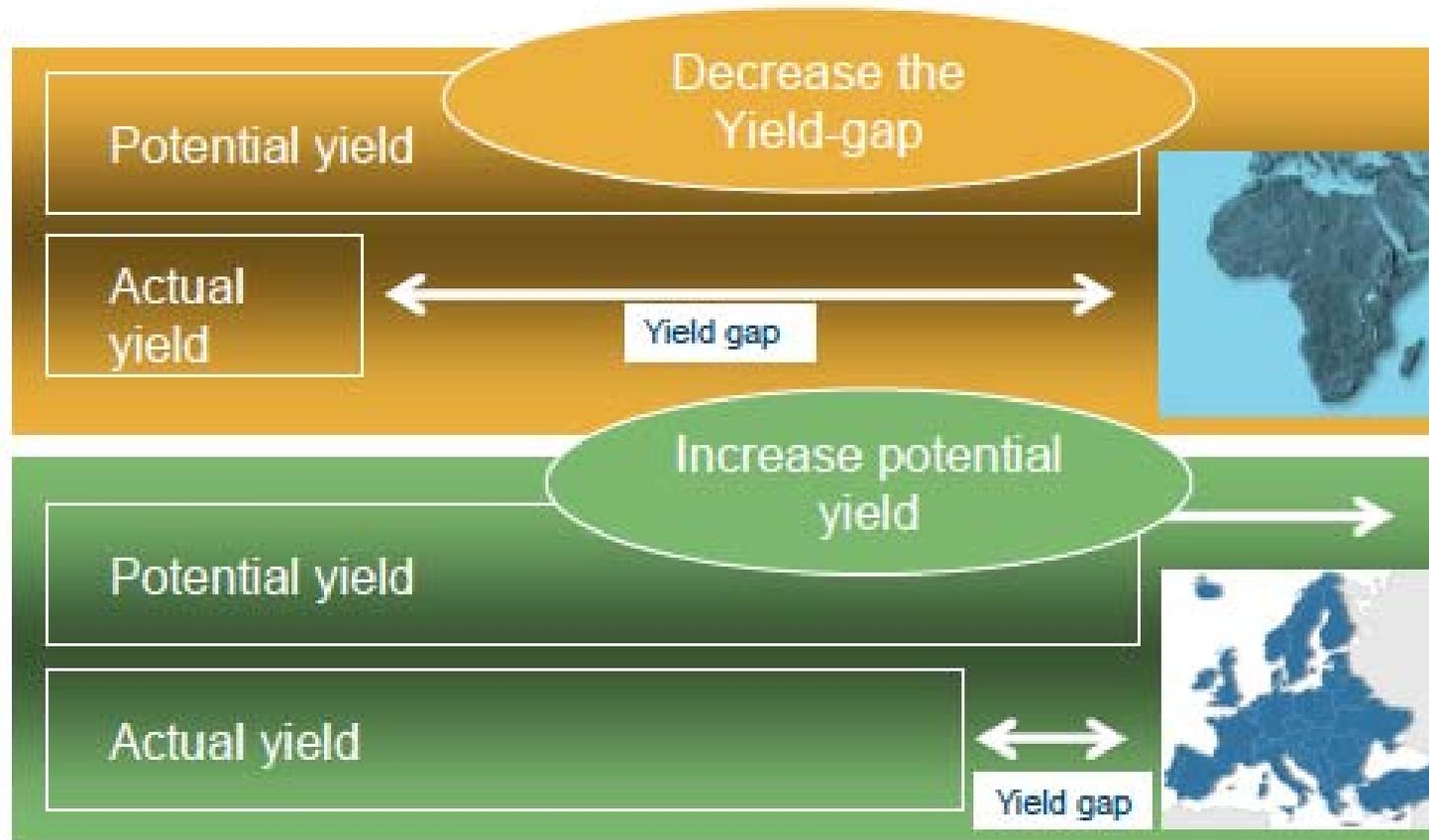
## La adaptación no es algo nuevo

---

- La adaptación ante los cambios medioambientales y del mercado forma parte de la agricultura
- Los gobiernos modifican las políticas y programas para conseguir mejor los objetivos sociales amplios (por ejemplo, la seguridad alimentaria)
- Planificación a corto, medio y largo plazo.
- Gestión de la toma de decisiones → con información sobre los riesgos



## Dos estrategias:



## Obstáculos para la adaptación

---

- **Naturales:** tolerancia de los cultivos a la acumulación de aguas o altas temperaturas...
- **Financieros:** costes, beneficio, riesgo...
- **Físicos:** infraestructuras, tecnología...
- **Humanos:** capacitaciones, nivel de educación, salud...
- **Sociales:** ordenamiento jurídico, aceptación de tecnología, sistema político...



---

**MÉTODOS, HERRAMIENTAS Y  
MODELOS PARA LA  
EVALUACIÓN DE VyA EN  
AGRICULTURA**



# Métodos, herramientas y bases de datos

---

1. El marco
2. La elección de los métodos de investigación y las herramientas depende de:
  - Los métodos impulsados por la demanda: como respuesta a las partes interesadas
  - Características, fortalezas y debilidades principales
  - Sentido común
  - Experimentos
  - Escenarios
  - Modelos
3. Conjuntos de datos:
  - Fuentes
  - Escalas
  - Fiabilidad



# Escalas espaciales y de sistema que vinculan la producción de cultivos con la seguridad alimentaria

---

**Escalas de sistema**

## Escalas espaciales

---

	Terreno	Explotación agrícola	Región	Nacional	Mundial
<b>Cultivo</b>	<b>Sistema de cultivo</b>	<b>Sistema agrícola</b>	<b>Abastecimiento de alimentos</b>	<b>Seguridad alimentaria</b>	
Base de recurso natural	Práctica agronómica y de la explotación agrícola	Mercados y distribución	Macroeconomía y política		
Ciencia del suelo y cultivo	Investigación sobre sistemas agrícolas	Investigación sobre economía y políticas			



## Niveles

---

- Terreno:
  - a) Condiciones medioambientales y de gestión
  - b) Demostración
- Explotación agrícola:
  - a) Impacto de una gestión nueva
  - b) Medidas de intervención de política
- Regional/nacional:
  - a) información sobre oferta y demanda local de agua
  - b) Herramienta de planificación
  - c) Cambio de uso de la tierra
- Mundial:
  - a) Comercio/Organización Mundial del Comercio (OMC)



## Modelos

---

- Terreno: modelos de cultivo
- Explotación agrícola: modelos domésticos de explotación agrícola (integración de los modelos biofísico y económico)
- Regional/nacional: modelos de uso de la tierra, modelos de explotación agrícola
- Comercio mundial: modelos económicos



---

**INTRODUCCIÓN  
A MODELOS DE CULTIVO  
BASADOS EN LOS PROCESOS**



# Modelos de cultivo

Basado en

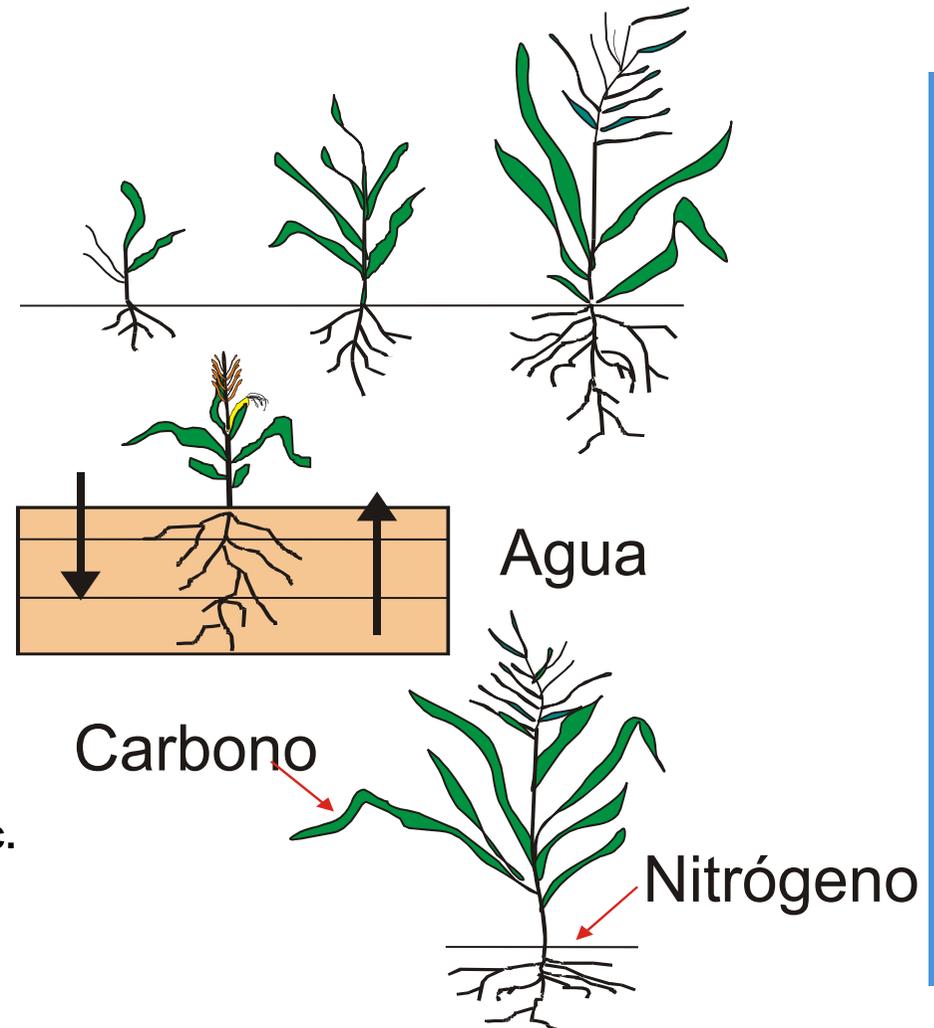
**Comprensión de plantas, suelo, clima, gestión**

Calcular

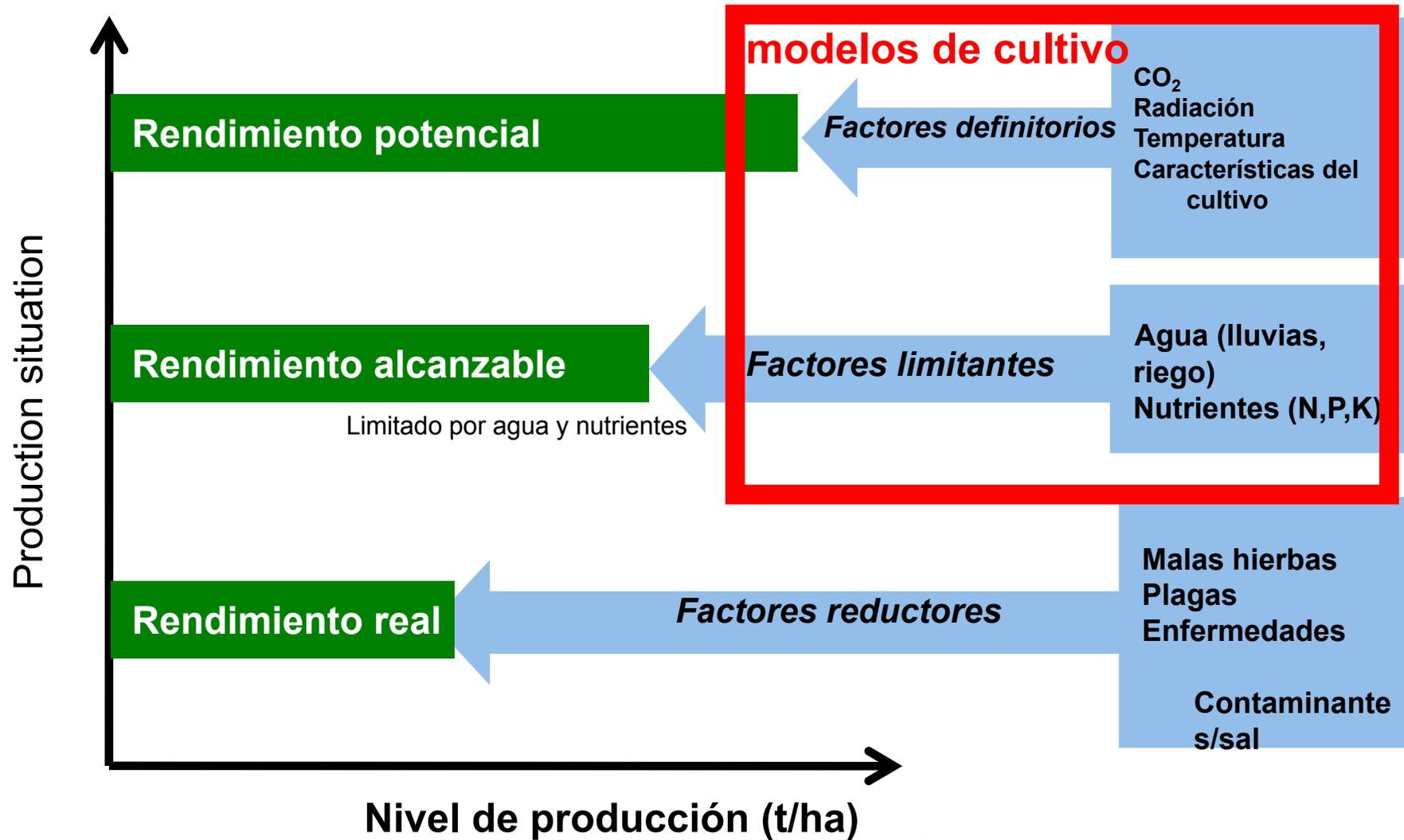
**Crecimiento, rendimiento, requisitos de agua y abonos, etc.**

Requiere

**Información (entradas): clima, gestión, etc.**



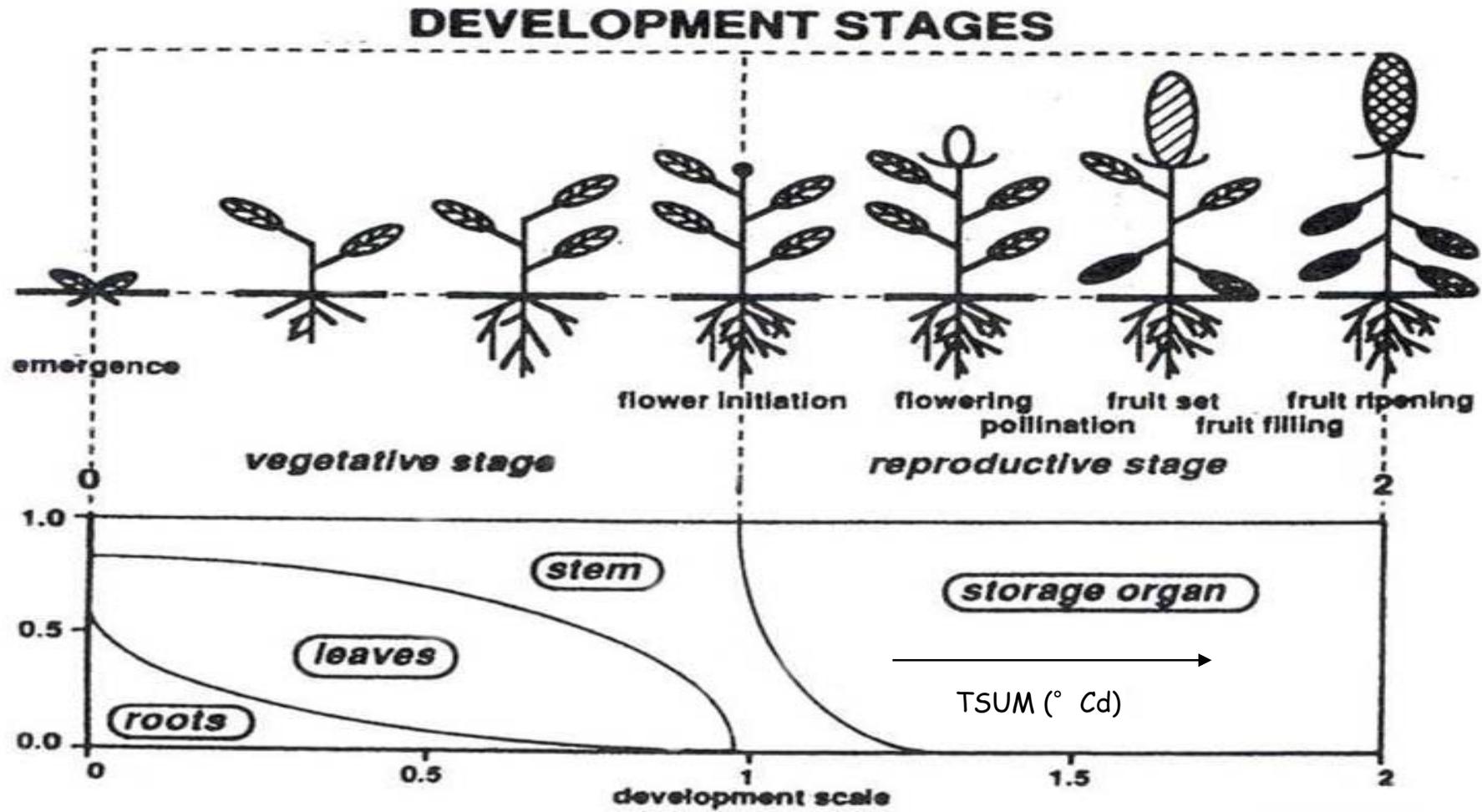
# Producción: Principios ecológicos de los niveles de rendimiento



Fuente: Van Ittersum y Rabbinge, 1997



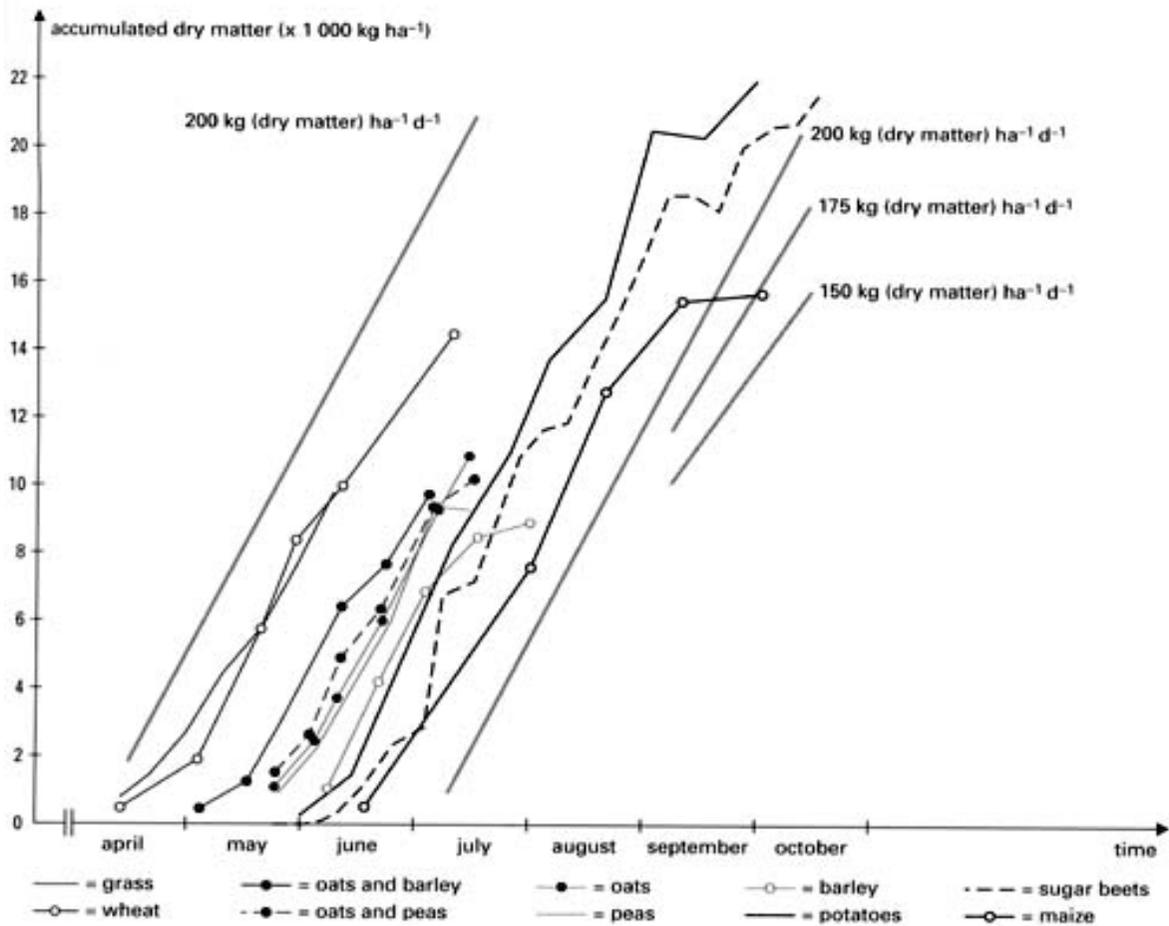
# Fases de desarrollo del cultivo



Fuente: Lövenstein, et al., 1995



# Tasas de crecimiento óptimo

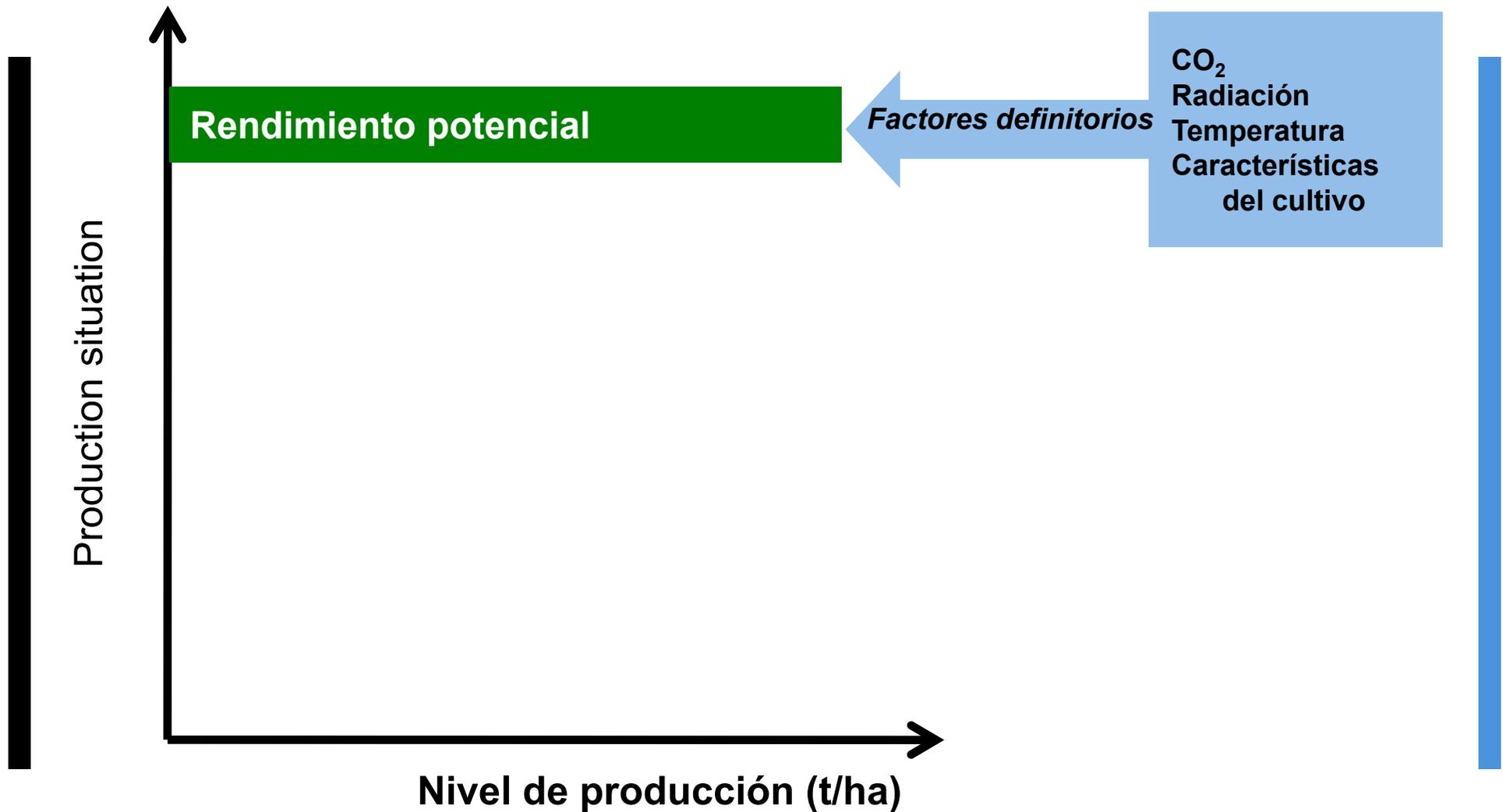


Growth rates of the main agricultural crops in the Netherlands under (near)-optimal growth conditions, compared to growth rates of 200, 175 and 150 kg (dry matter) ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Source: Sibma, 1968)

Fuente: Sibma, L., 1968



## Producción: Principios ecológicos de los niveles de rendimiento(continuación)

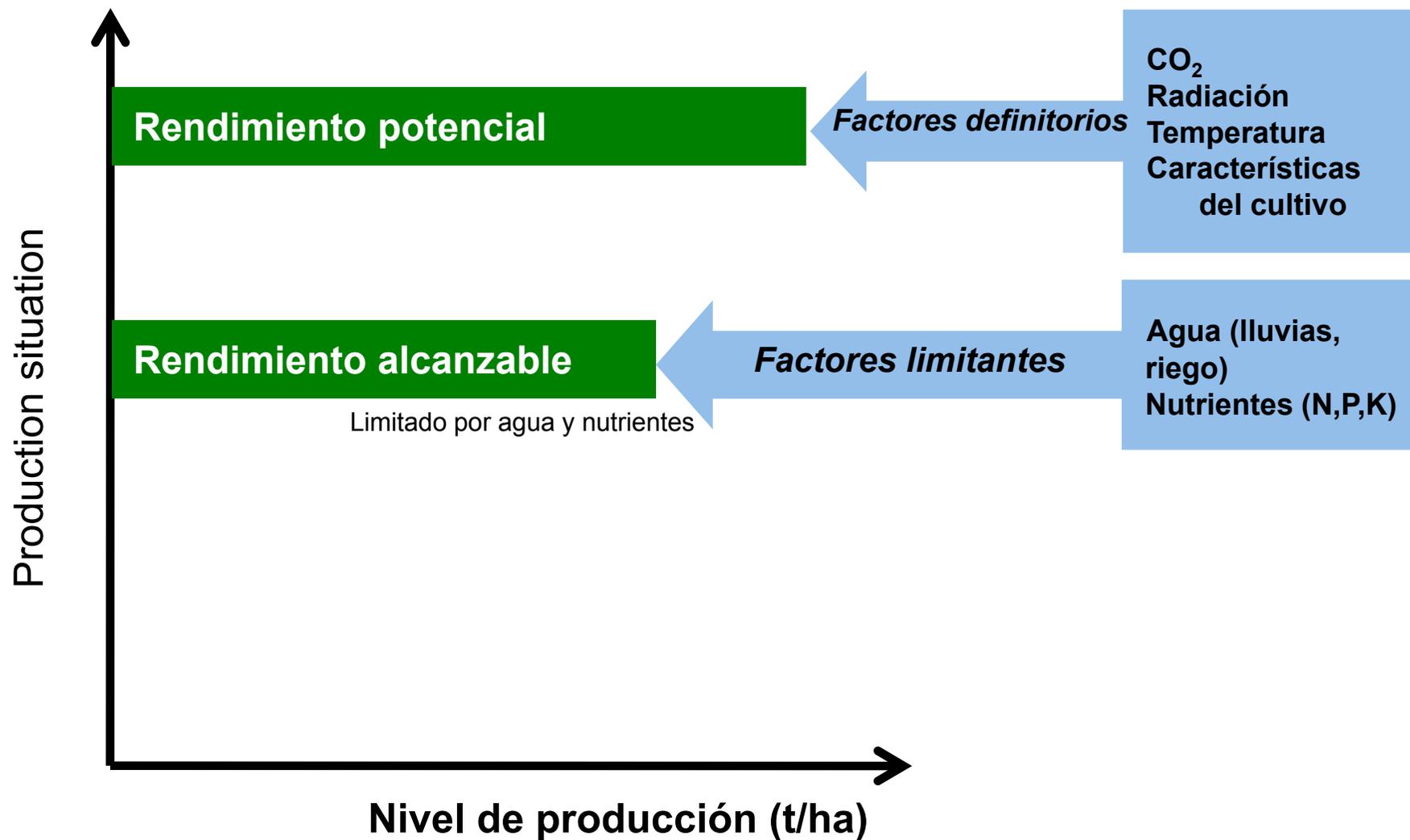


Fuente: Van Ittersum y Rabbinge, 1997





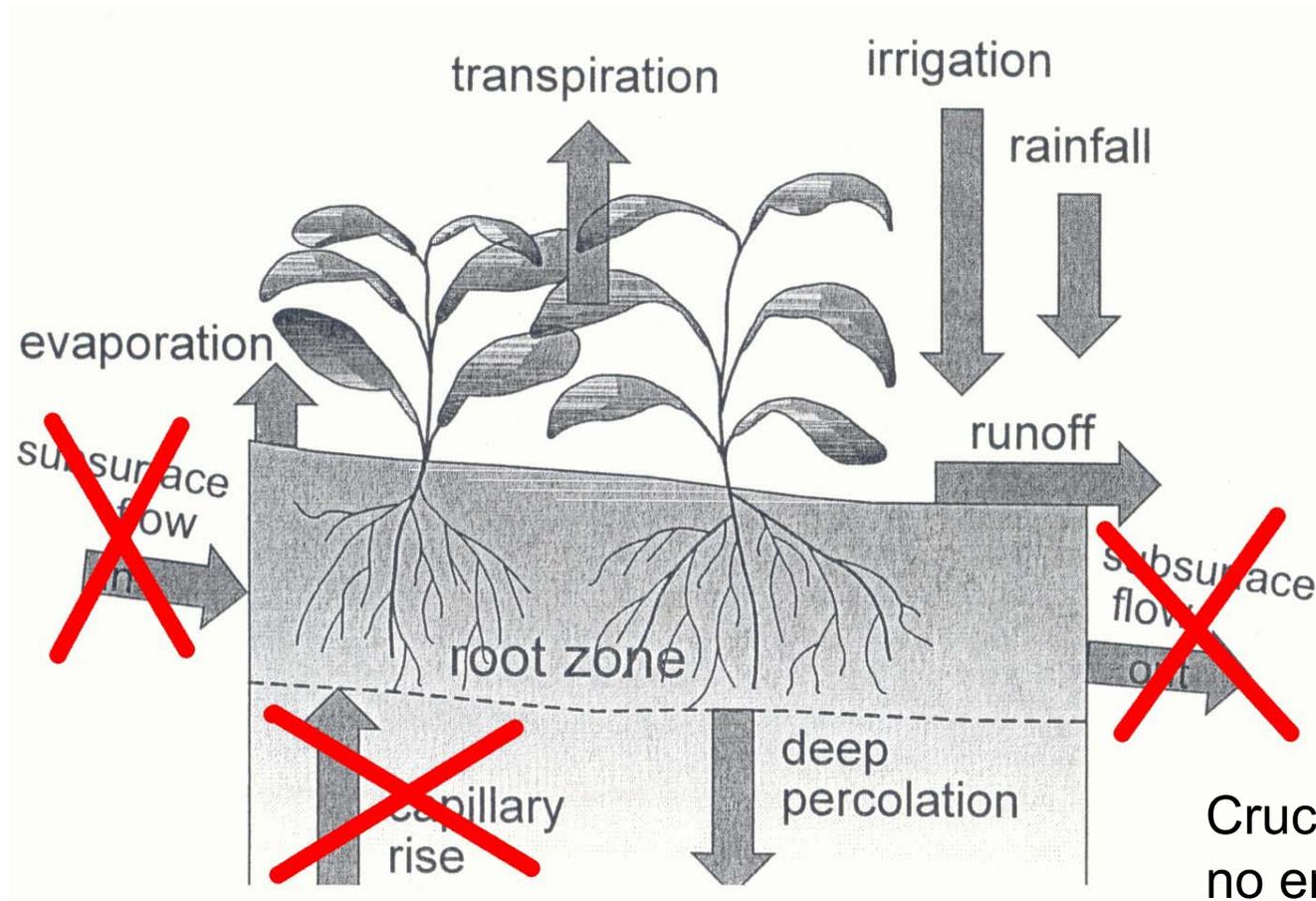
# Principios ecológicos de producción de los niveles de rendimiento



Fuente: Van Ittersum y Rabbinge, 1997



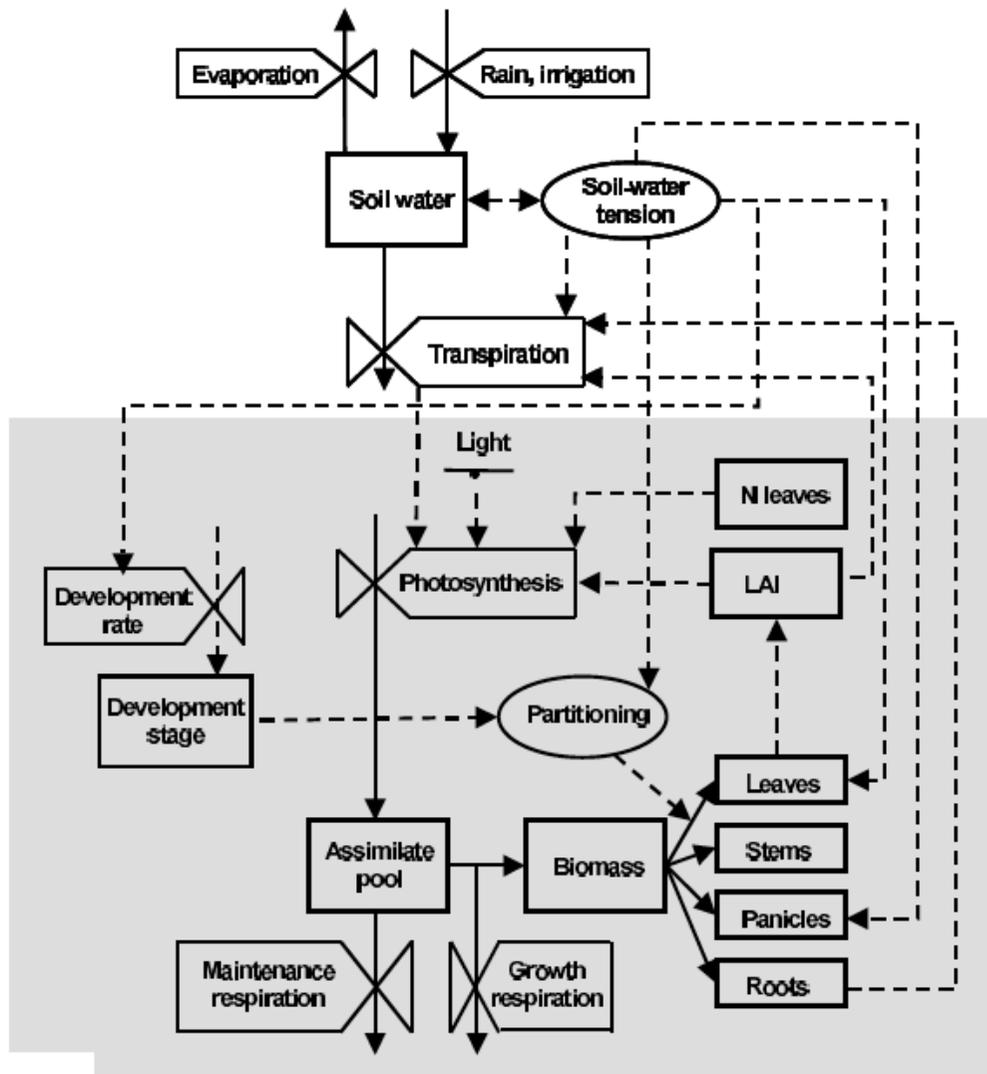
# Términos de equilibrio de agua del suelo: Zona radical



Fuente: Allen, et. Al., 1998



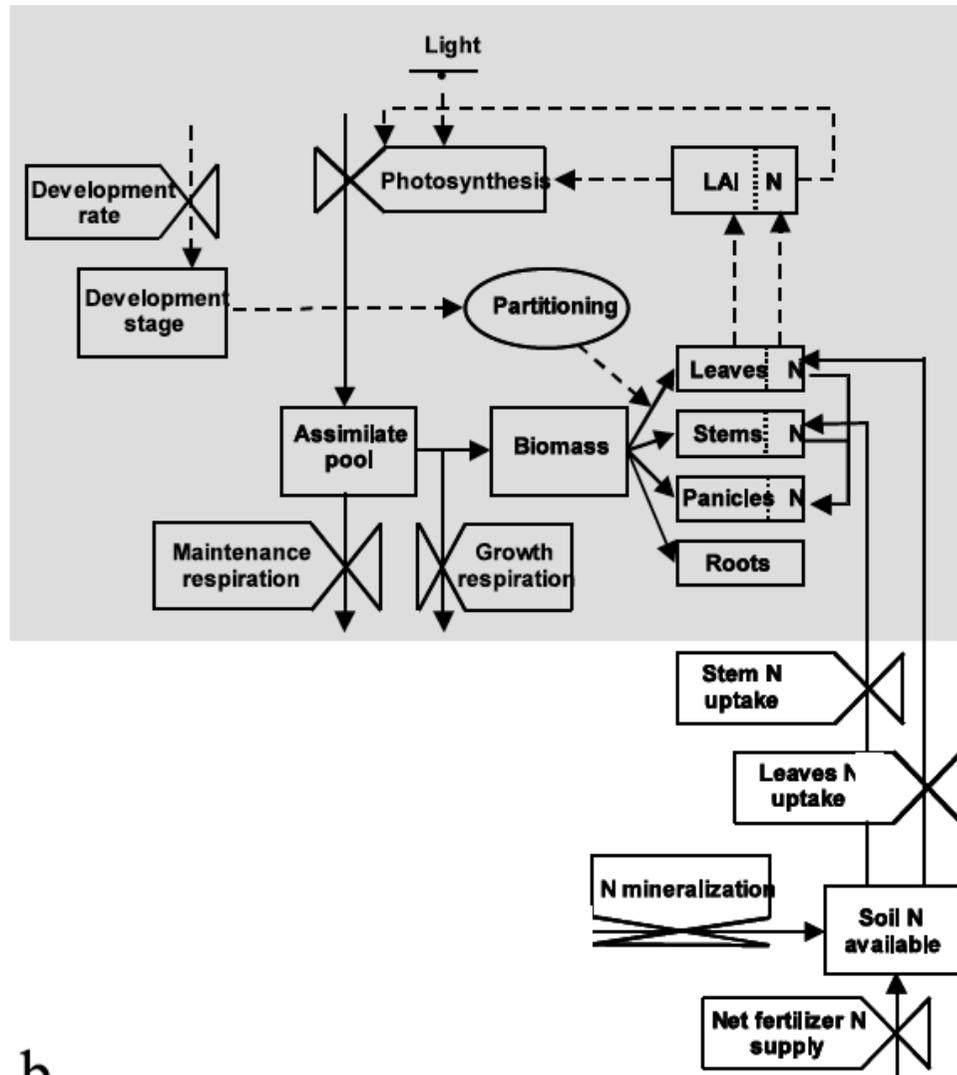
# Limitado por el agua



Fuente: van Ittersum, M.K., et al., 2003



# Limitado por los nutrientes

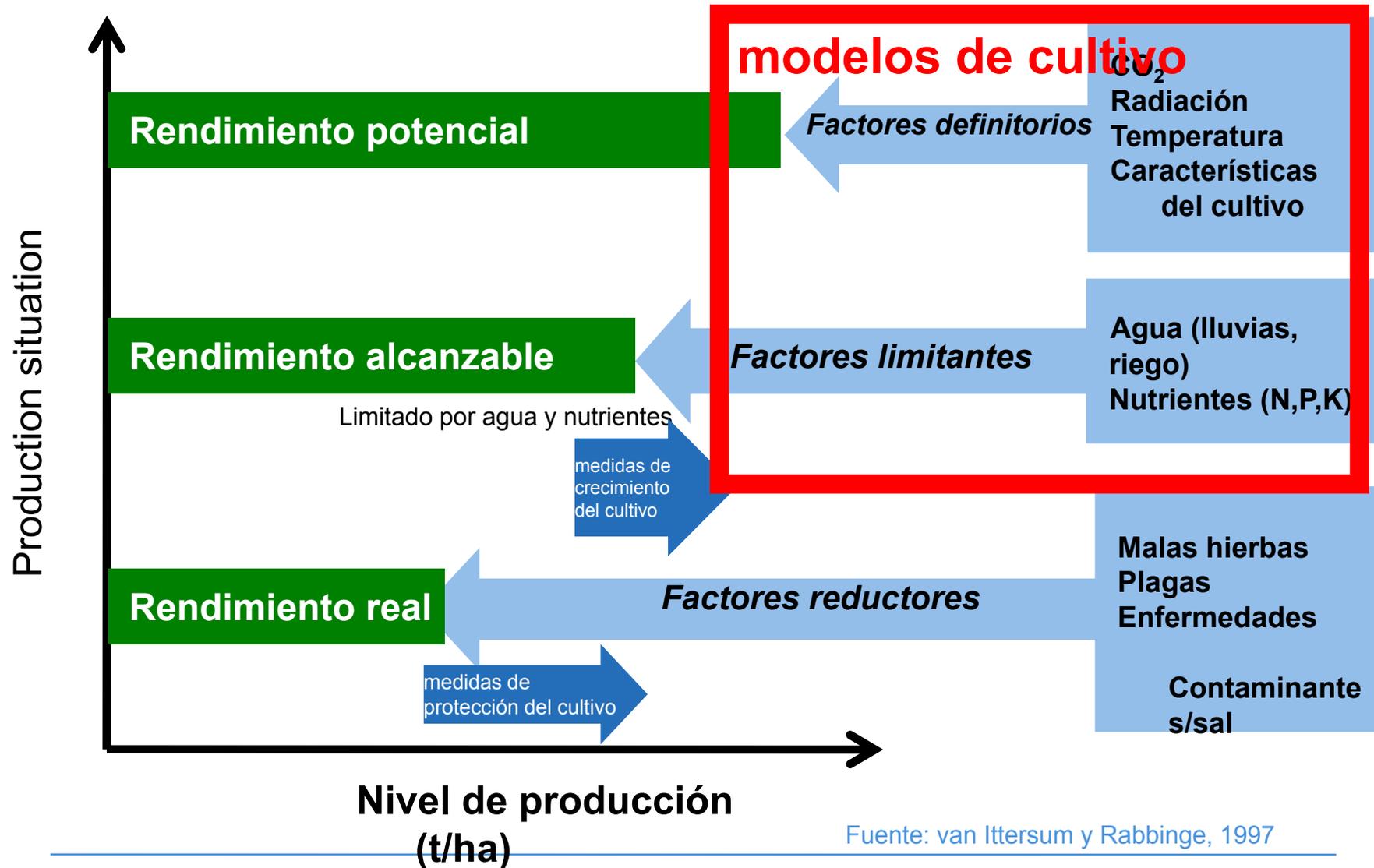


h

Fuente: van Ittersum, M.K., et al., 2003



# La gestión es el factor más importante



Fuente: van Ittersum y Rabbinge, 1997



## Cálculos simples (trigo) (según van Keulen; Driessen)

---

- Estación de crecimiento de 90 días, con un período de llenado de los granos de 30 días.
  - a) Con una tasa de crecimiento de 200 kg DM/día/ha el rendimiento potencial es de 6000 kg/ha:
    - Tenga en cuenta que el proceso depende de la temperatura, por lo que las temperaturas más altas reducirían la estación (es decir, el período de llenado de los granos) y, por tanto, la producción potencial.
- Asumir que de cada 500 mm de lluvia, tan solo 250 mm son transpirados por el cultivo.
  - a) Por tanto, el cultivo utiliza 2.500.000 mm<sup>3</sup>/ha, que suponiendo un aprovechamiento del agua de 200 (kg de agua/ kg DM), la producción total de biomasa es de 12500 kg DM.
    - Para el trigo, tenga en cuenta que un 15% de la biomasa total se encuentra bajo tierra (raíces). La biomasa aérea, por tanto, es de 10.625.
    - Con un índice de extracción (proporción de peso de producto extraído de la planta aérea total) de 0,4, se puede conseguir un rendimiento del grano de 4250 kg/ha.
  - b) 500 mm son semiáridos, en una zona con una pluviosidad de 800 mm, y un 50% es utilizado por el cultivo.
    - Por tanto, 400 mm tendrían como resultado rendimientos de 6800 kg/ha; si se aprovechara el 60% o 480 mm, el rendimiento podría ascender hasta a 8160 kg/ha.



## Cálculos simples (trigo) (según van Keulen; Driessen)

---

- Nitrógeno (N) de la materia orgánica del suelo:
  - a) Con un suelo fértil de 15 cm y una densidad aparente de 1500 kg suelo/m<sup>3</sup> para una hectárea, dispone de un suelo de 2.250.000 kg. Con un contenido de materia orgánica del 1%, tendrá una materia orgánica de 22.500 kg. Considerando que la materia orgánica contiene un 58% de carbono (C) orgánico, obtenemos 13051 kg de carbono orgánico para el suelo fértil por hectárea.
  - b) Suponiendo un coeficiente de C/N de 10, tenemos 1305 kg N.
  - c) Con una tasa de descomposición del 2% al año, tenemos una liberación de N de 26,1 kg.
  - d) Suponiendo que por cada 55 kg de grano (trigo), se requiere 1 kg de N, podemos alcanzar una producción limitada por nutrientes de 1435 kg/ha.
  - e) Tenga en cuenta que un 1% de materia orgánica del suelo es un porcentaje bajo, suponiendo un 2%, seríamos capaces de conseguir rendimientos de 2870 kg/ha.
  - f) Todas las cifras tienen rangos y pueden determinarse y medirse.



## Modelos – Ventajas

---

- Los modelos son herramientas de ayuda; la interacción con la parte interesada es fundamental
- Los modelos nos permiten preguntar "qué pasaría si...", lo que permite destacar el beneficio relativo de la gestión alternativa:
  - a) Mejora de la planificación y la toma de decisiones
  - b) Ayuda en la aplicación de lecciones aprendidas a problemas de política
- Los modelos permiten la integración entre escalas, sectores y usuarios.



## Modelos – Limitaciones

---

- Los modelos deben calibrarse y validarse para representar la realidad
- Los modelos necesitan datos y experiencia técnica
- Los modelos por sí solos no proporcionan una respuesta; es esencial la interacción de las partes interesadas.



## Modelos de cultivo

---

	Valor
Escala espacial de los resultados	Desde diaria hasta secular
Tiempo para llevar a cabo el análisis	Desde el emplazamiento hasta la región
Necesidades de datos	De 4 a 5
Capacitación o formación necesaria	5
Recursos tecnológicos	De 4 a 5
Recursos financieros	De 4 a 5
Rango para la clasificación: de 1 (la cantidad más baja) a 5 (el más demandante).	

Ejemplos: CROPWAT, CERES, SOYGRO, APSIM, WOFOST, etc.



## Conclusiones

---

- El sentido común es importante a la hora de utilizar modelos
- Si es posible, vuelva a los fundamentos y utilice también cálculos de “caja de adaptación”
- Los modelos de cultivo no calculan los niveles reales de producción.



---

**¿CÓMO PODEMOS ESTIMAR  
LAS FUNCIONES DE  
PRODUCCIÓN DE LOS  
CULTIVOS?**



## Esquema

---

- Cuestiones relacionadas con los datos
- Selección de variables: especificación del modelo
- Selección de la relación funcional específica: estimación
- Diagnóstico de los resultados: validación del modelo



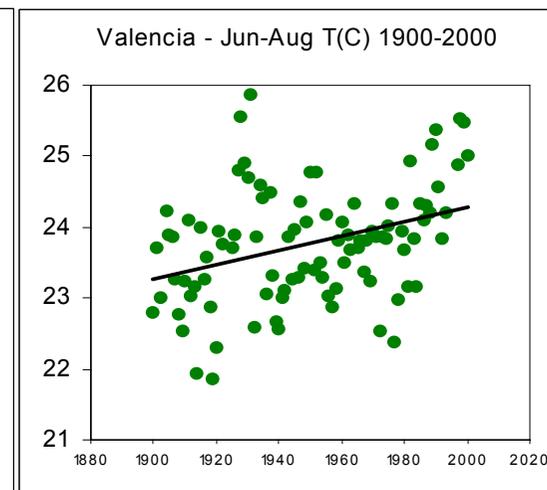
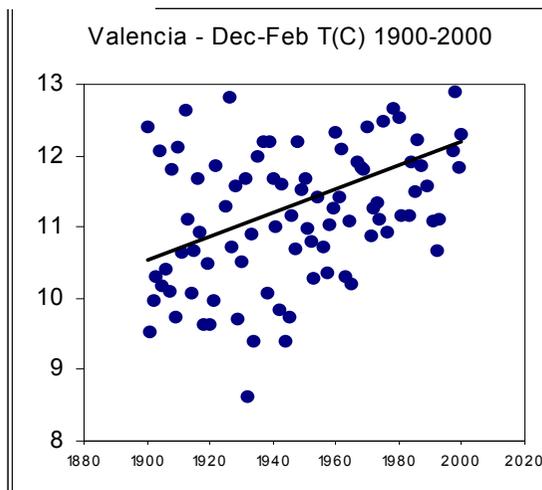
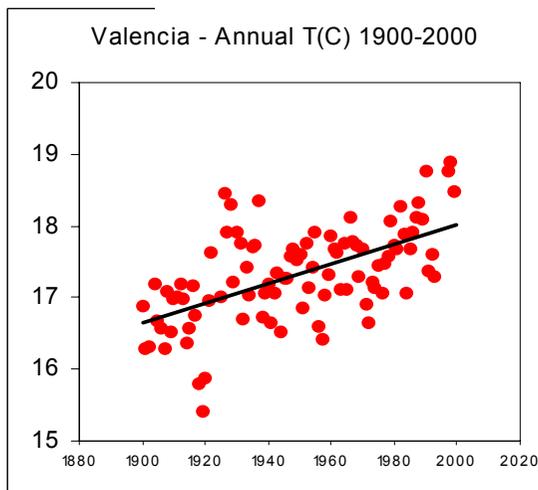
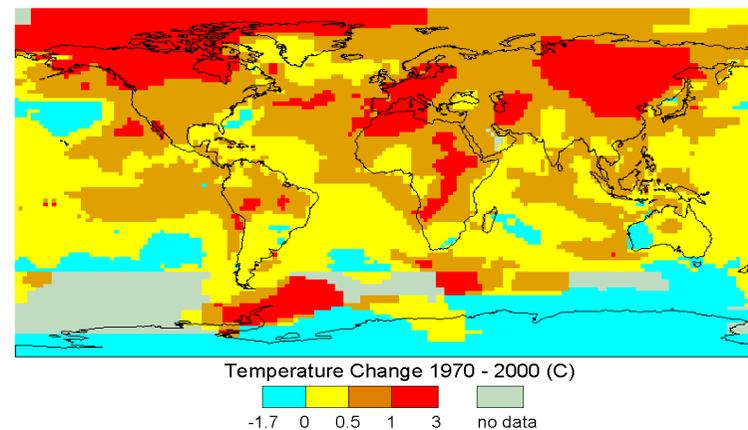
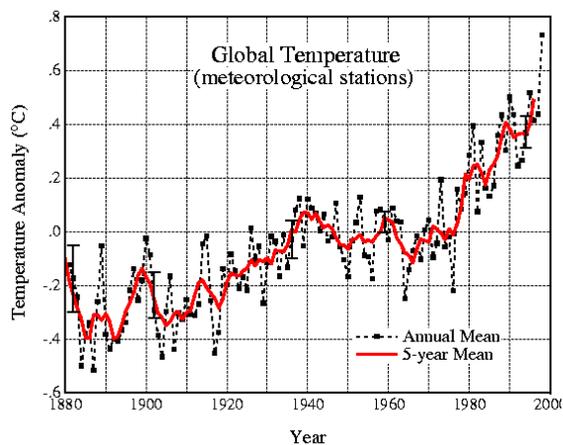
## Conjuntos de datos

---

- Un conjunto de datos observados o simulados que representan las variables que queremos analizar
- Tipos de conjuntos de datos: series temporales, sección transversal
- datos, datos de panel, datos espaciales
- Los datos son datos requeridos para definir las bases de referencia y los escenarios medioambientales y socioeconómicos climáticos y no climáticos
- Los datos son limitados
- Debate sobre las bases de datos de apoyo y fuentes de datos



# Grupo de trabajo 1 del IPCC: “Una imagen colectiva de un mundo en calentamiento”

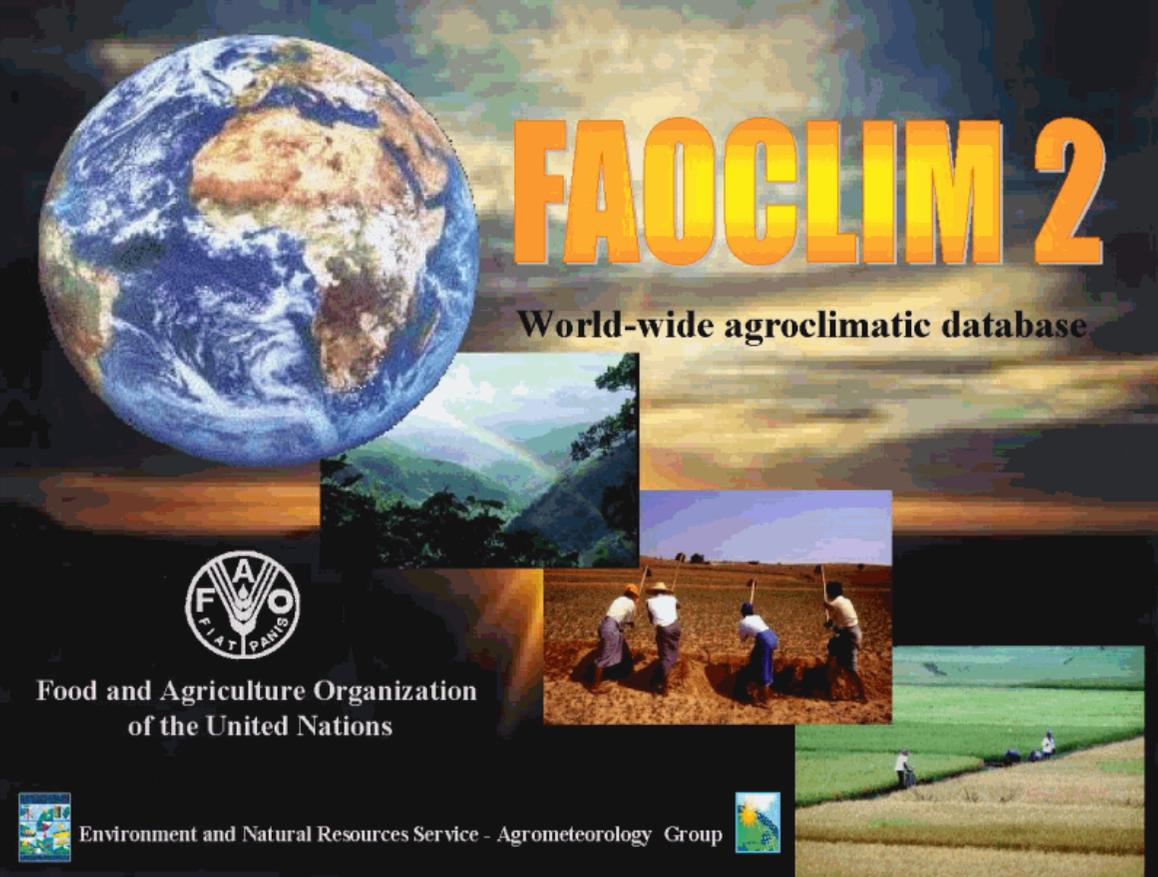


Fuente de los datos: GISS/NASA



# FAOCLIM

FAOCLIM 2 - World-Wide Agroclimatic Data Base



The splash screen features a large globe on the left side. To its right, the text "FAOCLIM 2" is displayed in large, bold, orange letters with a 3D effect. Below this, the subtitle "World-wide agroclimatic database" is written in a smaller, black font. The background is a collage of agricultural and natural scenes, including a rainbow over a valley, a sunset, and people working in a field. In the bottom left corner, the FAO logo is shown, consisting of a circular emblem with the letters "FAO" and the motto "FIAT PANIS". Below the logo, the text "Food and Agriculture Organization of the United Nations" is displayed. At the bottom center, the text "Environment and Natural Resources Service - Agrometeorology Group" is shown, flanked by two small icons of a globe and a sun. A "Next >" button is located in the bottom right corner of the splash screen.

**FAOCLIM 2**  
World-wide agroclimatic database

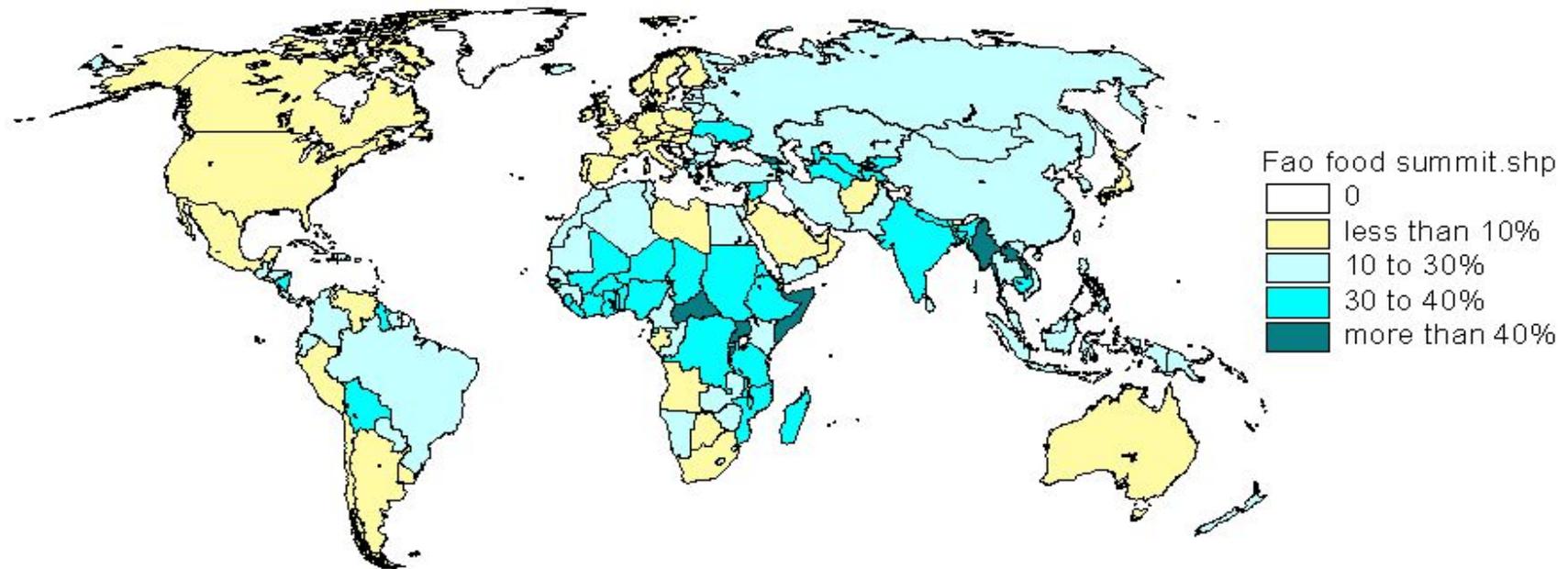
  
Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

 Environment and Natural Resources Service - Agrometeorology Group 

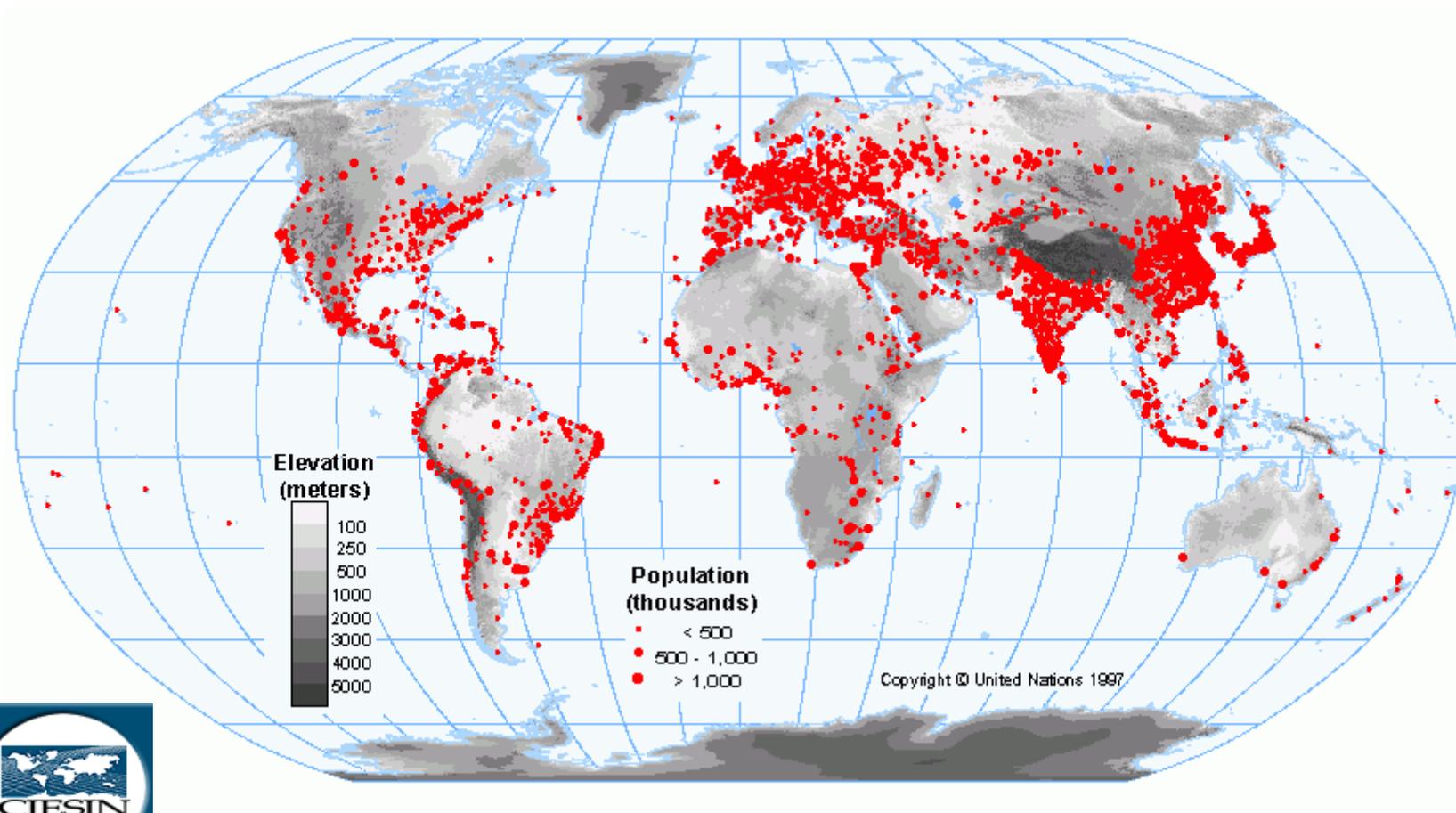
Next >



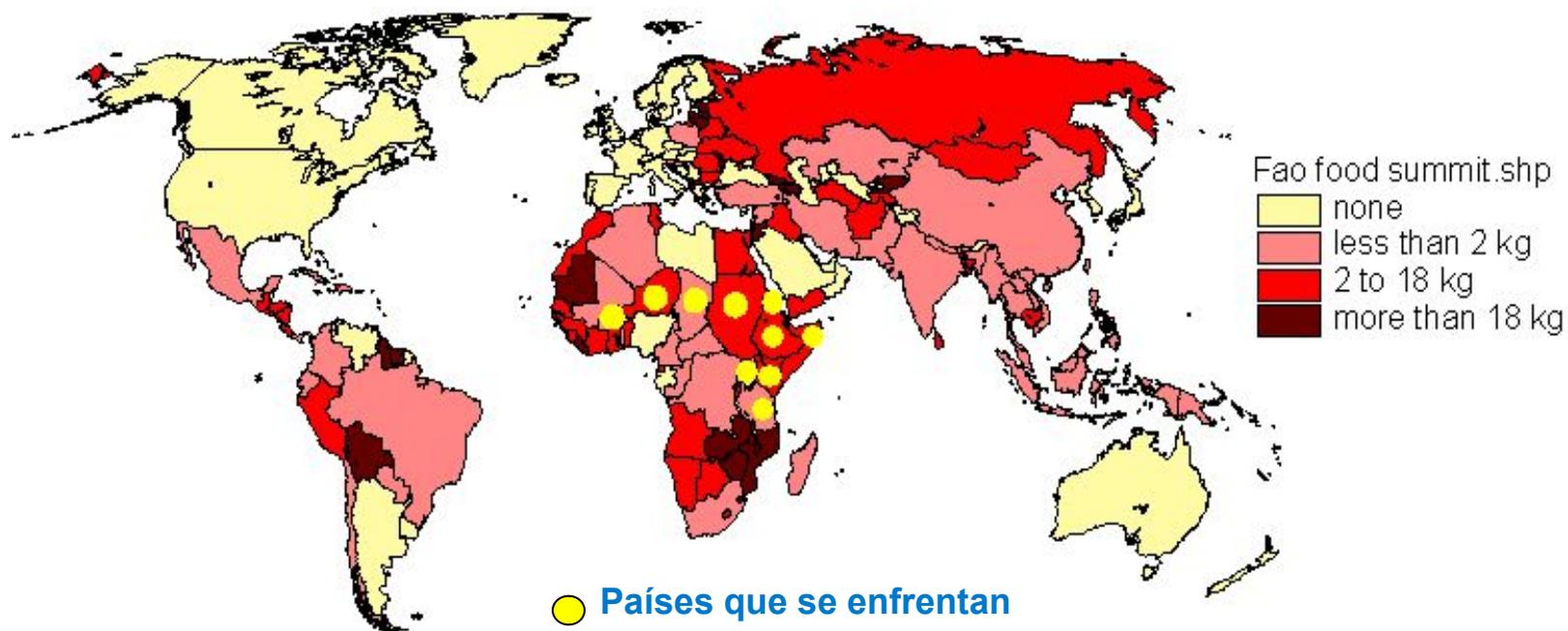
## PIB de la agricultura como proporción del PIB total



# Población

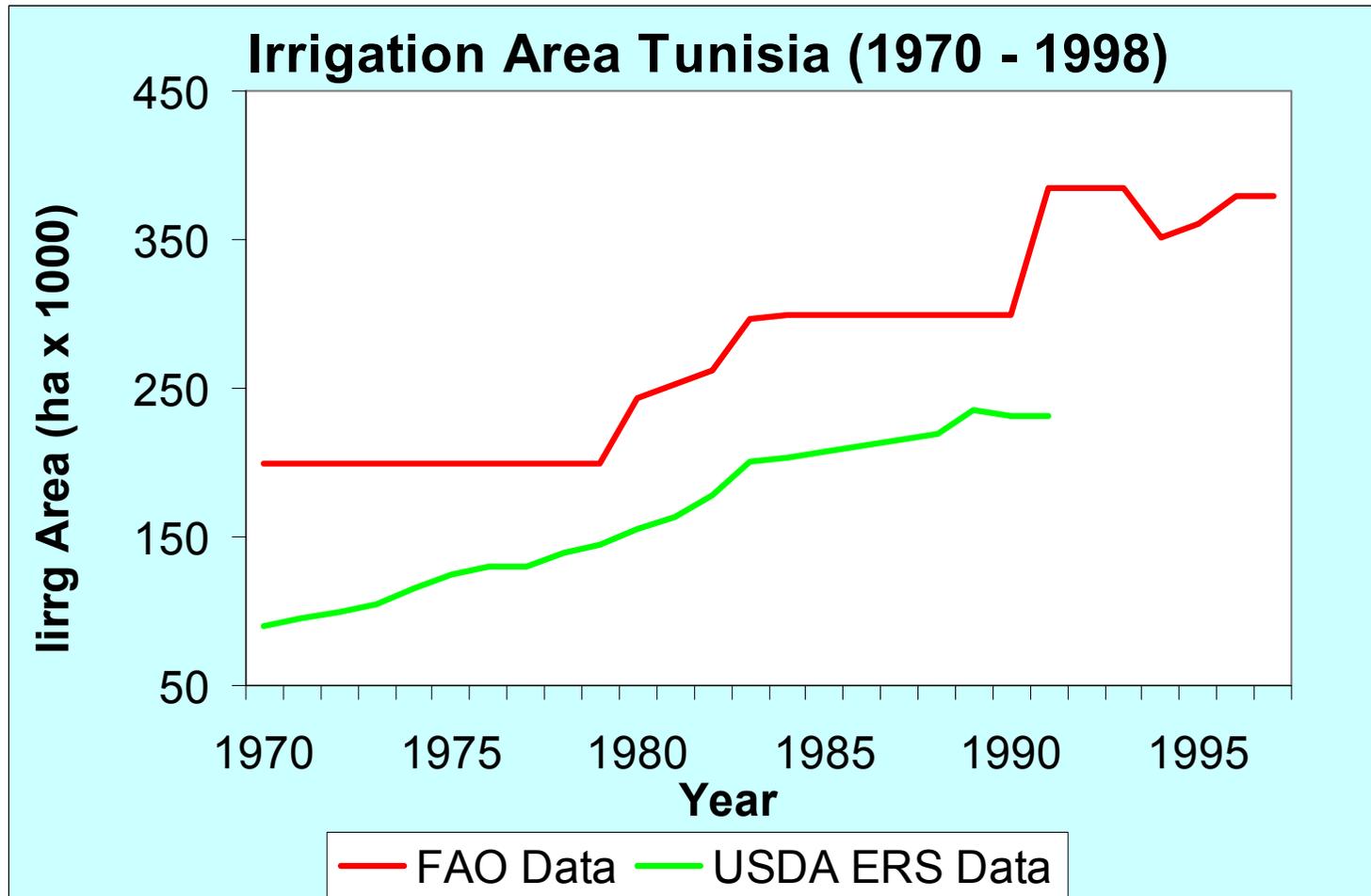


## Ayuda alimentaria recibida de fuentes externas 2000



● Países que se enfrentan a emergencias alimentarias excepcionales provocadas por la sequía Agosto de 2001

## Datos: escalas, fuentes, fiabilidad



# Selección de variables

## Económica

## Agua

## Gestión

## Geográfica

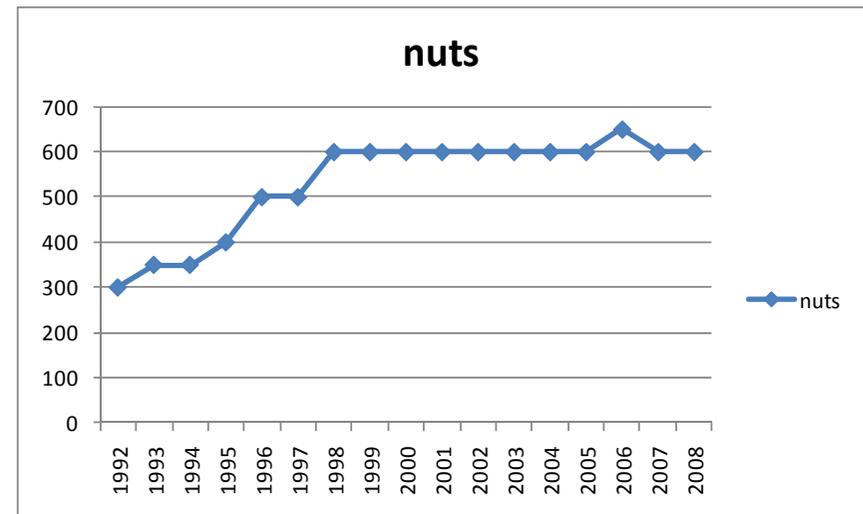
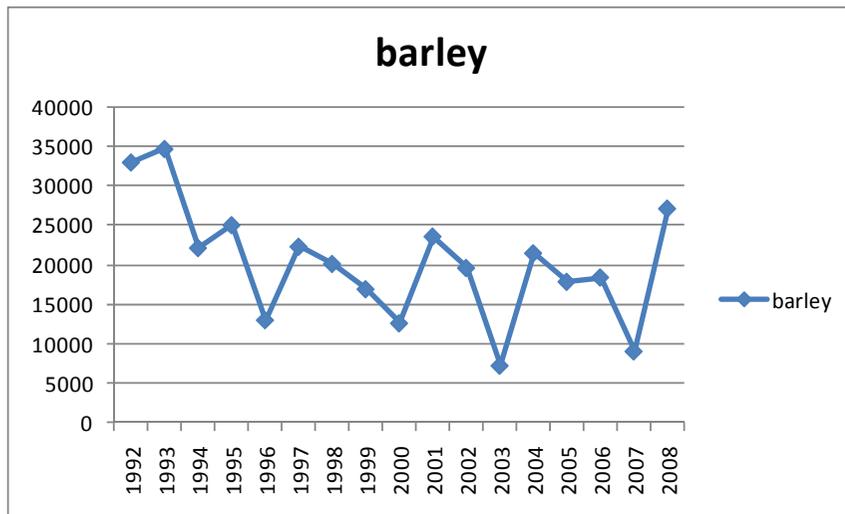
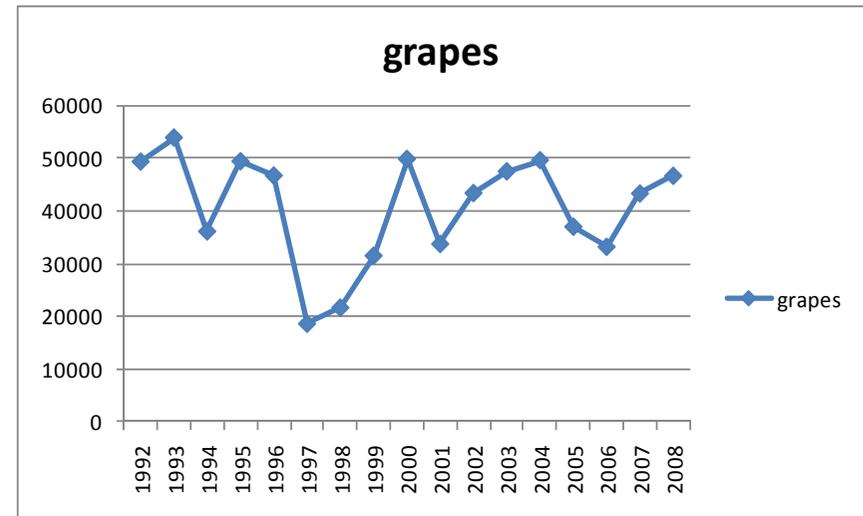
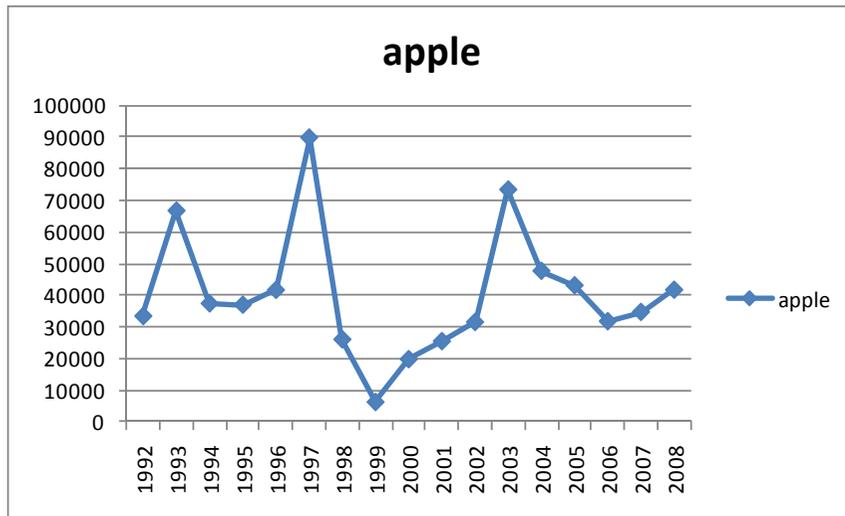
## Clima

Type of variable	Name	Definition	Unit	Source of Data
Economic	$Y_t$	Crop yield at a site in year t	T/ha	MARM
	$GAV_t$	Gross added value of agriculture a site in year t	K€ current prices	MARM and INE
	$L_t$	Total employment of agricultural sector at a site in year t	1000 People	Labour Force Survey (LFS). INE
	$P_t$	Farm product price index	Base year: 2000=100	INE
Water	$Irrig_{it}$	Net water needs of crops in the ith month in year t	mm / month	Planning Hydrographic Office - CHEBRO
	$Prec_{it}$	Total precipitation in the ith month/ 3 month period in year t	mm / month	AEMET
Managment	$Mac_t$	Machinery in year t	Nº	FAO
Geographic	$T_t$	Irrigated area by crop type	ha	MARM
	$Altitude_t$	Dummy variables indicating 0-600, 601-1000 and more than 1000 meters		INE
	$Area\_ebro_t$	Dummy variables indicating the 3 main areas of the basin: Northern, Central and Low Ebro		
Climate	$T\_Max_{it}$	Maximum temperature in the ith month / 3 month period in year t	° C	AEMET
	$T\_Mean_t$	Average temperature in the ith month / 3 month period in year t	° C	AEMET
	$Fr_{it}$	No. of days with temperatures below 0° C in the ith month/ 3 month period in year t		AEMET

Fuente: Quiroga, Iglesias, 2011



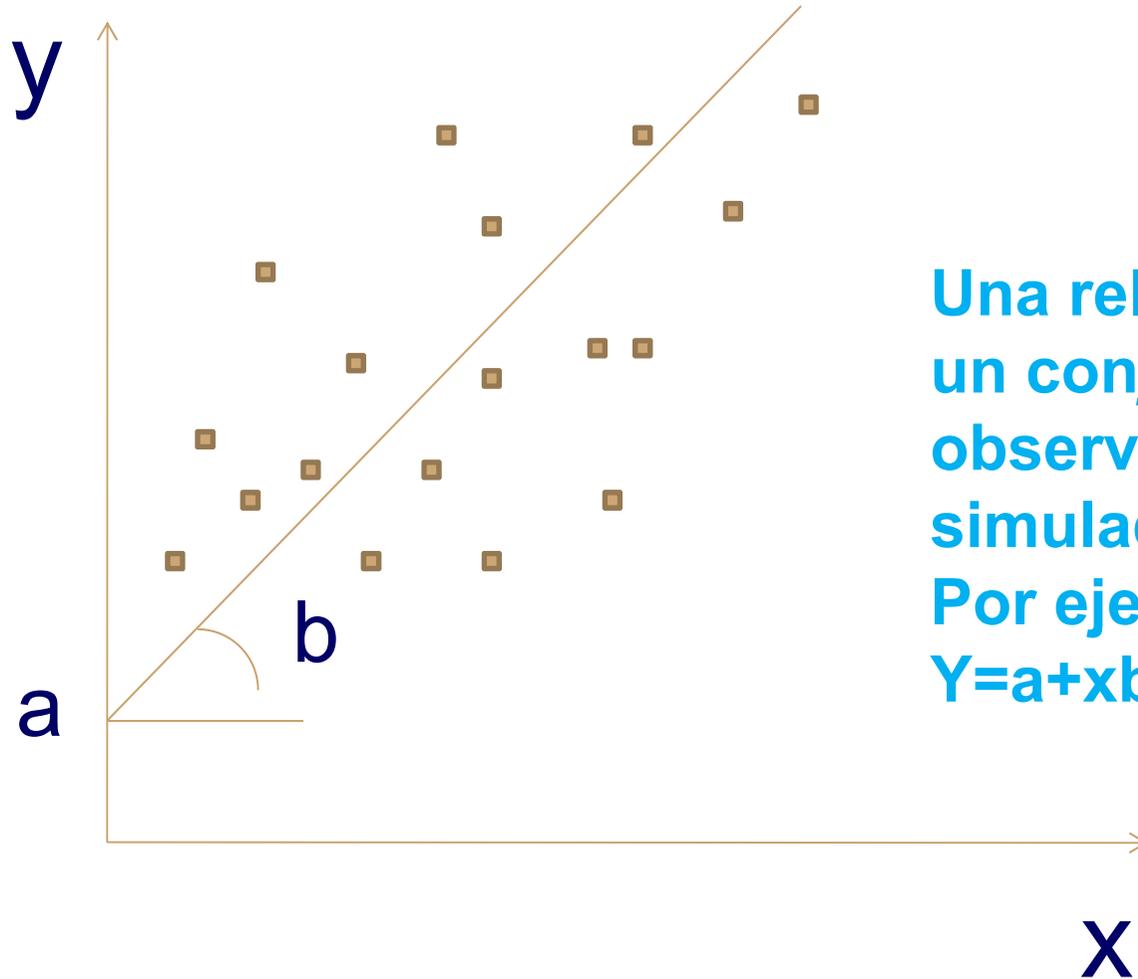
# Moldova: Rendimientos de cultivos (1992-2008)



Fuente: FAO

## Qué estimar...

---



Una relación entre  
un conjunto de puntos  
observados o  
simulados (x,y)  
Por ejemplo:  
 $Y=a+xb$



## Menores cuadrados ordinarios

---

- Como los valores cuadrados son siempre positivos, utilizamos el método de "menores cuadrados ordinarios" para el cálculo
- Seleccionar "a" y "b" de tal modo que minimice la suma de residuos cuadrados. Esto permite evitar la compensación entre valores positivos y negativos
- Utilizamos un software específico (E-views, R, STATA, SPSS...)



## Interpretación de la estimación

$$Q_t = \alpha + \beta E_t + u_t$$

Dependent Variable: Q  
Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.268859	0.123597	26.44769	0.0000
E	0.519333	0.138008	3.763072	0.0024
R-squared	0.521367	Mean dependent var		3.335333
Adjusted R-squared	0.484550	S.D. dependent var		0.659901
S.E. of regression	0.473775	F-statistic		14.16071
Sum squared resid	2.918019	Prob(F-statistic)		0.002368

Donde Q= producción; E=empleo

## Coeficientes

---

- Cada uno de los coeficientes representa el efecto de la variable explicativa sobre la variable dependiente (Y).
- El valor estimado para “b” indica la variación que se produce en la variable dependiente (Y) cuando varía la variable explicativa (X) en una unidad y el resto permanece constante.
- En el ejemplo de la diapositiva anterior: Un incremento de una unidad en el empleo produce un incremento de 0,52 unidades en la producción.



## Aplicación práctica

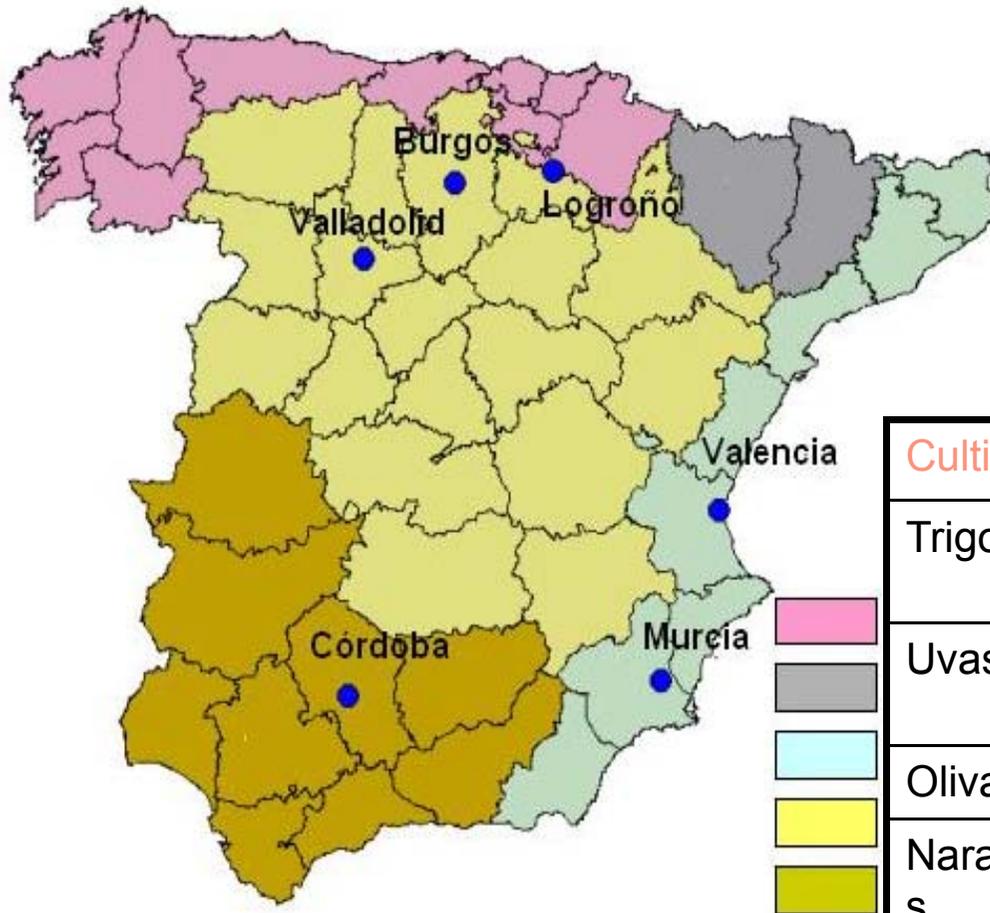
---

1. Estimar las funciones estadísticas de la respuesta del rendimiento para algunos cultivos en España
2. Evaluar los efectos del cambio climático
3. Adaptación: Cambios en la gestión para mejorar el rendimiento bajo el cambio climático



## ESTUDIO DE CASO LOCAL

Variables climática, tecnológica y de gestión



Cultivos	Emplazamientos para el análisis
Trigo	Burgos, Córdoba, Murcia y La Rioja
Uvas	Burgos, Córdoba, Murcia y La Rioja
Olivas	Córdoba, Murcia y La Rioja
Naranjas	Valencia, Murcia y Córdoba
Cebada	Valladolid

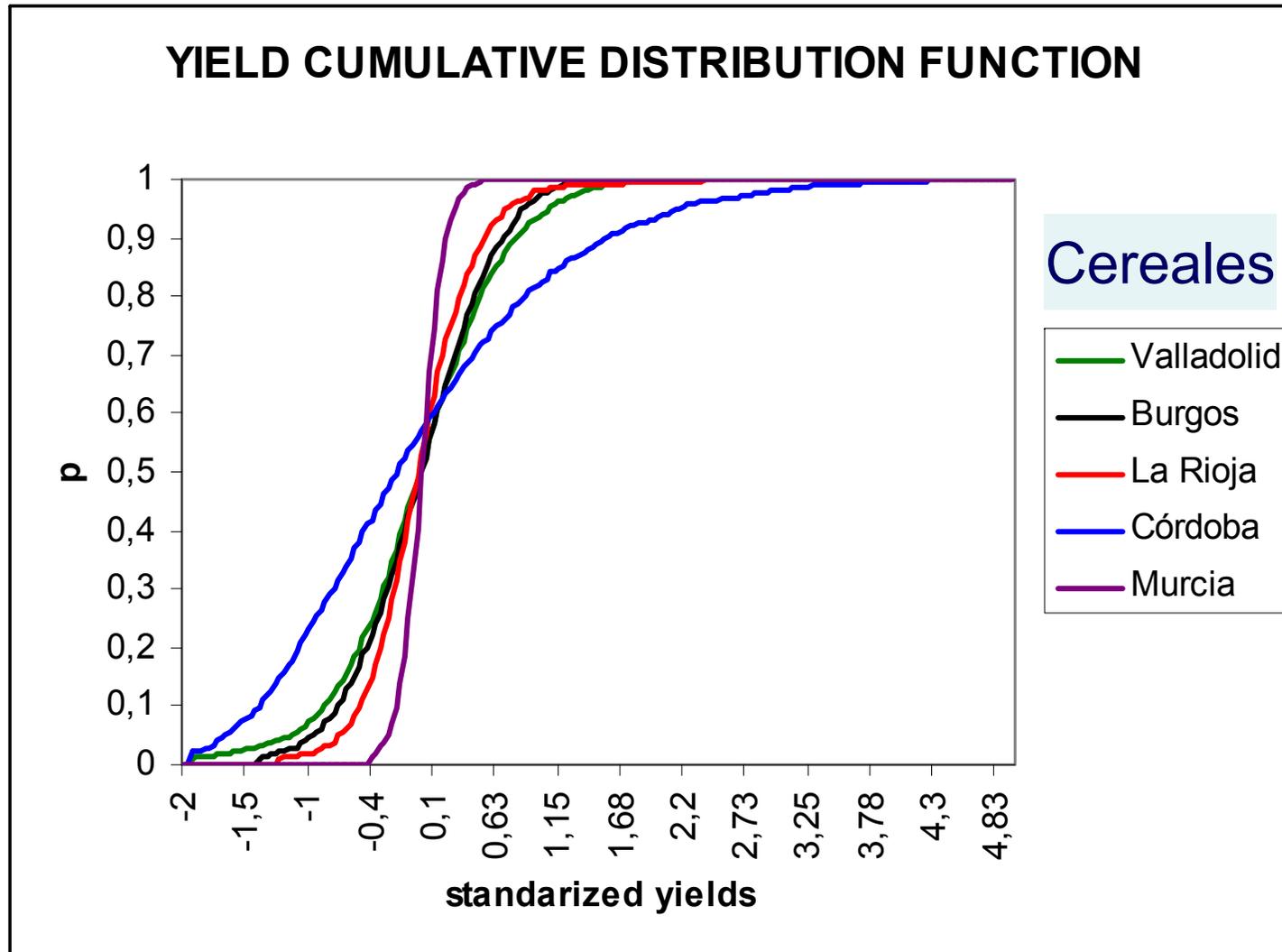
# ¿Cómo afecta la sequía al rendimiento para las uvas?

## Estimación de modelo de regresión

Cultivo/Emplazamiento		Uvas / Córdoba			Uvas / La Rioja	
		Estimación	P-valor		Estimación	P-valor
<b>Variables</b>	<b>EnR<sub>t-1</sub></b>	<b>0.2553</b>	<b>(0.0316)</b>	<b>Mac</b>	<b>0.0025</b>	<b>(0.0000)</b>
	<b>Tpoct</b>	<b>-0.1162</b>	<b>(0.0000)</b>	<b>Tpdec</b>	<b>-0.0488</b>	<b>(0.0442)</b>
	<b>Tpdjf</b>	<b>0.0781</b>	<b>(0.0155)</b>	<b>Plutfeb</b>	<b>0.0055</b>	<b>(0.0263)</b>
	<b>Plutfeb</b>	<b>-0.0043</b>	<b>(0.0000)</b>	<b>Plutsep</b>	<b>-0.0022</b>	<b>(0.0496)</b>
	<b>Plutaug</b>	<b>0.0130</b>	<b>(0.0148)</b>	<b>Tmaxmay</b>	<b>0.0748</b>	<b>(0.0000)</b>
	<b>Seq</b>	<b>-0.2101</b>	<b>(0.0046)</b>			
	<b>Imp<sup>76</sup></b>	<b>-0.7094</b>	<b>(0.0005)</b>			
<b>Ljung-Box</b>	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>0.6293</b>	<b>(0.428)</b>		<b>0.2939</b>	<b>(0.588)</b>
	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>2.3256</b>	<b>(0.313)</b>		<b>0.3180</b>	<b>(0.853)</b>
	<b>Q<sub>3</sub></b>	<b>2.3476</b>	<b>(0.503)</b>		<b>0.7825</b>	<b>(0.854)</b>
	<b>Q<sub>4</sub></b>	<b>3.1141</b>	<b>(0.539)</b>		<b>0.8015</b>	<b>(0.938)</b>
<b>Prueba de White</b>		<b>0.6028</b>	<b>(0.8089)</b>		<b>1.3900</b>	<b>(0.2230)</b>
<b>R<sup>2</sup></b>		<b>0.84</b>			<b>0.73</b>	



# Estimación del riesgo climático



---

# **MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL**

## **Mecanismos de mercado: Modelo GTAP**



## Equilibrio general computable

---

- Las estimaciones de impacto de mercado y sus efectos económicos directos asociados se introducen en un modelo de **equilibrio general computable (EGC)**, desarrollando modelos individualmente para la mayoría de los países de la UE.
- Este marco capta no solo los efectos directos de un impacto climático concreto, sino también los efectos indirectos en el resto de la economía.
- El modelo de EGC traduce en última instancia los escenarios de cambio climático en cambios sobre el bienestar del consumidor y el PIB, en comparación con el escenario de referencia sin cambio climático.



## Teoría del equilibrio general

---

- La teoría del equilibrio general es una rama de la economía neoclásica teórica.
  - Trata de **explicar el comportamiento de la oferta, la demanda y los precios en una economía completa** con varios o muchos mercados, tratando de demostrar que el **equilibrio de los precios para los bienes existe y que todos los precios están en equilibrio**, de ahí el equilibrio general, en contraste con el equilibrio parcial.
  - Al igual que los modelos, se trata de una **abstracción** de una economía real, pero es un modelo útil, tanto por considerar **los precios de equilibrio como los precios a largo plazo**, y por considerar los precios reales como derivaciones del equilibrio.
  - Un modelo de GCE se basa en relaciones comerciales entre los países en todo el mundo (esto es un modelo teórico basado en la teoría económica).
- 



## Modelos de equilibrio general computable: GTAP

---

- GTAP es una base de datos mundial que representa la economía mundial en un año (2004), incluyendo una representación de los sectores económicos más importantes.
- Los países están vinculados a través de flujos comerciales, precios de mercado y flujos comerciales. Considera mercados equilibrados sin excesos de oferta o demanda.
- Los cambios en los precios relativos tienen como resultado efectos sobre el equilibrio general y cambios en los flujos económicos.



# Modelo GTAP

---



## BASE DE DATOS DE GTAP

---

- 113 regiones del mundo
- 57 sectores
- Factores: tierra, trabajo, capital y recursos naturales



# BASE DE DATOS DE GTAP

Old sector	New sector	Old sector description
1 pdr	1 Food	Paddy rice
2 wht	1 Food	Wheat
3 gro	1 Food	Cereal grains nec
4 v_f	1 Food	Vegetables, fruit, nuts
5 osd	1 Food	Oil seeds
6 c_b	1 Food	Sugar cane, sugar beet
7 pfb	1 Food	Plant-based fibers
8 ocr	1 Food	Crops nec
9 ctl	1 Food	Cattle, sheep, goats, horses
10 oap	1 Food	Animal products nec
11 rmk	1 Food	Raw milk
12 wol	1 Food	Wool, silk-worm cocoons

**Food (alimentos) representa al sector agrícola**

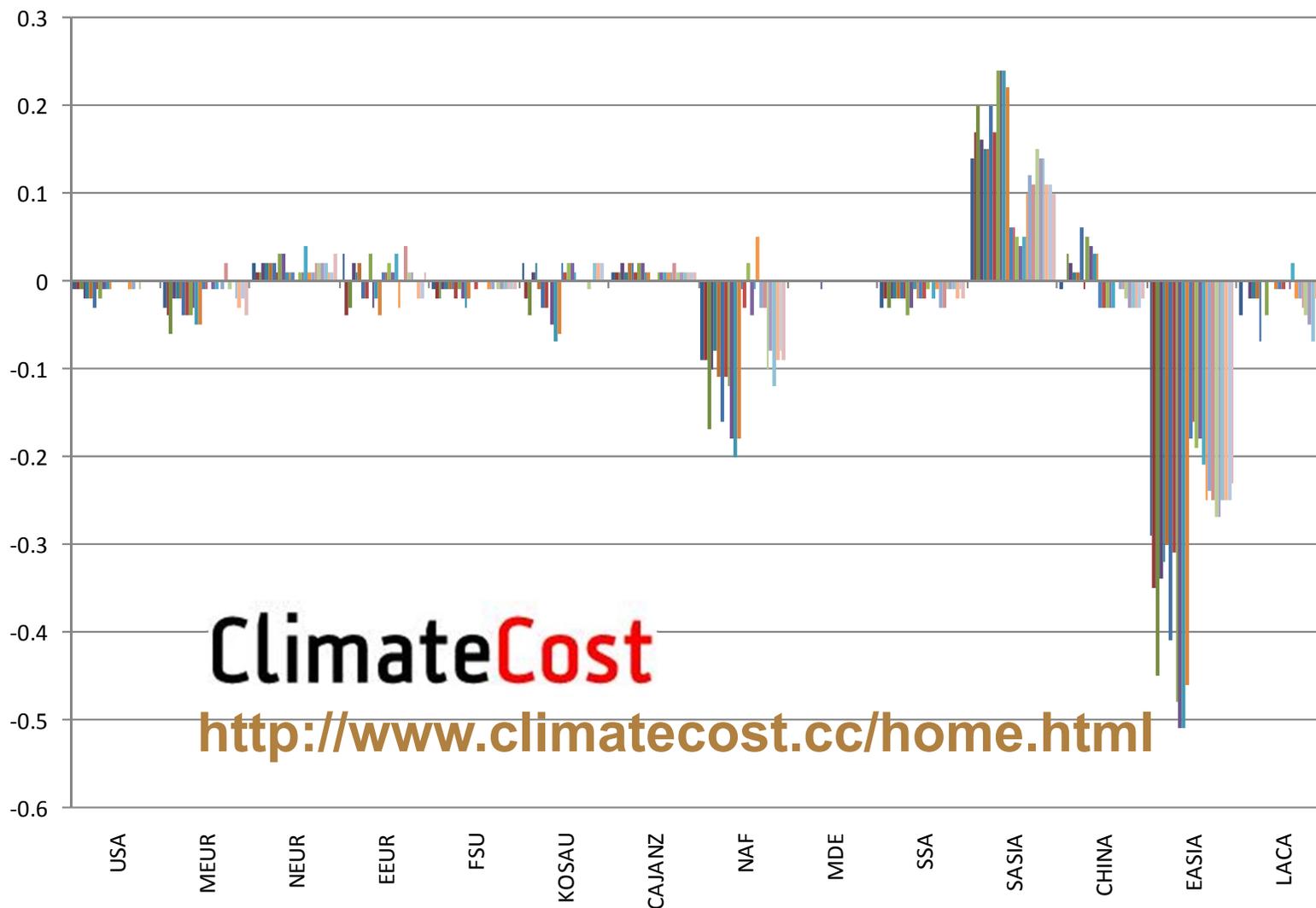


# BASE DE DATOS DE GTAP

Region	Countries
USA	USA
MEUR	France, Portugal, Spain, Italy, Macedonia, Serbia, Slovenia, Albania, Bosnia Herzegovina, Croatia, Cyprus Greece
NEUR	Norway, Finland, Sweden, German, Austria, Ireland, UK, Belgium, Denmark, Finland, Luxemburg, Netherlands, Switzerland
EEUR	Czech Republic, Estonia, Latvia, Lithuania, Poland, Slovakia, Romania, Hungary, Bulgaria
FSU	Belarus, Ukraine, Azerbaijan, Moldova, Georgia, Russia, Armenia, Tajikistan, Turmekistan, Uzbekistan, Kazakhstan
KOSAU	South Africa, Republic of Korea, Australia
CAJANZ	Japan, New Zealand, Canada
NAF	Argelia, Tunisia, Libya, Morocco, Egypt
MDE	Turkey, Israel, Jordan, Lebanon, Syria, Iran, Iraq, Saudi Arabia, Kuwait, Oman, United Arab Emirates, Yemen
SSA	Eritrea, Guinea, Benin, Burkina Faso, Gambia, Ghana, Guinea-Bissau, Ivory Coast, Liberia, Nigeria, Mauritania, Mali, Central Africa Republic, Angola, Togo, Cameroon, Rep. Dem. Congo, Rep Congo, Equat. Guinea, Senegal, Niger, Sudan, Sierra Leone, Chad, Kenya, Ethiopia, Tanzania, Burundi, Mozambique, Rwanda, Zambia, Botswana, Gabon, Malawi, Djibouti, Somalia, Zimbabwe, Lesotho, Namibia, Uganda, Zimbabwe, Madagascar
SASIA	Afganistan, Nepal, India, Sri Lanka, Pakistan, Bangladesh
CHINA	China, Taiwan
EASIA	Mongolia, Indonesia, Papua New Guinea, Malaysia, Cambodia, Laos, Myanmar, Thailand, Philipines, Vietnam, Korea Democ. Peoples Rep.
LACA	Mexico, Nicaragua, Belice, Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haiti, Honduras, Argentina, Uruguay, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, Suriname, Colombia, Ecuador, Venezuela, Peru, Bolivia, Brazil, Paraguay, Chile



# Cambios inducidos por el cambio climático sobre el PIB % (US \$ constantes, 2004)



**ClimateCost**

<http://www.climatecost.cc/home.html>



---

# **CAMBIOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA**



## Motivos de preocupación

	Efecto posible	Nivel de confianza
Localización óptima de los cultivos (zonas)	cambio	alto
Productividad de los cultivos	cambio	alto
Exigencias de riego	aumento	alto
Salinidad del suelo y erosión	aumento	medio
Daños por fenómenos extremos	aumento	medio
Degradación medioambiental	aumento	medio
Plagas y enfermedades	aumento	medio

Fuente: Iglesias, et al., 2011



# ClimateCost

climate policy in an integrated disaggregated framework

Site under construction

[Home](#) [Project Overview](#) [Team](#) [Reports and Publications](#) [7FWP Partner Projects](#) [Project Team Area](#)

ClimateCost (the Full Costs of Climate Change) is a major research project on the economics of climate change, funded from the European Community's Seventh Framework Programme.

The objective of the project is to advance knowledge in three areas:

- Long-term targets and mitigation policies.
- Costs of inaction (the economic effects of climate change).
- Costs and benefits of adaptation.

The projects is addressing these objectives through seven tasks:

1. Identify and develop consistent scenarios for climate change and socio-economic development, including mitigation scenarios.
2. Quantify in physical terms, and value as economic costs, the effects of future climate

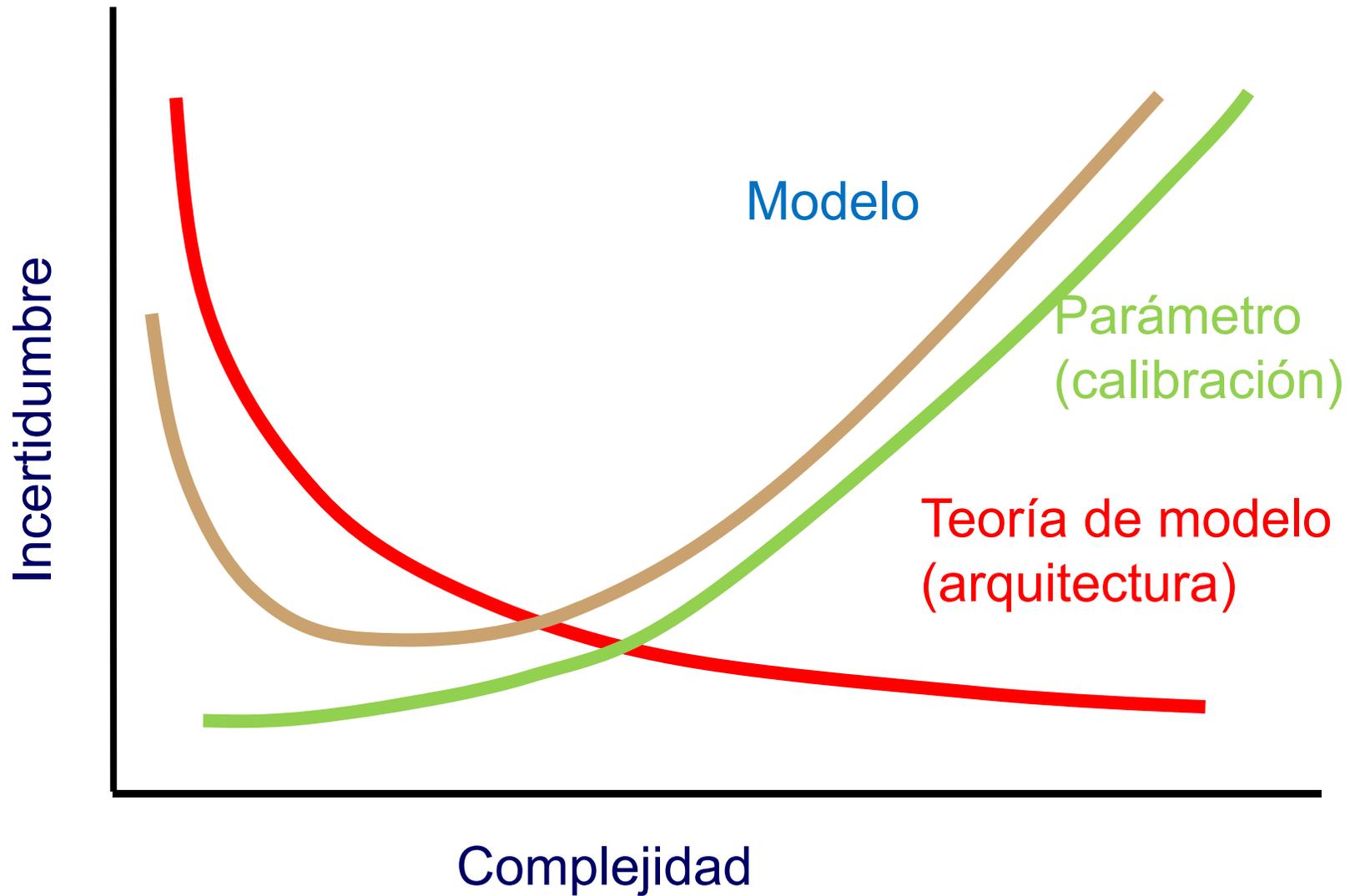
Download Document

[ClimateCost Project E](#)

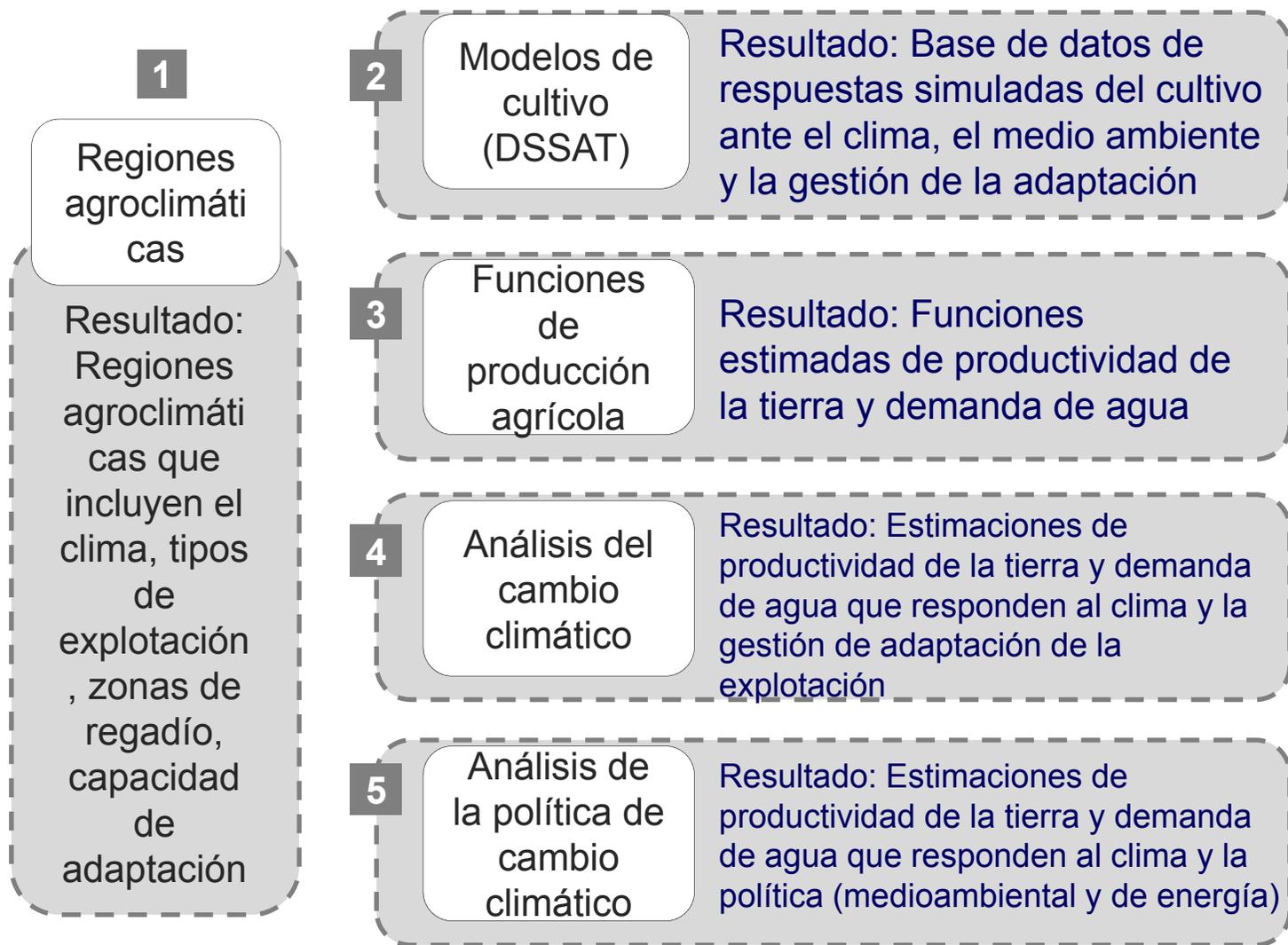
Project Funders:



## Cuestiones: tasa de descuento, sostenibilidad e incertidumbre

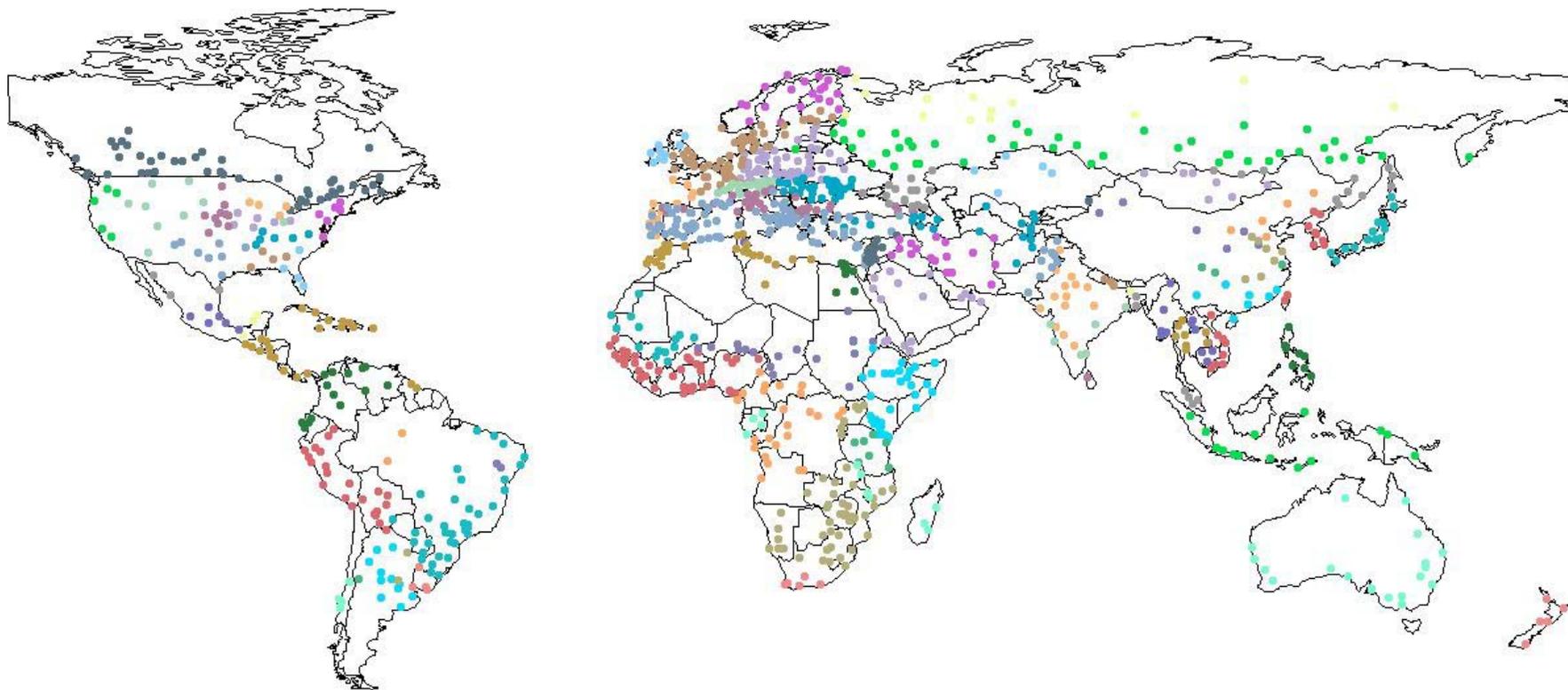


# Modelo de cultivo climático



# Comprendiendo la incertidumbre mundial, tierra y agua (Iglesias et al., 2011)

---



Estaciones (1141) y zonas agroclimáticas (73)



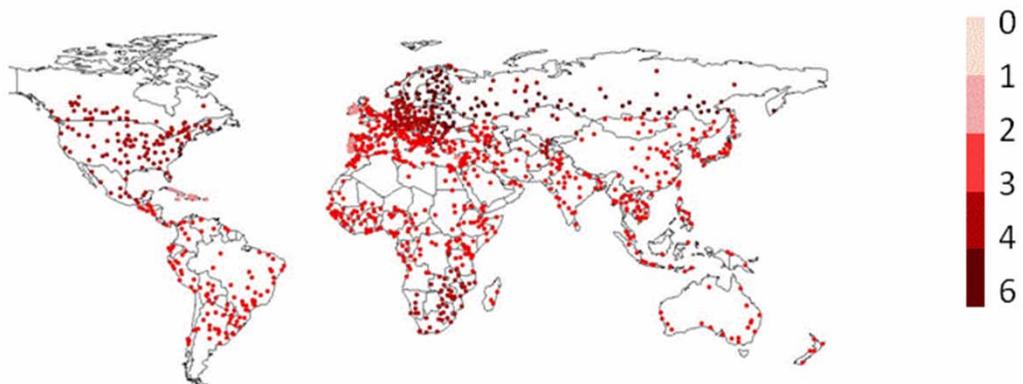
## Escenarios climáticos

Escenarios climáticos	Nombre	Escenarios climáticos	Nombre
A1B.BCM2_1_M.2080	A1B_1	E1.CNCRM33_2_M.2080	E1_1
A1B.CNCRM3_1_M.2080	A1B_2	E1.DMICM3_1_M.2080	E1_2
A1B.DMIEH5_4_M.2080	A1B_3	E1.DMICM3_2_M.2080	E1_3
A1B.EGMAM_1_M.2080	A1B_4	E1.EGMAM2_2_M.2080	E1_4
A1B.EGMAM_2_M.2080	A1B_5	E1.EGMAM2_3_M.2080	E1_5
A1B.EGMAM_3_M.2080	A1B_6	E1.HADCM3C_1_M.2080	E1_6
A1B.HADGEM_1_M.2080	A1B_7	E1.HADGEM2_1_M.2080	E1_7
A1B.INGVSX_1_M.2080	A1B_8	E1.INGVCE_1_M.2080	E1_8
A1B.IPCM4_1_M.2080	A1B_9	E1.IPCM4v2_1_M.2080	E1_9
A1B.MPEH5_1_M.2080	A1B_10	E1.IPCM4v2_2_M.2080	E1_10
A1B.MPEH5_2_M.2080	A1B_11	E1.IPCM4v2_3_M.2080	E1_11
A1B.MPEH5_3_M.2080	A1B_12	E1.MPEH5C_1_M.2080	E1_12
		E1.MPEH5C_2_M.2080	E1_13
		E1.MPEH5C_3_M.2080	E1_14

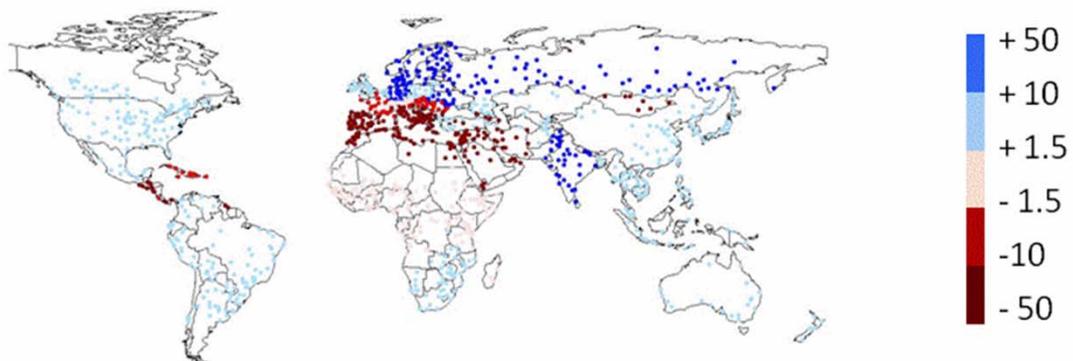


# Scenario A1B \_1

Temp change (C)

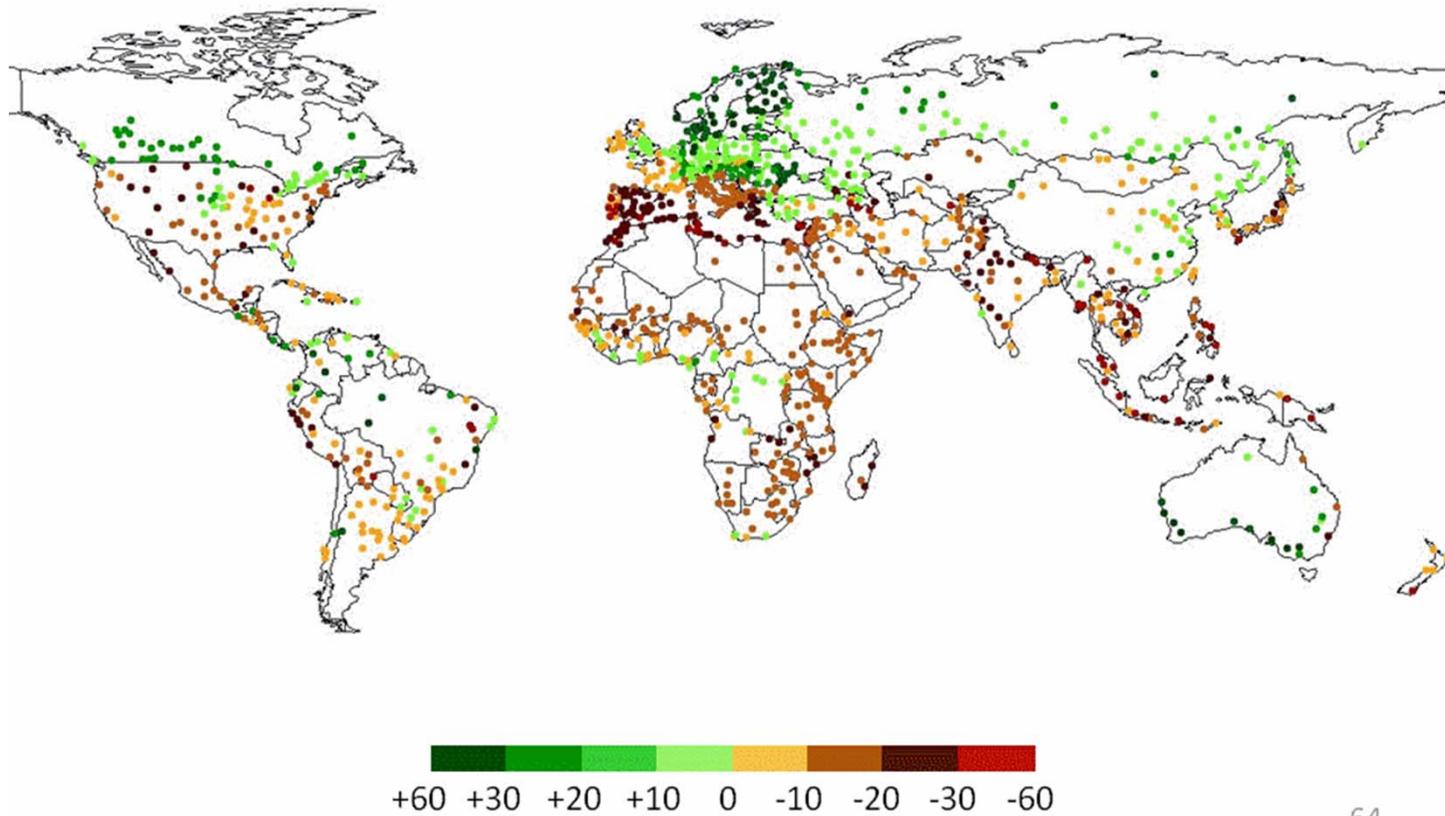


Precip change (%)



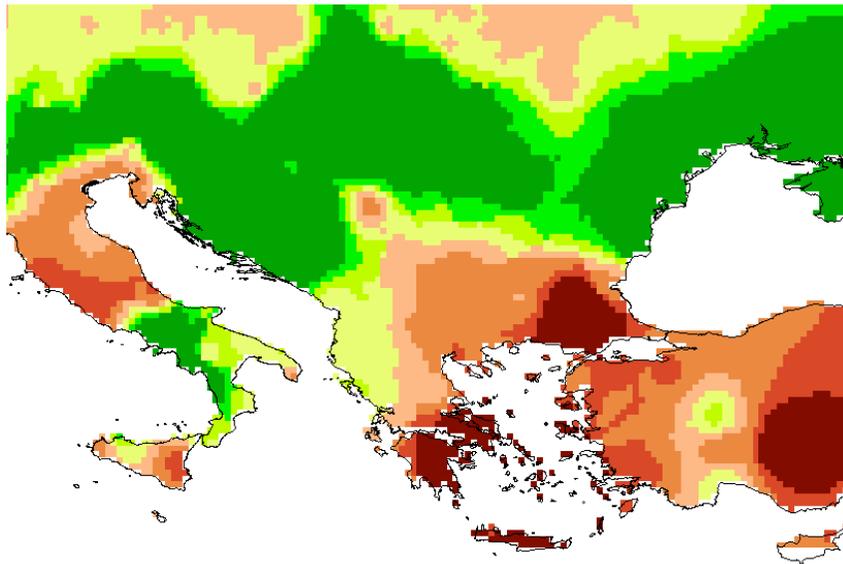
# Scenario A1B\_1

Agricultural productivity changes (% of baseline)

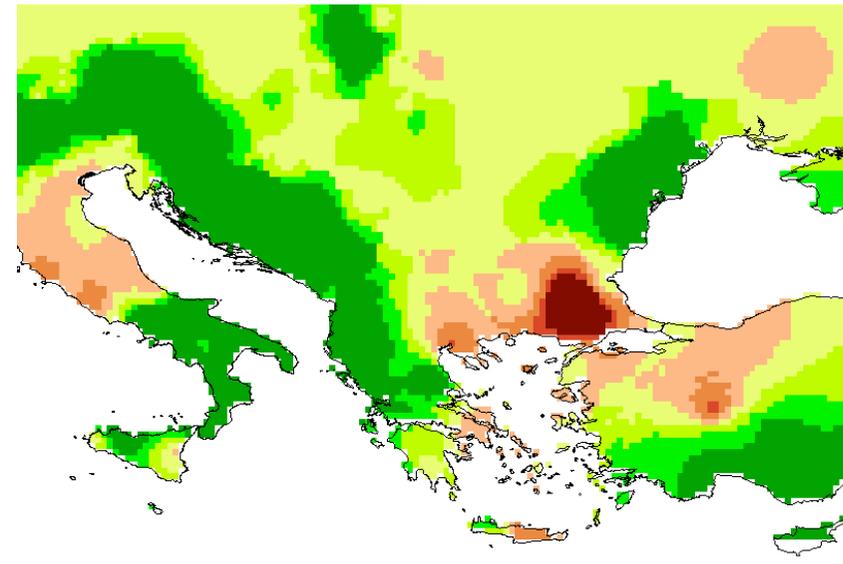


# Cambios en la productividad de la tierra

## HadCM3 A2



## HadCM3 B2



Scenario yield changes from baseline (%)



-60 -15 -10 -5 0 5 10 15 60

Fuente: Iglesias et al., 2012



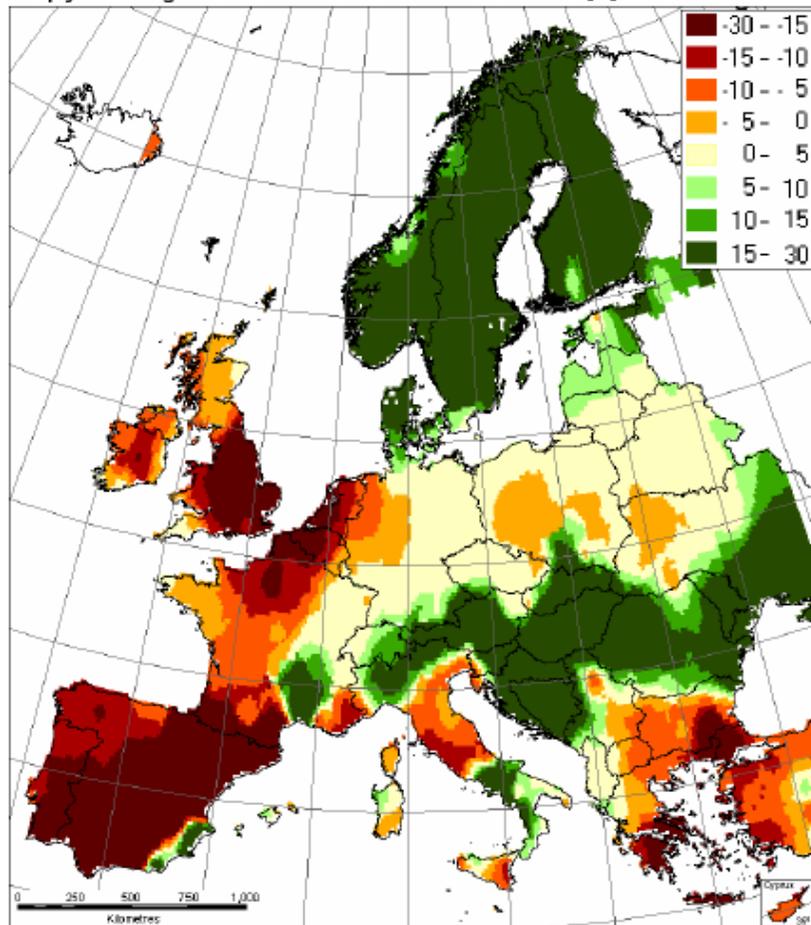


Complejidad: necesidad de comprender las vulnerabilidades locales

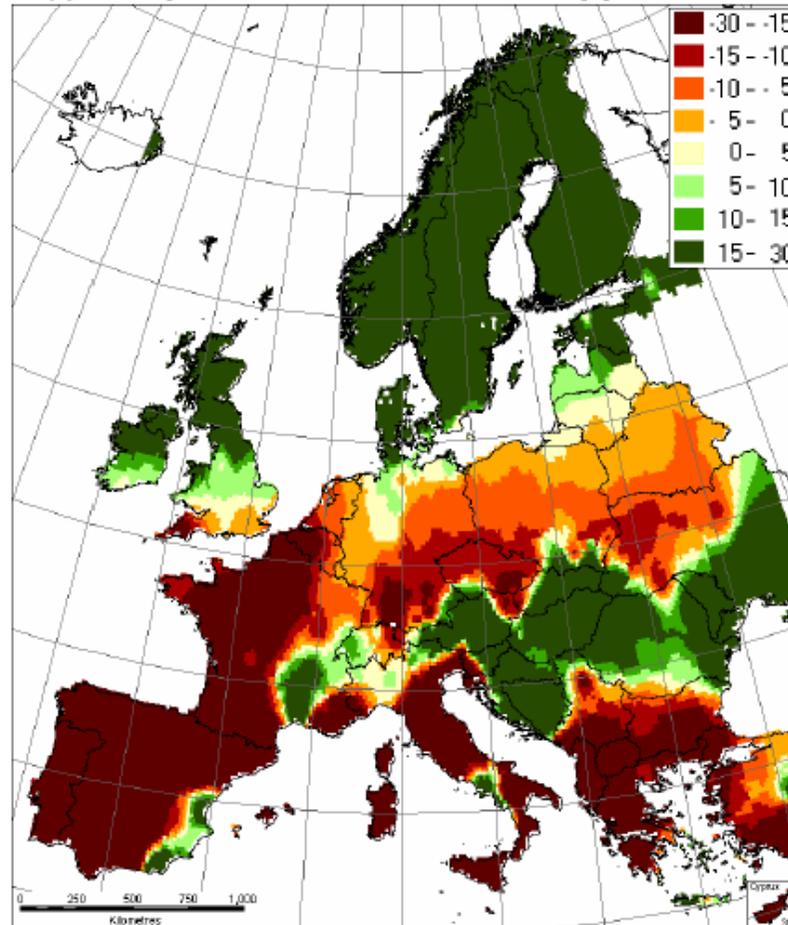


# Proyecto PESETA

Crop yield changes under the HadCM3/IRHAM A2 scenario [%]



Crop yield changes under the ECHAM4/ RCA3 A2 scenarios [%]



Cambios en el rendimiento de los cultivos bajo el escenario HadCM3/IRHAM A2 y para el escenario de ECHAM4/ RCA3 A2 para la década de 2080



# Empezar un experimento utilizando DSSAT



## Preguntas que se tiene que hacer

---

- ¿Cree que los modelos/herramientas presentados pueden ser útiles para sus necesidades?
- ¿Cuáles son los principales obstáculos de entrada que encuentra para empezar a utilizar algunas de las herramientas?
- Haga un plan inicial de sus objetivos y la forma en que puede lograrlos con las herramientas que hemos comentado.



## Aplicación práctica de DSSAT

---

- Efecto de la gestión (nitrógeno y riego)
- Efecto del cambio climático sobre lugares húmedos y secos
  - a) Análisis de la sensibilidad ante los cambios en los niveles (umbrales) de temperatura y precipitación



## Requisitos de entrada para DSSAT

---

- **Clima** diario (Tmin, Tmax, Precipitación y Radiación Solar)
- Textura del **suelo**
- **Gestión** (fecha de plantación, variedad, espacio entre filas, cantidades y fechas de riego y abono de nitrógeno (N))
- Bibliotecas y ejemplos de DSSAT
- Requisitos adicionales de **validación**:
  - a) Fechas de cultivo de floración y madurez, biomasa y rendimiento.



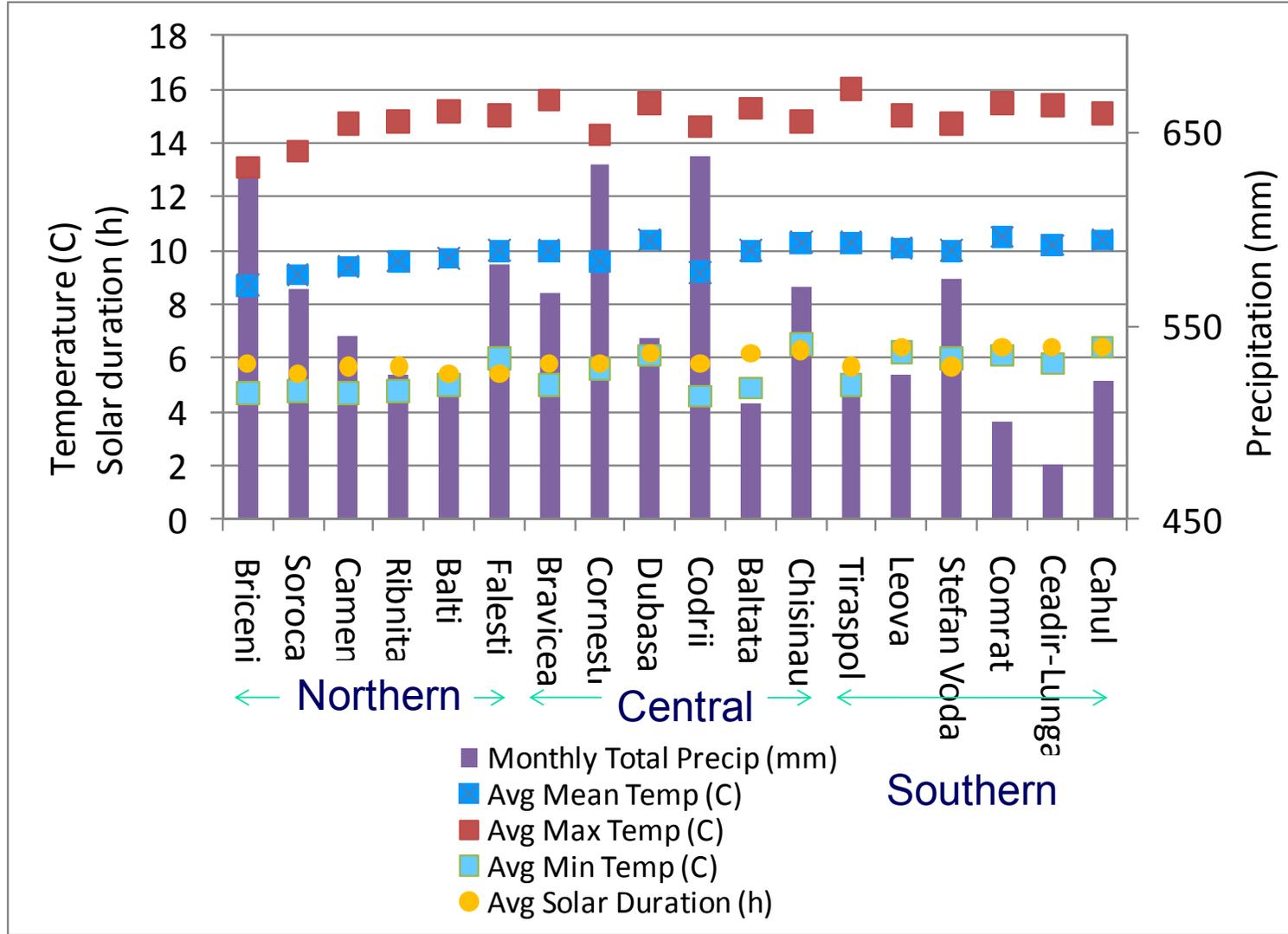
## Archivos de entrada necesarios

---

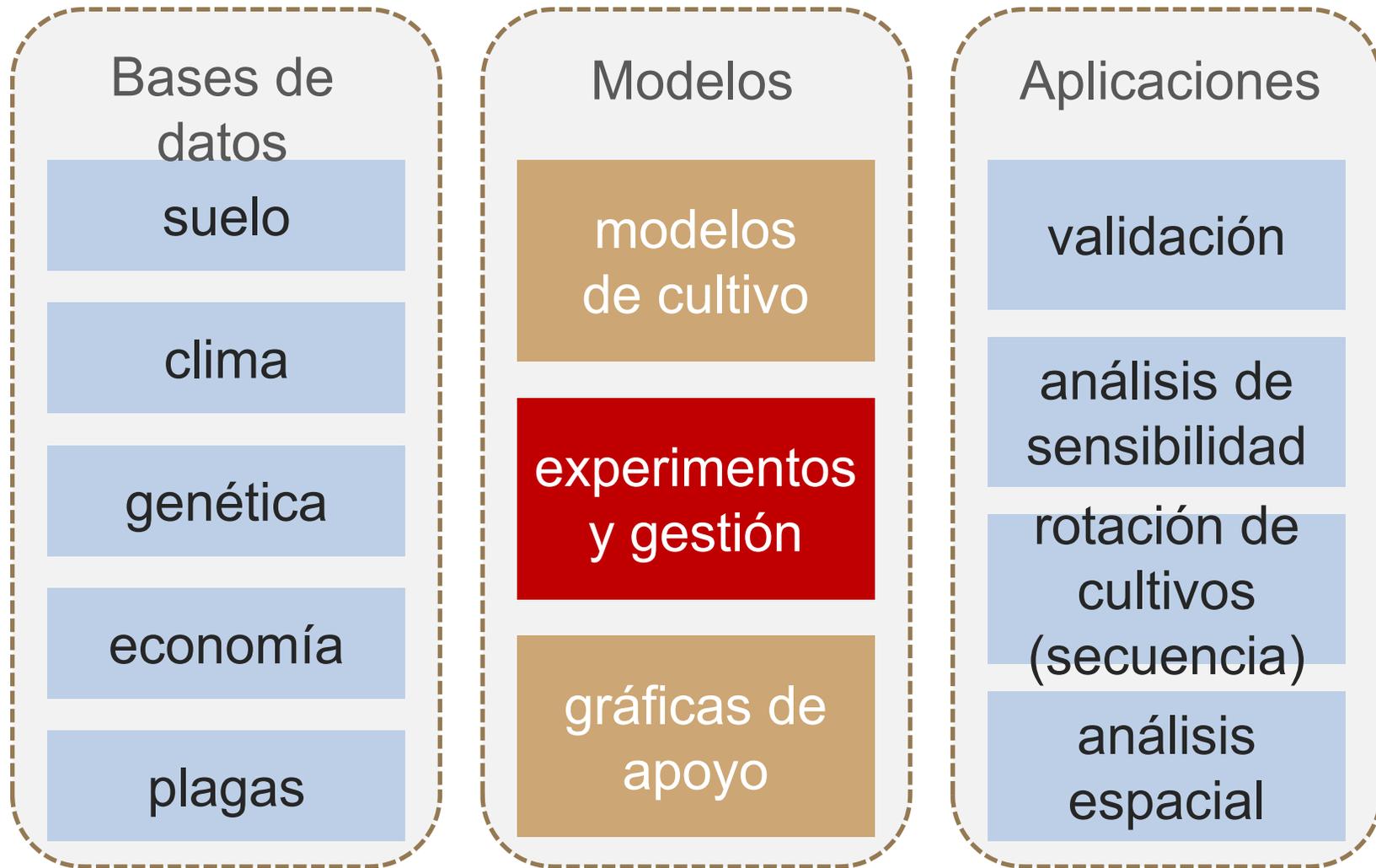
- Clima
- Suelos
- Cultivares
- Archivos de gestión (archivos \*.MZX) más descripción del experimento.



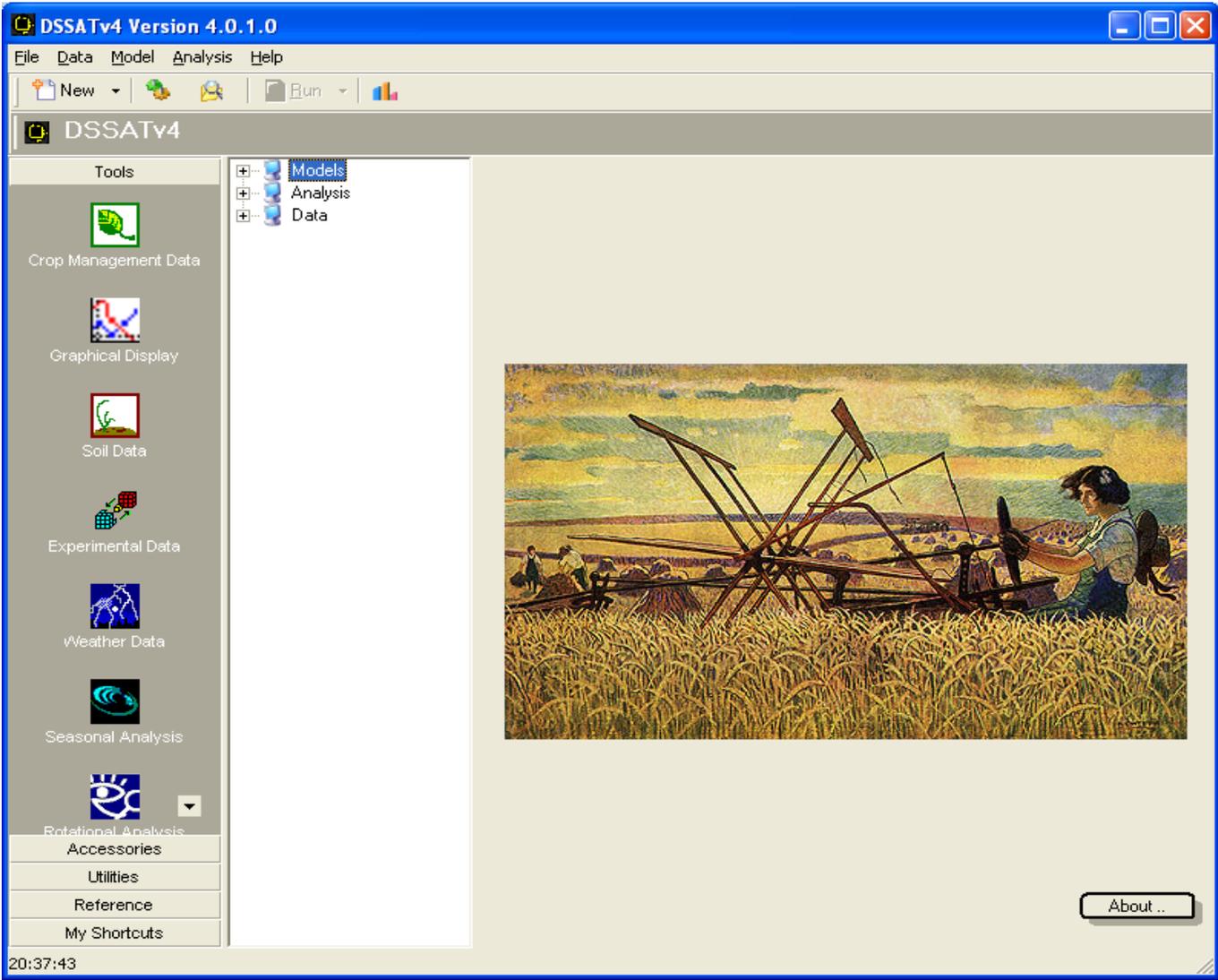
# Clima



# Modelado de respuestas de cultivo ante los cambios en el clima y la gestión DSSAT



# Abrir DSSAT...



# Examinar los archivos de datos...

**Suelos**

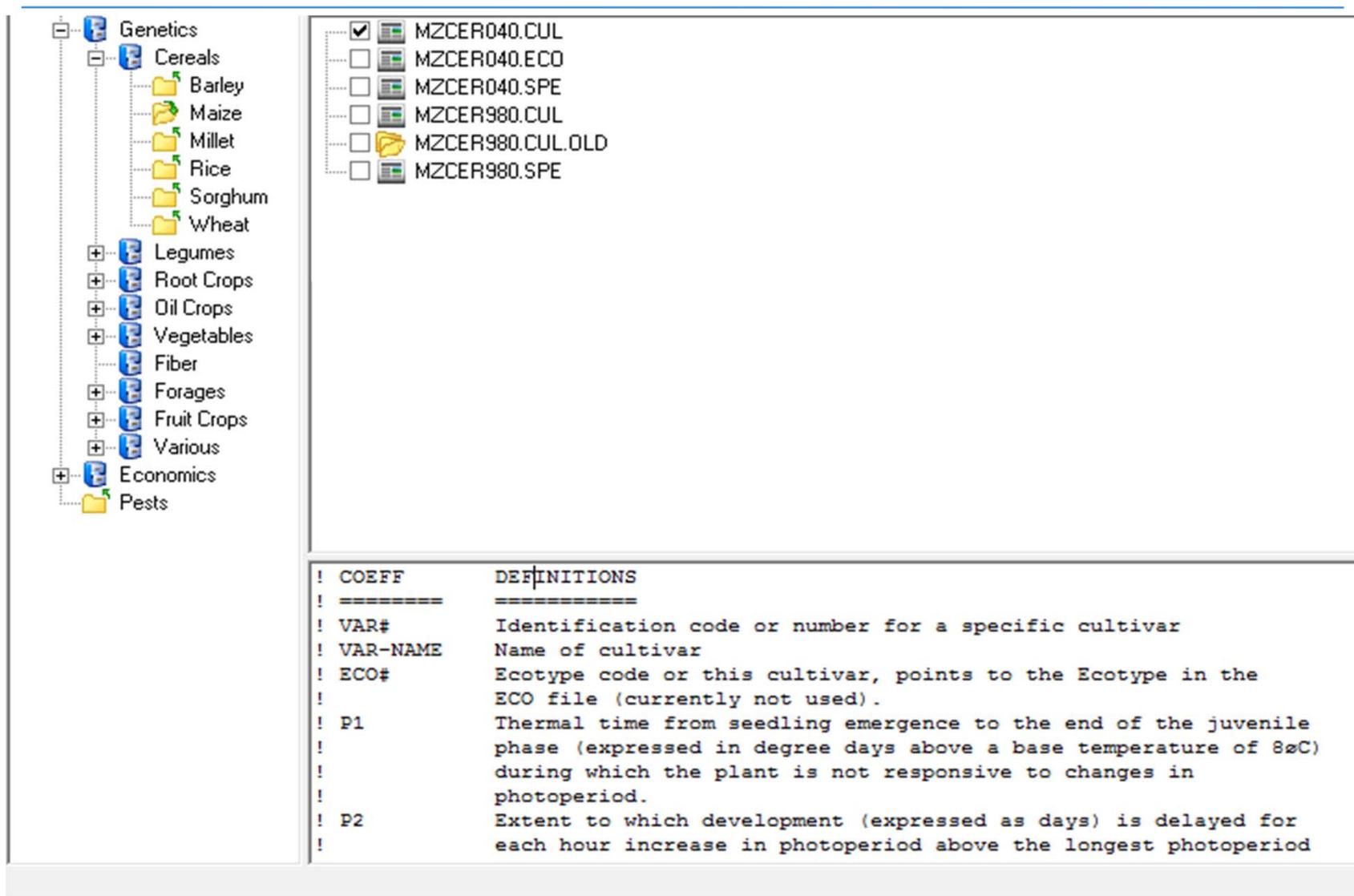
**Archivo de clima**

**Archivo de genotipo (definición de cultivares)**

*WEATHER DATA : 01b3							
@ INSI	LAT	LONG	ELEV	TAV	AMP	REFHT	WINDHT
01B3	33.300	-84.300	300	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0
@DATE	SRAD	TMAX	TMIN	RAIN	DEWP	WIND	PAR
53001	1.7	9.1	-1.0	0.0			
53002	0.0	3.9	0.8	0.0			
53003	0.0	4.8	2.0	0.5			
53004	0.2	2.8	-0.3	0.0			
53005	0.0	7.4	1.4	0.0			



## Examinar el archivo de cultivar...



Genetics

- Cereals
  - Barley
  - Maize
  - Millet
  - Rice
  - Sorghum
  - Wheat
- Legumes
- Root Crops
- Oil Crops
- Vegetables
- Fiber
- Forages
- Fruit Crops
- Various
- Economics
- Pests

MZCER040.CUL (selected)

MZCER040.ECO

MZCER040.SPE

MZCER980.CUL

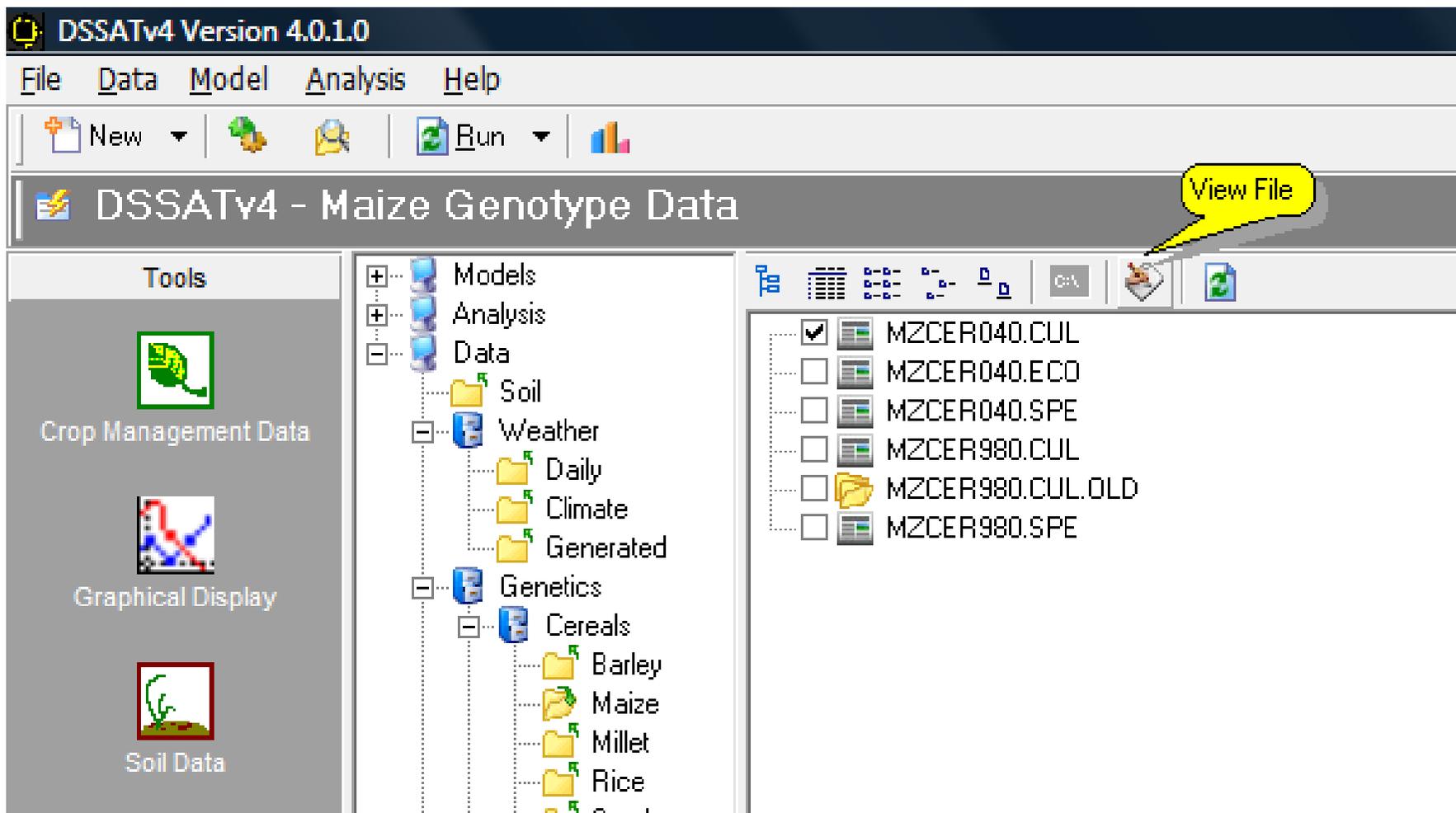
MZCER980.CUL.OLD

MZCER980.SPE

! COEFF	DEFINITIONS
! =====	=====
! VAR#	Identification code or number for a specific cultivar
! VAR-NAME	Name of cultivar
! ECO#	Ecotype code or this cultivar, points to the Ecotype in the ECO file (currently not used).
! P1	Thermal time from seedling emergence to the end of the juvenile phase (expressed in degree days above a base temperature of 8°C) during which the plant is not responsive to changes in photoperiod.
! P2	Extent to which development (expressed as days) is delayed for each hour increase in photoperiod above the longest photoperiod



# Examinar el archivo de cultivar...



# Examinar el archivo de cultivar...

```

MZCER040.CUL - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
*MAIZE CULTIVAR COEFFICIENTS: GECER040 MODEL
!
!The P1 values for the varieties used in experiments IBWA8301 and
!UFGA8201 were recalibrated to obtain a better fit for version 3
!of the model. After converting from 2.1 to 3.0 the varieties
!IB0035, IB0060, and IB0063 showed an earlier simulated flowering
!date. To correct this, the P1 values were recalibrated.
!The reason for this is that there was an error in PHASE1 in
!version 2.1 that had TLNO=IFIX(CUMDTT/21.+6.) rather than
!TLNO=IFIX(SUMDTT/21.+6.); see p. 74 of Jones & Kiniry.
!-Walter Bowen, 22 DEC 1994.
!
!All G2 values were increased by a factor of 1.1 for Ritchie's
!change to RUE -Walter, 28 DEC 1994
!
! COEFF      DEFINITIONS
! =====
! VAR#       Identification code or number for a specific cultivar
! VAR-NAME   Name of cultivar
! ECO#       Ecotype code or this cultivar, points to the Ecotype in the
!            ECO file (currently not used).
! P1         Thermal time from seedling emergence to the end of the juvenile
!            phase (expressed in degree days above a base temperature of 8°C)
!            during which the plant is not responsive to changes in
!            photoperiod.
! P2         Extent to which development (expressed as days) is delayed for
!            each hour increase in photoperiod above the longest photoperiod
!            at which development proceeds at a maximum rate (which is
!            considered to be 12.5 hours).
! P5         Thermal time from silking to physiological maturity (expressed
!            in degree days above a base temperature of 8°C).
! G2         Maximum possible number of kernels per plant.
! G3         Kernel filling rate during the linear grain filling stage and
!            under optimum conditions (mg/day).
! PHINT      Phylochron interval; the interval in thermal time (degree days)
!            between successive leaf tip appearances.
!
! PIO        Pioneer
! AS         Asgrow (Monsanto)
! DK         Dekalb (Monsanto)
! LH         Holden (Monsanto)
! C/LOL     Land of Lakes
!
!@VAR#  VRNAME..... ECO#   P1   P2   P5   G2   G3  PHINT
!      1     2     3     4     5     6
!
PC0001 2500-2600 GDD      IB0001 160.0 0.750 780.0 750.0 8.50 49.00
PC0002 2600-2650 GDD      IB0001 185.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00
PC0003 2650-2700 GDD      IB0001 212.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00
PC0004 2700-2750 GDD      IB0001 240.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00
PC0005 2750-2800 GDD      IB0001 260.0 0.750 850.0 800.0 8.50 49.00

```



## Examinar el archivo de clima...

```
01B35301.WTH - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
*WEATHER DATA : 01b3
@ INSI      LAT      LONG    ELEV    TAV     AMP  REFHT  WNDHT
  01B3     33.300  -84.300   300  -99.0  -99.0 -99.0  -99.0
@DATE  SRAD  TMAX  TMIN  RAIN  DEWP  WIND  PAR
53001   1.7   9.1  -1.0   0.0
53002   0.0   3.9   0.8   0.0
53003   0.0   4.8   2.0   0.5
53004   0.2   2.8  -0.3   0.0
53005   0.0   7.4   1.4   0.0
53006   6.2  11.3   0.4   0.0
53007   6.4  10.0  -1.2   0.0
53008   0.0   5.5   1.5   0.0
53009   0.0   6.0   2.1   0.0
53010   0.0  10.1   5.7   0.0
53011   5.9  10.5   5.5   0.0
53012   0.0   7.3   5.6   0.0
53013   0.0   8.3   5.5   0.0
53014   0.0   9.6   5.2   0.0
53015   0.0   7.8   4.5  13.1
53016   0.0   5.8   2.7   0.5
53017   0.0   5.5   0.9   5.4
53018   0.0   5.2   0.9   0.7
53019   4.9   4.5  -3.6   0.0
53020   0.0   4.9   1.3   0.0
- - - - -
```

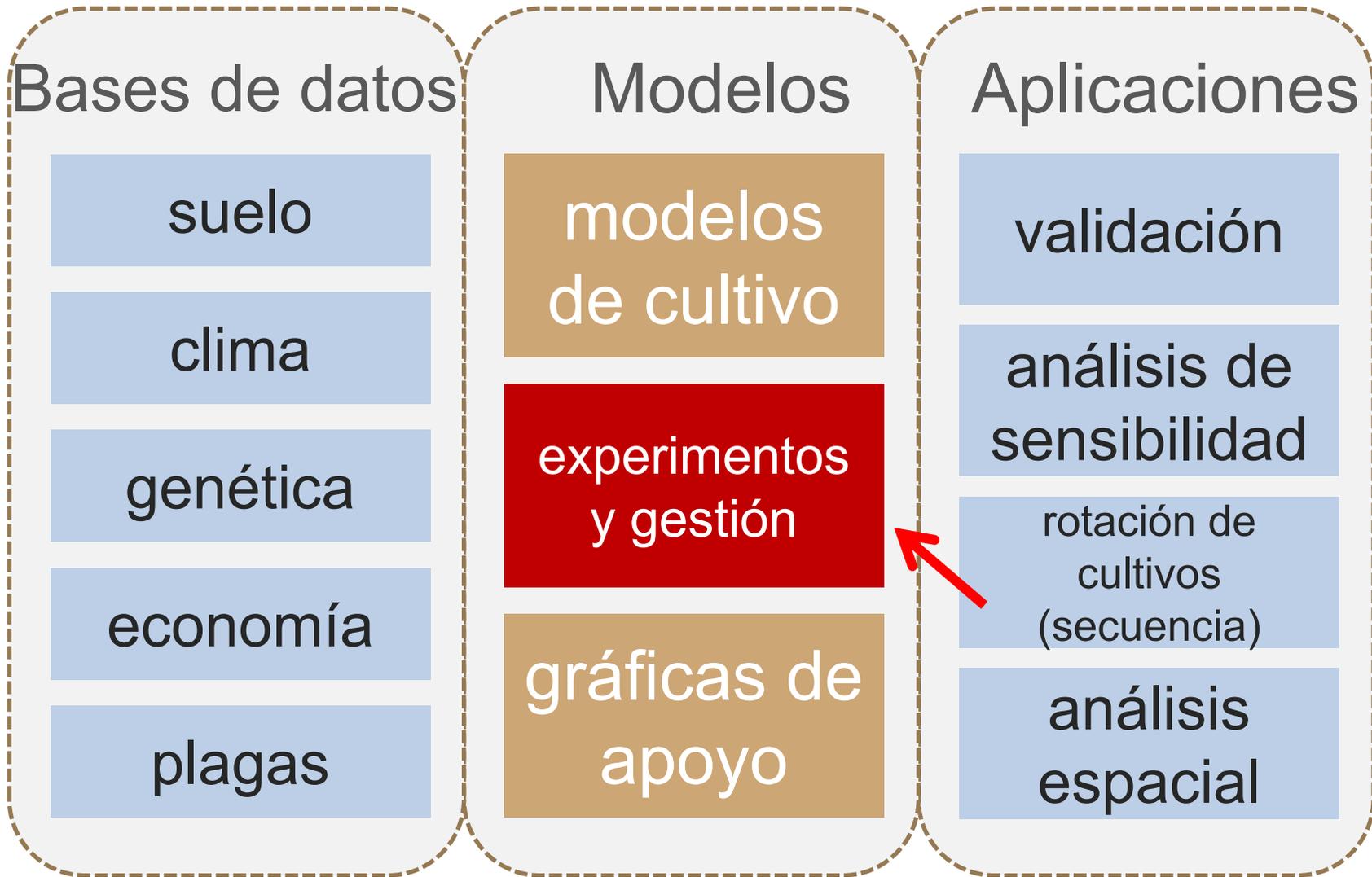


## Programar para generar datos de clima...

---



Modelado de respuestas de cultivo ante los cambios en el clima y la gestión  
DSSAT



# Programa para generar los experimentos...



## XBuild

Version: 4.0.1.0

**Creating Crop Management Files for Documenting Experiments and Simulating Crop Growth and Yield**

*Developed by:*

Agricultural and Biological Engineering Department The University of Florida



Central Lab for Agricultural Climate Egypt Ministry of Agriculture and Land Reclamation



Department of Biological and Agricultural Engineering University of Georgia



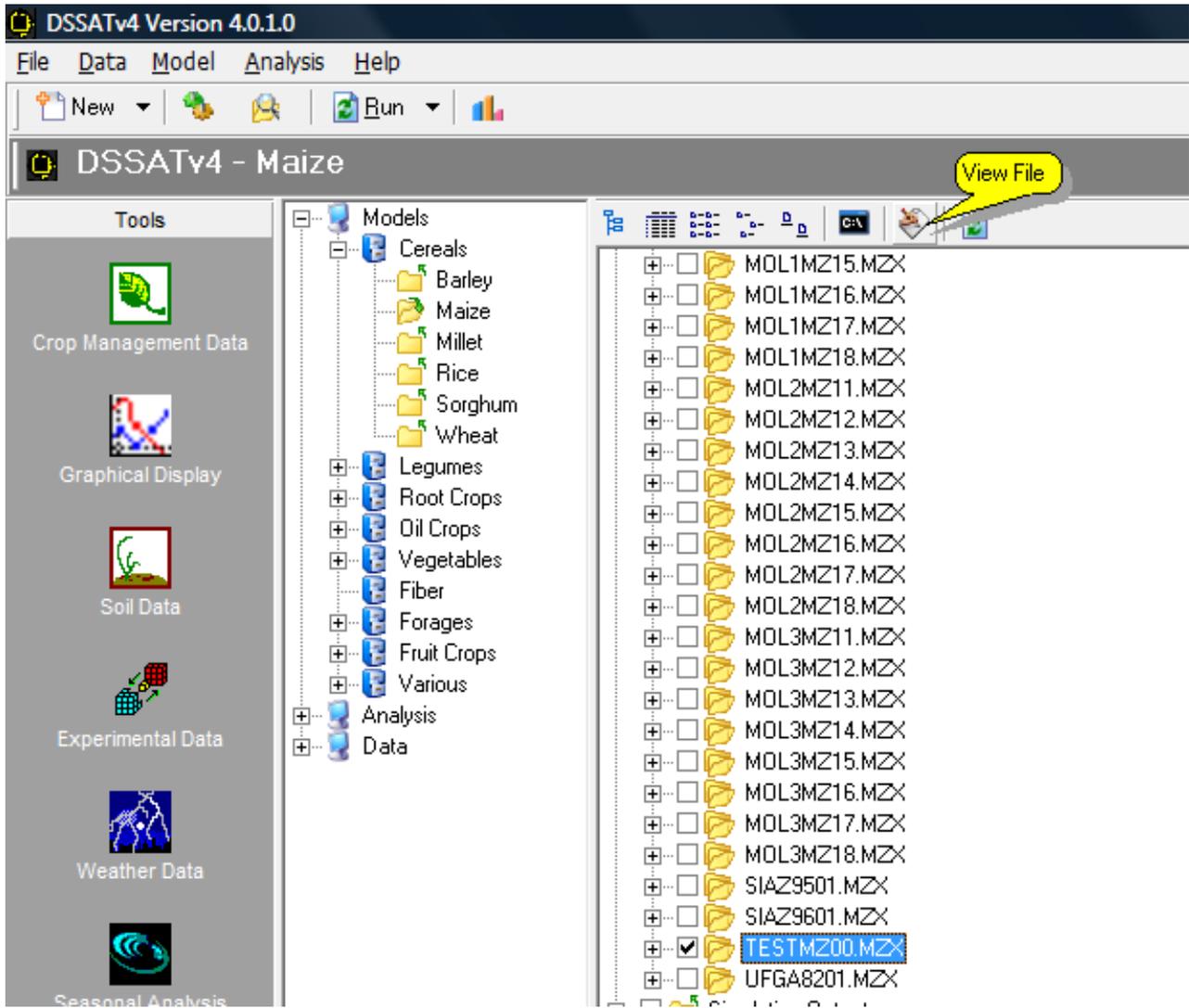
International Consortium for Agricultural System Applications



*Supported by USDA-FAS Project: Integrated Crop Management Information System*



El archivo de experimento también puede editarse con un editor de textos (Bloc de notas)...



# Banco Mundial en Moldova utilizando DSSAT

```

MOLDOVA
@NOTES
MOLDOVA WORLD BANK STUDY, 2010

*TREATMENTS
@N R O C TNAME..... CU FL SA IC MP MI MF MR MC MT ME MH SM
1 1 0 0 04BR BASE MZ D 1 4 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
2 1 0 0 16SO BASE MZ D 1 16 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
3 1 0 0 06CA BASE MZ D 1 6 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
4 1 0 0 15RI BASE MZ D 1 15 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
5 1 0 0 01BA BASE MZ D 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
6 1 0 0 13FA BASE MZ D 1 13 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
7 1 0 0 03BR BASE MZ D 1 3 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
8 1 0 0 11CO BASE MZ D 1 11 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
9 1 0 0 12DU BASE MZ D 1 12 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
10 1 0 0 09CO BASE MZ D 1 9 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
11 1 0 0 02BA BASE MZ D 1 2 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
12 1 0 0 08CH BASE MZ D 1 8 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
13 1 0 0 18TI BASE MZ D 1 18 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
14 1 0 0 14LE BASE MZ D 1 14 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
15 1 0 0 17ST BASE MZ D 1 17 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
16 1 0 0 10CO BASE MZ D 1 10 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
17 1 0 0 07CE BASE MZ D 1 7 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
18 1 0 0 05CA BASE MZ D 1 5 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1
    
```



```

*CULTIVARS
@C CR INGENO CNAME
1 MZ 990002 medium
    
```

Tipo de variedad



```

*FIELDS
@L ID_FIELD WSTA.... FLISA FLOB FLDT FLDD FLDS FLST SLTX SLDP ID_SOIL
1 01BA0001 01BA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
2 02BA0001 02BA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
3 03BR0001 03BR5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
4 04BR0001 04BR5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
5 05CA0001 05CA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
6 06CA0001 06CA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
7 07CE0001 07CE5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
8 08CH0001 08CH5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
9 09CO0001 09CO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
10 10CO0001 10CO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
11 11CO0001 11CO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
12 12DU0001 12DU5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
13 13FA0001 13FA5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
14 14LE0001 14LE5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
15 15RI0001 15RI5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
16 16SO0001 16SO5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
17 17ST0001 17ST5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
18 18TI0001 18TI5301 -99 0 DR000 0 0 00000 -99 90 IBML000990
    
```

¿Dónde? Clima, suelo



```

*INITIAL CONDITIONS
@C PCR ICDAT ICRT ICND ICRN ICRE
1 MZ 53120 1200 -99 1.00 1.00
@C ICBL SH20 SNH4 SNO3
1 5 0.262 0.5 4.6
1 15 0.262 0.5 4.6
1 30 0.262 0.5 4.4
1 45 0.262 0.2 3.8
1 60 0.262 0.2 3.8
1 90 0.261 0.2 2.8

*PLANTING DETAILS
@P PDATE EDATE PPOP PPOE PLME PLDS PLRS PLRD PLDP PLWT PAGE PENV PLPH
1 53130 -99 5.0 5.0 S R 15 0 5.5 -99 -99 -99.0 -99.0

*FERTILIZERS (INORGANIC)
@F FDATE FMCD FACD FDEP FAMN FAMP FAMK FAMC FAMO FOCD
1 53120 FE001 -99 15 0 0 0 0 0

*RESIDUES AND OTHER ORGANIC MATERIALS
@R RDATE RCOD RAMT RESN RESP RESK RINP RDEP
1 53120 RE001 1000 1.10 -99 -99 -99 15

*ENVIRONMENTAL MODIFICATIONS
@E ODATE EDAY ERAD EMAX EMIN ERAIN ECO2 EDEW EWIND
1 53001 A 0.0 A 0.0 A 0.0 A 0.0 M 1.0 A 0 A 0.0 A 0.0

*SIMULATION CONTROLS
@N GENERAL NYERS NREPS START SDATE RSEED SNAME.....
1 GE 1 1 S 53120 2150 MZ
@N OPTIONS WATER NITRO SYMBI PHOSP POTAS DISES
1 OP Y Y N N N N
@N METHODS WTHR INCON LIGHT EVAPO INFIL PHOTO
1 ME M M E R S C
@N MANAGEMENT PLANT IRRIG FERTI RESID HARVS
1 MA R R A N M
@N OUTPUTS FNAME OVVEW SUMRY FROPT GROUT CAOUT WAOUT NIOUT MIOUT DIOUT LONG
1 OU Y Y Y 5 N N Y N N N N

@ AUTOMATIC MANAGEMENT
@N PLANTING PFRST PLAST PH20L PH20U PH20D PSTMX PSTMN
1 PL 100 150 40 100 30 40 10
@N IRRIGATION IMDEP ITHRL ITHRU IROFF IMETH IRAMT IREFF
1 IR 50 80 100 GS000 IR001 10 1.00
@N NITROGEN NMDEP NMTHR NAMNT NCODE NAOFF
1 NI 15 20 10 FE001 GS000
@N RESIDUES RIPCN RTIME RIDEP
1 RE 100 1 20
@N HARVEST HFRST HLAST HPCNP HPCNR
1 HA 0 365 100 0
    
```

Condiciones iniciales

Detalles de plantación (fecha, profundidad, densidad)

Fertilizantes inorgánicos (tipo, fecha, profundidad, cantidad)

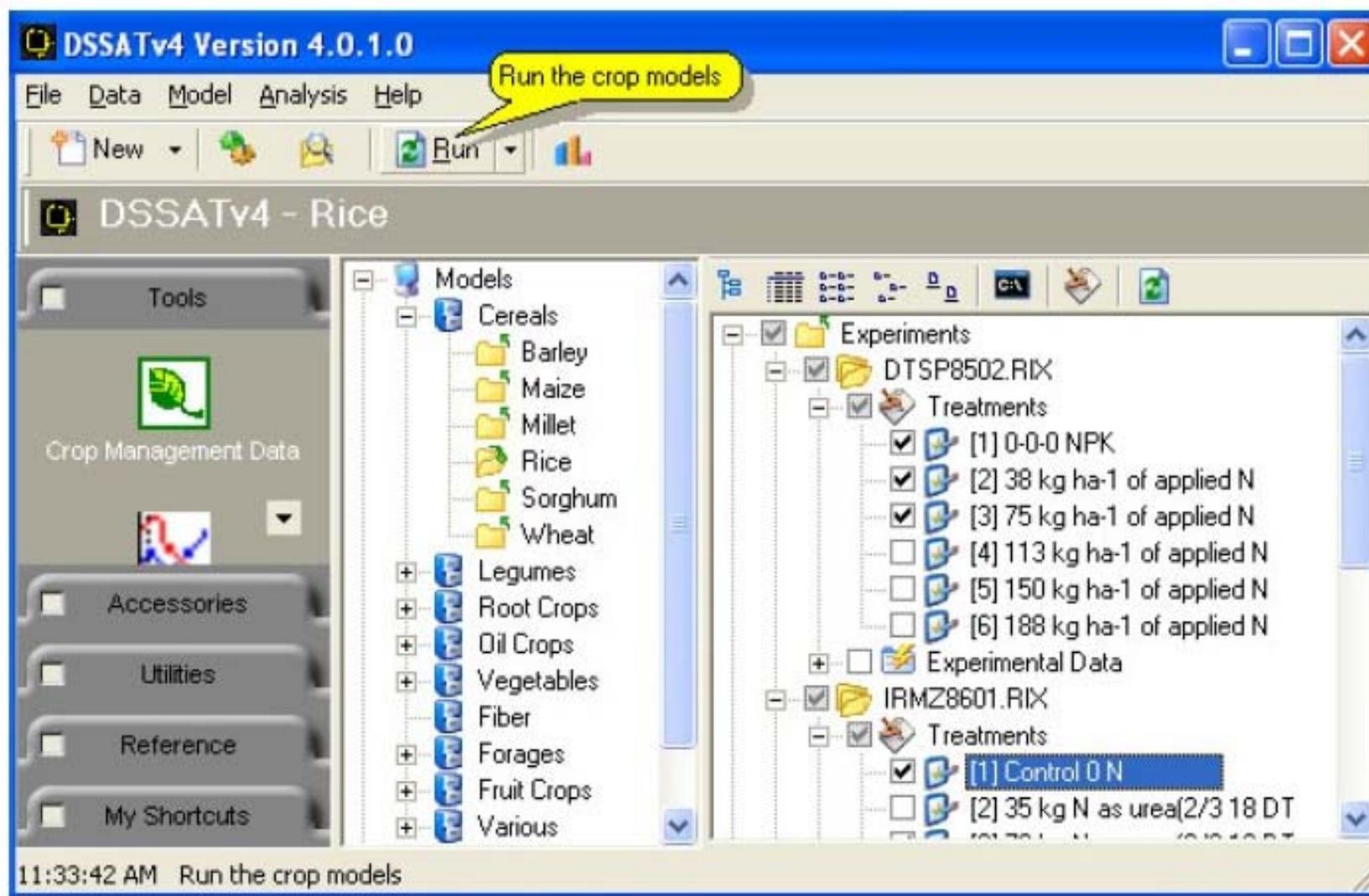
Fertilizantes orgánicos (tipo, fecha, profundidad, cantidad)

Modificaciones medioambientales

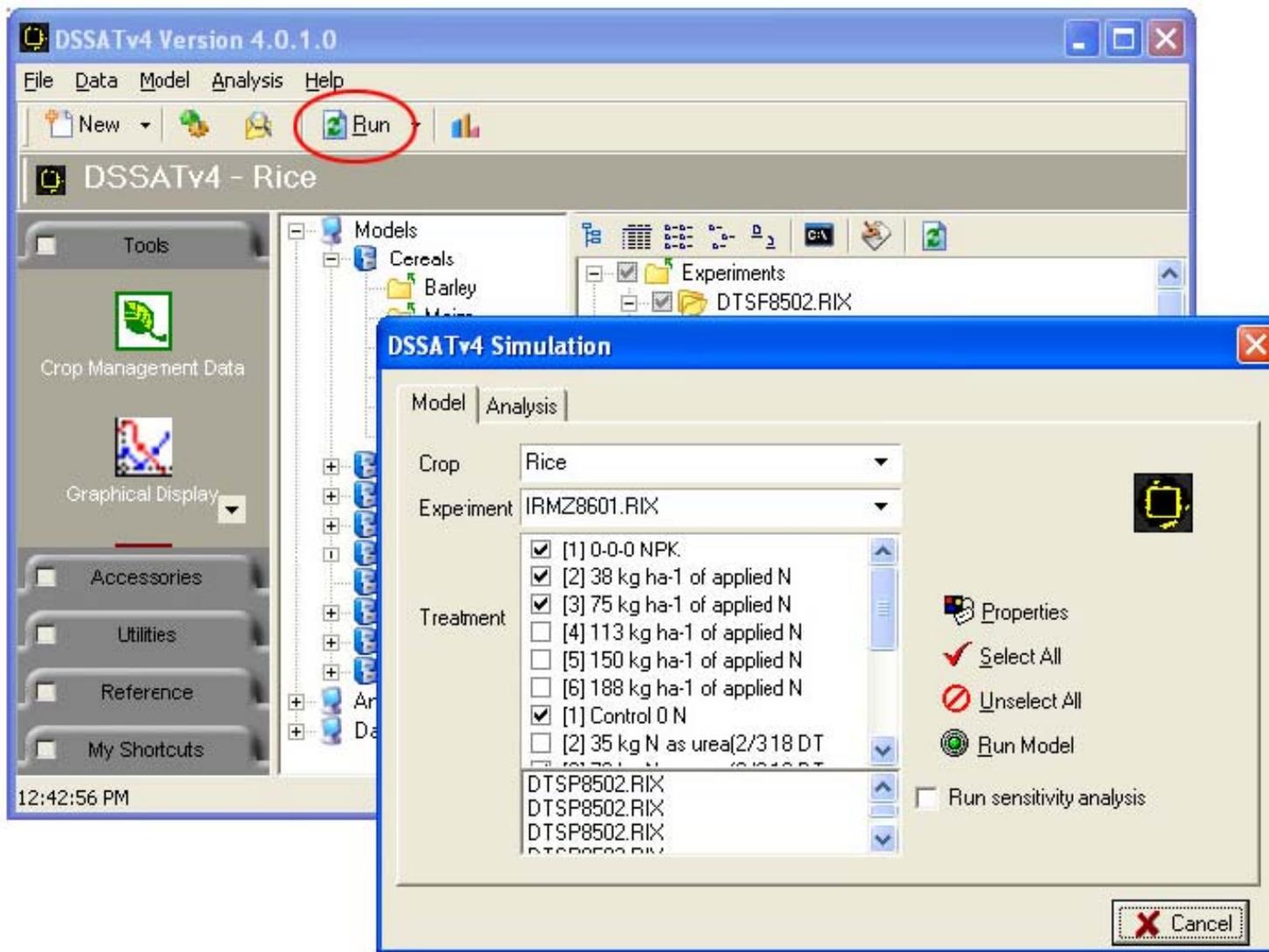
Controles de simulación



## Para ejecutar el modelo



## Para ejecutar el modelo (continuación)



## Para ejecutar el modelo (continuación)

The screenshot shows the DSSATv4 software interface. The main window has a menu bar (File, Data, Model, Analysis, Help) and a toolbar with a 'Run' button circled in red. Below the main window is a 'DSSATv4 Simulation' dialog box. In this dialog, the 'Run Model' button is circled in red. The dialog also shows a list of treatments and a 'Cancel' button at the bottom.

A terminal window titled 'C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE' displays the following simulation results:

RUN	IRI	FLO	MAT	TOPWT	SEEDW	RAIN	TIRR	CET	PESW	TNUP	TNLF	TSOM	TSOC	
		dag	dag	kg/ha	kg/ha	mm	mm	mm	mm	kg/ha	kg/ha	kg/ha	t/ha	
1	RI	1	62	98	5700	2486	486	62	169	60	56	11	5310	53
2	RI	2	62	91	8506	3628	486	62	200	54	83	10	5310	53
3	RI	3	62	91	10096	4627	486	62	210	54	104	10	5310	53
4	RI	1	58	86	5860	3174	13	782	245	154	55	6	3686	37
5	RI	3	58	86	11359	6268	13	760	357	152	112	6	3686	37



# Ver los resultados...

**Sacar un gráfico de los resultados**

**.OSU**

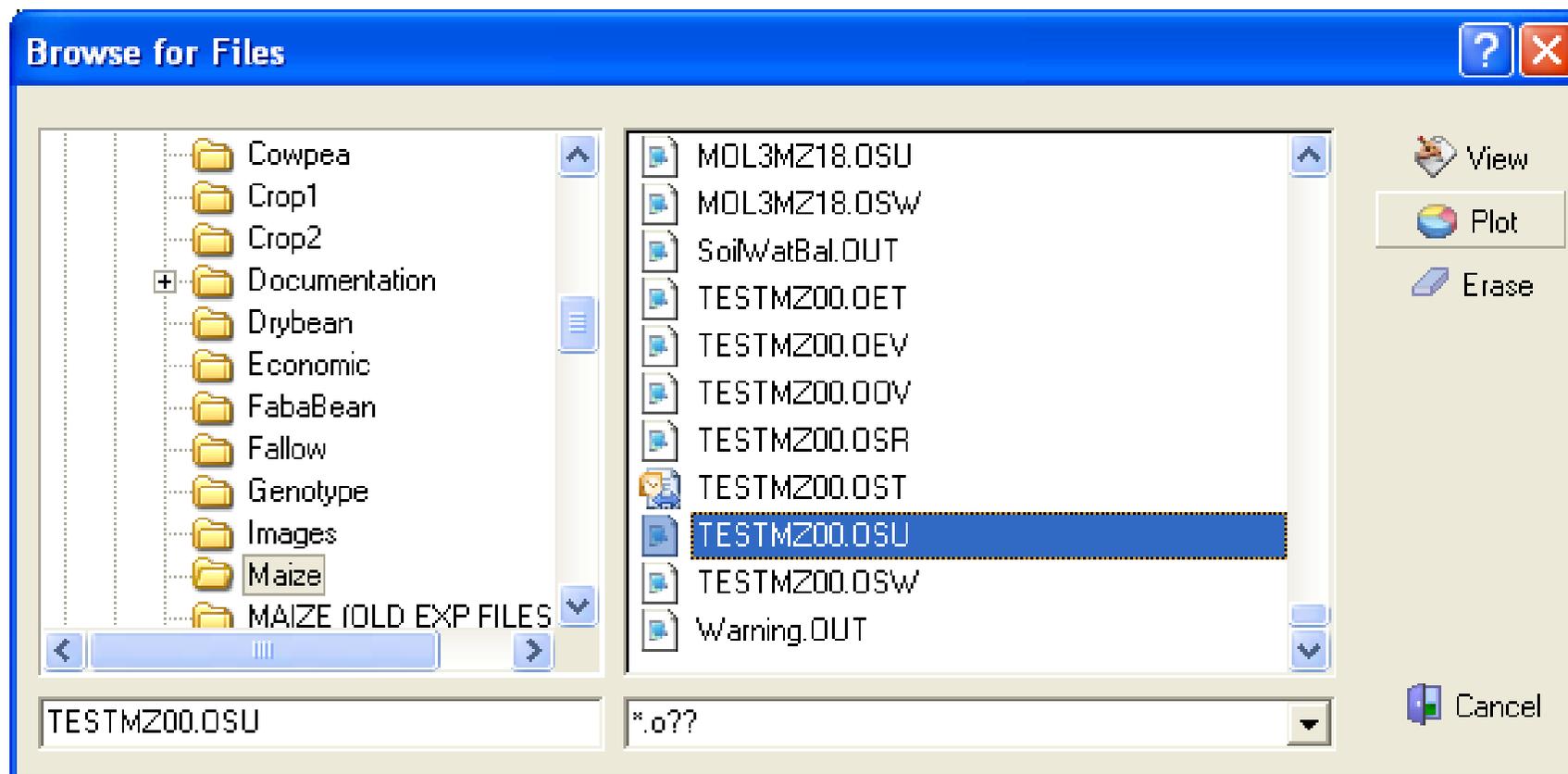
**Resumen de resultados**

\*SUMMARY : TESTM200M2 BASE CLIMATE

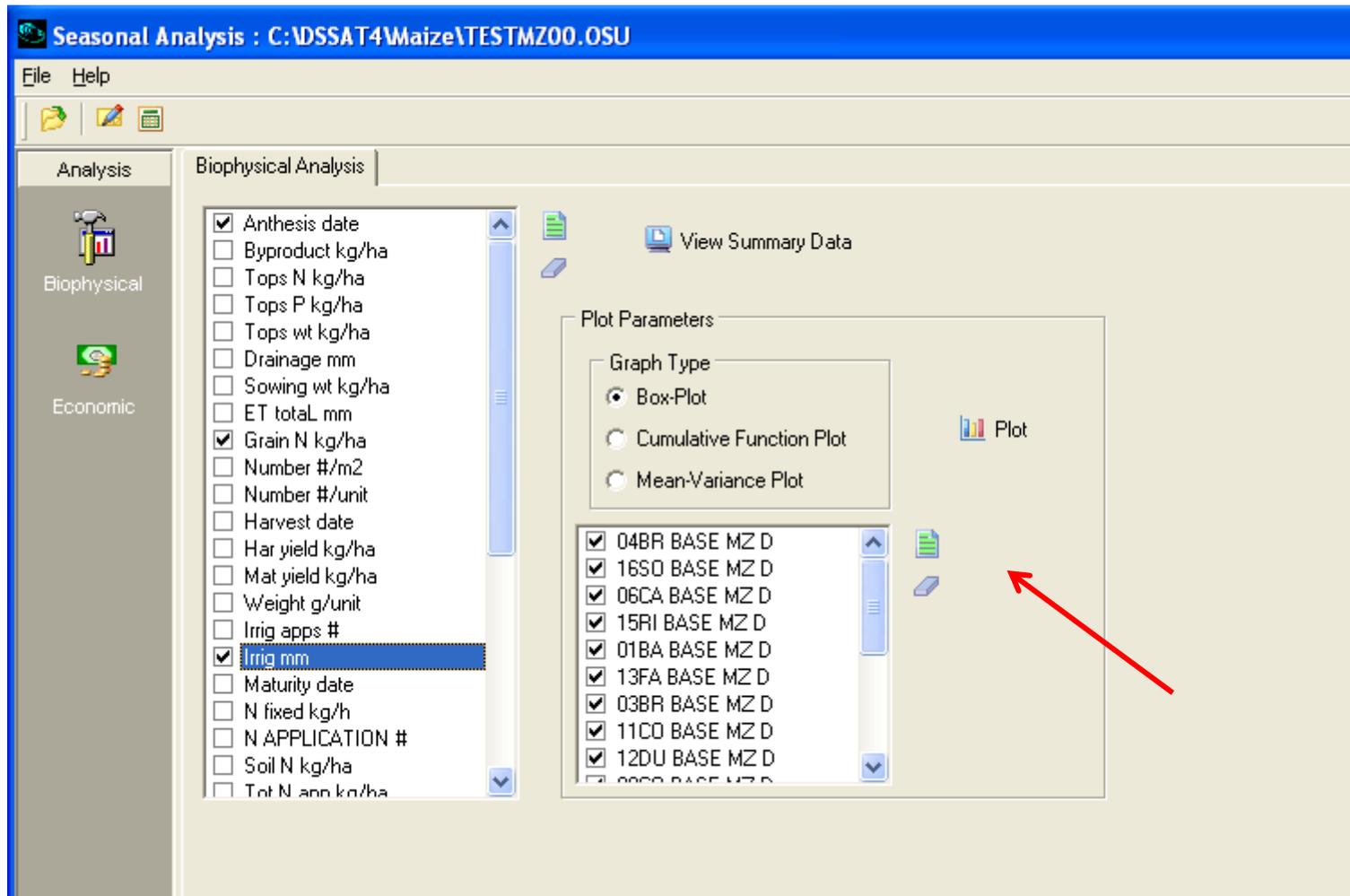
!IDENTIFIERS										!DATES			
@	RUNNO	TRNO	R#	O#	C#	CR	TNAM	FNAM	SDAT	PDAT	AD.		
	1	1	0	0	MZ	04BR	BASE MZ D	04BR0001	1953120	1953130	195321		
	2	2	1	0	MZ	16S0	BASE MZ D	16S00001	1953120	1953130	195321		
	3	3	1	0	MZ	06CA	BASE MZ D	06CA0001	1953120	1953130	195321		
	4	4	1	0	MZ	15RI	BASE MZ D	15RI0001	1953120	1953130	195321		
	5	5	1	0	MZ	01BA	BASE MZ D	01BA0001	1953120	1953130	195321		
	6	6	1	0	MZ	13FA	BASE MZ D	13FA0001	1953120	1953130	195321		



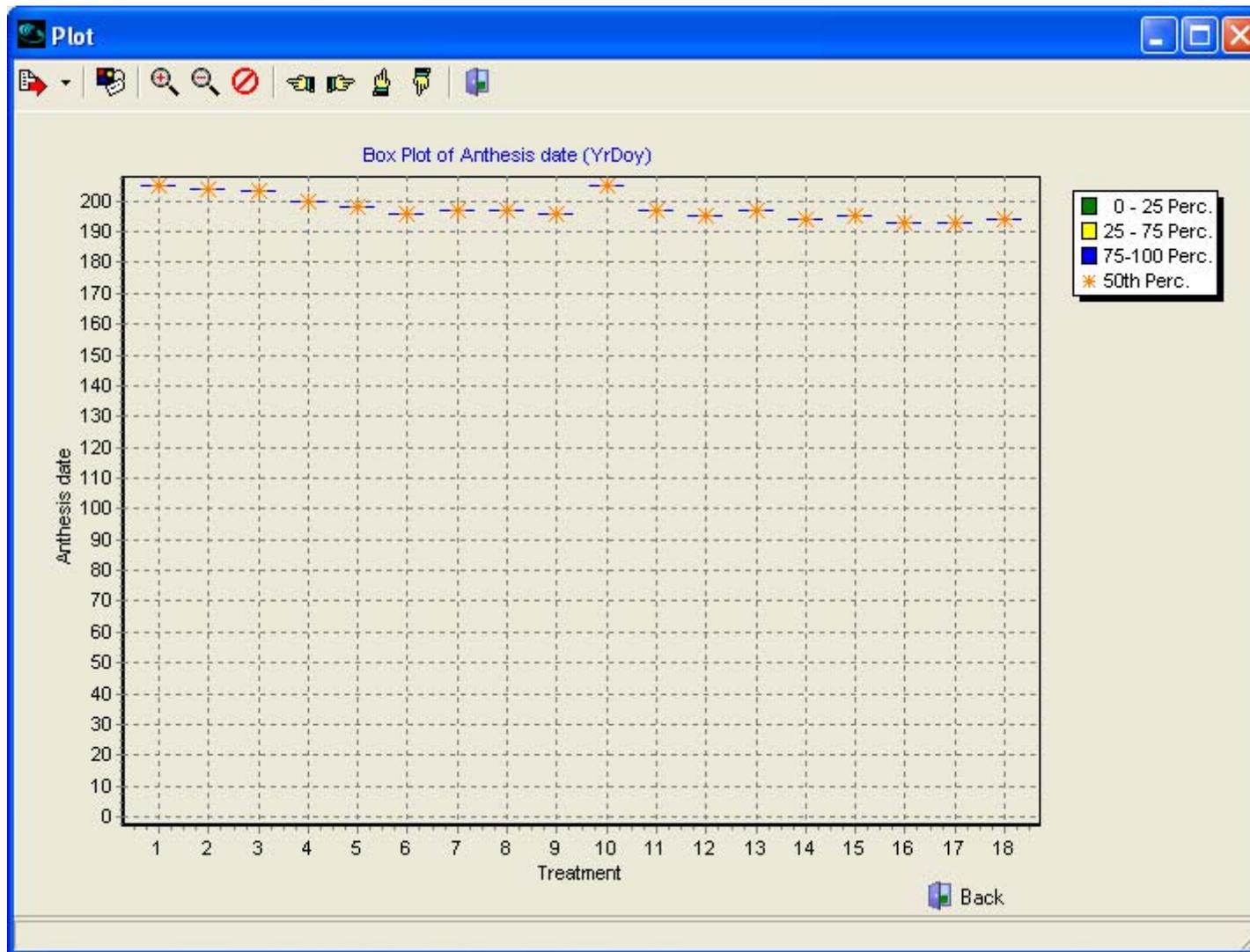
## Ver los resultados (continuación)



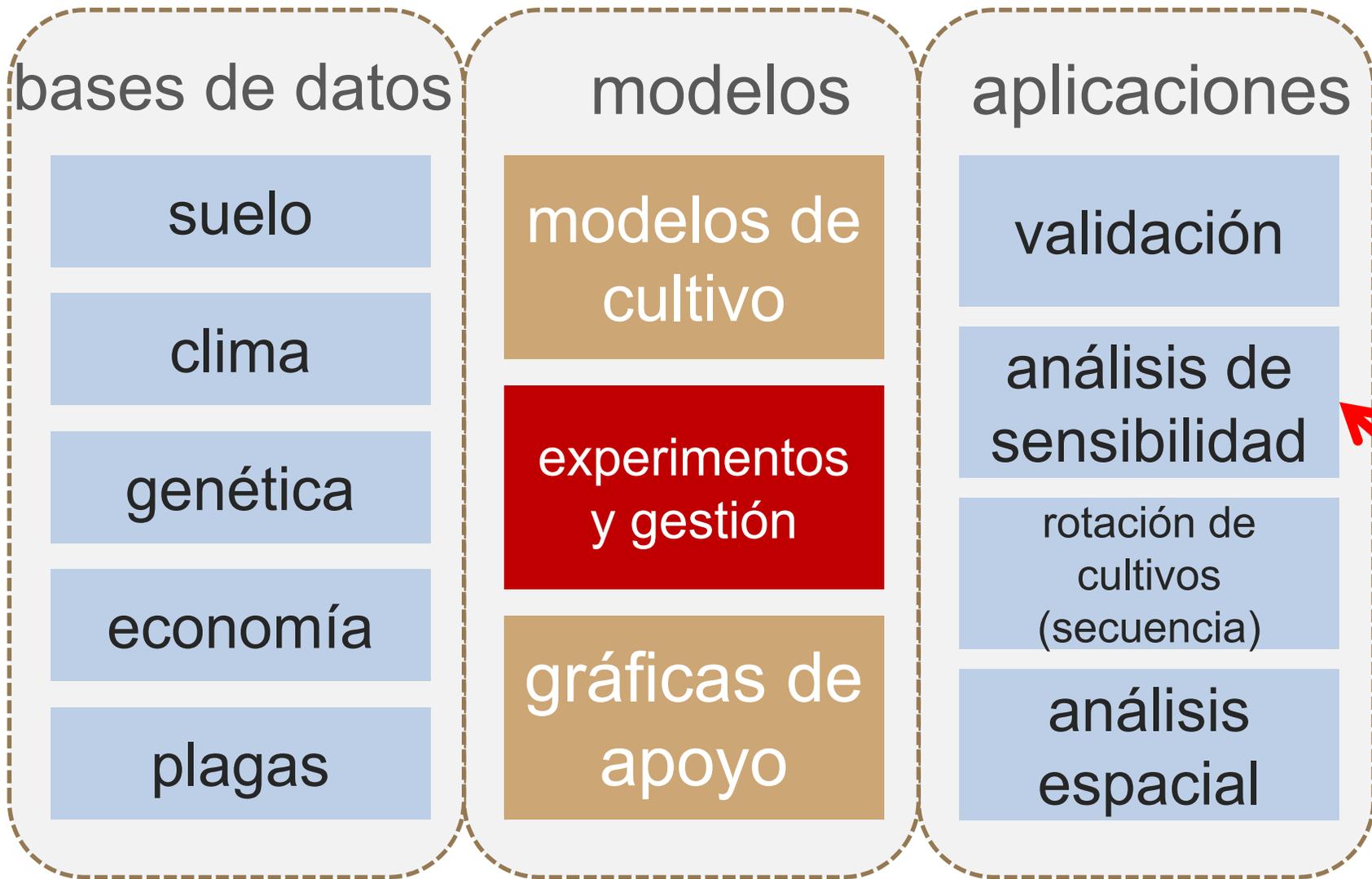
# Elegir las variables para generar un gráfico



# Ejemplo: Fecha de antesis



Modelado de respuestas de cultivo ante los cambios en el clima y la gestión  
DSSAT



# Análisis de sensibilidad

The screenshot shows the DSSATv4 Version 4.0.1.0 software interface. A yellow callout box points to the 'Run' button in the top toolbar, with the text 'Ejecutar análisis de sensibilidad' (Execute sensitivity analysis). The interface includes a 'Tools' sidebar on the left, a 'Models' tree in the center, and a list of 'Treatments' on the right. The 'Treatments' list contains 18 entries, with the first one, '[1] 04BR BASE MZ D', selected. Below the list, there is a text area showing experimental details for 'MOLDOVA MZ BASE CLIMATE'.

**Ejecutar análisis de sensibilidad**

**DSSATv4 - Maize**

**Tools**

- Crop Management Data
- Graphical Display
- Soil Data
- Experimental Data
- Weather Data
- Seasonal Analysis
- Rotational Analysis
- Accessories
- Utilities
- Reference
- My Shortcuts

**Models**

- Cereals
  - Barley
  - Maize
  - Millet
  - Rice
  - Sorghum
  - Wheat
- Legumes
- Root Crops
- Oil Crops
- Vegetables
- Fiber
- Forages
- Fruit Crops
- Various
- Analysis
  - Seasonal
  - Sequence
  - Spatial
- Data
  - Soil
  - Weather
  - Genetics
  - Economics
  - Pests

**Treatments**

- MOL3MZ15.MZX
- MOL3MZ16.MZX
- MOL3MZ17.MZX
- MOL3MZ18.MZX
- TESTMZ00.MZX
- Treatments
  - [1] 04BR BASE MZ D
  - [2] 16SO BASE MZ D
  - [3] 06CA BASE MZ D
  - [4] 15RI BASE MZ D
  - [5] 01BA BASE MZ D
  - [6] 13FA BASE MZ D
  - [7] 03BR BASE MZ D
  - [8] 11CO BASE MZ D
  - [9] 12DU BASE MZ D
  - [10] 09CD BASE MZ D
  - [11] 02BA BASE MZ D
  - [12] 08CH BASE MZ D
  - [13] 18TI BASE MZ D
  - [14] 14LE BASE MZ D
  - [15] 17ST BASE MZ D
  - [16] 10CO BASE MZ D
  - [17] 07CE BASE MZ D
  - [18] 05CA BASE MZ D

**\*EXP.DETAILS: MOLDOVA MZ BASE CLIMATE**

**\*GENERAL**

@PEOPLE  
A. IGLESIAS

@ADDRESS  
UPM, ESPAIN

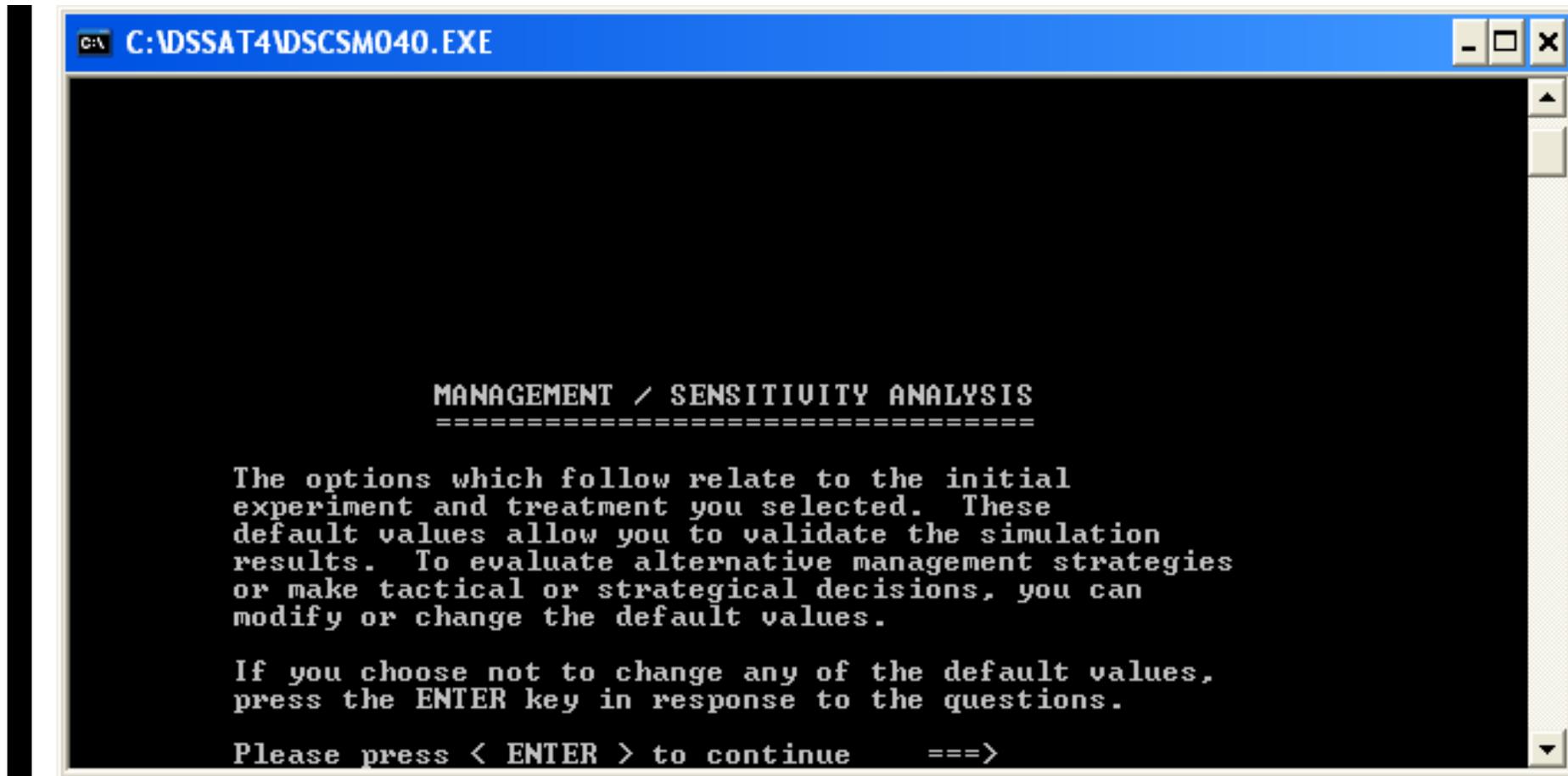
@SITE  
MOLDOVA

@NOTES



## Inicio de análisis de sensibilidad

---



```
C:\V DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS
=====

The options which follow relate to the initial
experiment and treatment you selected.  These
default values allow you to validate the simulation
results.  To evaluate alternative management strategies
or make tactical or strategical decisions, you can
modify or change the default values.

If you choose not to change any of the default values,
press the ENTER key in response to the questions.

Please press < ENTER > to continue    ==>
```



## Crear un año de referencia sin cambios

```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... APR 30 1953
2. Crop ..... MAIZE                                MZCER040.SPE MZCER040.CUL
3. Cultivar ..... MEDIUM SEASON                   MAT : 0
4. Weather ..... 04BR                               OBSERVED      WMOD:N
5. Soil ..... IBML000990                            -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... MAY 10 1953                       ROW SP: 15. PLANTS/m2: 5.00
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation .... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... AUTOMATIC N-FERTILIZER AP        NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H2O:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WTH:M ET:R
16. Output Control ..... FREQ: 5 OUV:Y SUM:Y GROWTH:N H2O:Y NIT:N PEST:N

SELECTION ? [Default = 0] ==>
```



# Crear un año de referencia sin cambios

```
C:\> C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE
MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... APR 30 1953
2. Crop ..... MAIZE                                MZCER040.SPE MZCER040.CUL
3. Cultivar ..... MEDIUM SEASON                   MAT : 0
4. Weather ..... 04BR                               OBSERVED      WMOD:N
5. Soil ..... IBML000990                            -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... MAY 10 1953                       ROW SP: 15. PLANTS/m2: 5.00
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation .... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... AUTOMATIC N-FERTILIZER AP        NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H2O:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WTH:M ET:R
16. Output Control .....   FREQ: 5 OUV:Y SUM:Y GROWTH:N H2O:Y NIT:N PEST:N

SELECTION ? [Default = 0] ==>

Please enter Run 1 name : ==> base
```



## Simulación con cambios

```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE
Grain N at maturity (%)          1.7          -99
Tops weight at anthesis (kg [dm]/ha) 3314        -99
Tops N at anthesis (kg/ha)       44          -99
Leaf number per stem, maturity   21.05       -99
*RUN      1      : base          ... Press < ENTER > key to continue

Maize YIELD :          354 kg/ha   [DRY WEIGHT]

Do you want to run more simulations ?
Y or N ? [Default = "N"] ==> y
```



## Simulación con cambios

```
C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

MANAGEMENT / SENSITIVITY ANALYSIS OPTIONS
=====

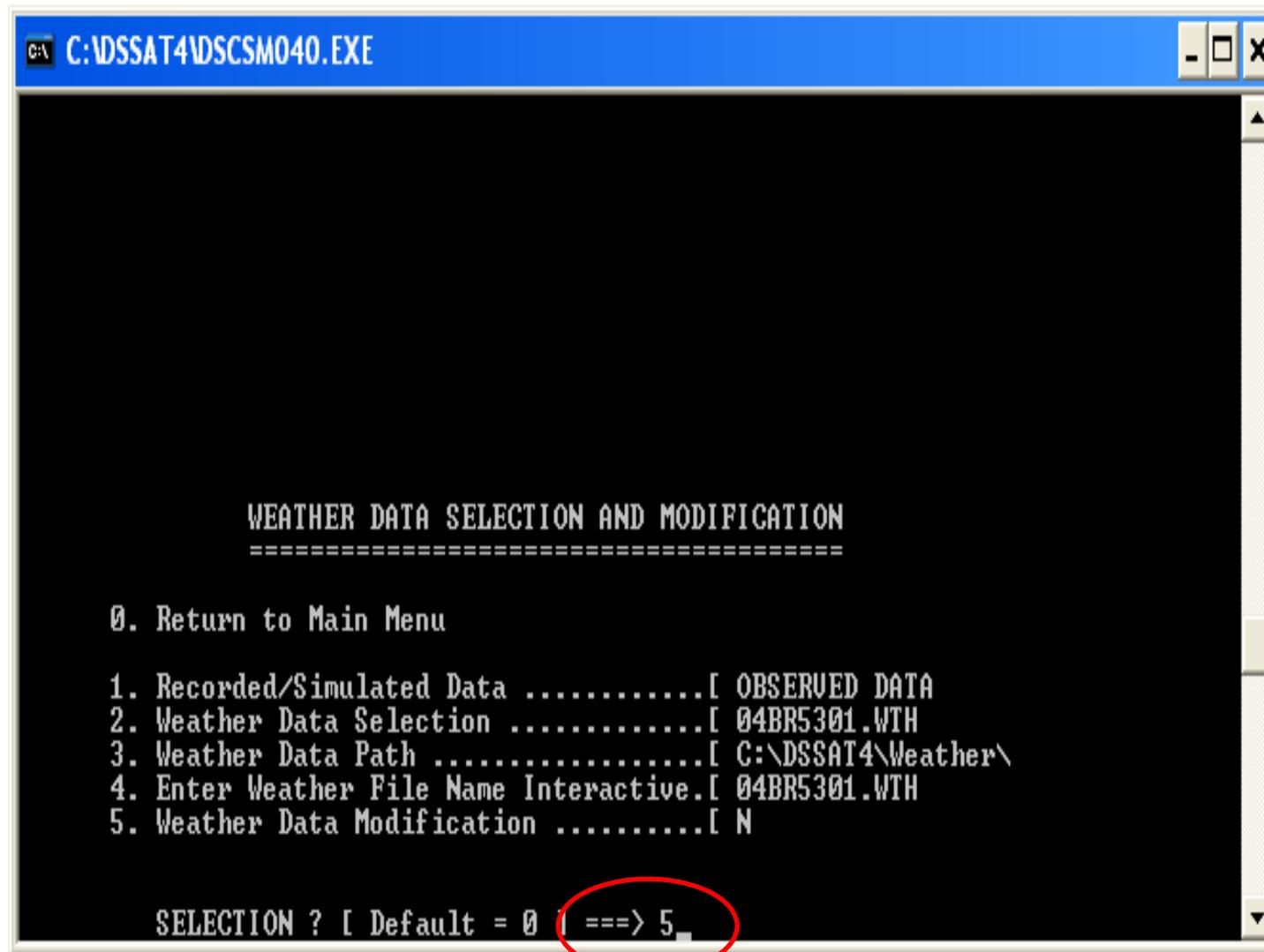
0. RETURN TO THE MAIN MENU

1. Simulation Timing ..... APR 30 1953
2. Crop ..... MAIZE                MZCER040.SPE MZCER040.CUL
3. Cultivar ..... MEDIUM SEASON   MAT : 0
4. Weather ..... 04BR              OBSERVED   WMOD:N
5. Soil ..... IBML000990          -99
6. Initial Conditions ..... AS REPORTED
7. Planting ..... MAY 10 1953      ROW SP: 15. PLANTS/m2: 5.00
8. Harvest ..... AT HARVEST MATURITY
9. Water and Irrigation .... ON REPORTED DATE(S)
10. Nitrogen ..... AUTOMATIC N-FERTILIZER AP   NO N-FIX SIMUL.
11. Phosphorus ..... N/A
12. Residue ..... NO RESIDUE APPLICATION
13. Pests and Diseases ..... PEST & DISEASE INTERACTION NOT SIMULATED
14. Field .....
15. Crop Process Options .... H20:R NIT:Y N-FIX:N PEST:N PHOTO:C WTH:M ET:R

SELECTION ? [Default = 0] ==> 4
```



## Sensibilidad ante la modificación del clima



```
C:\DSSAT4\DSCSMO40.EXE

WEATHER DATA SELECTION AND MODIFICATION
=====

0. Return to Main Menu

1. Recorded/Simulated Data .....[ OBSERVED DATA
2. Weather Data Selection .....[ 04BR5301.WTH
3. Weather Data Path .....[ C:\DSSAT4\Weather\
4. Enter Weather File Name Interactive.[ 04BR5301.WTH
5. Weather Data Modification .....[ N

SELECTION ? [ Default = 0 ] ==> 5
```



# Temperatura máxima

```
C:\> C:\DSSAT4\DSCSMO40.EXE

SELECT/REVISE WEATHER VARIABLES:
=====

 0) RETURN                OFFSET  MULT.  VALUE
 1) Photoperiod (Daylength) 0.00   1.00
 2) Solar Radiation        0.00   1.00
 3) Maximum Temperature    0.00   1.00
 4) Minimum Temperature    0.00   1.00
 5) Rainfall               0.00   1.00
 6) Carbon Dioxide         0.00   1.00 330.00
 7) Humidity (dew point)   0.00   1.00
 8) Wind speed             0.00   1.00

Relative adjustments of CO2 from a base value of 330. ppm.
PFD and Solar Radiation automatically changed together.

CHOICE ? < Default = 0 > ==> 3
```



## Un cambio aditivo de 5 °C

```
C:\> C:\DSSAT4\DSCSM040.EXE

Select modification option, then enter amount:

0) NO CHANGE          < ambient conditions >
1) Additive Change    < 3.0 = 3 higher >
2) Subtractive Change < 3.0 = 3 lower >
3) Multiplicative Change < 1.2 = 20% higher >
4) Constant Value     < 100 = constant of 100 >

<== CHOICE? < Default = 0 >
1
<=== Amount
5
```

Repetir este proceso para temp. mín.



## Cuando están acabados los cambios...

```
C:\ DSSAT4\DSCSM040.EXE

SELECT/REVISE WEATHER VARIABLES:
=====

0) RETURN                OFFSET  MULT.  VALUE
1) Photoperiod (Daylength) 0.00   1.00
2) Solar Radiation        0.00   1.00
3) Maximum Temperature    5.00   1.00
4) Minimum Temperature    5.00   1.00
5) Rainfall               0.00   1.00
6) Carbon Dioxide         0.00   1.00 330.00
7) Humidity (dew point)   0.00   1.00
8) Wind speed             0.00   1.00

Relative adjustments of CO2 from a base value of 330. ppm.
PFD and Solar Radiation automatically changed together.

CHOICE ? < Default = 0 > ==> 0
```



# Visualizar los resultados...

**.OSU  
Resumen  
de resultados**

```
*SUMMARY : TESTM200MZ BASE CLIMATE

!IDENTIFIERS..... DATES.....
@  RUNNO  TRNO R#  O#  C#  CR  TNAM          FNAM          SDAT
   1      1   1   0   0  MZ  base          04BR0001 1953120 19
   2      1   1   0   0  MZ  +5          04BR0001 1953120 19
```

