

Instituto de Capacitación del IAI
**“Análisis de los cambios en el uso de la tierra y la seguridad
hídrica y alimentaria en la cuenca del Plata”**

Asunción, Paraguay

7 Abril 2011

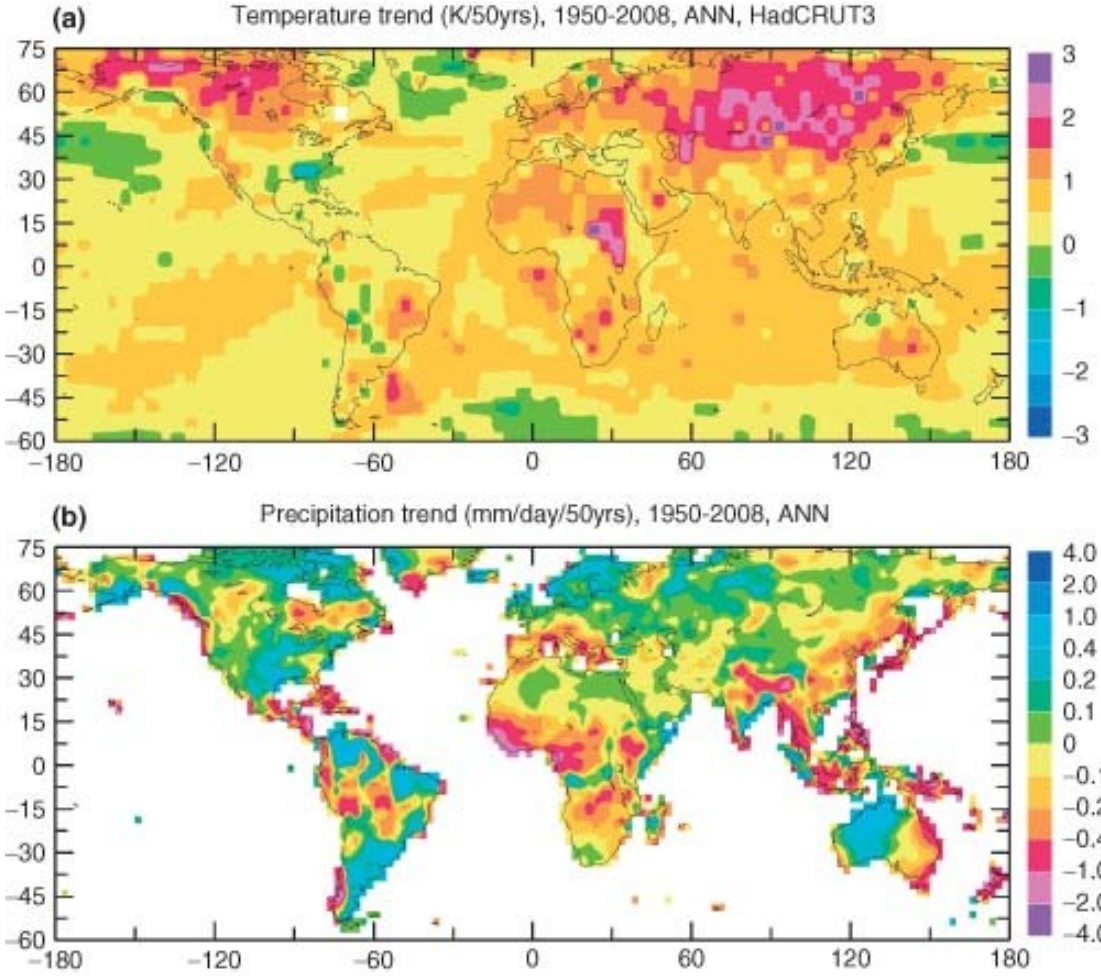
**Cambio Climático y Producción de
Cultivos: Impactos y Opciones de
Adaptación**



María Isabel Travasso
INTA-CIRN
Argentina

CAMBIOS OBSERVADOS EN EL CLIMA EN EL SIGLO XX

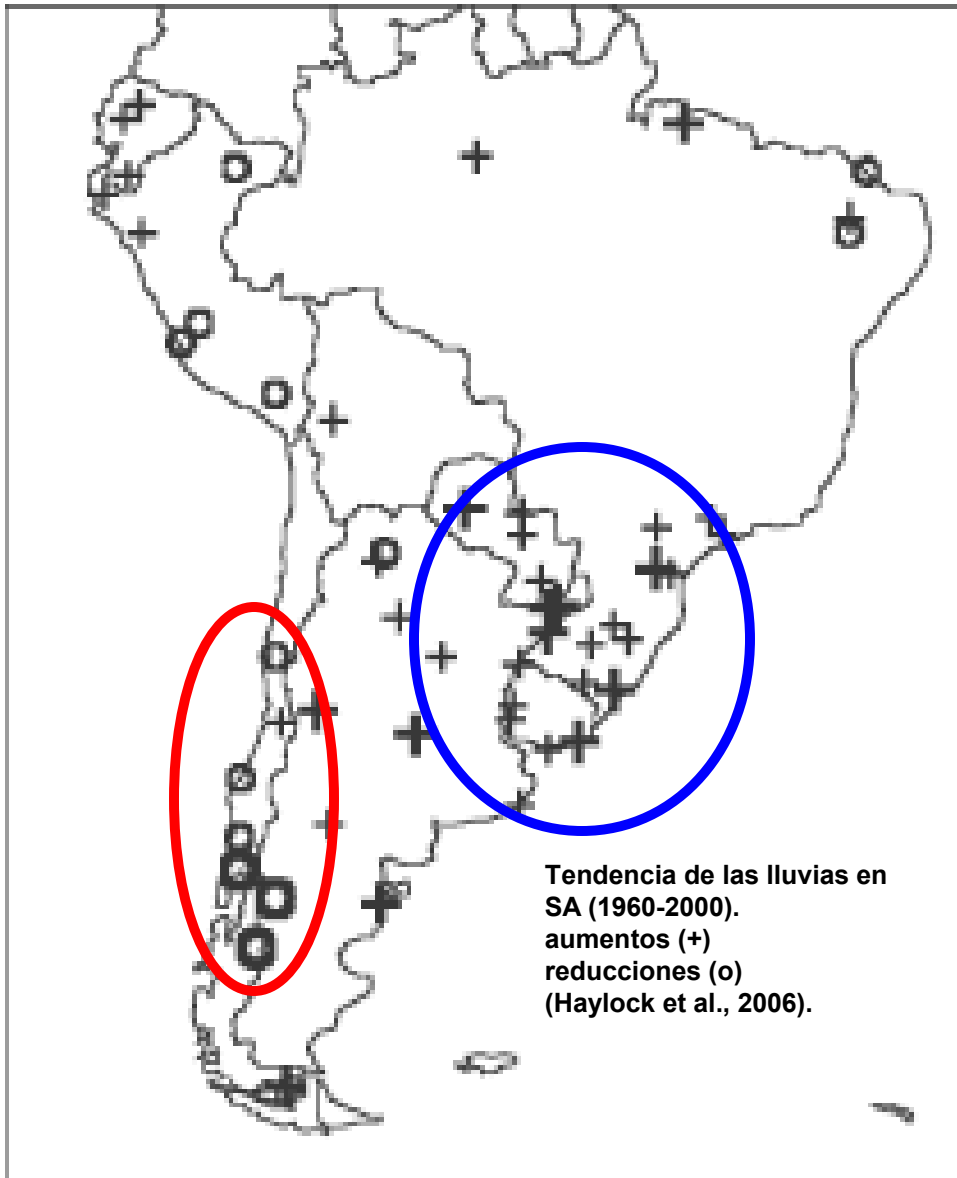
Tendencias globales observadas 1950-2008



Temp.

Precip.

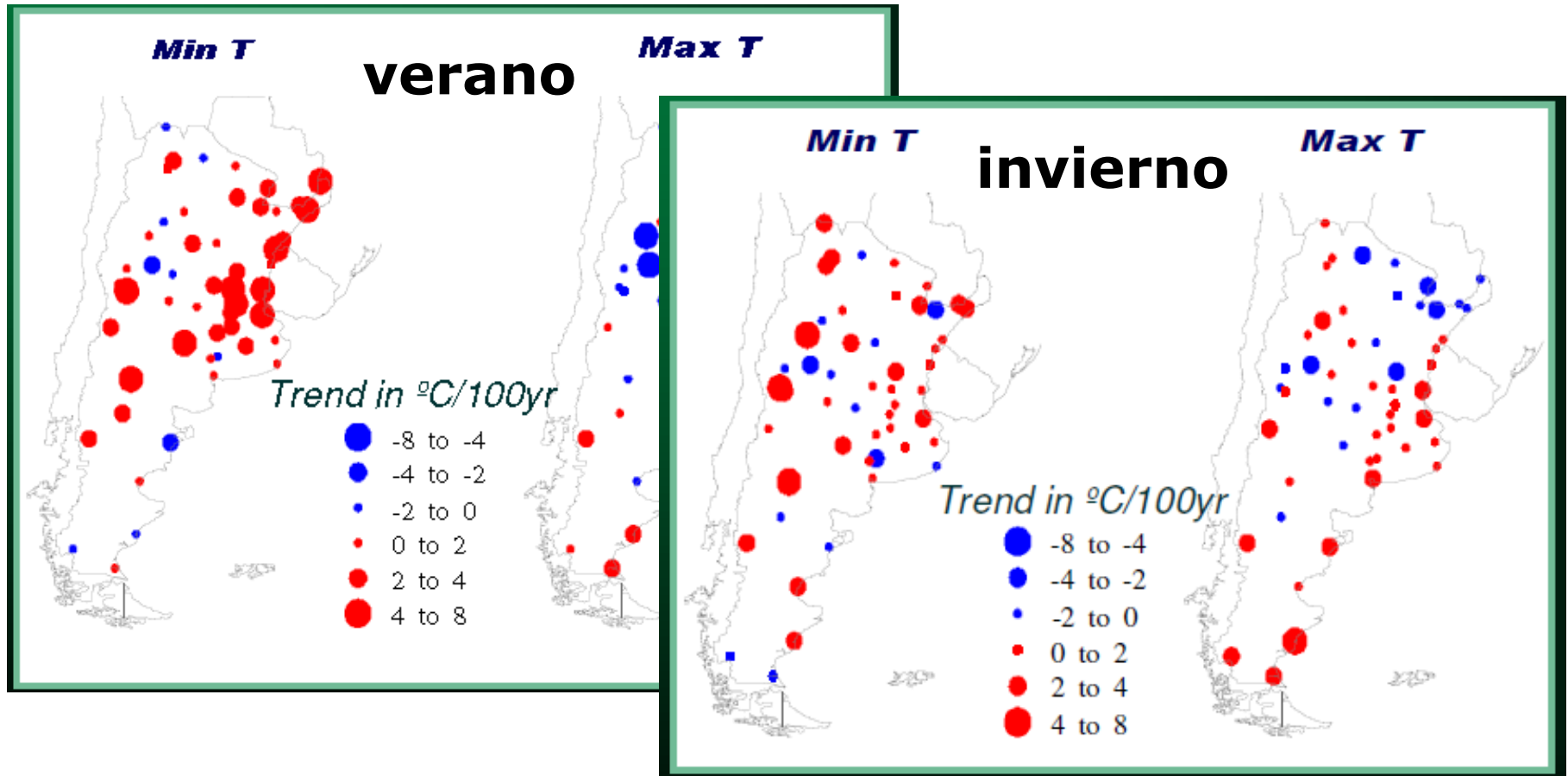
Precipitaciones



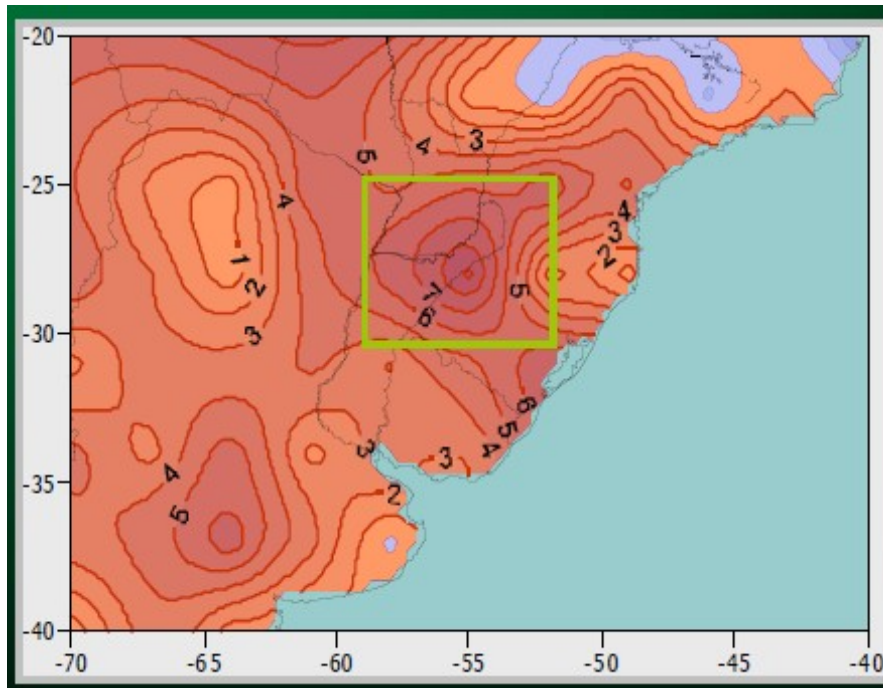
Temperaturas



Cambios en Temperaturas



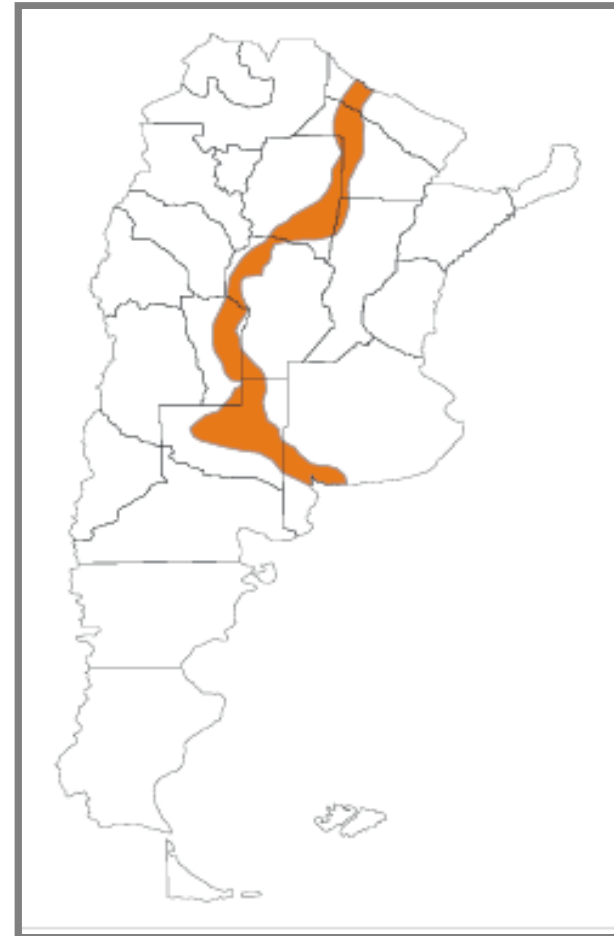
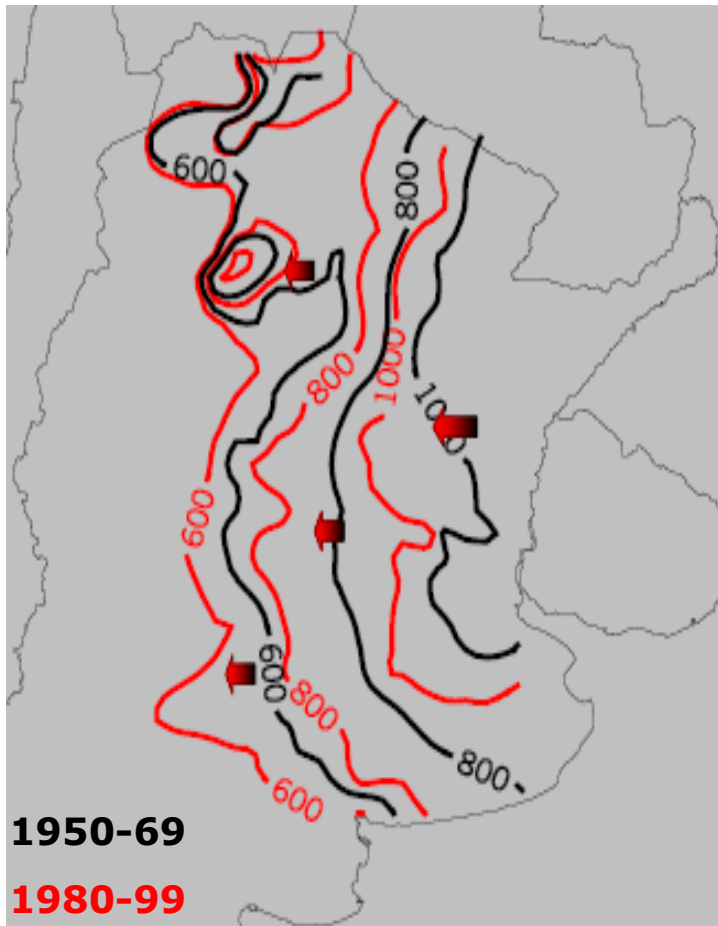
Tendencia de la precipitación anual 1960-2000 mm/año.



Hasta 40% de
incremento
+/- 300 mm

Camilloni, 2006

Aumento de lluvias y expansión de la frontera agrícola

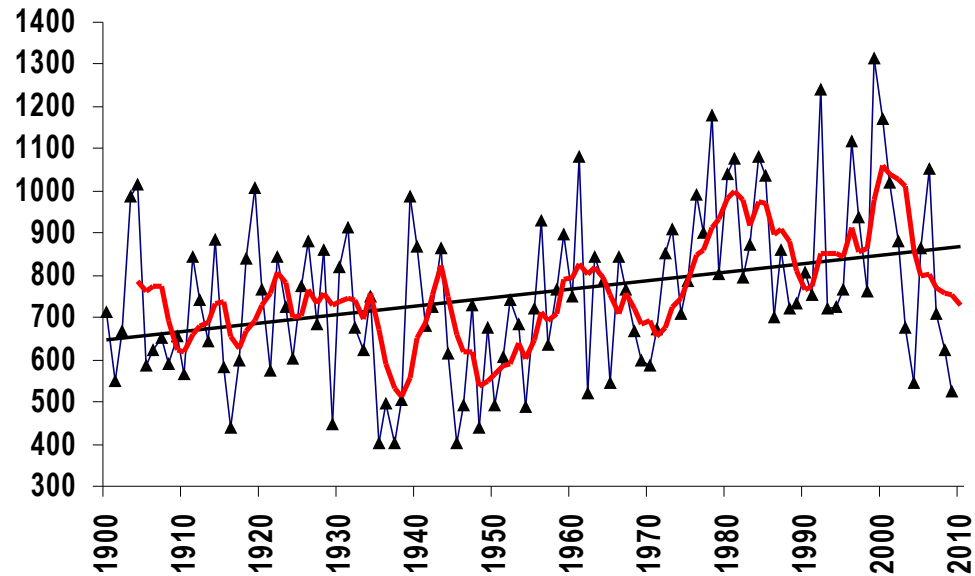


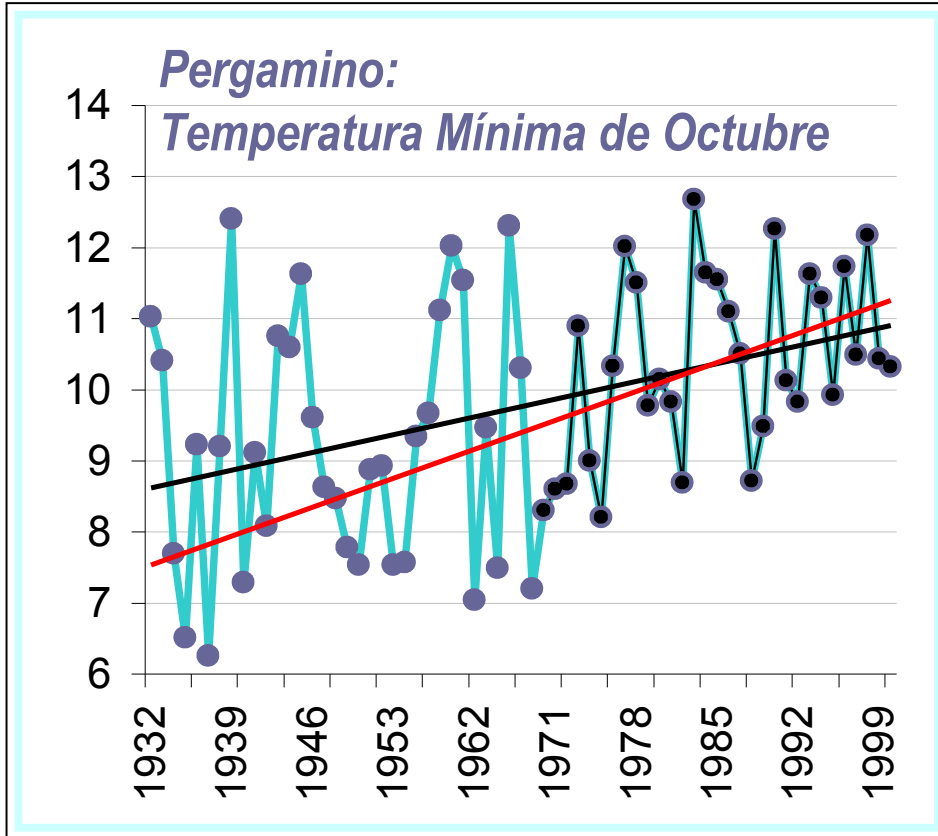
Cambios observados en el clima

Pilar, Córdoba

Aumento pp

Pilar (Córdoba) Lluvias anuales





**1930-2000:
3.6°C/100 años**

**1970-2000:
5.8 °C/100 años**

Cambios en el régimen de heladas entre 1930 y 2000

	Fecha 1era helada	
	1930	2000
PI (Córdoba)	2 May	20 May
PE (BsAs)	17 Abr	13 May
SR (LPampa)	23 Mar	24 Abr

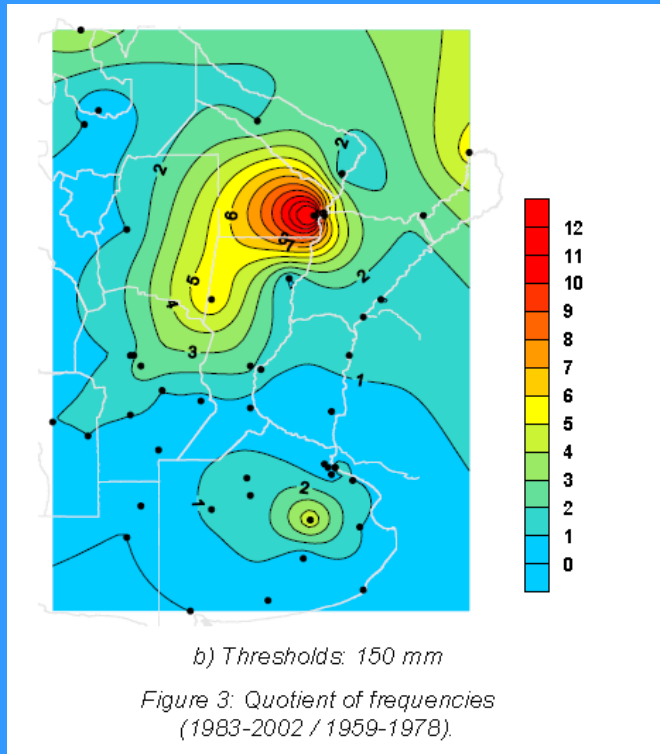
Fecha última helada	
1930	2000
27 Sep	5 Sep
20 Oct	18 Sep
8 Nov	5 Oct

Período con heladas		Días con heladas	
1930	2000	1930	2000
148	108	42	23
186	128	49	33
230	164	79	52

EVENTOS EXTREMOS

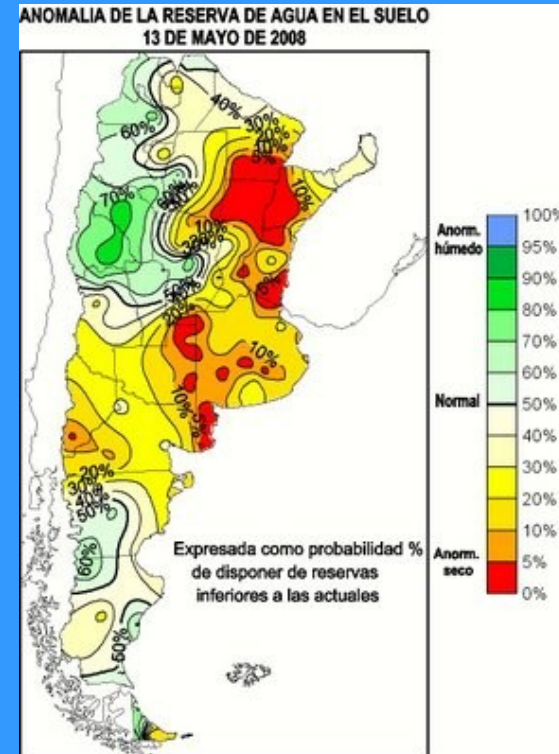
Aumento frecuencia de eventos extremos

Lluvias intensas



Re & Barros, 2006

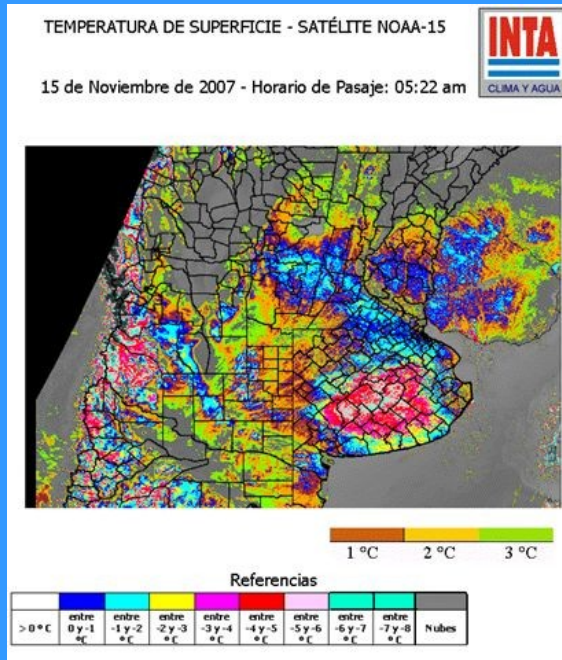
Sequías



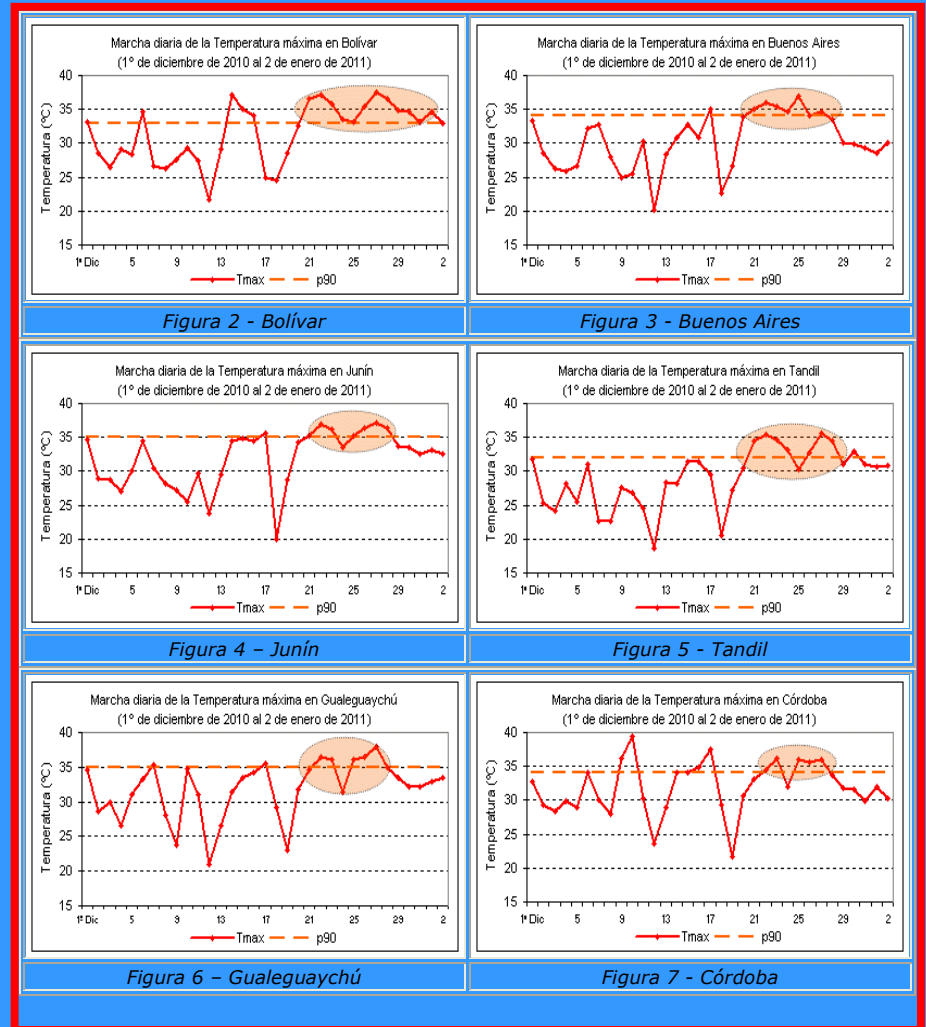
Aiello, 2008

Temperaturas extremas

Heladas fuera de época



Olas de calor



CAMBIOS OBSERVADOS EN LA PRODUCCION EN EL SIGLO XX

Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming

Lobell and Field, 2007

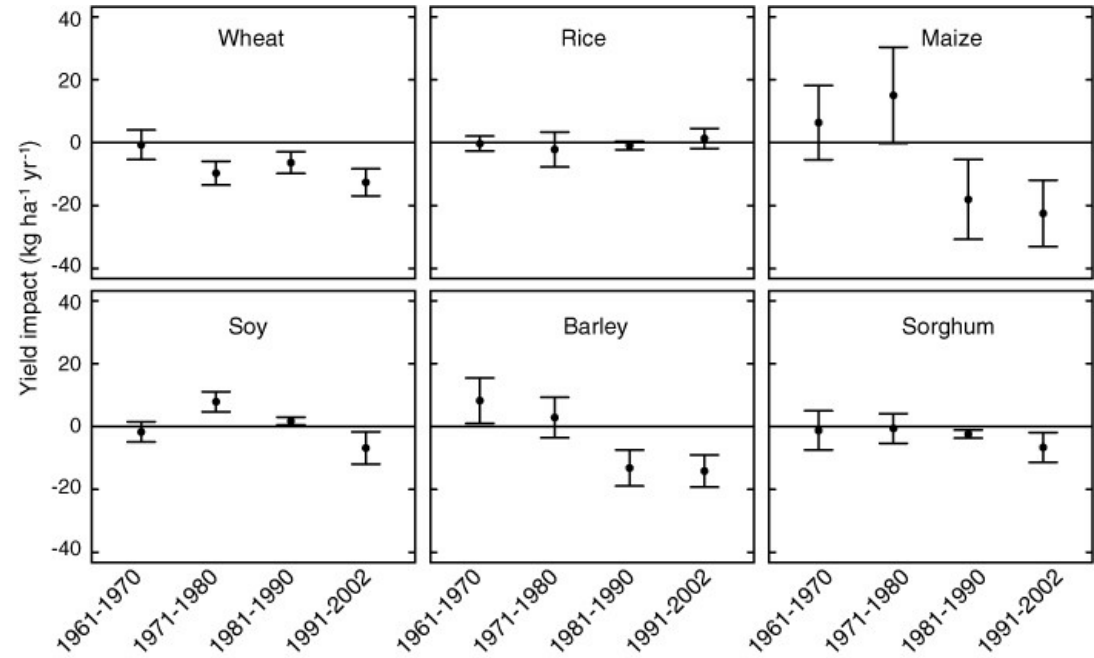
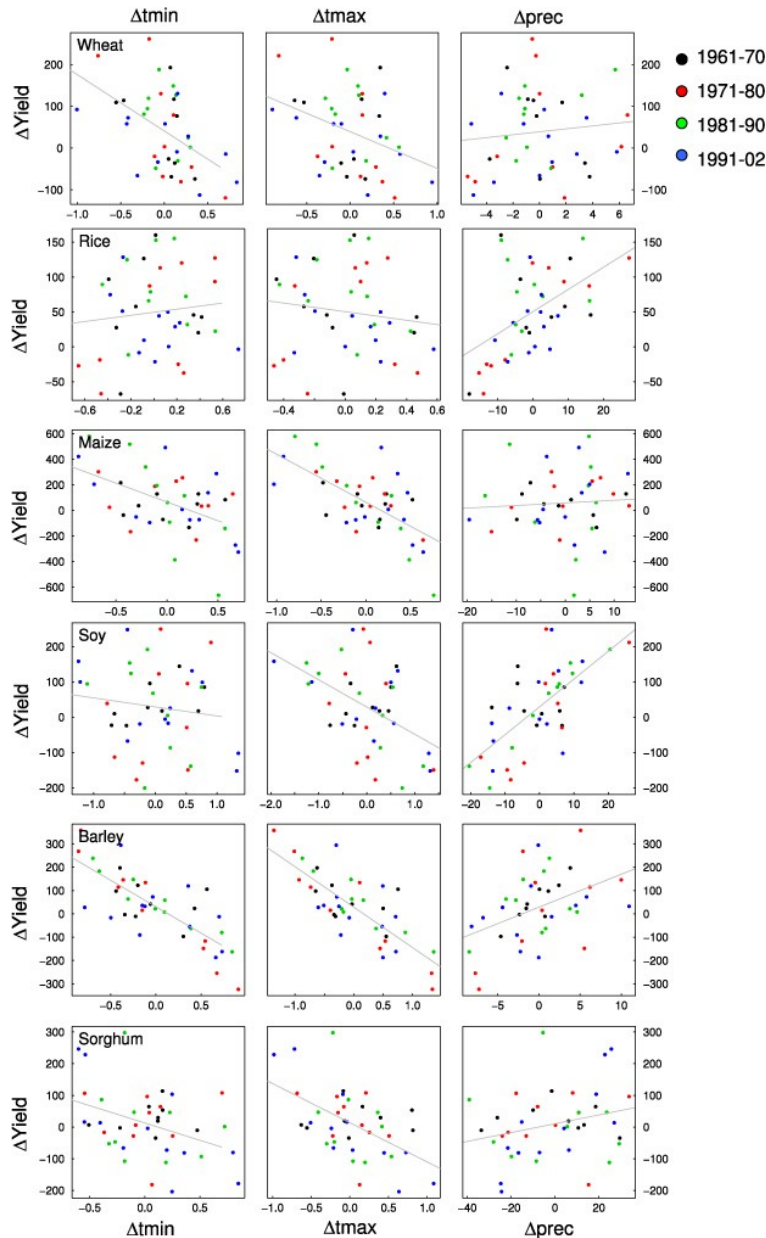


Figure 3. Estimated yield impacts of climate trends by decade. Negative values indicate yield losses. Error bars show 95% confidence interval, and the role of climate is significant in cases where the error bar does not cross the yield impact = 0 line.

Figure 2. Scatter plots of first-differences of yield (kg ha^{-1}) and first-differences of average monthly minimum and maximum temperatures ($^{\circ}\text{C}$) and precipitation (mm) during the growing season, along with best-fit linear regression (grey line). Each decade is shown with a different colour, indicating that the relationships do not appear to change through time.

SUDESTE SUDAMERICA

Cambios en la producción de cultivos y pasturas entre 1930-1960 y 1970-2000 provocados por cambios en el clima

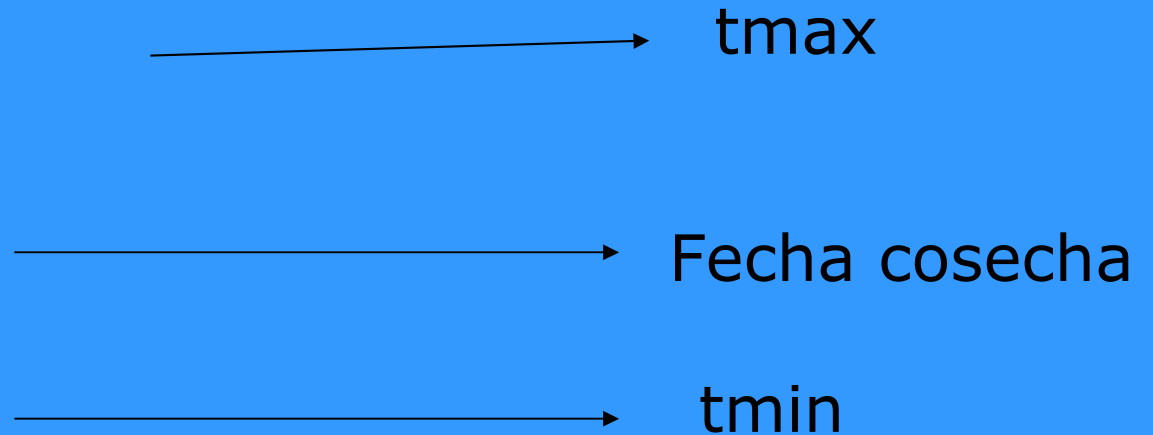
	Maíz	Trigo	Soja	Pasturas
Sur de Brasil	+ 12	- 6	+9	
Uruguay	+ 49	+ 3	+57	+ 7
Pampa Húmeda Argentina	+ 26	- 3	+33	+ 7
Pampa Semiárida Argentina	+ 41	+ 24	+50	

Consecuencias para el manejo

Posibilidad de doble cultivo por acortamiento ciclos

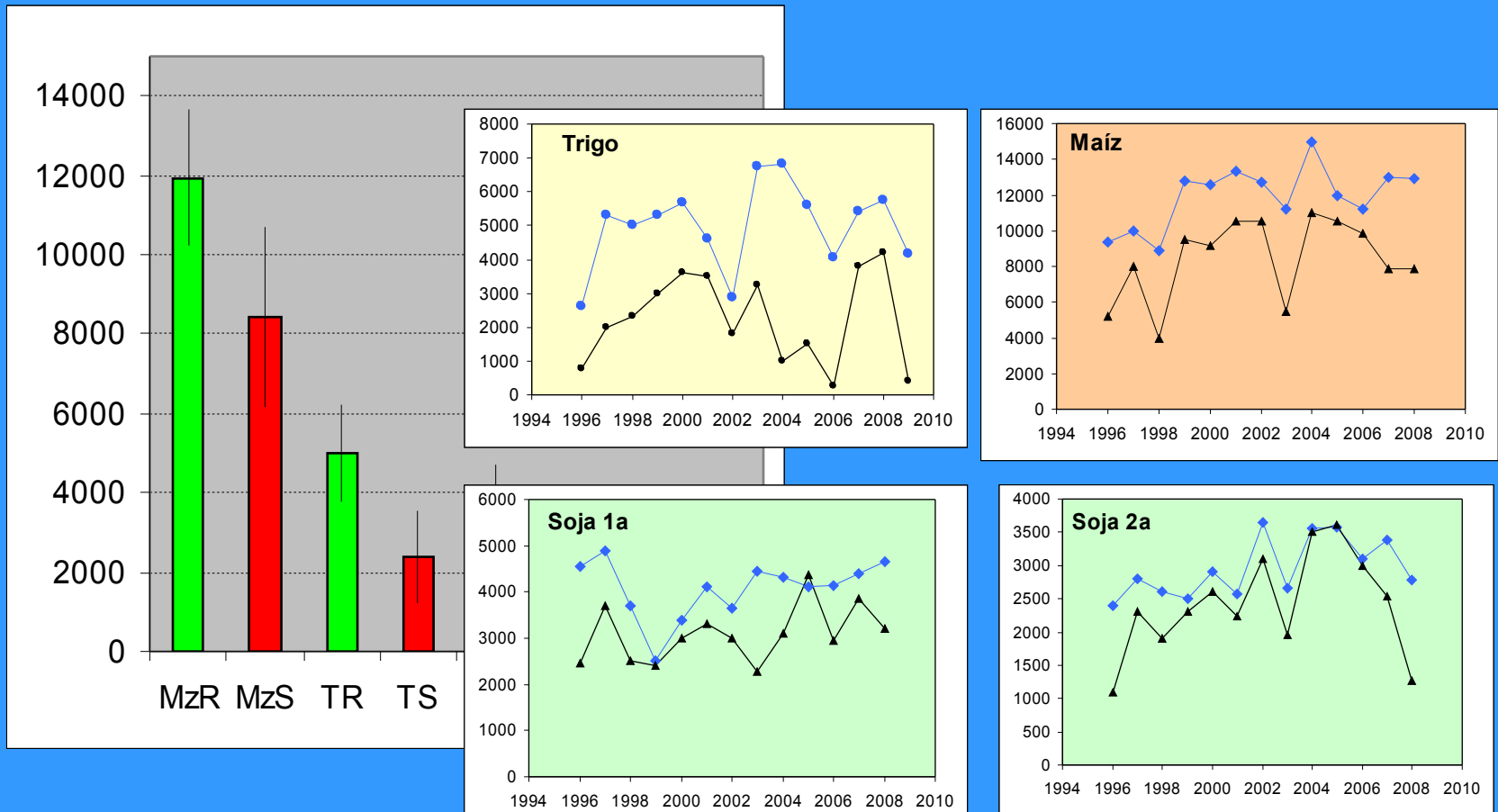
Ej. Trigo/Soja – SE BsAs

0.1. Manejo de los ciclos



VARIABILIDAD

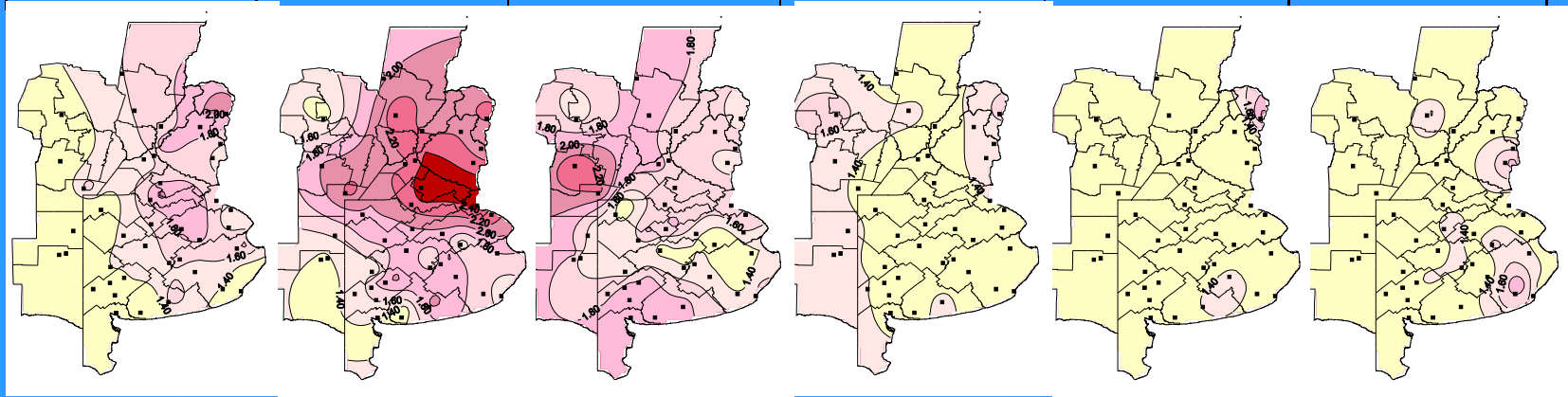
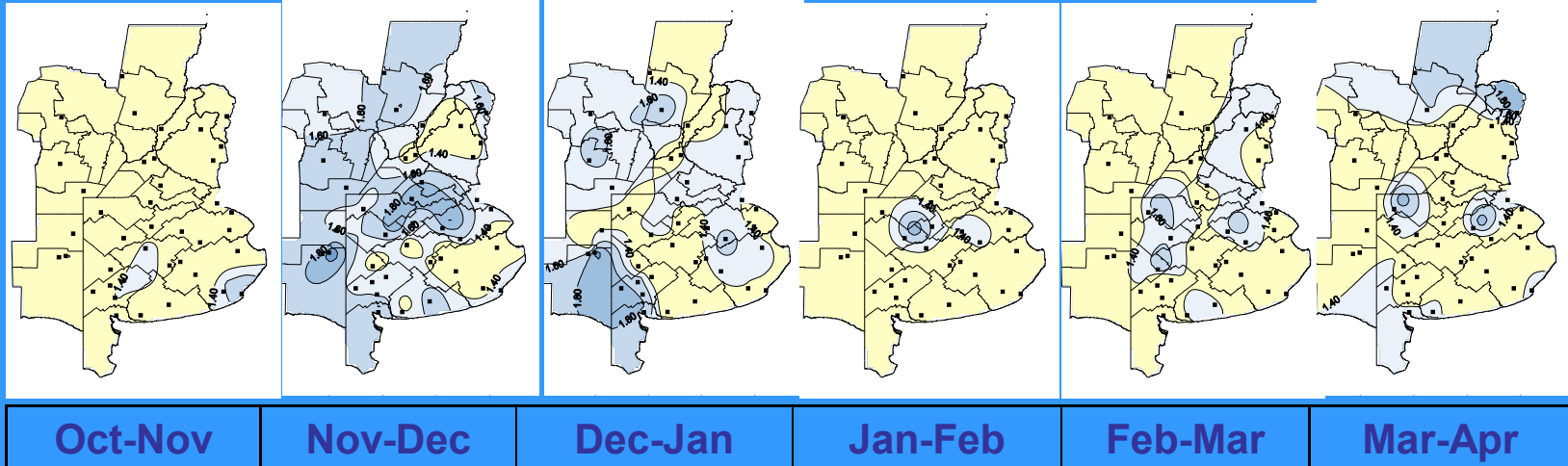
Resultados ensayos riego-secano INTA Manfredi 1996-2008 Variabilidad de los rtos.



Variabilidad climática asociada al ENSO

>PP EL Niño < PP La Niña

"El Niño"

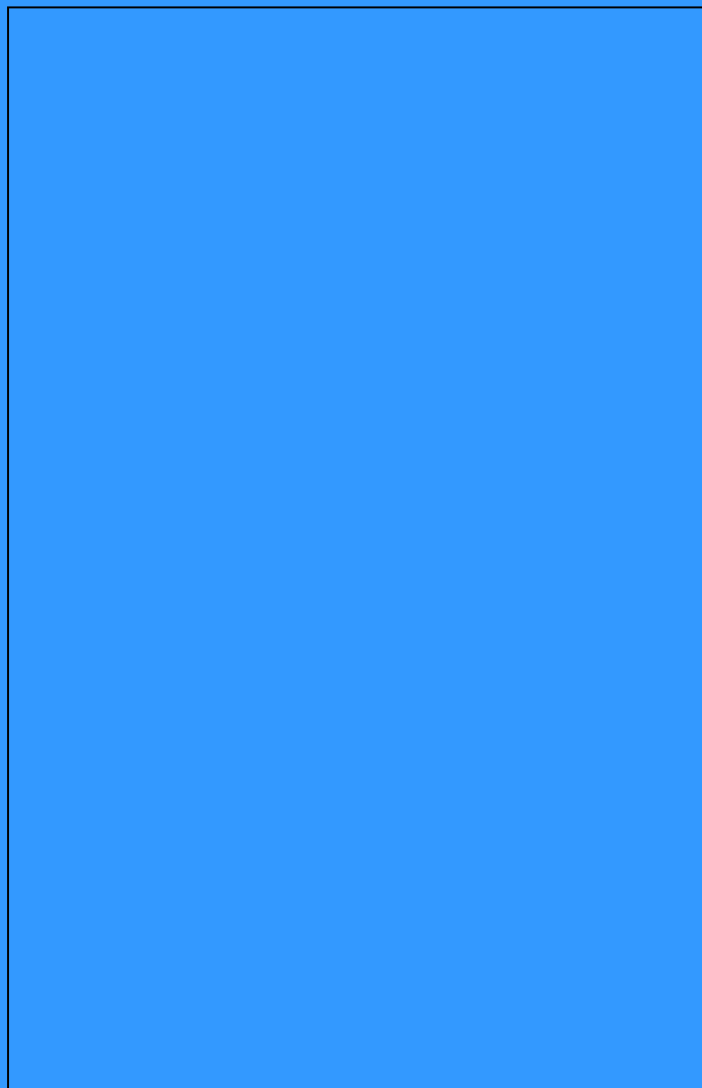


"La Niña"

CLIMA Y DETERMINACION DEL RENDIMIENTO

Agua y rendimientos

**Mayor
impacto en
período
crítico (CP)
alrededor
de la
floración**



soja

maíz

girasol

trigo

Fig. 6. Relationship between seasonal water deficit and grain yield of soybean, maize, sunflower, and wheat grown in commercial fields. Lines are fitted regressions. Correlation coefficients are shown for the linear regressions between yield and water deficit

Temperatura y rendimientos

TRIGO

Efectos de temperatura sobre rendimiento y componentes

Tmin fase reproductiva

**TMAX períodos cortos
alrededor de antesis**

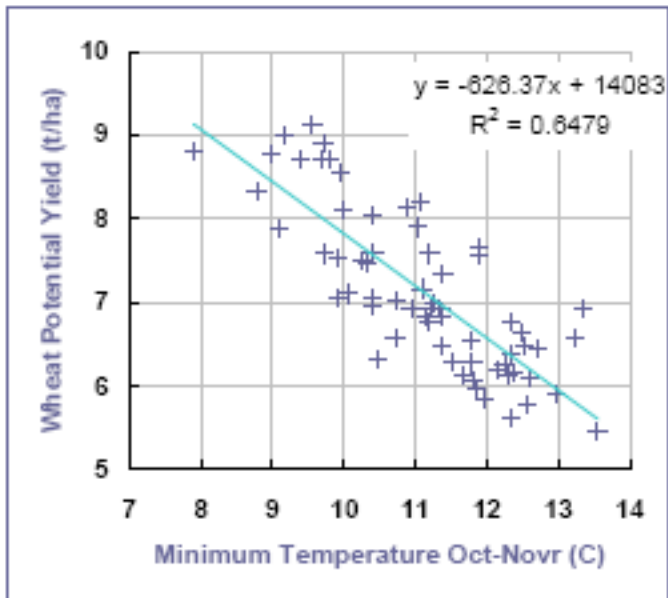


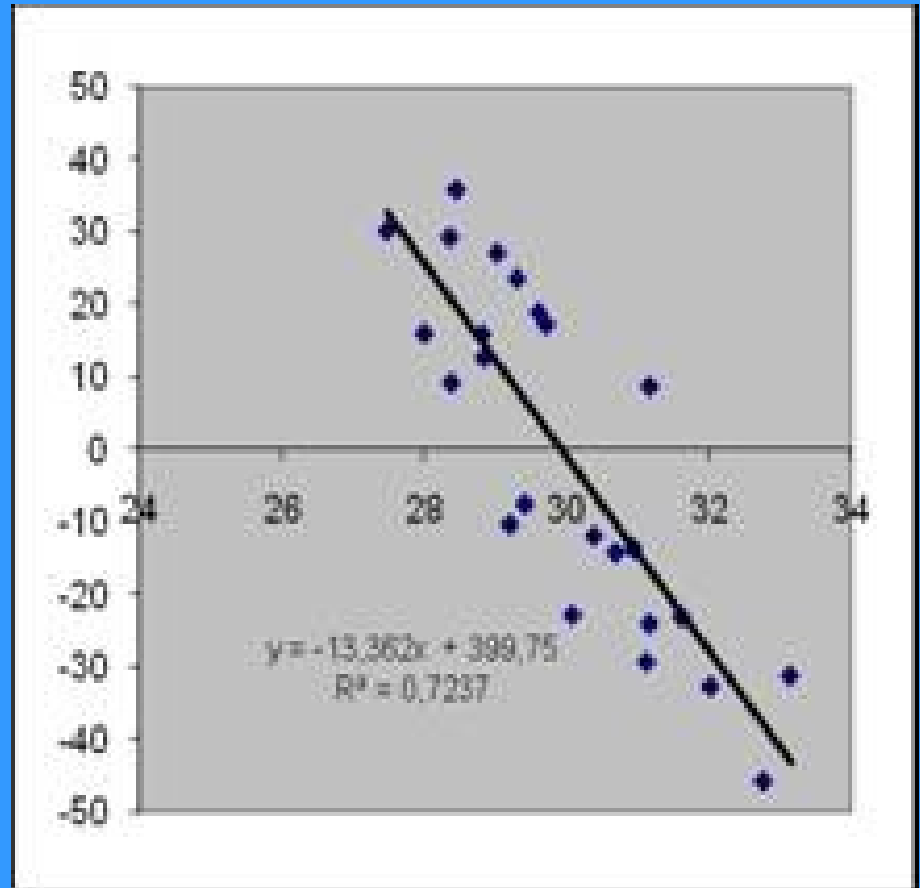
Figure 3: Relation between wheat potential yield and minimum temperature during October-November in Pergamino.

MAIZ

Efecto TMAX sobre rendimientos

Pergamino

**Tmax 15 dic-25 ene
explica el 72% de las
variaciones de rto**



SOJA

Estrés térmico en período reproductivo

Aumento 3°C Tmed/5°C Tmáx durante 5 días a partir de 32 DDF

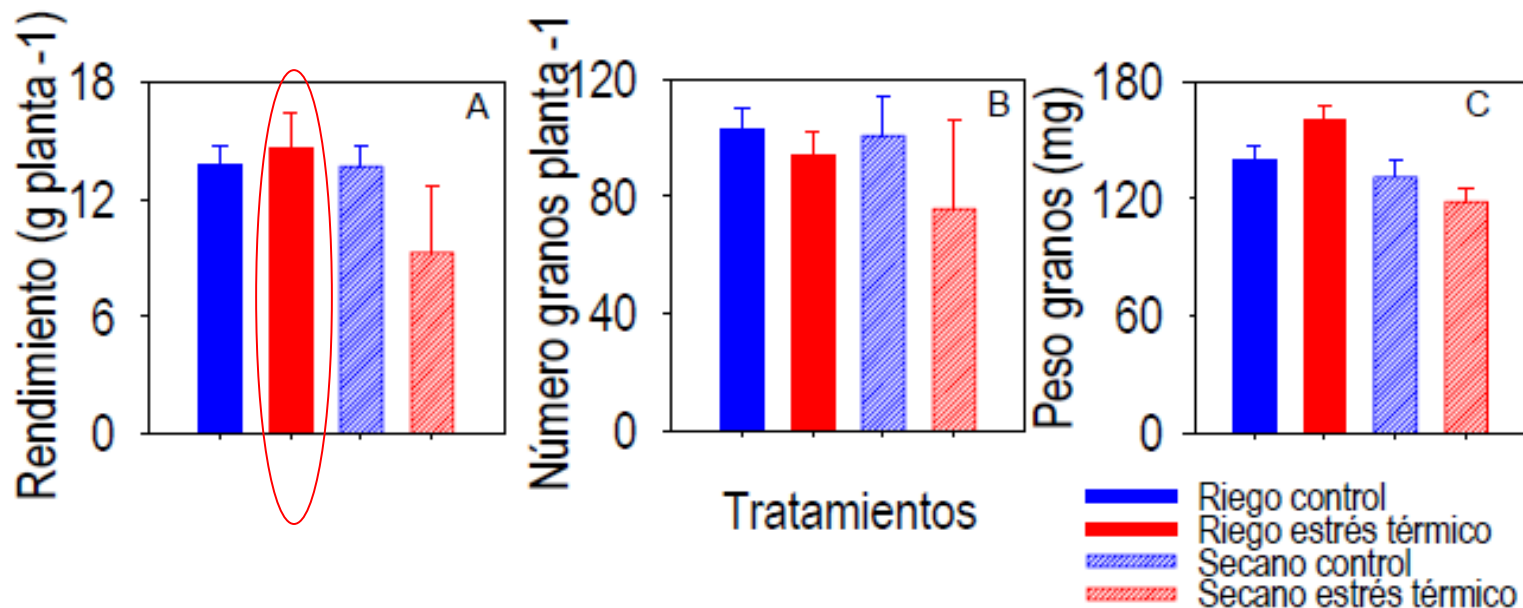


Fig. 2. Rendimiento por planta y sus componentes (número y peso de granos) en tratamientos de imposición de estrés térmico e hídrico durante la fructificación de soja. Las barras verticales indican error estándar.

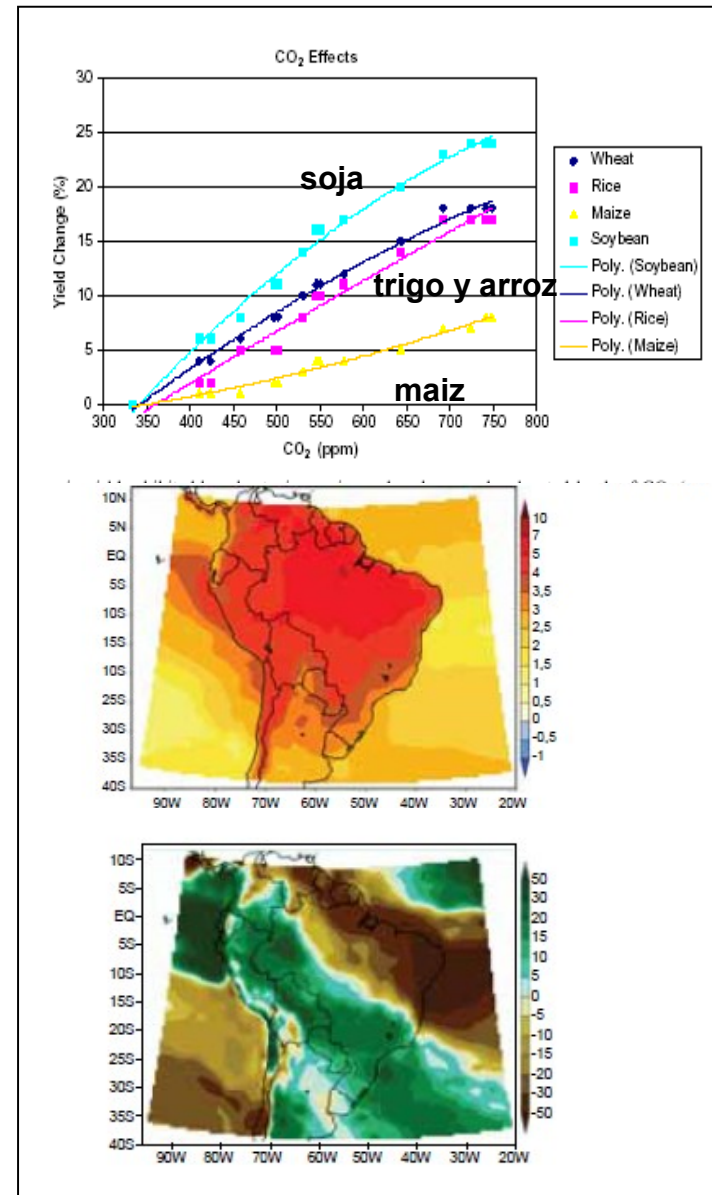
PROYECCIONES PARA EL FUTURO

PARA EL FUTURO SE ESPERAN:

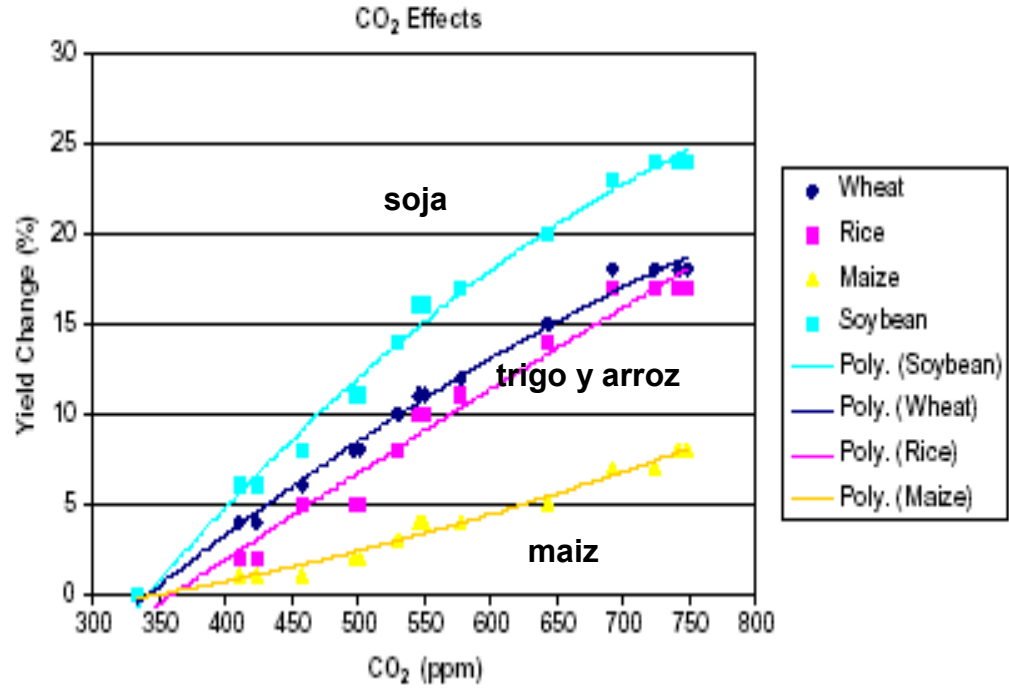
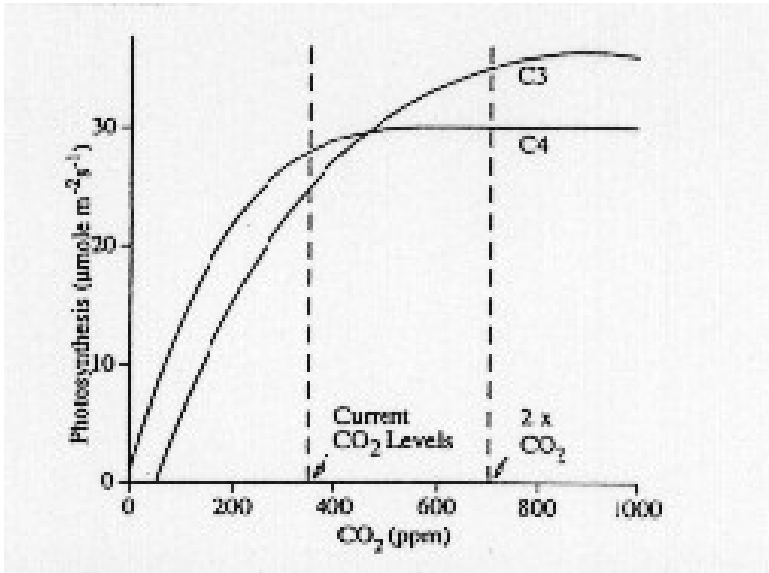
Incrementos de CO2

Incrementos de temp.

Cambios en las precip.



Incremento de CO2 favorece la fotosíntesis y la eficiencia de uso de los recursos aumentando los rendimientos



Diferencias entre especies

Incremento de los rendimientos de trigo, maíz, arroz y soja en ambientes enriquecidos en CO₂. (Parry et al., 2004)

CO₂ vs Proteínas

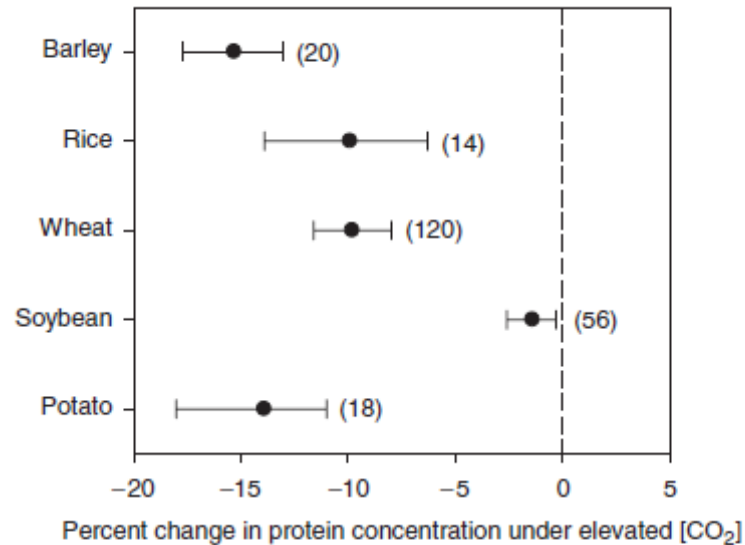
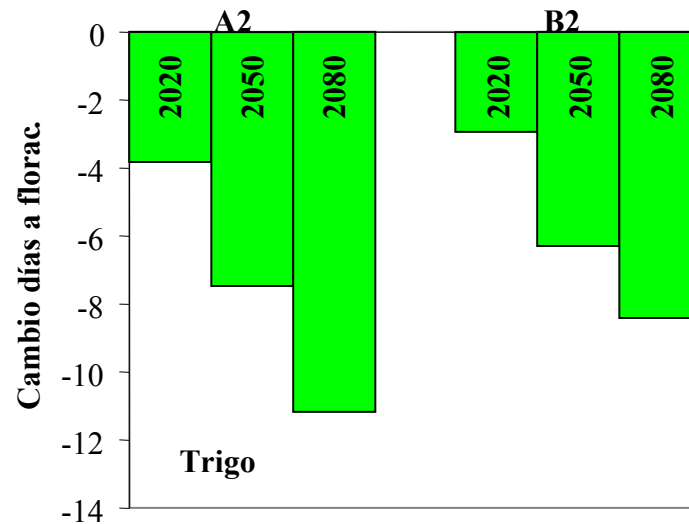
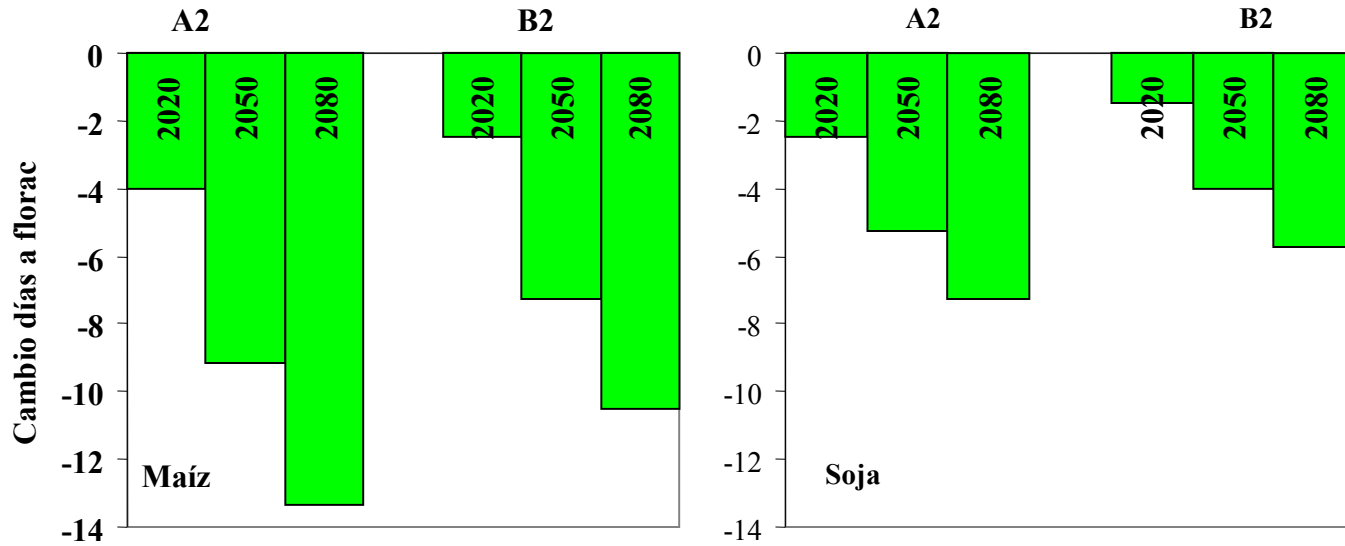


Fig. 1 Response of crop protein concentrations to growth at elevated CO₂ for five major crops. Means and 95% confidence limits are depicted. Numbers of experimental observations for each species are in parentheses.

Taub et al., 2008

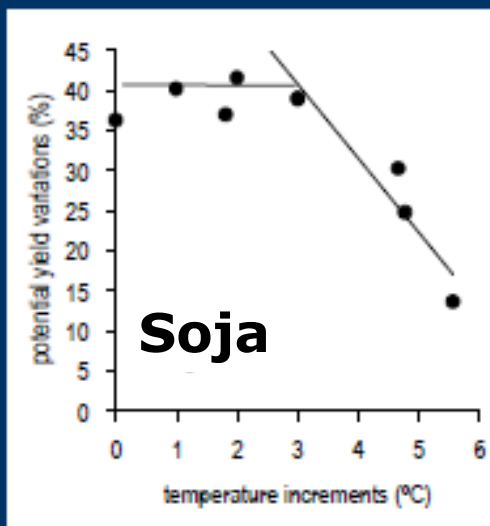
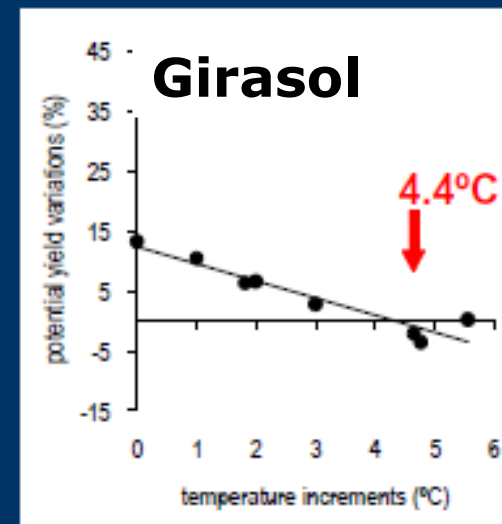
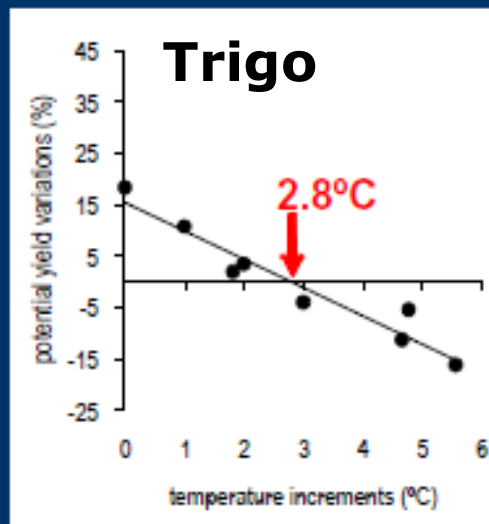
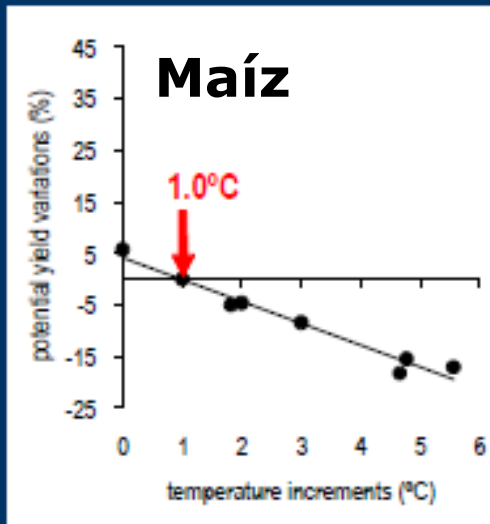
Temperatura

Adelantos de la floración



Respuesta a **temperatura**

Rendimiento Potencial (550ppm CO₂)

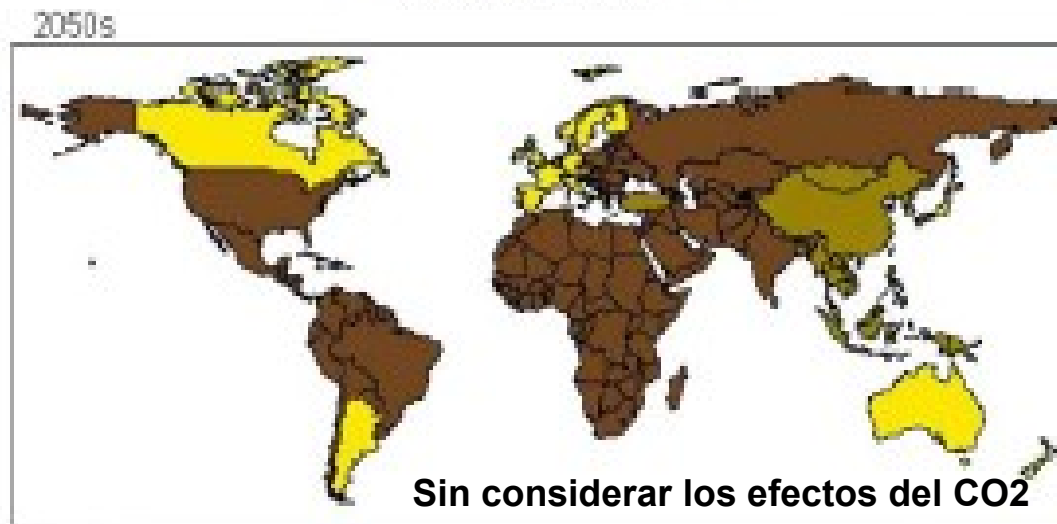
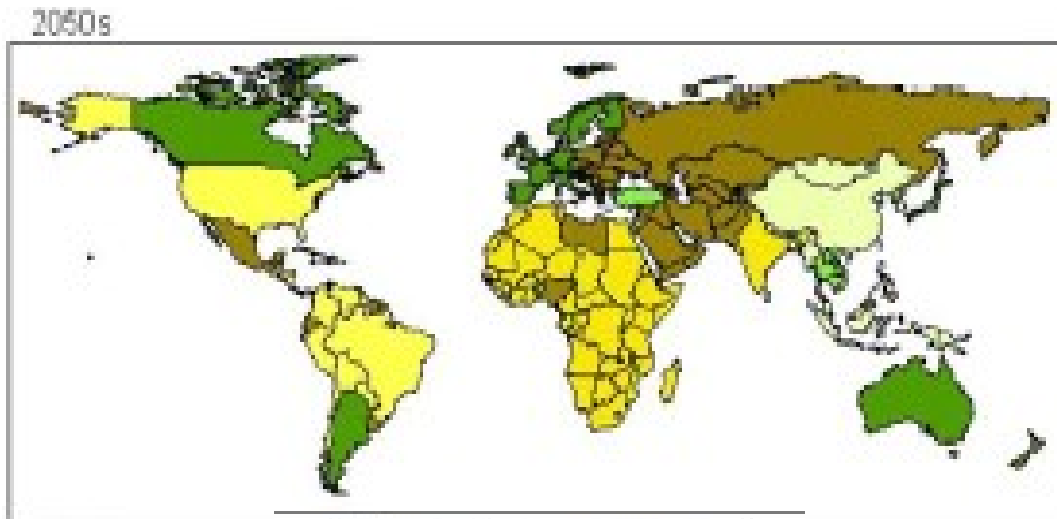


Diferente respuesta según cultivo

- Temperatura acorta el ciclo, **reduce rendimiento**
- CO₂ > eficiencia de uso de recursos (agua y radiación), **aumenta el rendimiento.**

IMPACTOS DEL CC SOBRE PRODUCCION DE CULTIVOS

Cambios potenciales en la productividad de granos

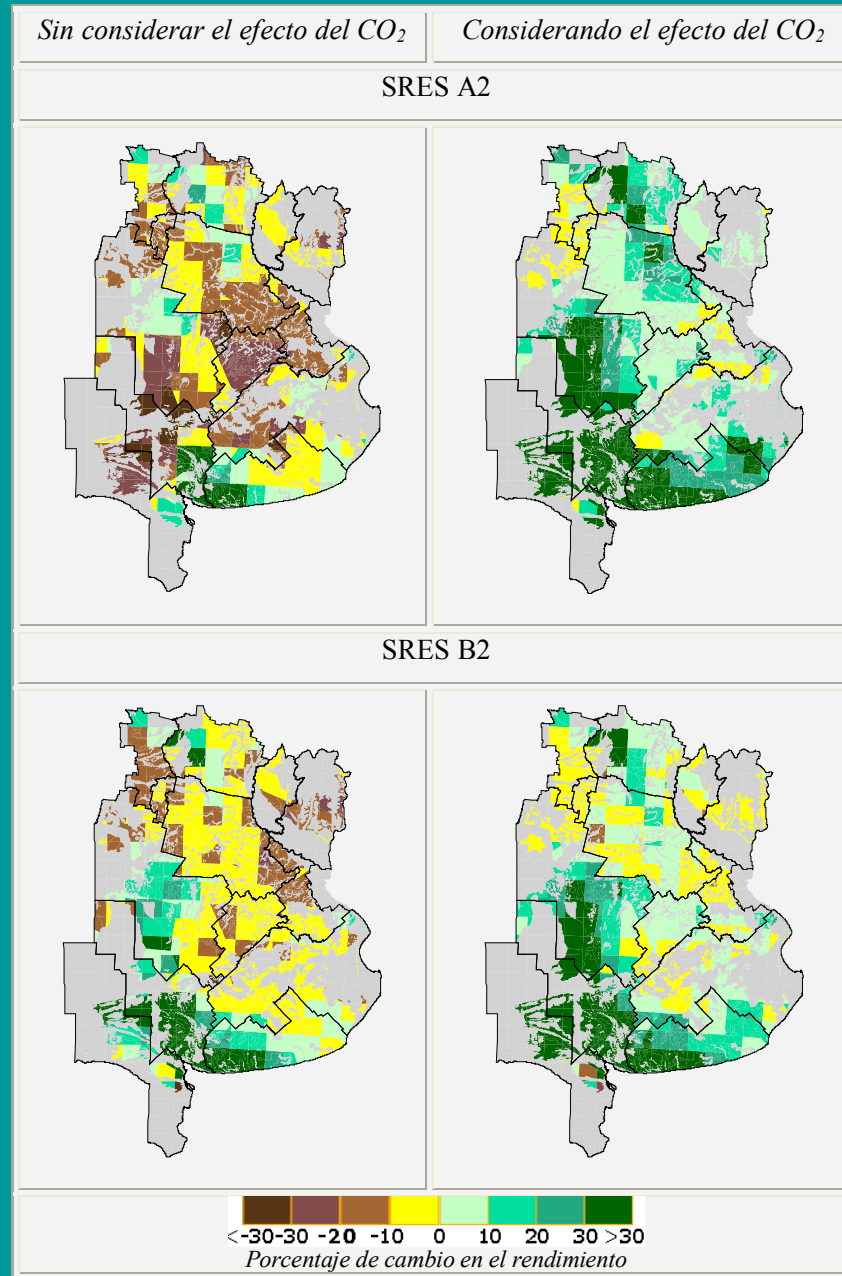


Nivel regional

2da Com Nacional CC (2080)

MAIZ

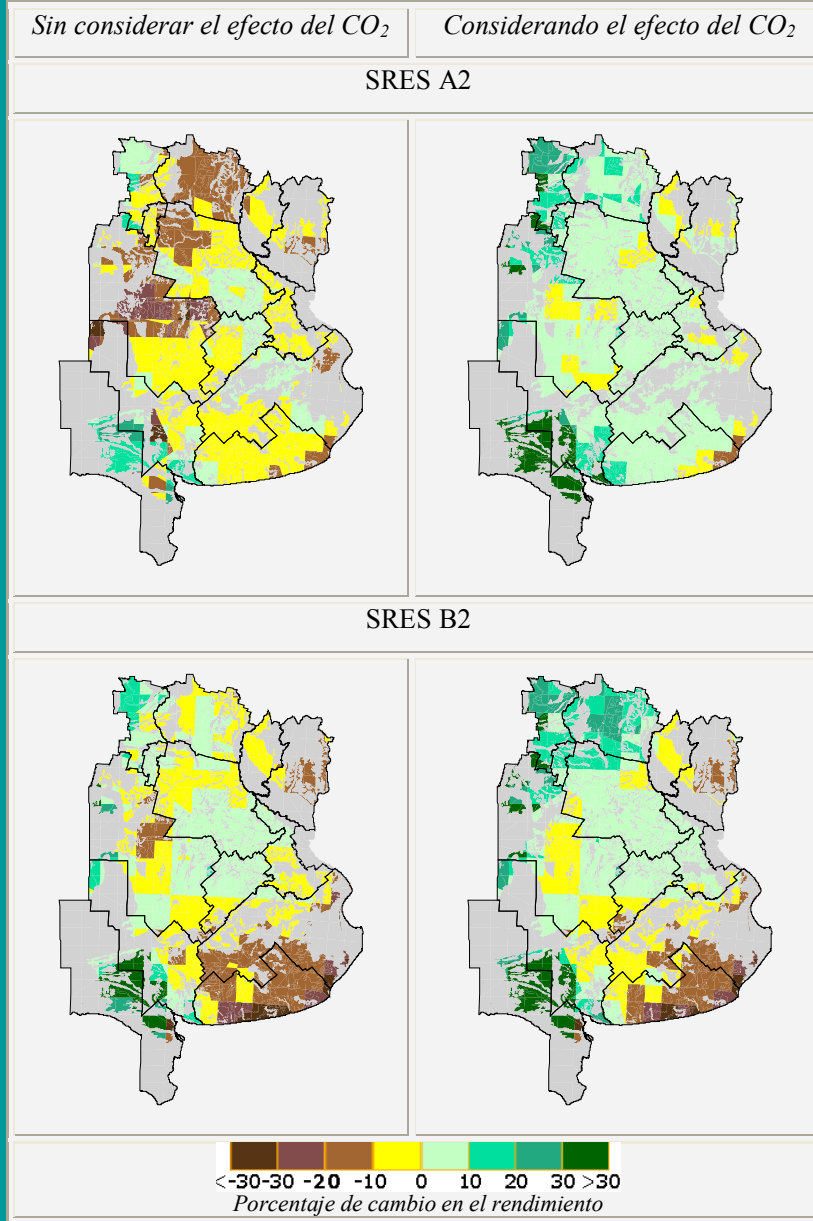
Modelo regional MM5/CIMA



2da Com Nacional CC (2080)

TRIGO

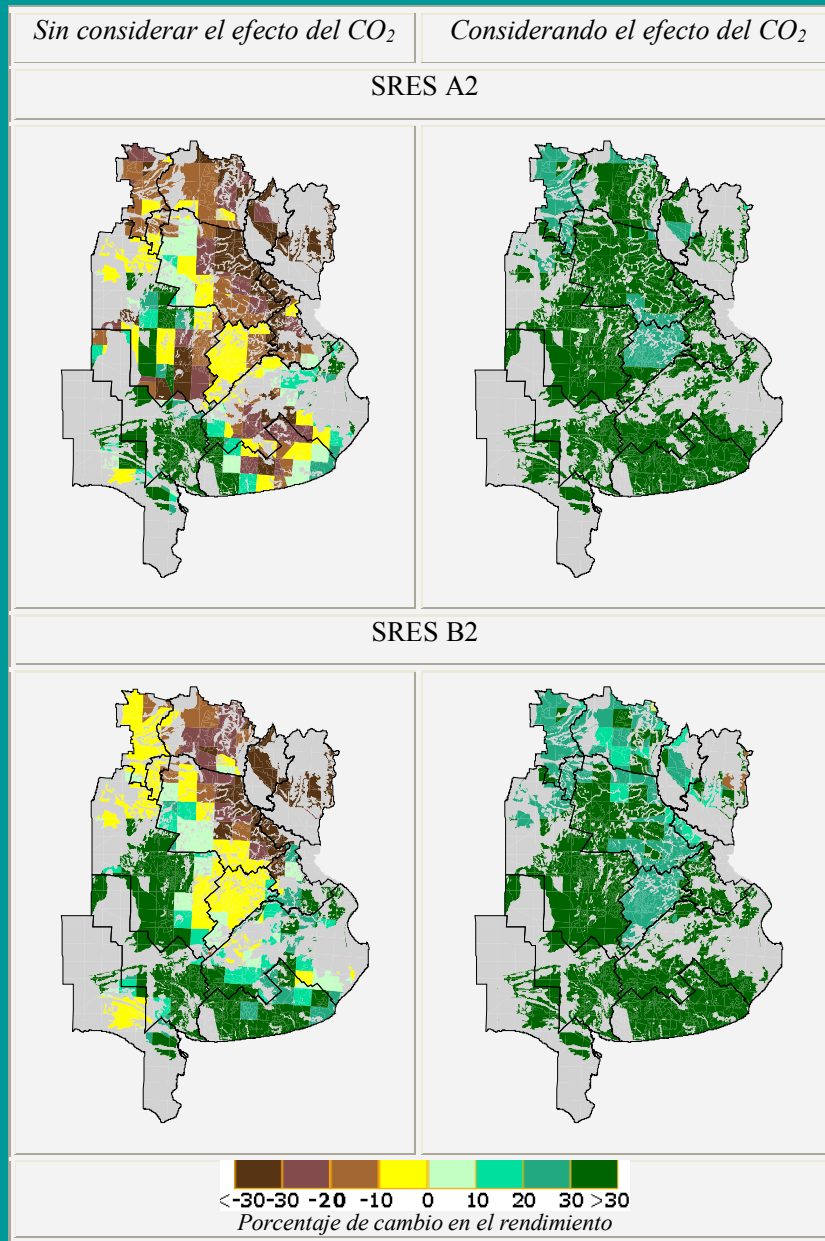
**Modelo regional
MM5/CIMA**



2da Com Nacional CC (2080)

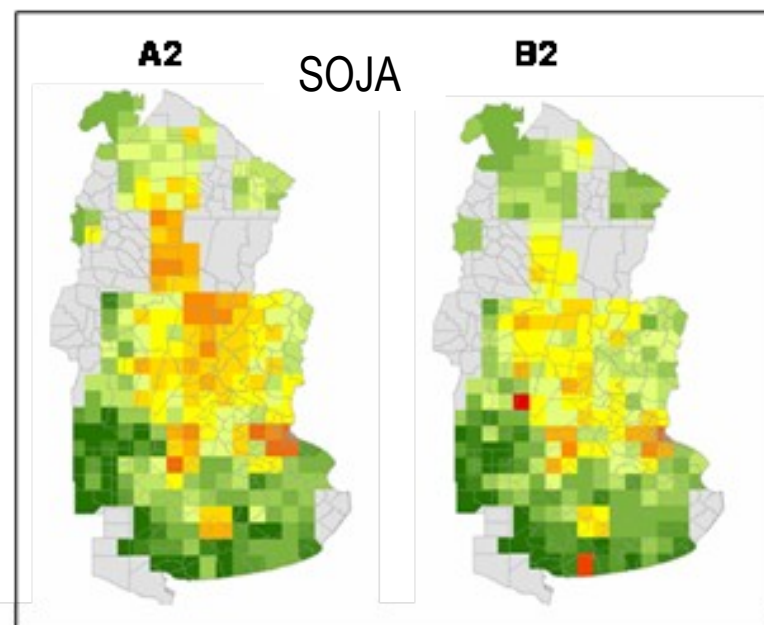
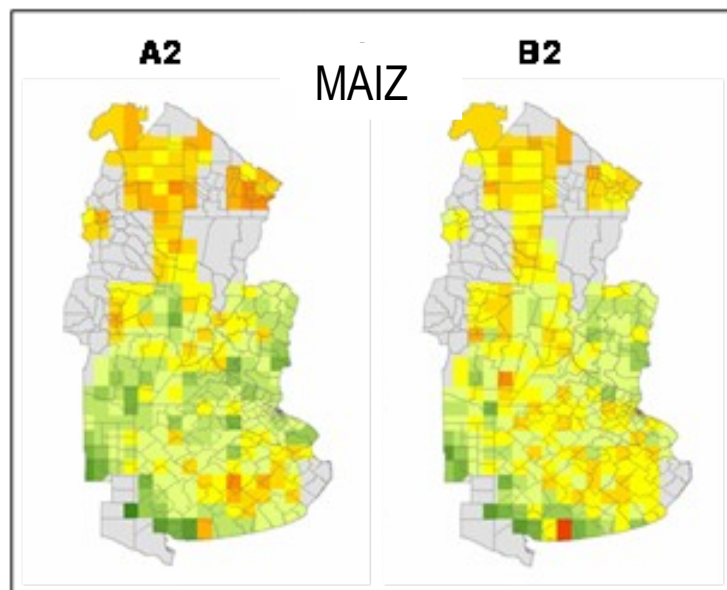
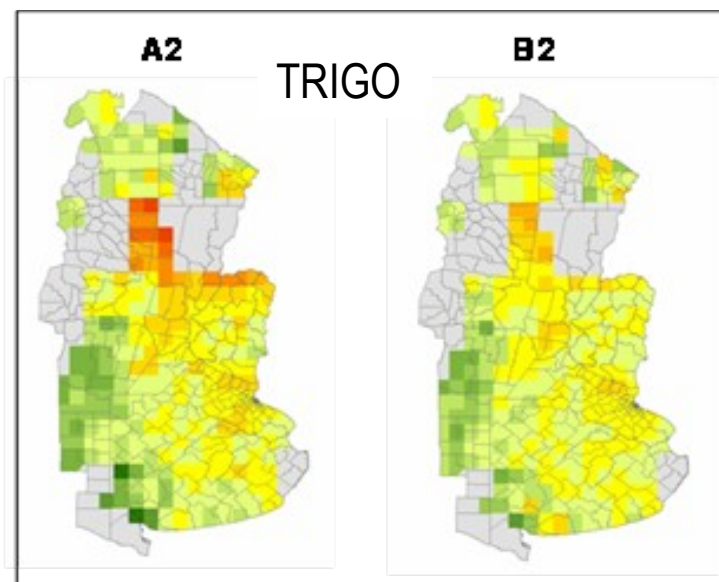
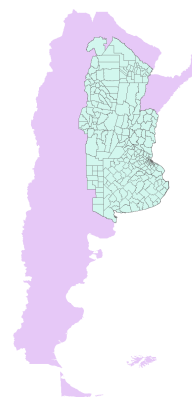
SOJA

Modelo regional MM5/CIMA



Impactos CC (modelo regional PRECIS), considerando efecto CO2

Travasso et al., 2010



Nivel zonal

IMPACTOS ESPERADOS RIO II

SECUENCIA **TRIGO/SOJA-MAIZ-SOJA**

bajo riego

	Trigo	Soja	Maíz	Soja
2020	+3	+10	-3	+15
2080	+18	+34	-21	+5

ADAPTACION

Posibles Medidas de Adaptación

Cambio de manejo y tecnologías

(fechas de siembra, riego suplementario)

Manejos sustentables para evitar otros estreses

(rotaciones, sistemas de labranza, intersembra)

Manejo del riesgo

Clima (pronósticos, alerta temprana, seguros)

Otros factores (plagas y enfermedades)

Mejoramiento genético

(genotipos + tolerantes)

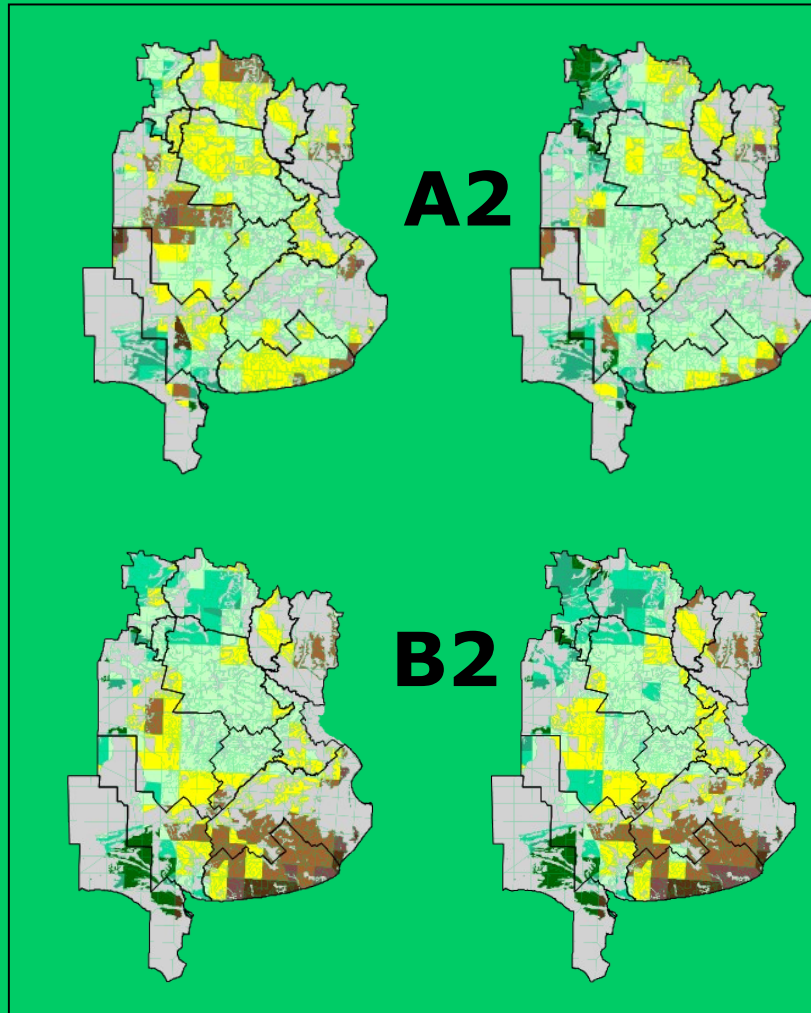
Reordenamiento territorial

(desplazamiento a zonas + aptas)

TRIGO 2080 adelanto Fecha Siembra

-15d

-30d



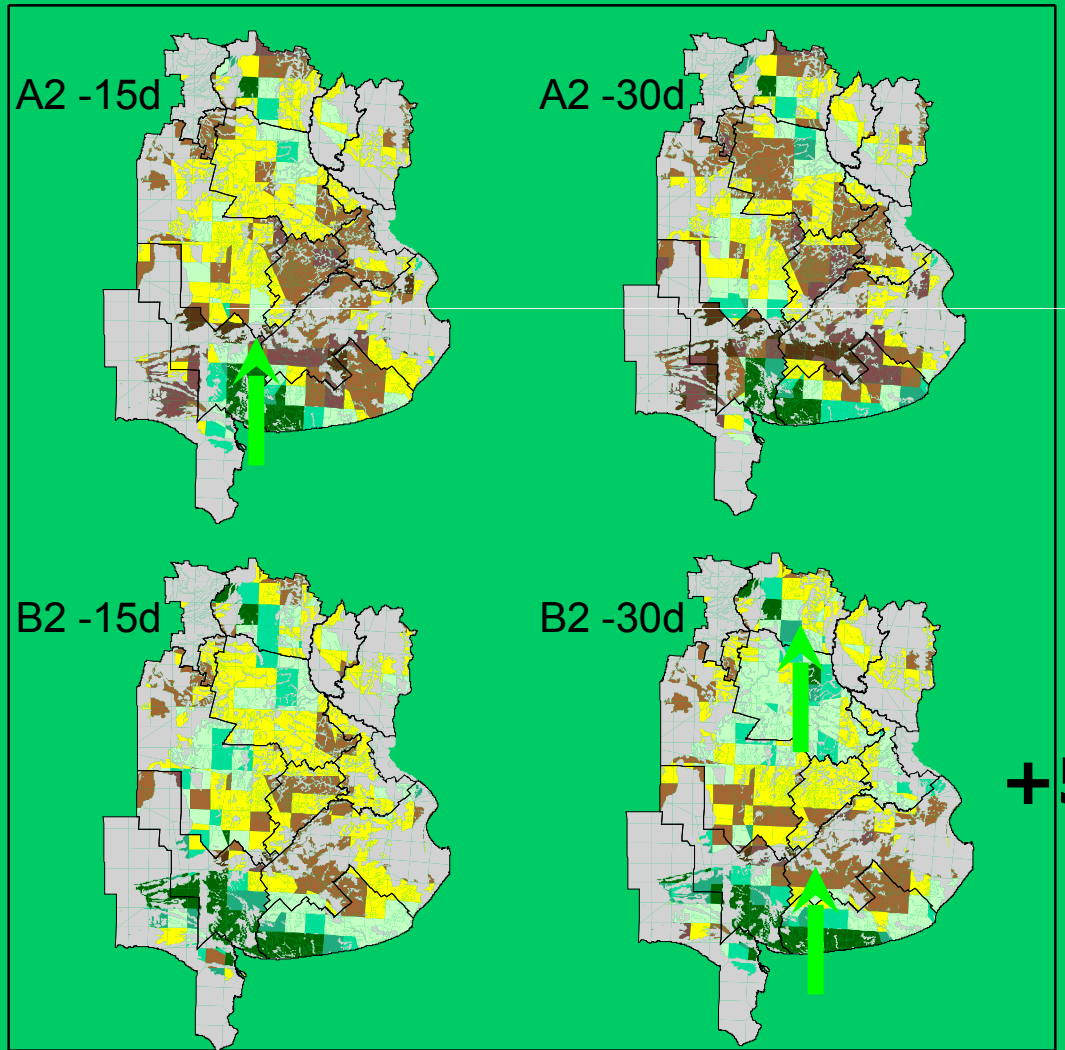
A2

+7%

B2

+3%

+3%
MAIZ
2080
Adelanto Fecha
de Fiembra



15d

30d

SOJA

2080

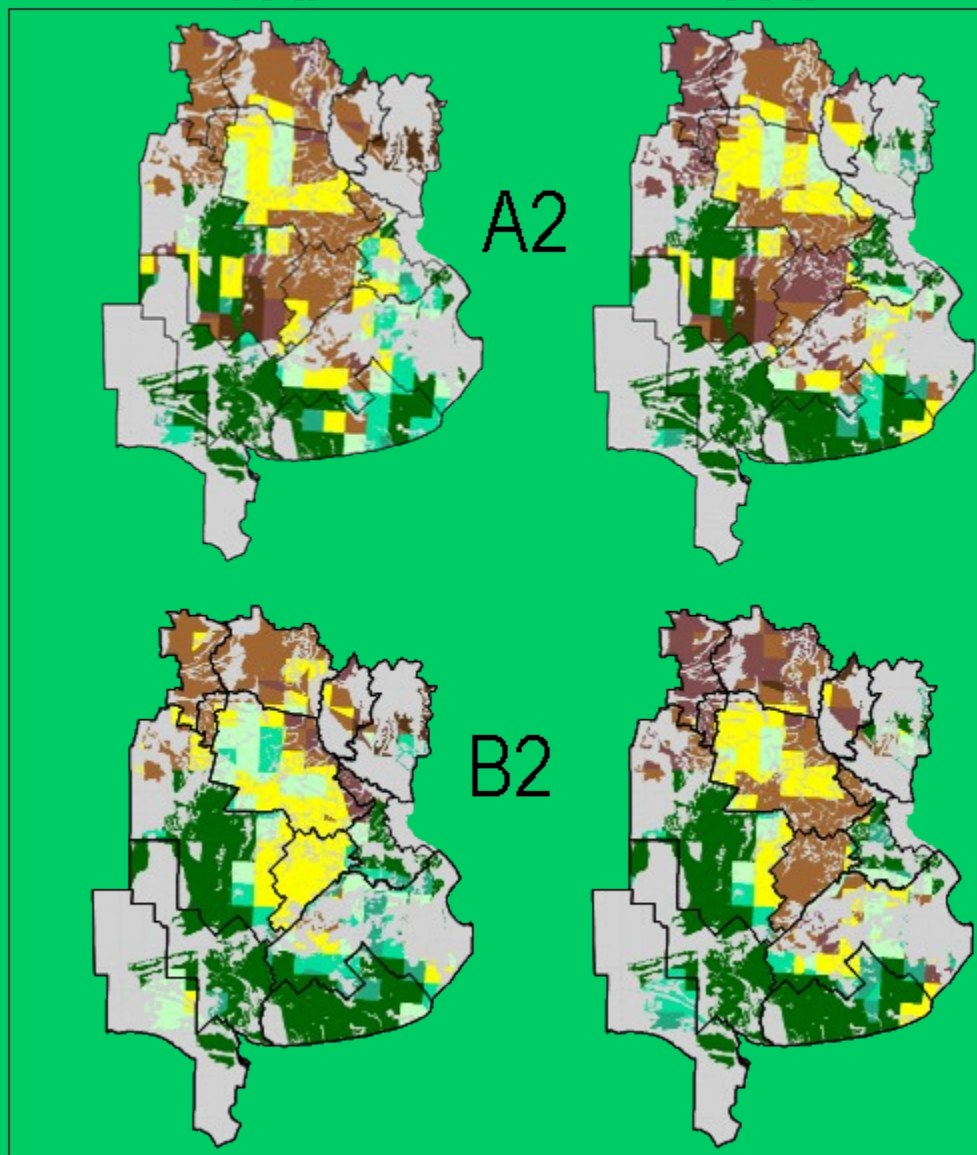
Atraso
fecha
siembra

A2

15%

B2

9%



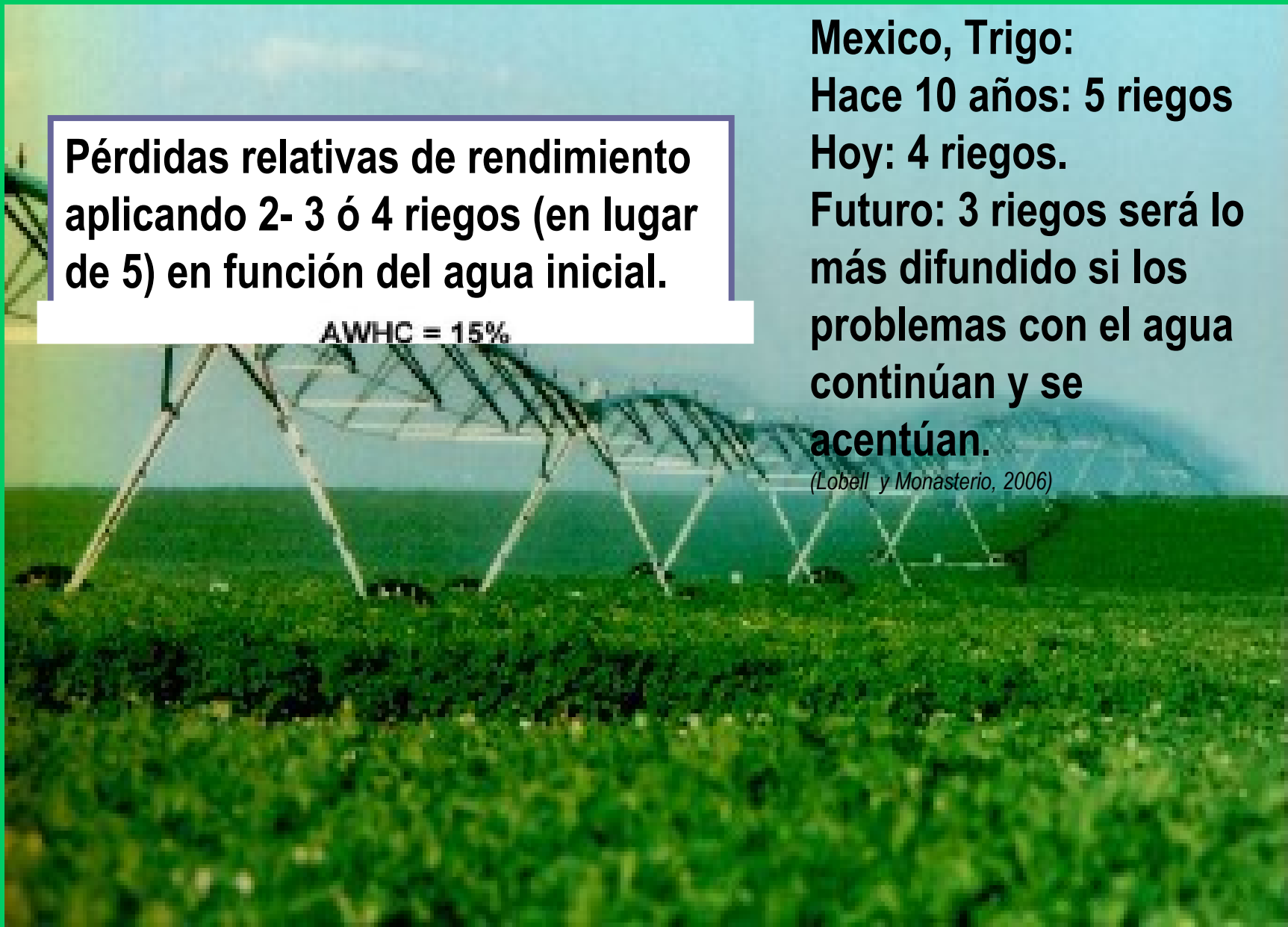
Riego Suplementario y mejora en la EUA

Pérdidas relativas de rendimiento aplicando 2- 3 ó 4 riegos (en lugar de 5) en función del agua inicial.

AWHC = 15%

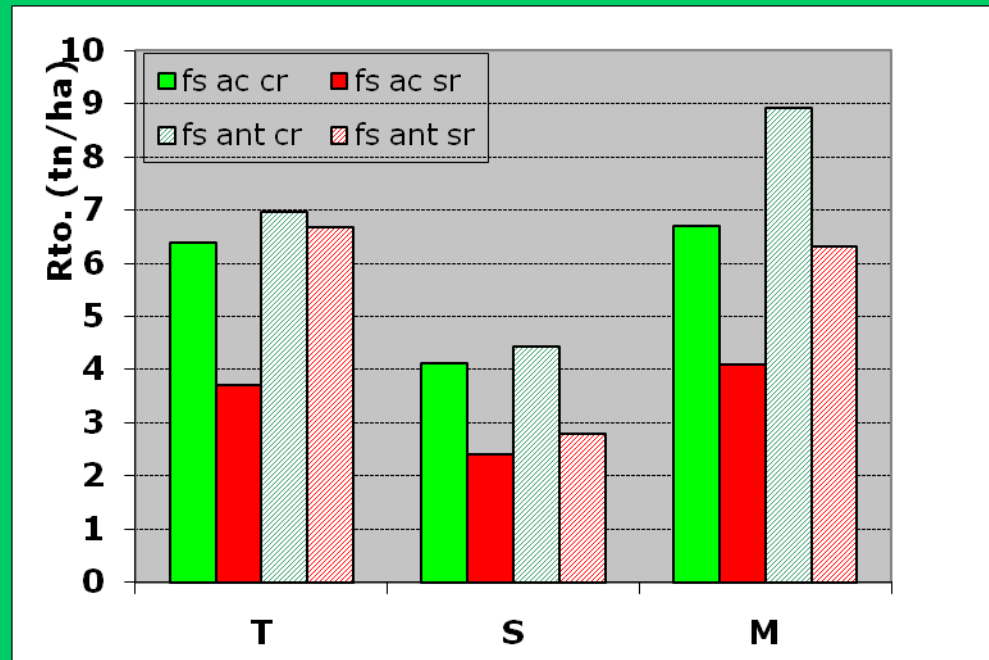
**Mexico, Trigo:
Hace 10 años: 5 riegos
Hoy: 4 riegos.
Futuro: 3 riegos será lo más difundido si los problemas con el agua continúan y se acentúan.**

(Lobell y Monasterio, 2006)



Secuencias de cultivos bajo riego

Hacia 2080 se acortan ciclos hasta 30 días
Ventaja: anticipar fs



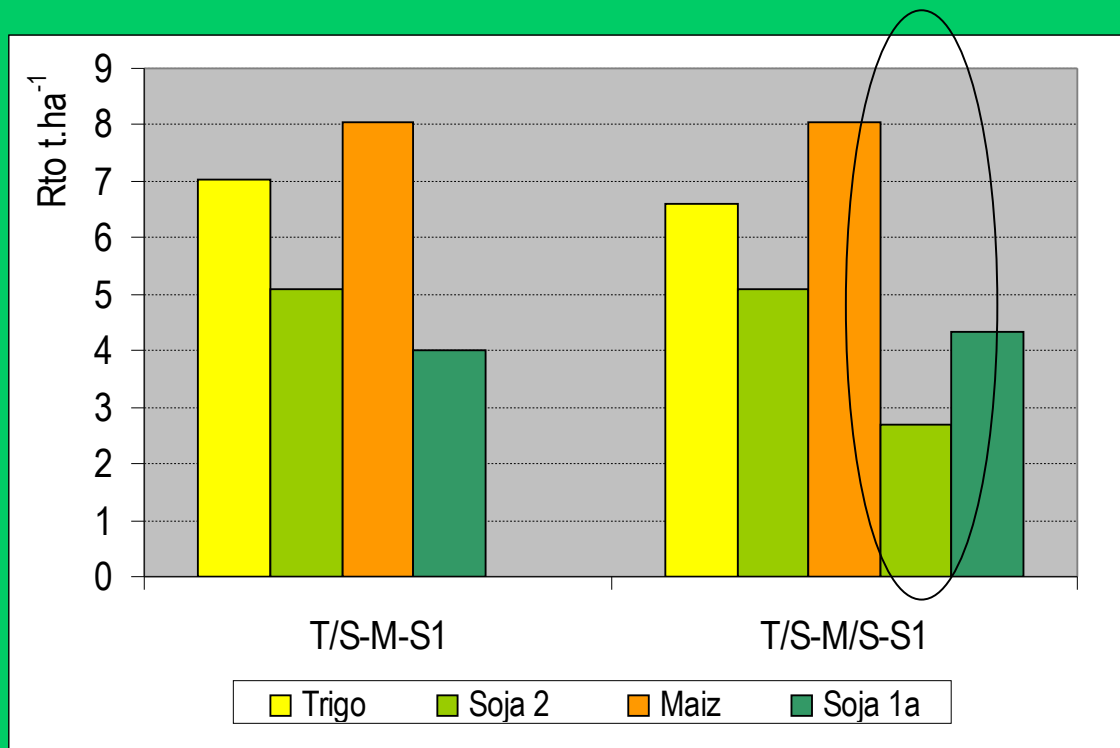
Trigo: 22/6
Soja2: 5/12
Maíz: 15/9
Soja1: 20/10

Trigo: 20/5
Soja: 7/11
Maíz: 20/8

Secuencias de cultivos bajo riego

Anticipo siembras en 2080 permite

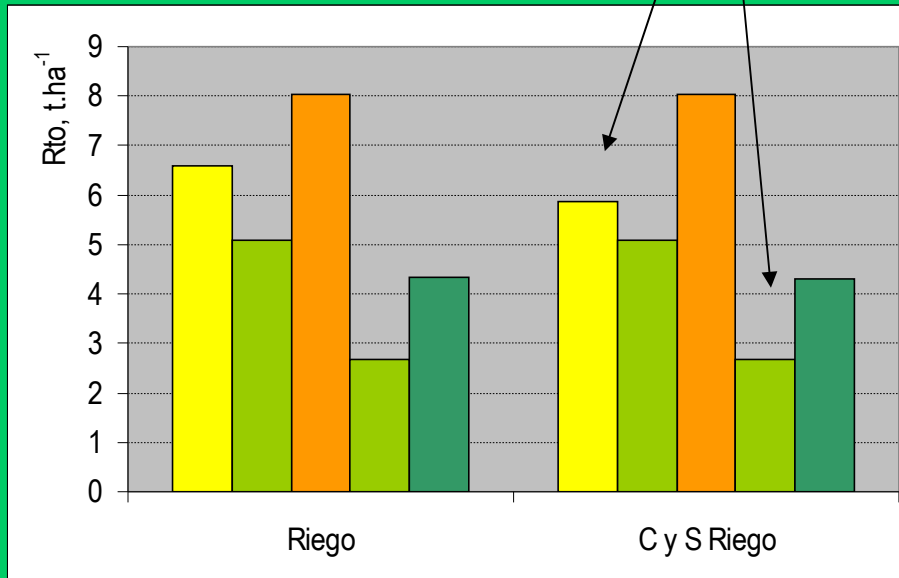
Cambio de secuencia: T/S-M/S2-S1
Incorporar más cultivos en la rotación
5 cultivos en 3 años



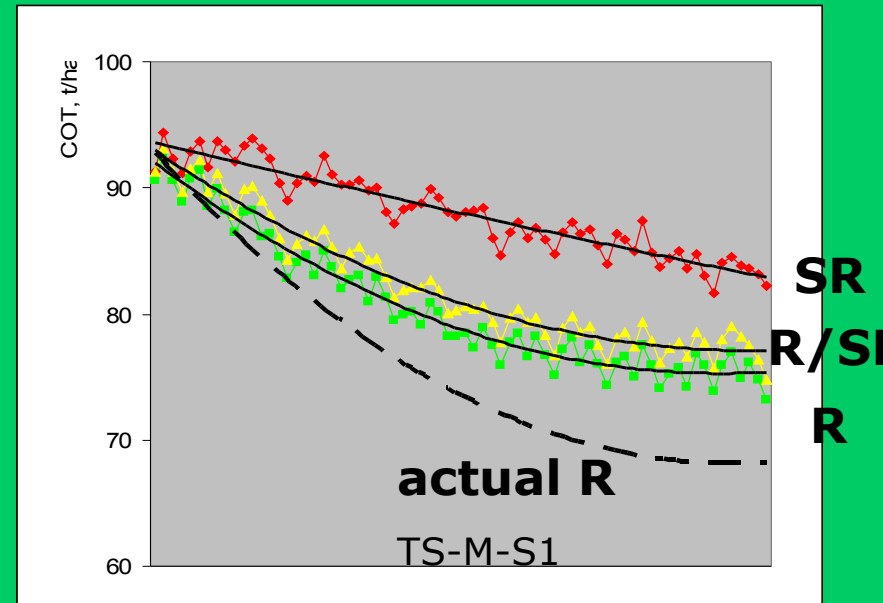
Soja 2^a
10 enero

Anticipo siembras en 2080 permite Cambio estrategias de riego

SR



Aumenta
productividad/ha sin
perjudicar suelos



**Pierde 8q trigo
+ de 25q soja adicionales
ahorra 22% riego**

SIEMBRA DIRECTA

Mayor eficiencia de uso del agua

Secuestro C

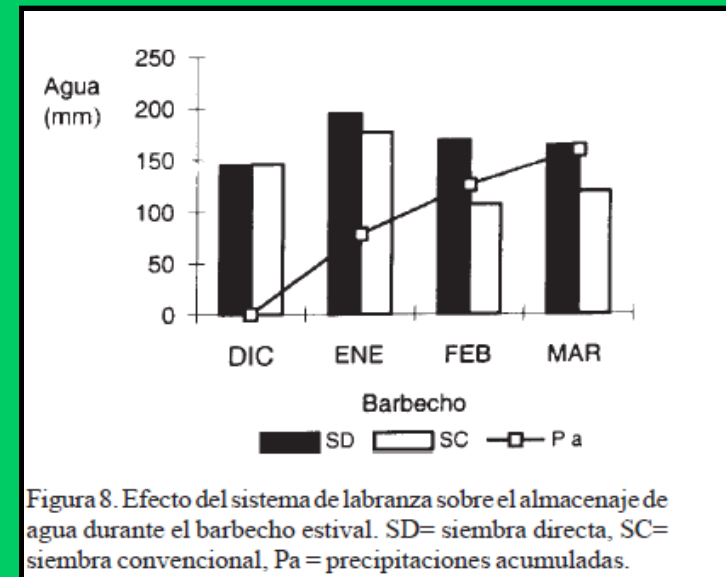


Figura 8. Efecto del sistema de labranza sobre el almacenaje de agua durante el barbecho estival. SD= siembra directa, SC= siembra convencional, Pa = precipitaciones acumuladas.

Quiroga et al, 2005

INTERSIEMBRA



TRIGO-SOJA

MAIZ-SOJA



Mayor eficiencia de uso recursos (agua, radiación)

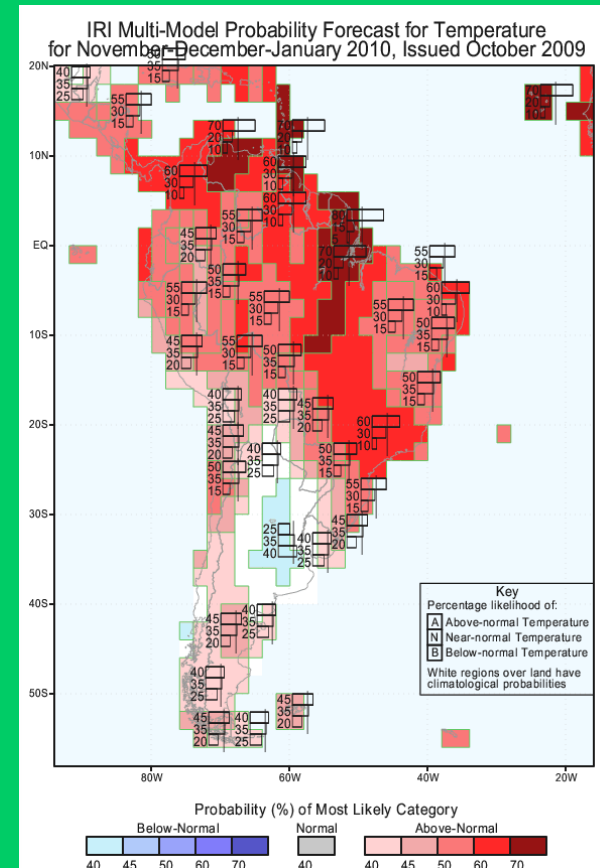
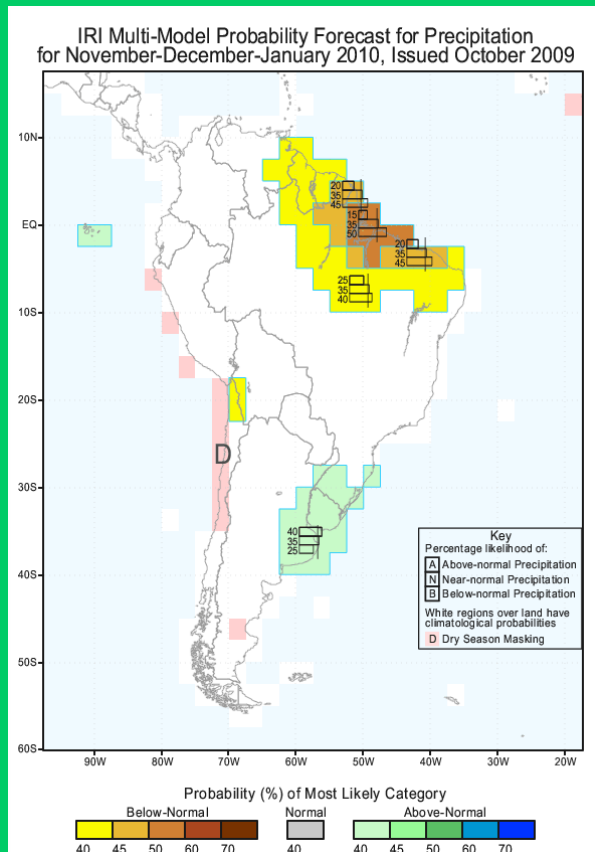
Secuestro C

Beneficios a largo plazo

Manejo del riesgo

Manejo del riesgo

Pronósticos estacionales de lluvia y temperatura como ayuda en la planificación



Manejo del riesgo

Heladas, granizo

Medidas preventivas (fruticultura)



Seguros agrícolas (cultivos extensivos)

MALEZAS

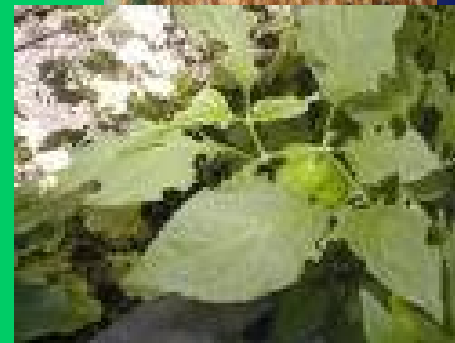
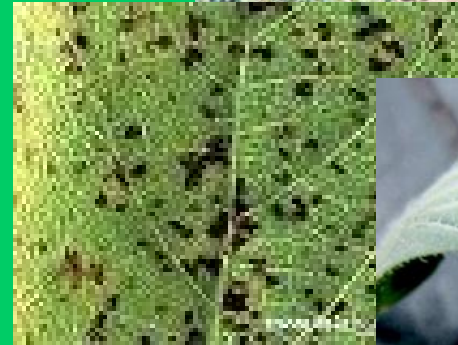
ENFERMEDADES - PLAGAS

- Ciclos de vida cortos
- Altas tasas reproductivas
- Rápida respuesta a temperatura y humedad

Favorecidas por > temperaturas

> lluvias > hongos

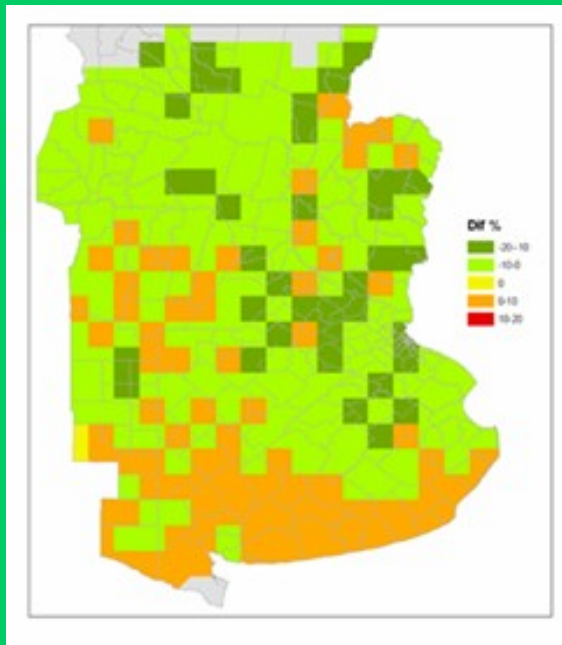
< lluvias > insectos



Incidencia enfermedades hacia 2080

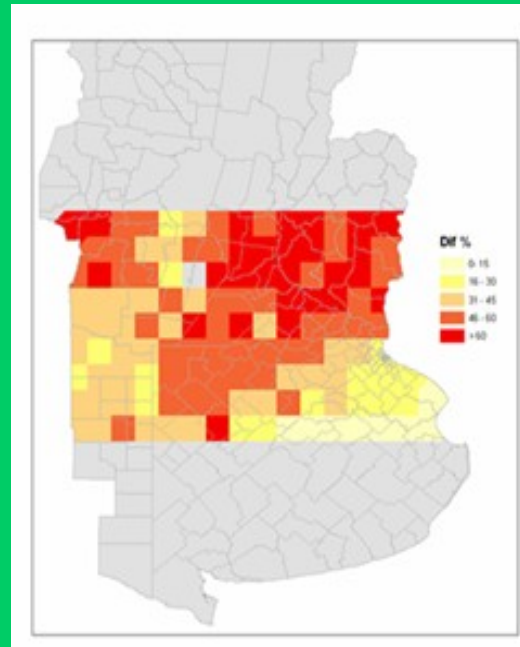
TRIGO

Fusariosis



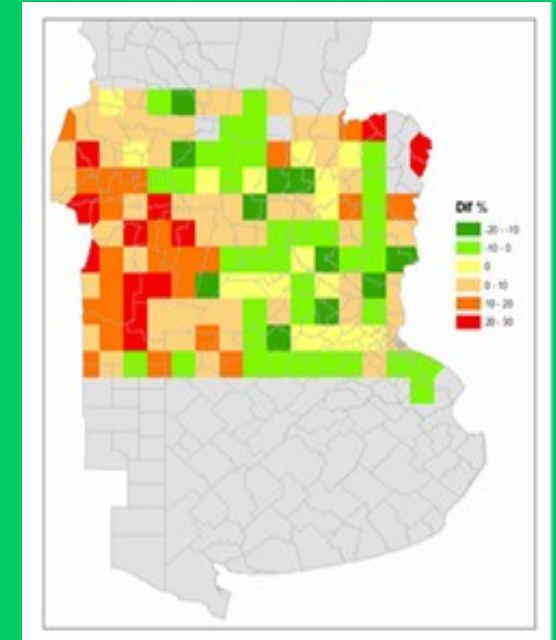
MAIZ

Mal RIO IV

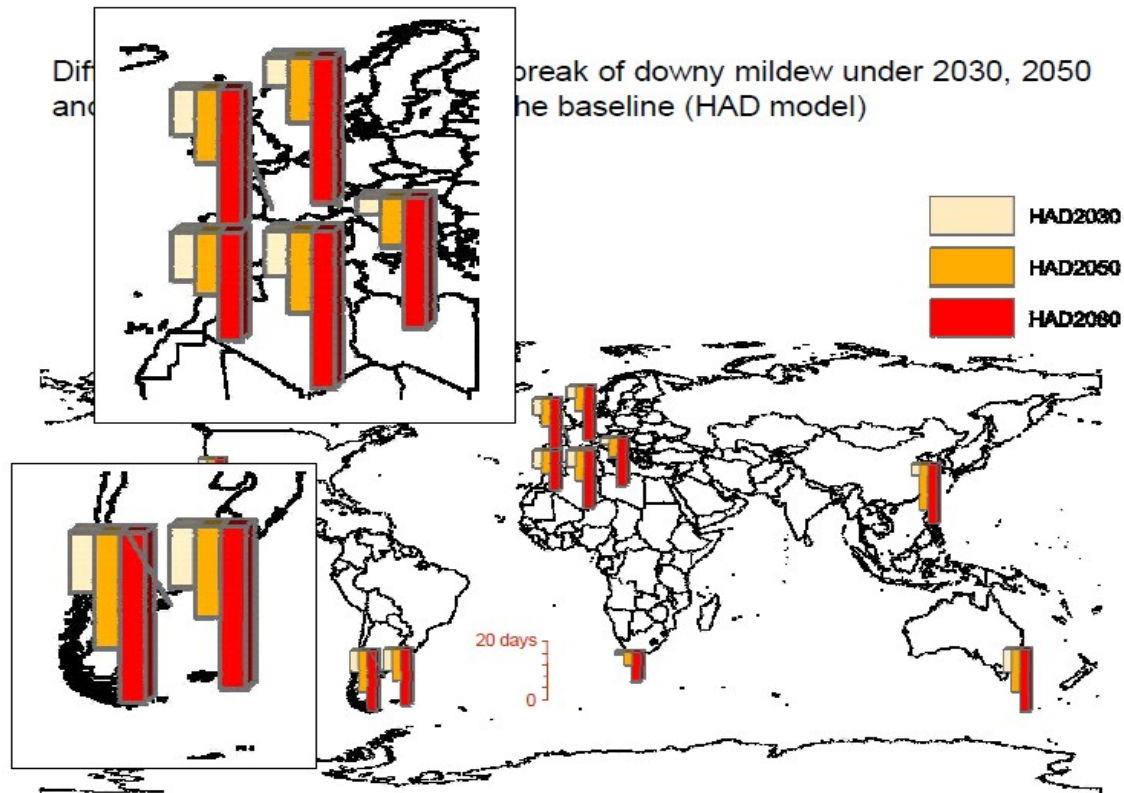


SOJA

Enf. Fin de Ciclo

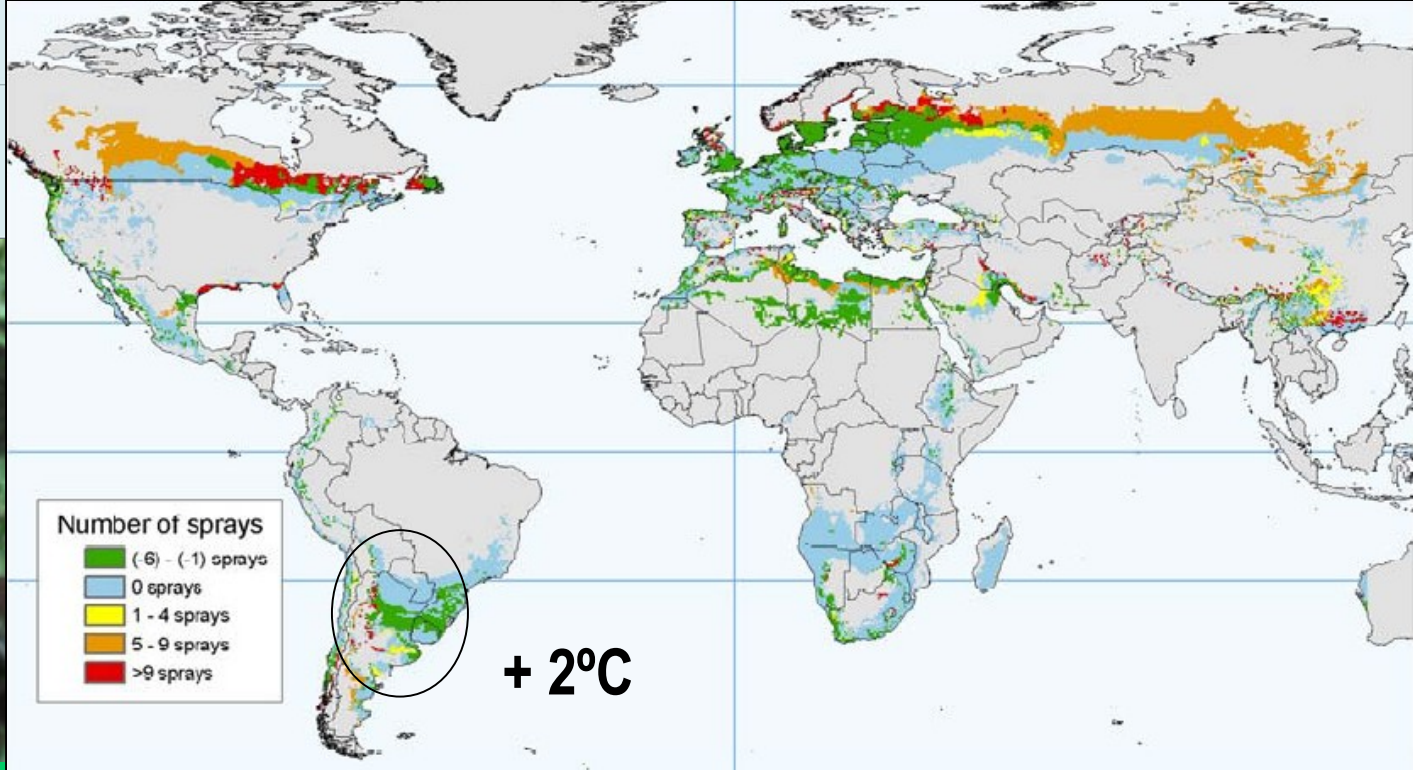
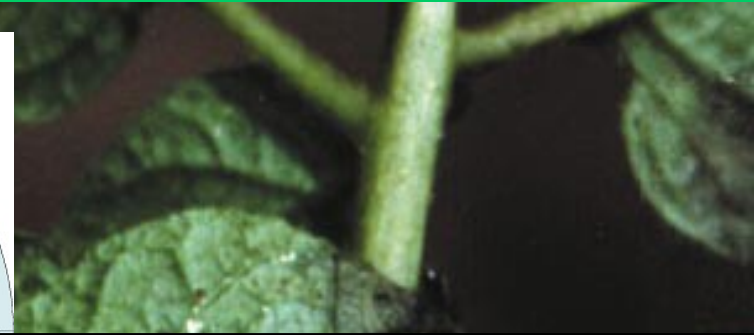
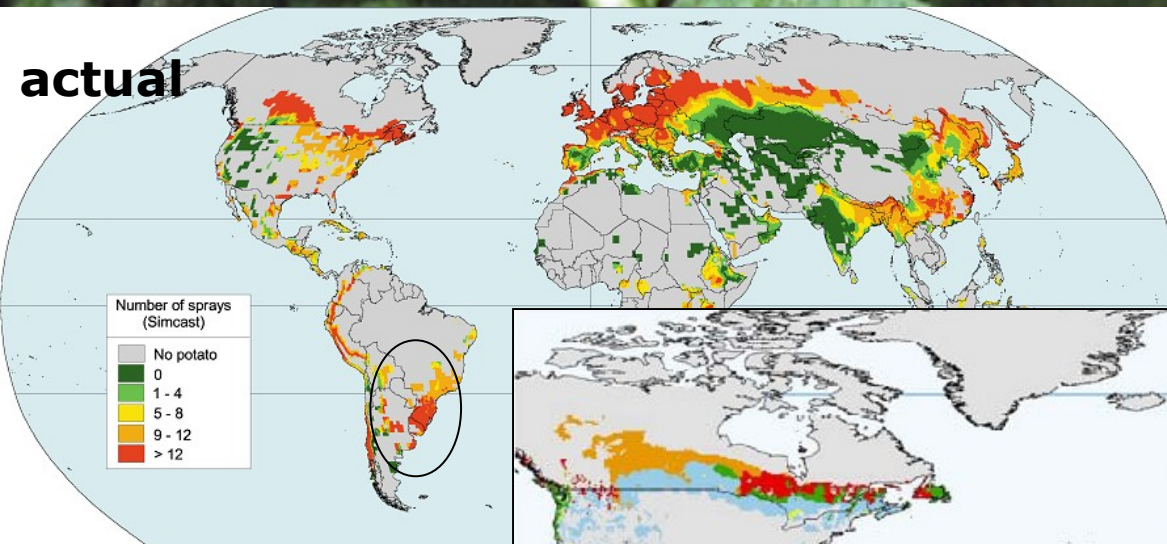


VID Anticipo aparición Mildew



Giosue et al, 2006

Tizón tardío en papa

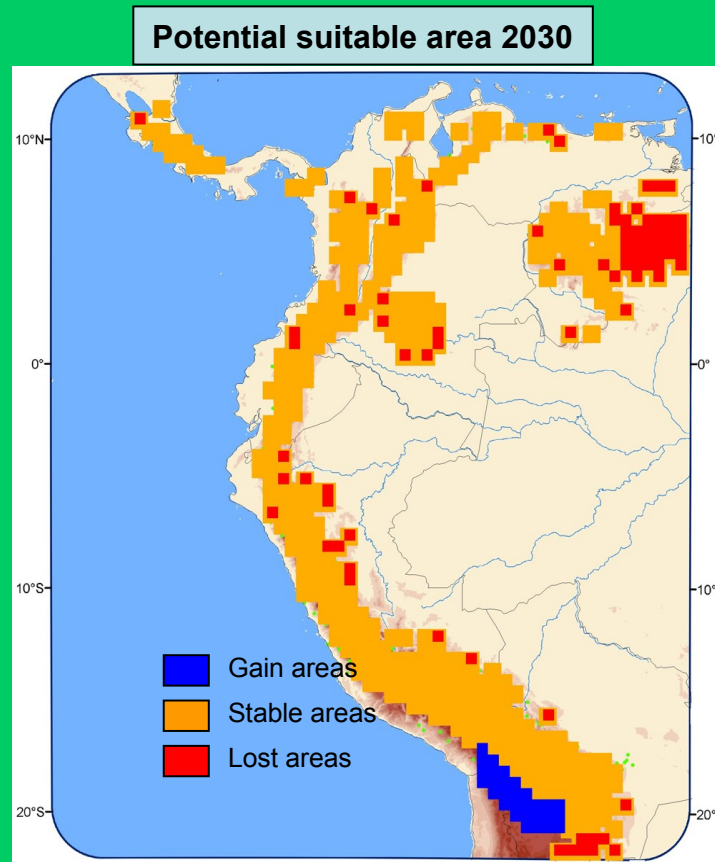


ORDENAMIENTO TERRITORIAL

ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Desplazamiento de cultivos a zonas más aptas

PAPA

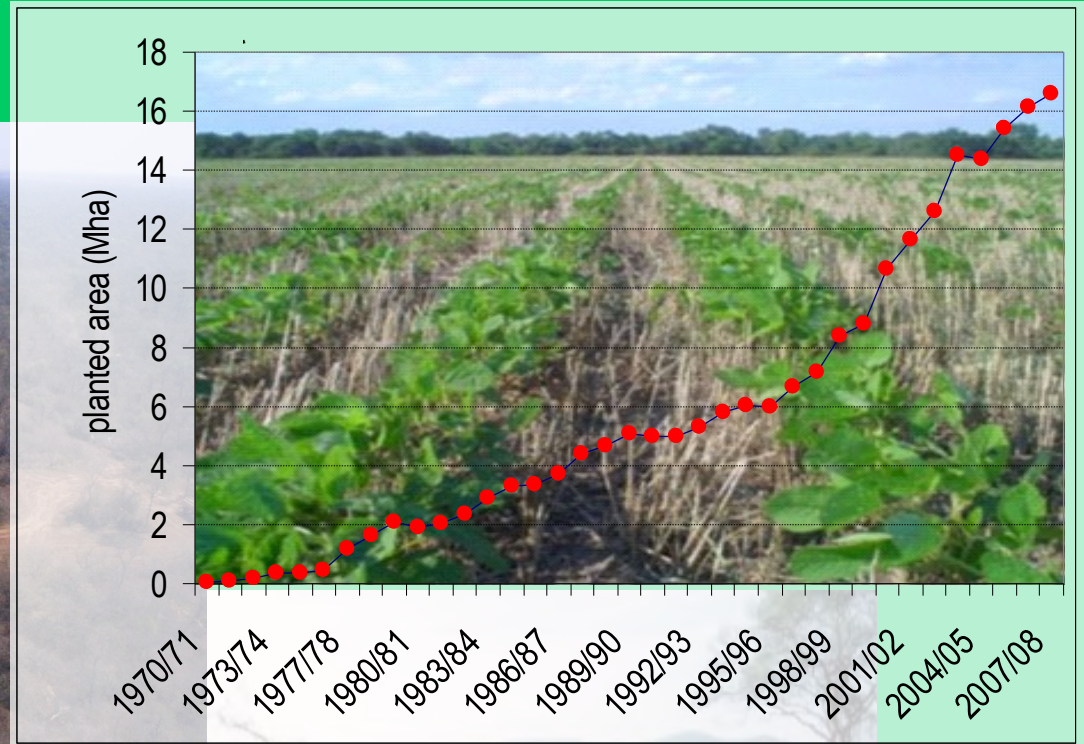


ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Expansión agrícola



SOJA



Trade-offs entre adaptación y mitigación

Adaptación autónoma
(desplazamiento de la frontera agrícola)



Deforestación



Expansión del monocultivo



INCERTIDUMBRES

- **Proyecciones climáticas**
variabilidad, eventos extremos
corto y mediano plazo
- **Evaluación de impactos**
CO₂, aclimatación,
excesos hídricos, pestes

MUCHAS GRACIAS!!

mtravasso@cnia.inta.gov.ar