



Bases funcionales y genéticas de la respuesta al estrés en el cultivo de Soja

Claudia Vega
INTA Manfredi



Objetivos



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

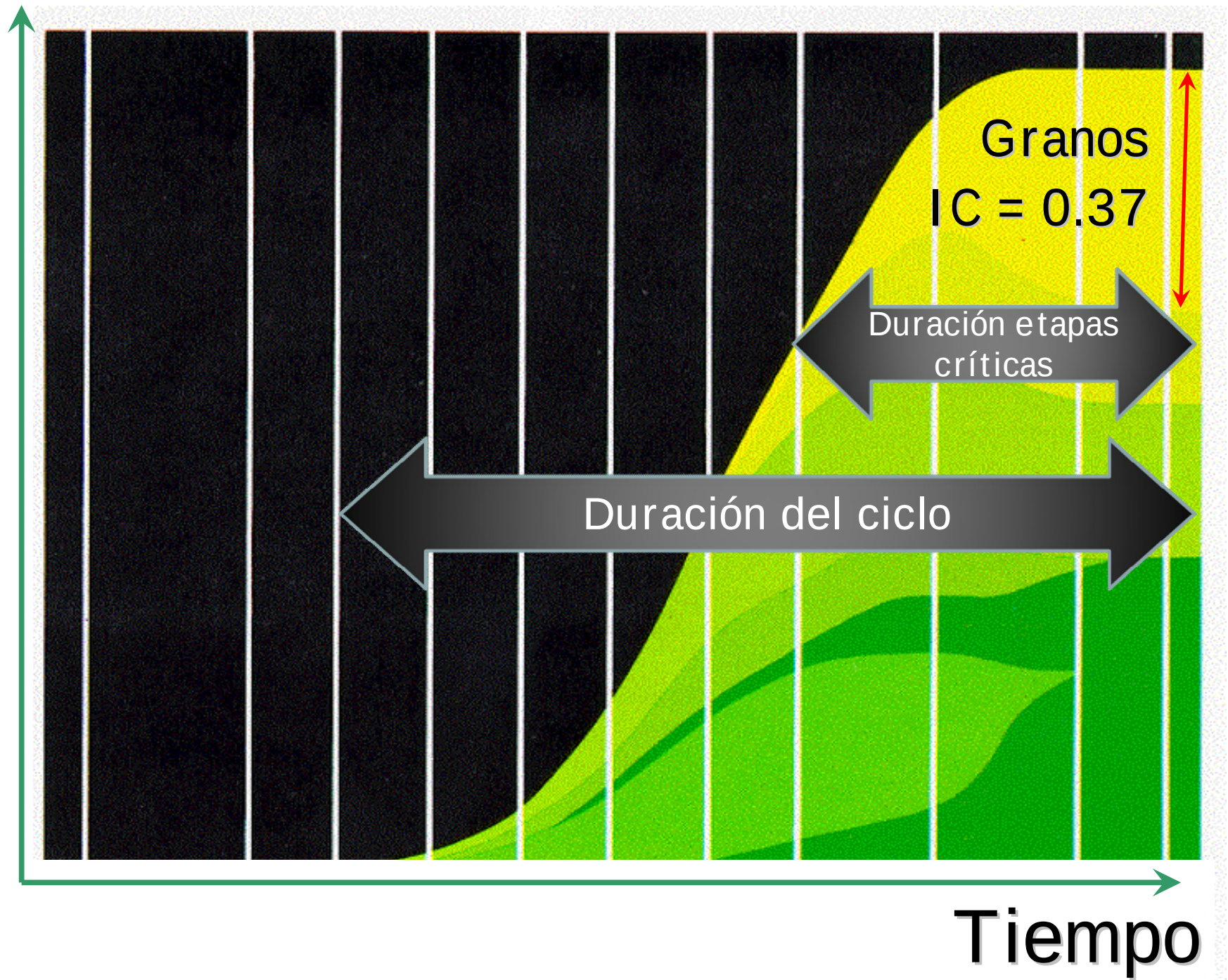
Presentar aspectos básicos del funcionamiento del cultivo que explican la definición de su rendimiento y estabilidad

Desarrollar marcos conceptuales para interpretar la respuesta al estrés ambiental en el marco del manejo

Proponer herramientas para mejorar el diseño de prácticas de manejo que aumenten la eficiencia en el uso de los recursos ambientales

1. Regulación del desarrollo
2. Generación del rendimiento:
Crecimiento, partición de biomasa a
estructuras reproductivas (manejo)
3. Bases para interpretar el efecto del
estrés ambiental y diseñar prácticas
de manejo

Biomasa



Desarrollo

Conceptos ayudan a:



- Elegir correctamente el cultivar y las prácticas de manejo, de modo de ajustar la duración del ciclo del cultivo a la estación de crecimiento de un área de clima conocido
- Predecir la ubicación temporal de las etapas críticas para evitar la probabilidad de estrés ambiental

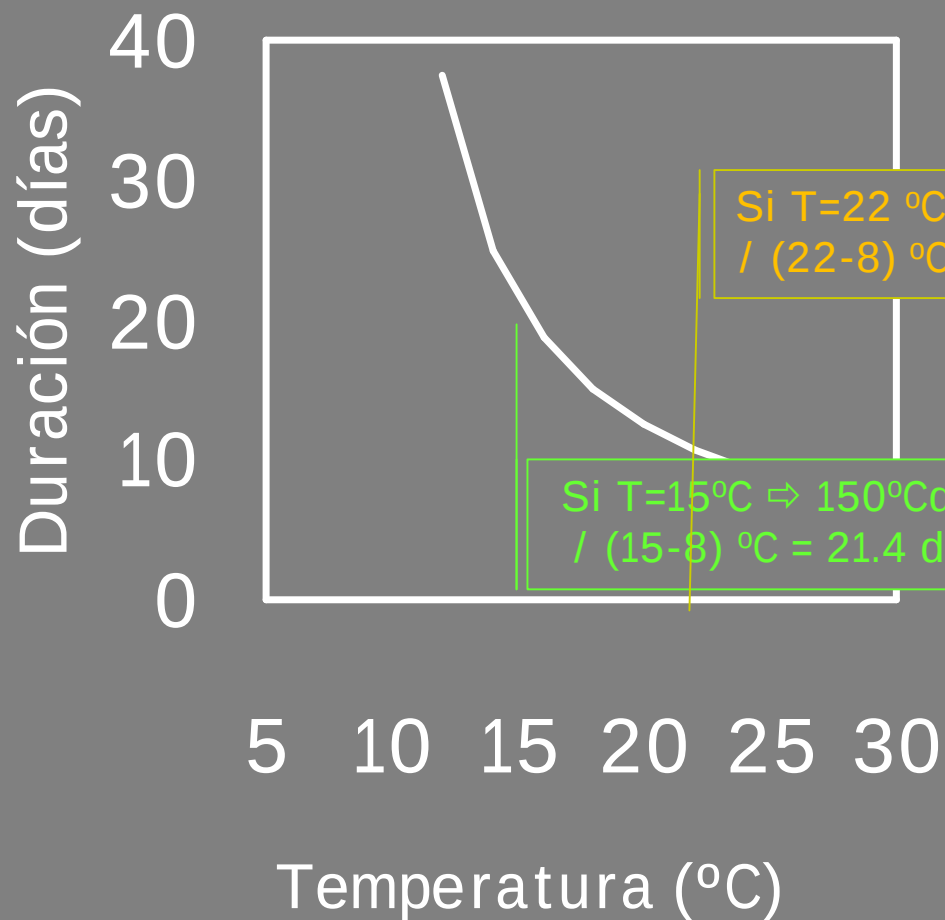


Factores que regulan el desarrollo

1. Temperatura



MUNDO SOJA MAIZ
Los mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



Ej. Duración fase Siembra – Emergencia

$TT = 150^{\circ}\text{Cd}$; $T. \text{ Base} = 8^{\circ}\text{C}$

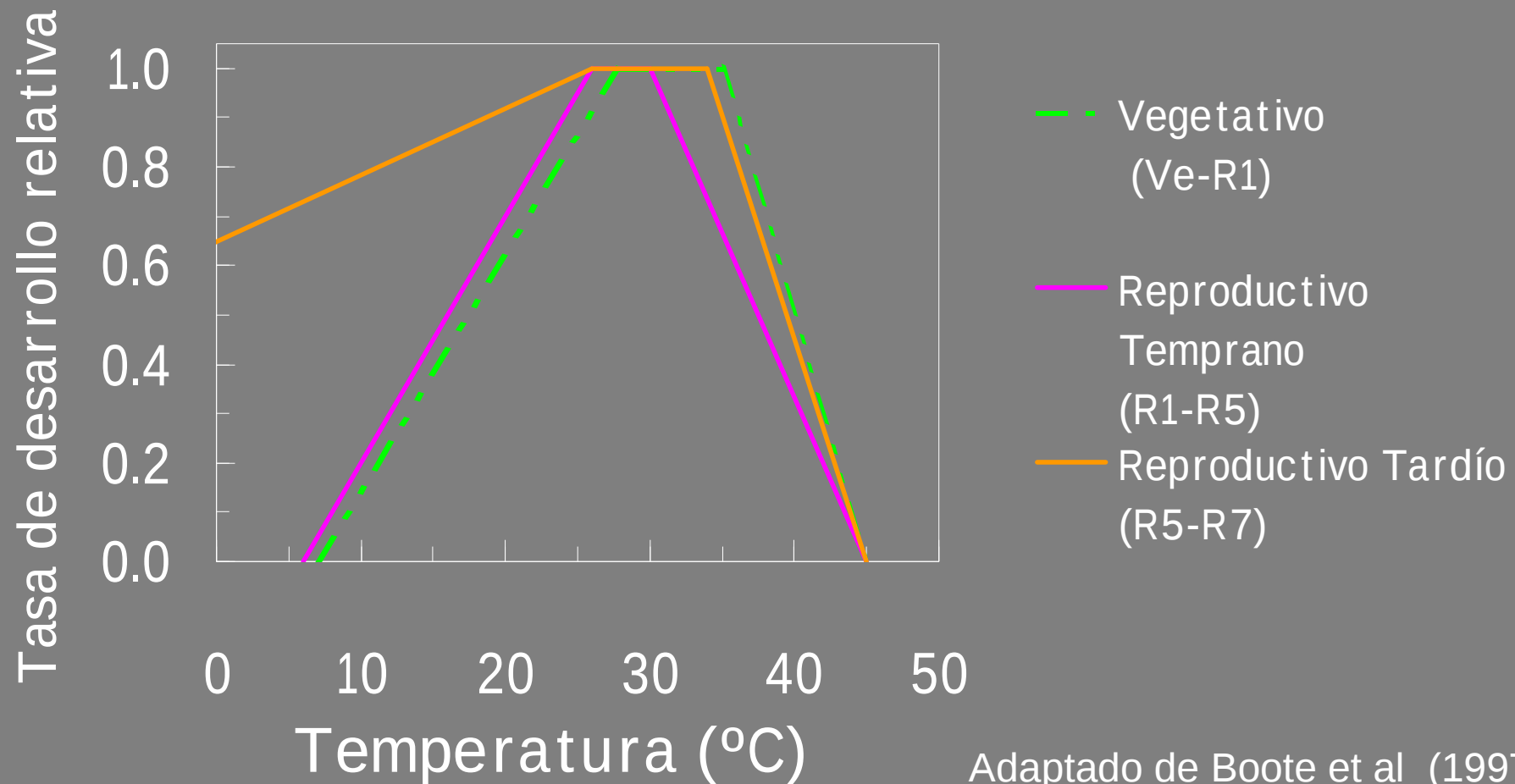
- Control durante todo el ciclo
- Respuesta de tipo universal
- Efecto sobre la duración de fases

Temperatura y Desarrollo en Soja



MUNDO **SOJA** **MAIZ**
Des mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

Control durante todo el ciclo



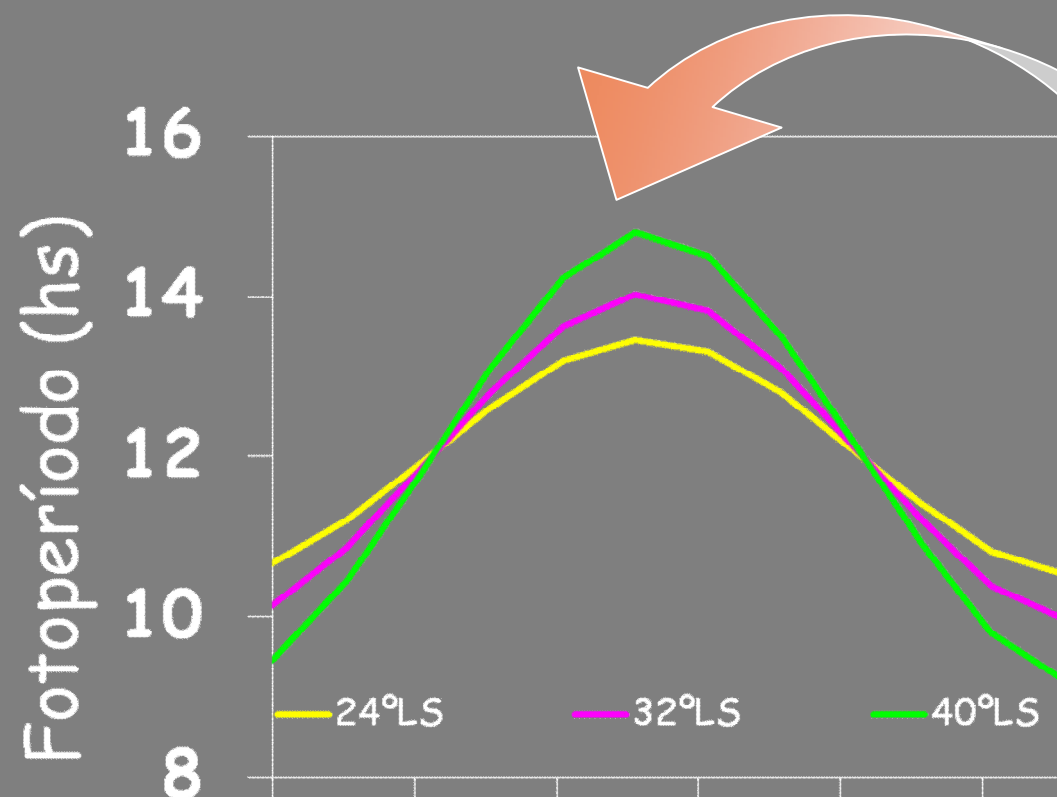
Adaptado de Boote et al (1997)

Factores que regulan el desarrollo

2. Fotoperíodo (Horas de luz)



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011



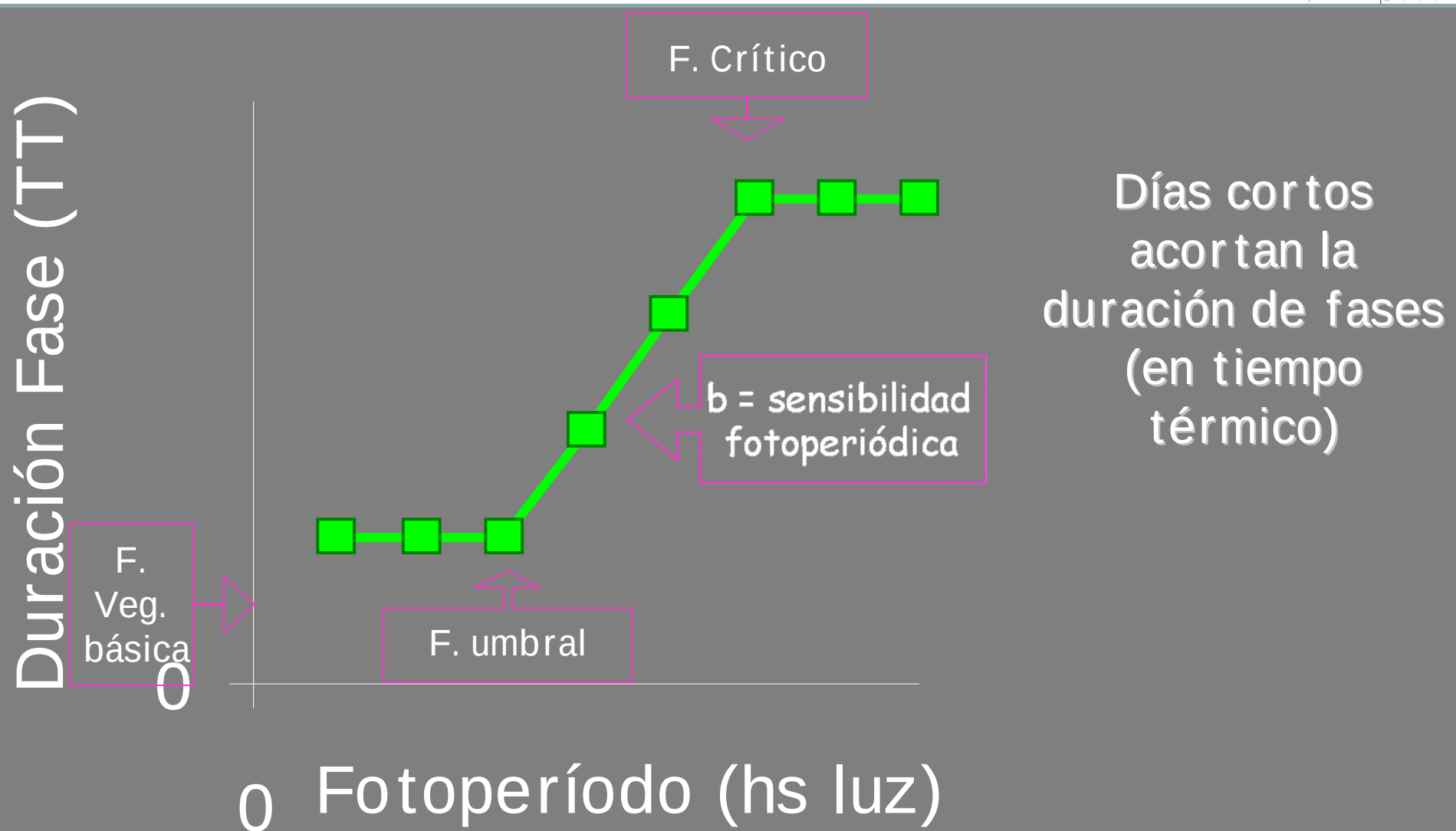
En verano, altas latitudes (Balcarce) tienen fotoperíodos mayores que bajas latitudes (Salta)

Factores que regulan el desarrollo

Fotoperíodo: respuesta de especie de “Días Cortos”



MUNDO SOJA MAIZ
Los mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

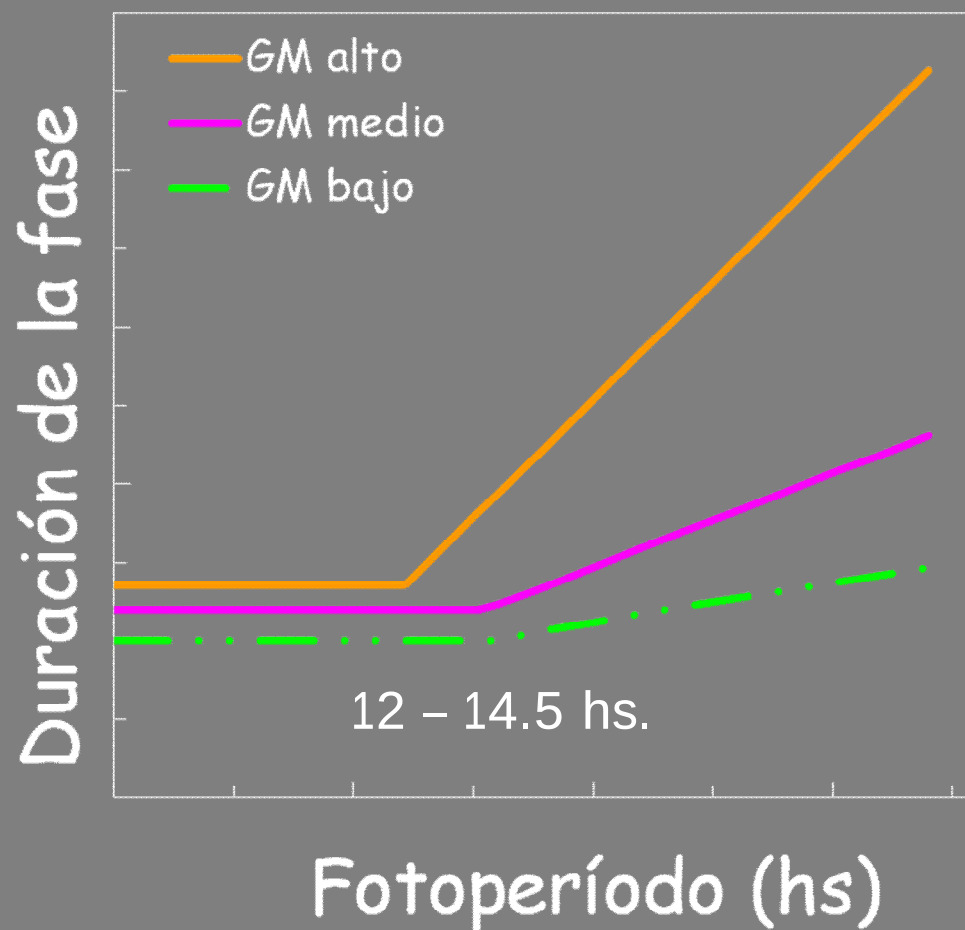


La sensibilidad fotoperiódica está bajo control genético

Variación genotípica en soja



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



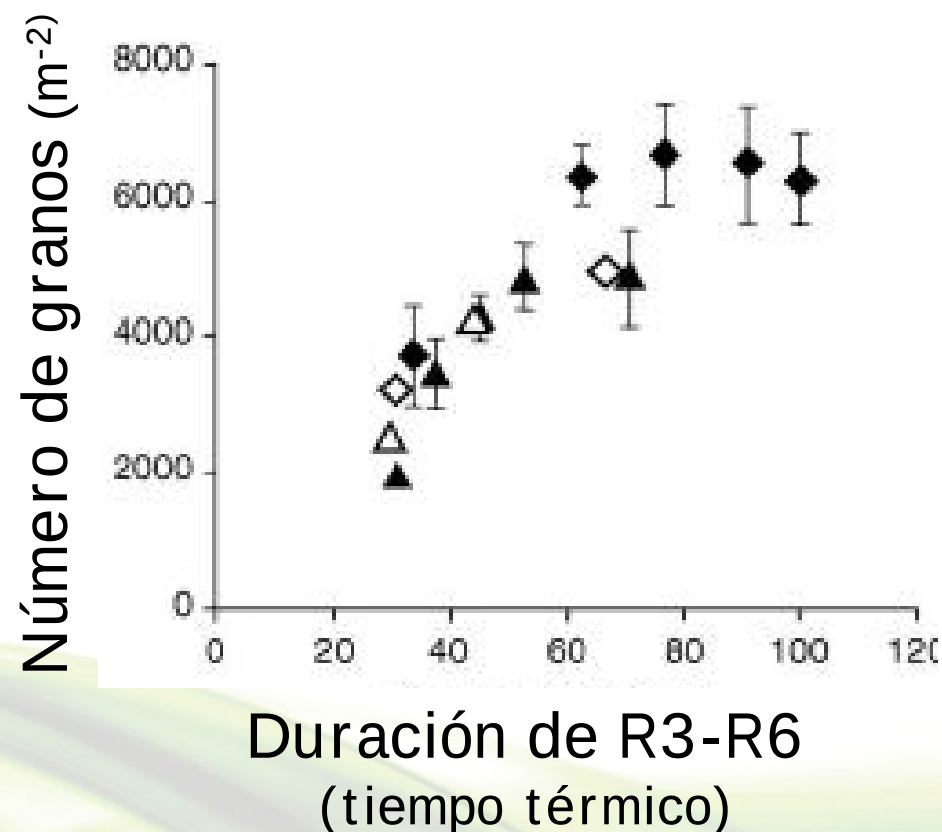
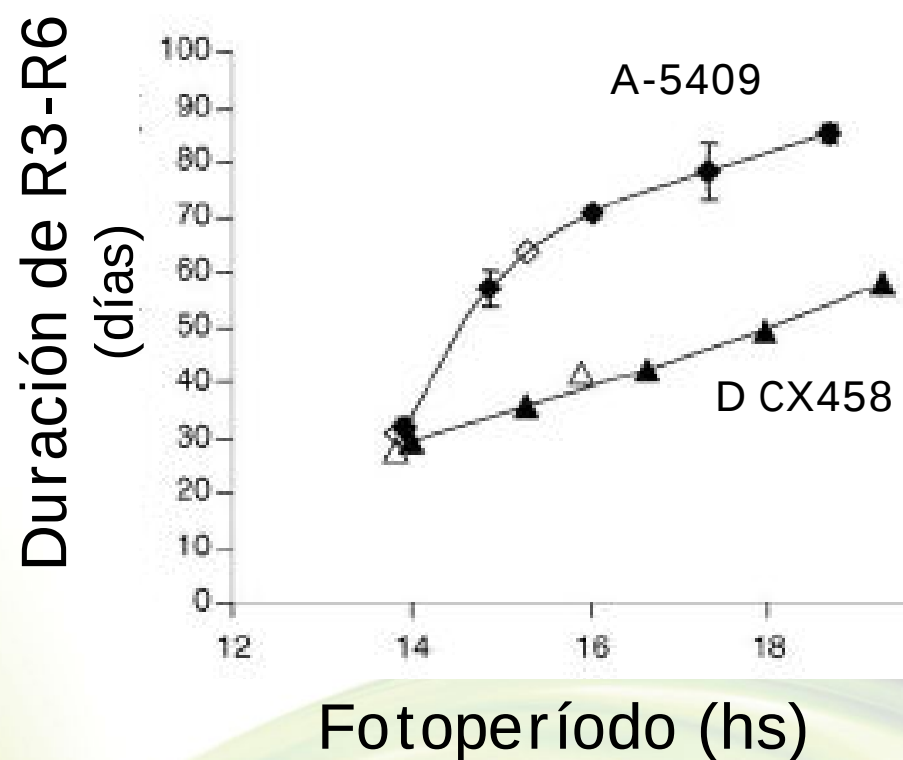
1. Fotoperíodo
umbral

2. Sensibilidad
Fotoperiódica
(pendiente)

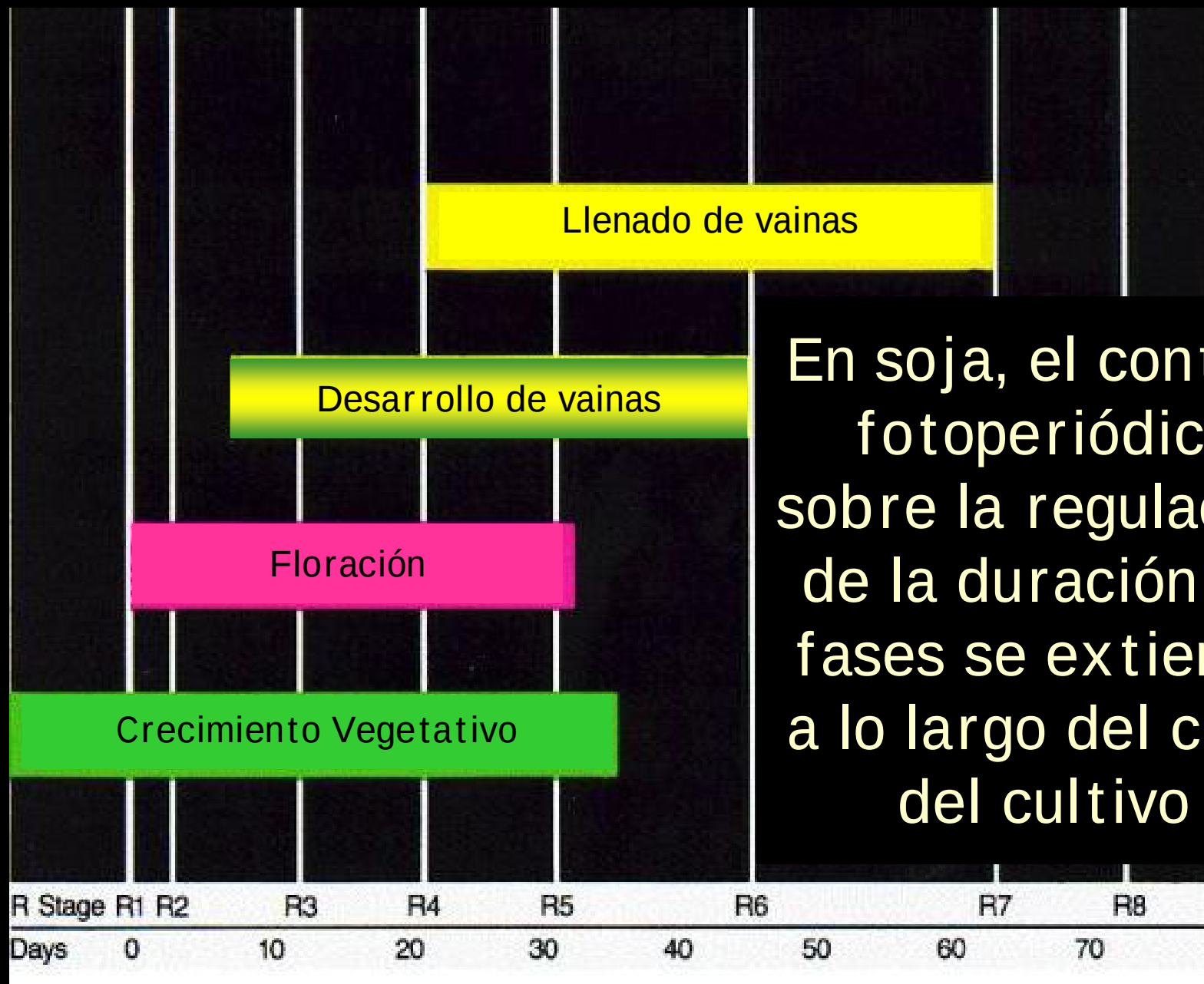
3. Fase
vegetativa
básica



Fotoperíodo: efecto sobre la duración de etapas críticas



Kantolic & Slafer (2005). Field Crops Research 93



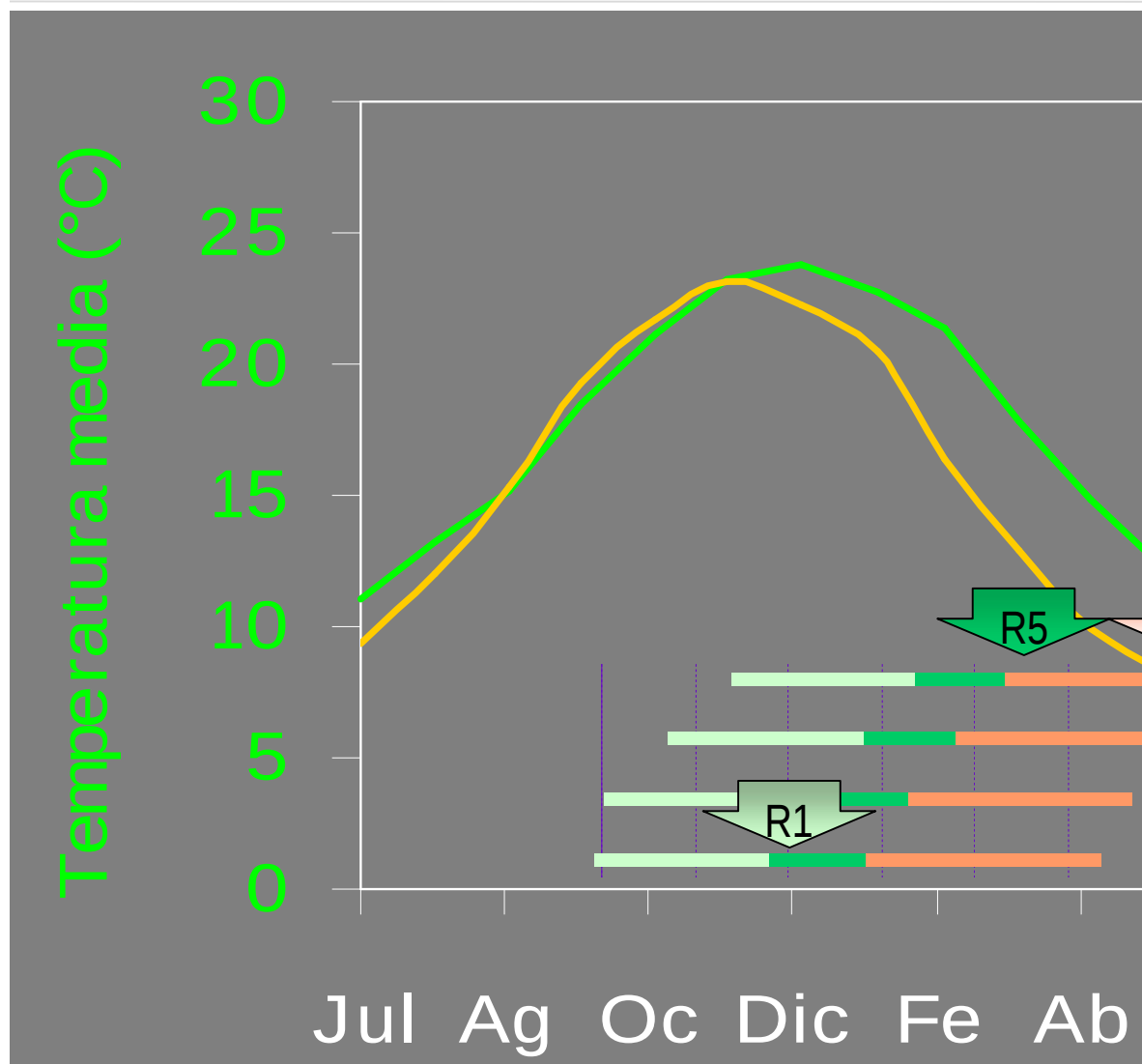
En soja, el control
fotoperiódico
sobre la regulación
de la duración de
fases se extiende
a lo largo del ciclo
del cultivo

En base a conceptos de desarrollo se puede predecir el momento de ocurrencia de etapas críticas

Ej.: cultivo de soja A5520RG (32° Lat. S.)



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

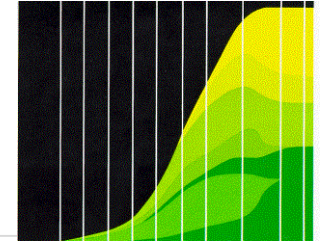


Una buena ubicación en el ciclo permite

- Hacer uso pleno de los recursos ambientales
- Disminuir la probabilidad de ocurrencia de estreses

Crecimiento

Modelo Eco-fisiológico



$$\text{Rendimiento}_{\text{cultivo}} = \sum_{i=0}^n R_{\text{inc}} \times ei \times \text{EUR} \times E_p$$

R_{inc} : Radiación Incidente diaria ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$)

ei : eficiencia de intercepción de radiación diaria

EUR: eficiencia en el uso de la radiación (g MJ^{-1})

E_p : eficiencia de la partición





MUNDOSOJA MAIZ
Des mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

Bases para el diseño de una estructura de cultivo eficiente en la captura de radiación

7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires

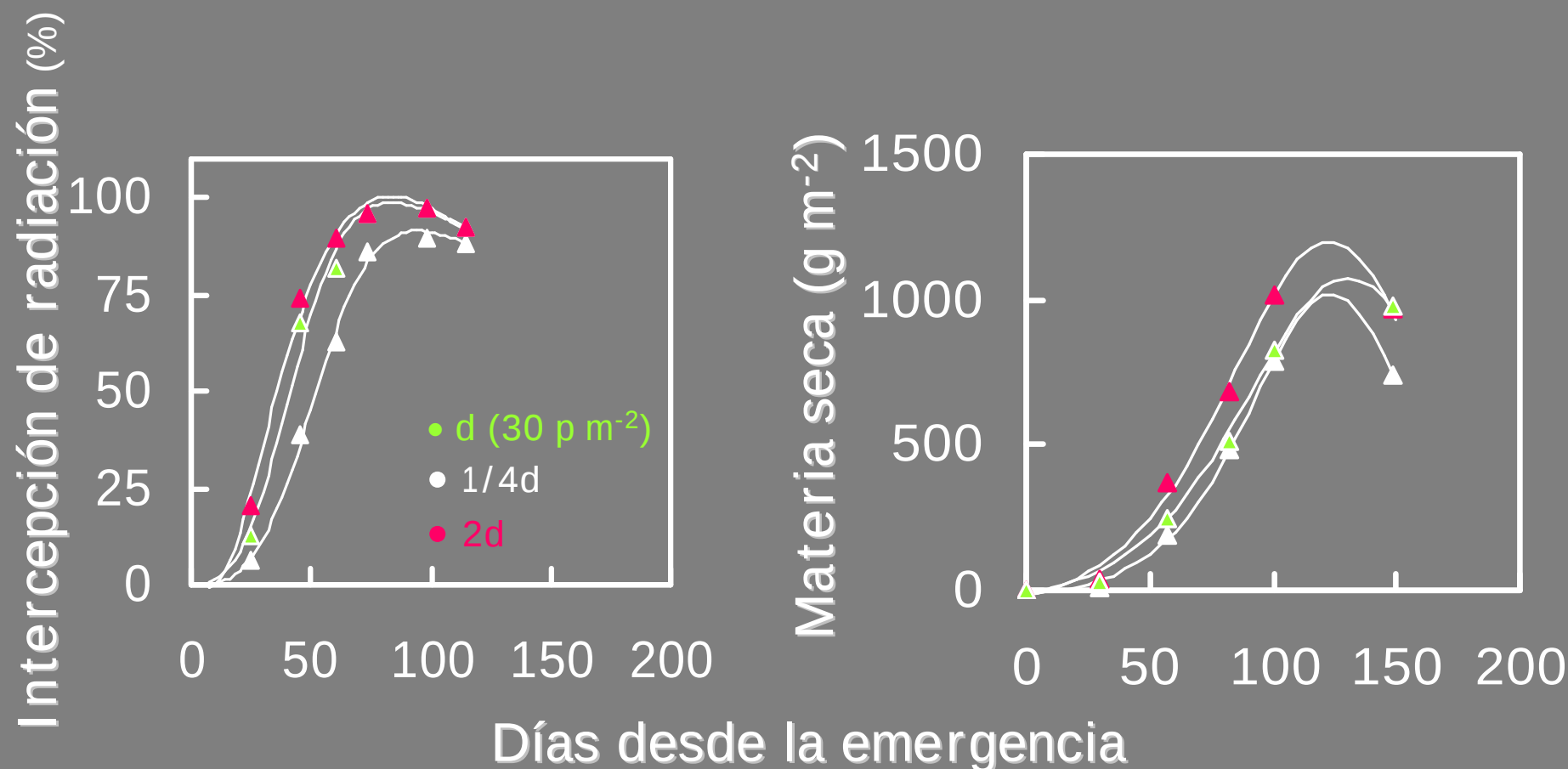


La captura de radiación solar explica la acumulación de biomasa



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011

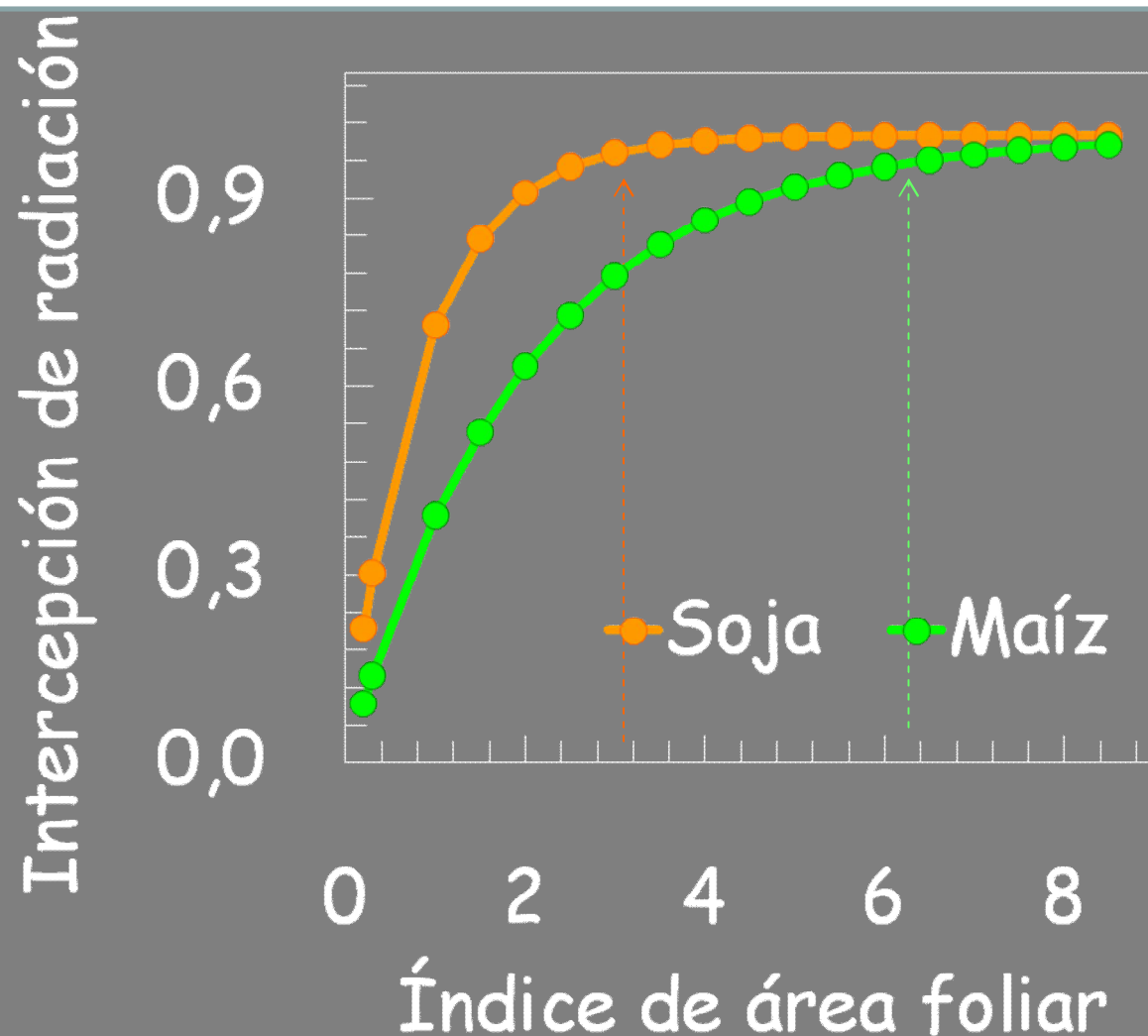
Ej. Cambios en la densidad de plantas



Vega y Andrade (2002)



MUNDO SOJA MAÍZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2011



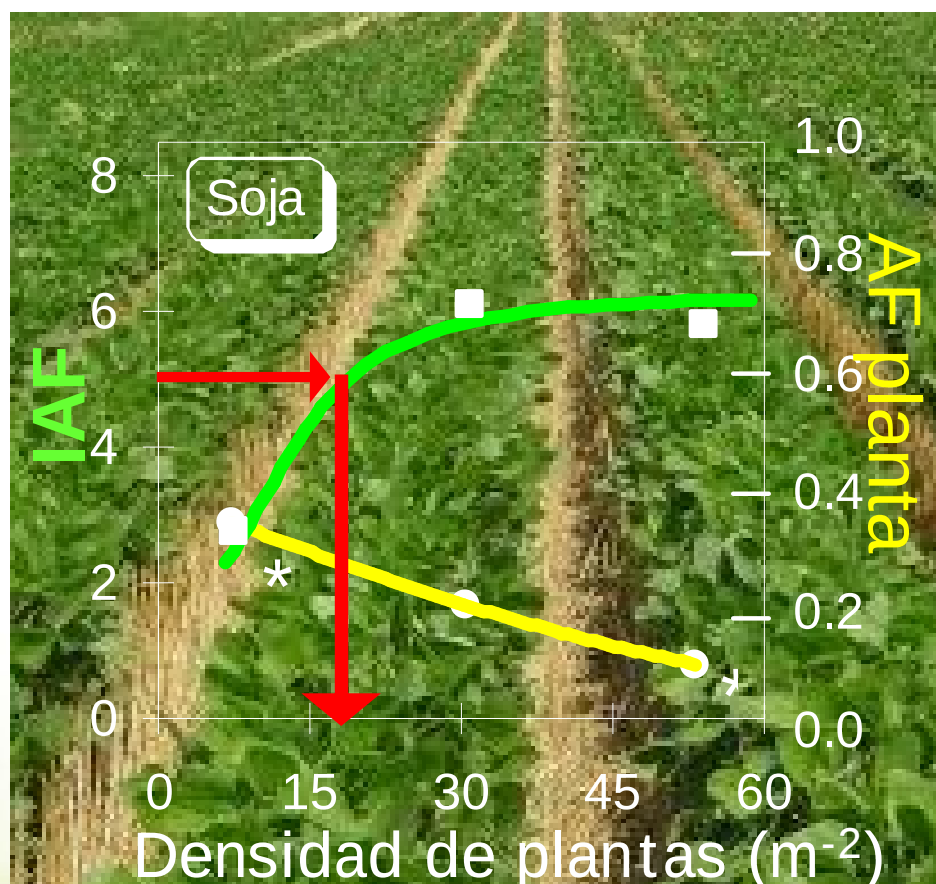
IAF crítico es
aquel que
permite
interceptar el
95% de la
radiación solar
incidente
sobre el
cultivo

Eficiencia para capturar la radiación solar

Ej. 1. Manejo de la densidad



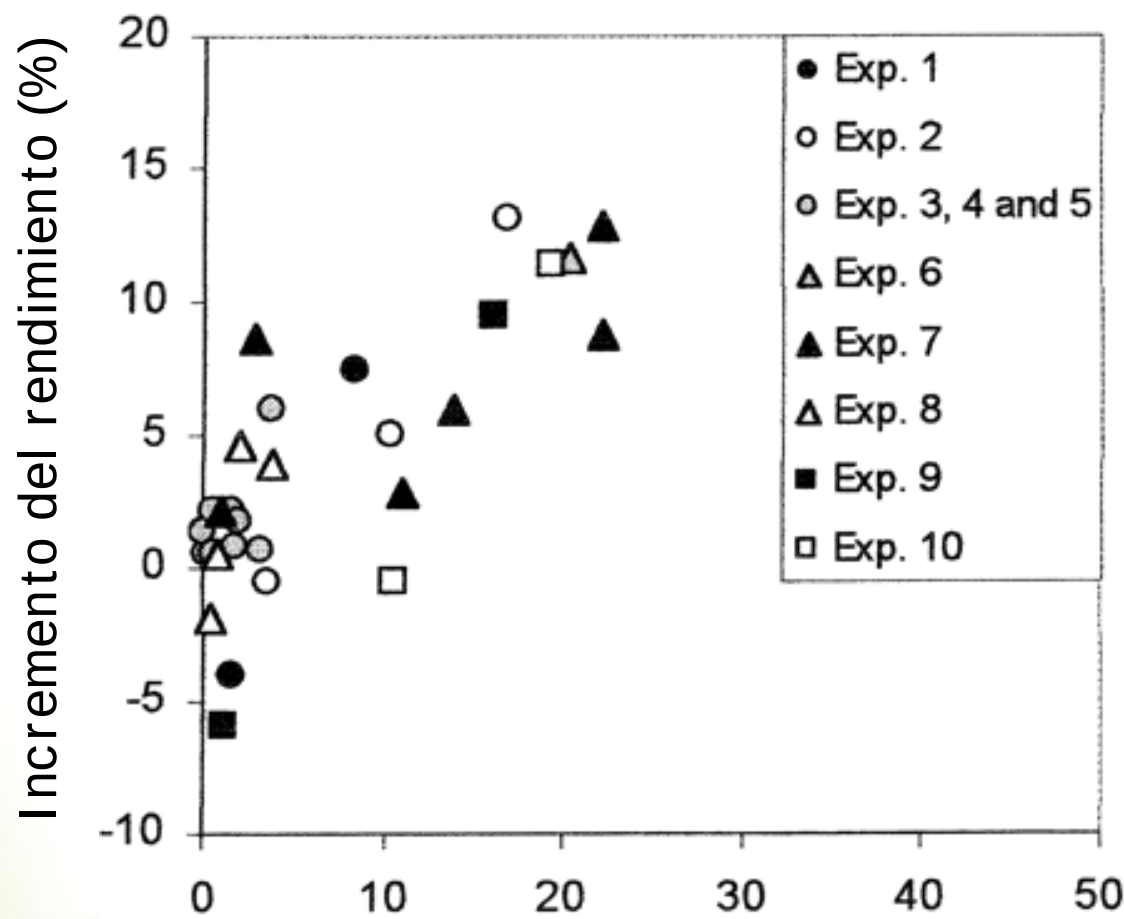
MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



➤ El IAF varía con el estado fenológico, las condiciones ambientales (temperatura y radiación) y el manejo (agua, nutrientes, FS, genotipo)

Eficiencia para capturar la radiación solar

Ej. 2. Acortamiento de la distancia entre surcos



Incremento del rendimiento por acortar distancia entre surcos en maíz (○●), soja (▲△), y girasol (■□).

El % de Intercepción de Radiación fue medido durante el período crítico de cada cultivo.

Mejora de la Intercepción de la radiación respecto a surcos anchos (%)

Andrade et al (2002)

Modelo Eco-fisiológico

Eficiencia de la partición



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

$$\text{Rendimiento}_{\text{cultivo}} = \sum_{i=0}^n R_{\text{inc}} \times e_i \times \text{EUR} \times E_p$$

R_{inc} : Radiación Incidente diaria ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$)

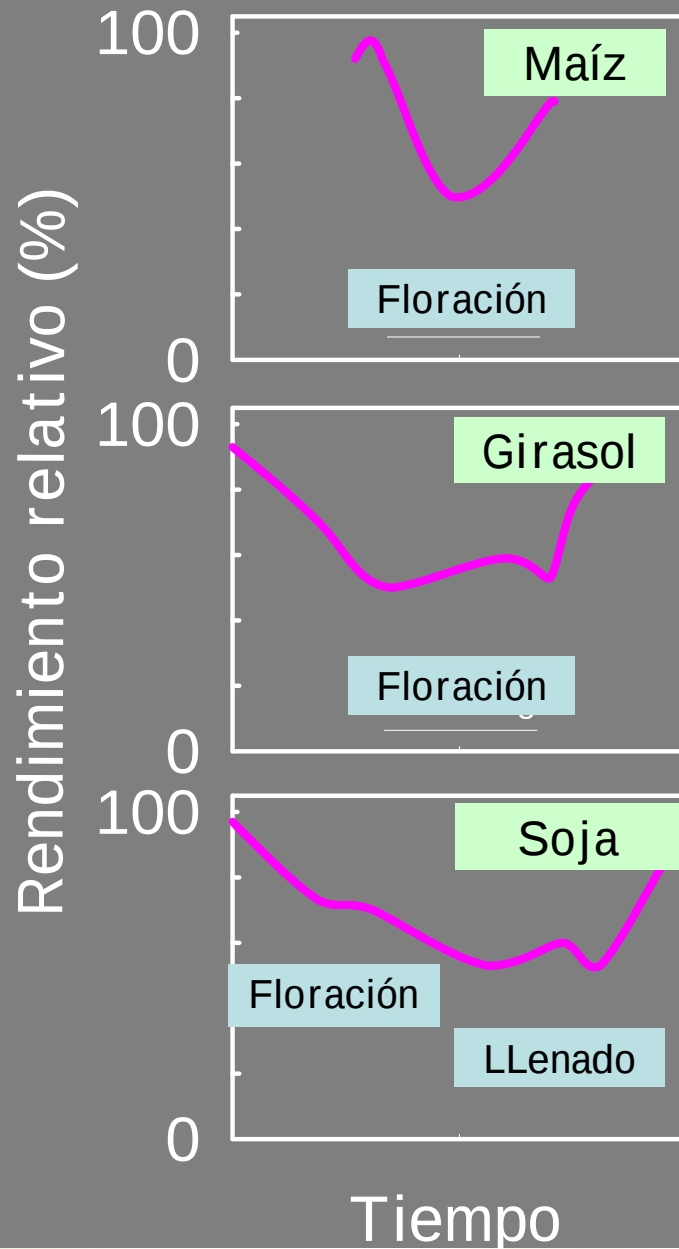
e_i : eficiencia de intercepción de radiación diaria

EUR: eficiencia en el uso de la radiación (g MJ^{-1})

E_p : eficiencia de la partición



Influencia del momento de ocurrencia de estrés sobre el rendimiento



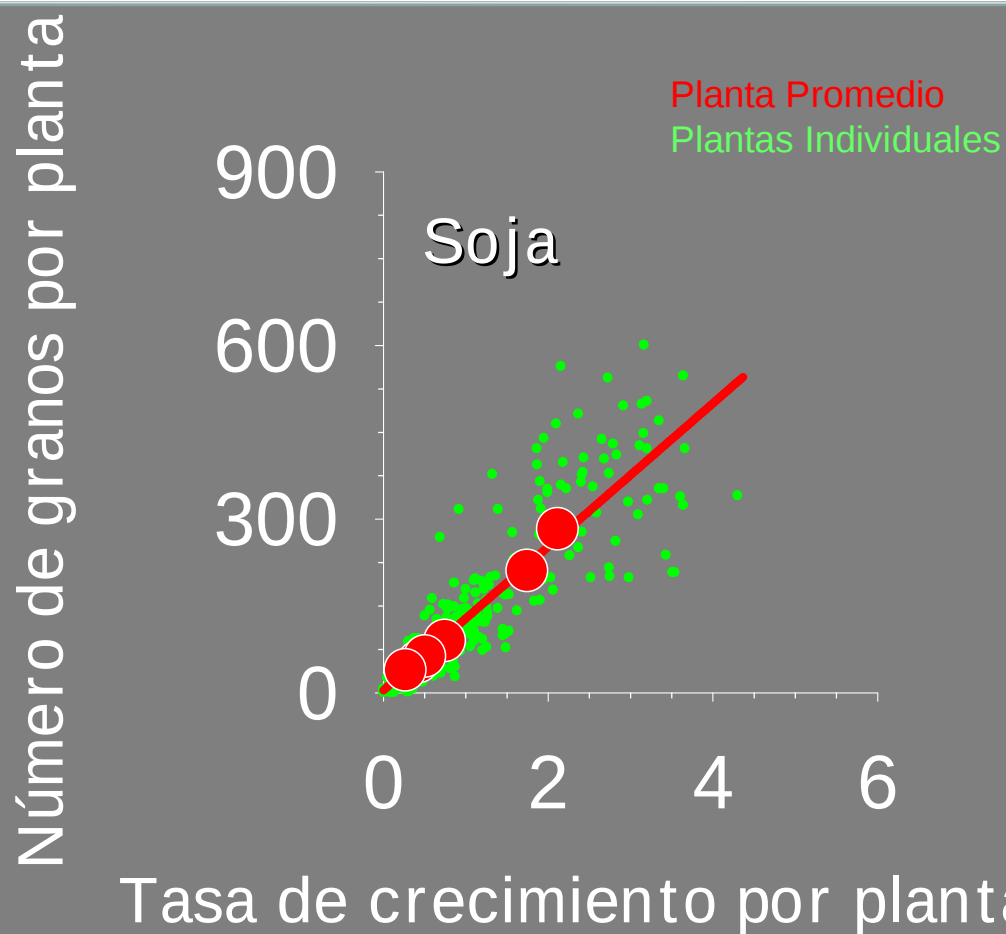
- Hay un “PERÍODO CRÍTICO” en la determinación del rendimiento
- Este período comprende las fases de diferenciación floral, fijación de grano y crecimiento temprano del embrión

Período Crítico

Concepto cardinal para manejo



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

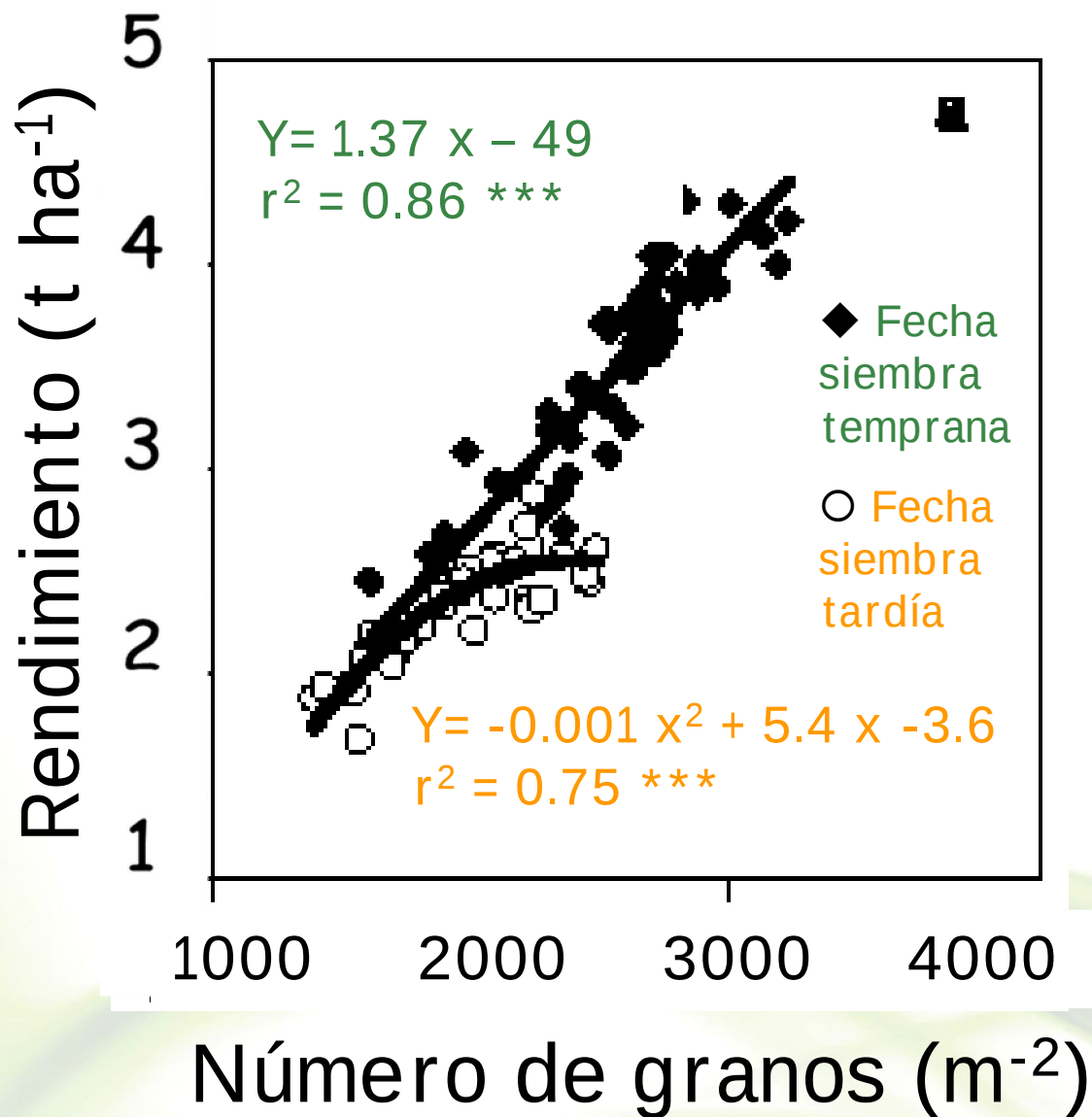


➤ Existe una fuerte asociación entre el Número de granos y el estado fisiológico del cultivo durante el período crítico

Adaptado de Valentinuz (1996) y Vega (1997)



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



El número de granos es el principal componente del Rendimiento

Calviño et al. (2003) EJA 19



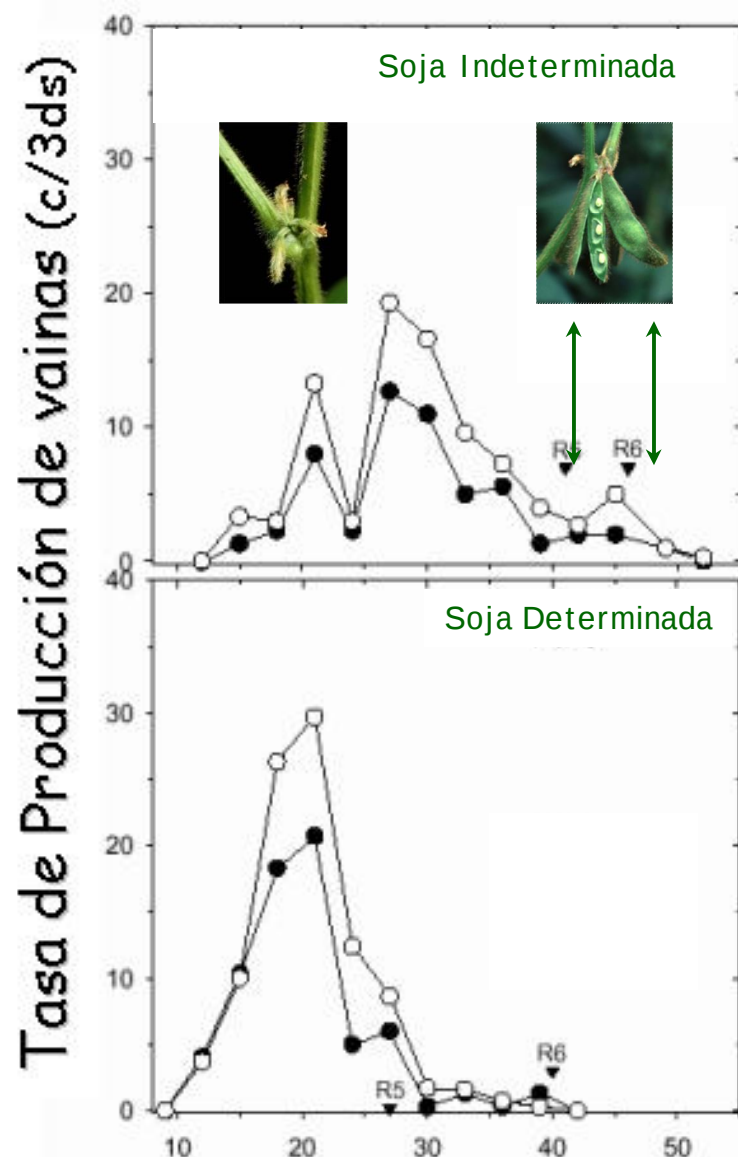
MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

Generación de destinos reproductivos en Soja

- Vainas producidas (1 cm)
- Vainas cosechadas

Egli, D.B. 2005

Journal of Agronomy and Crop Science 191



Días desde Inicio de Floración (R1)

Simulación de episodios de estrés térmico bajo distinto nivel de agua en suelo



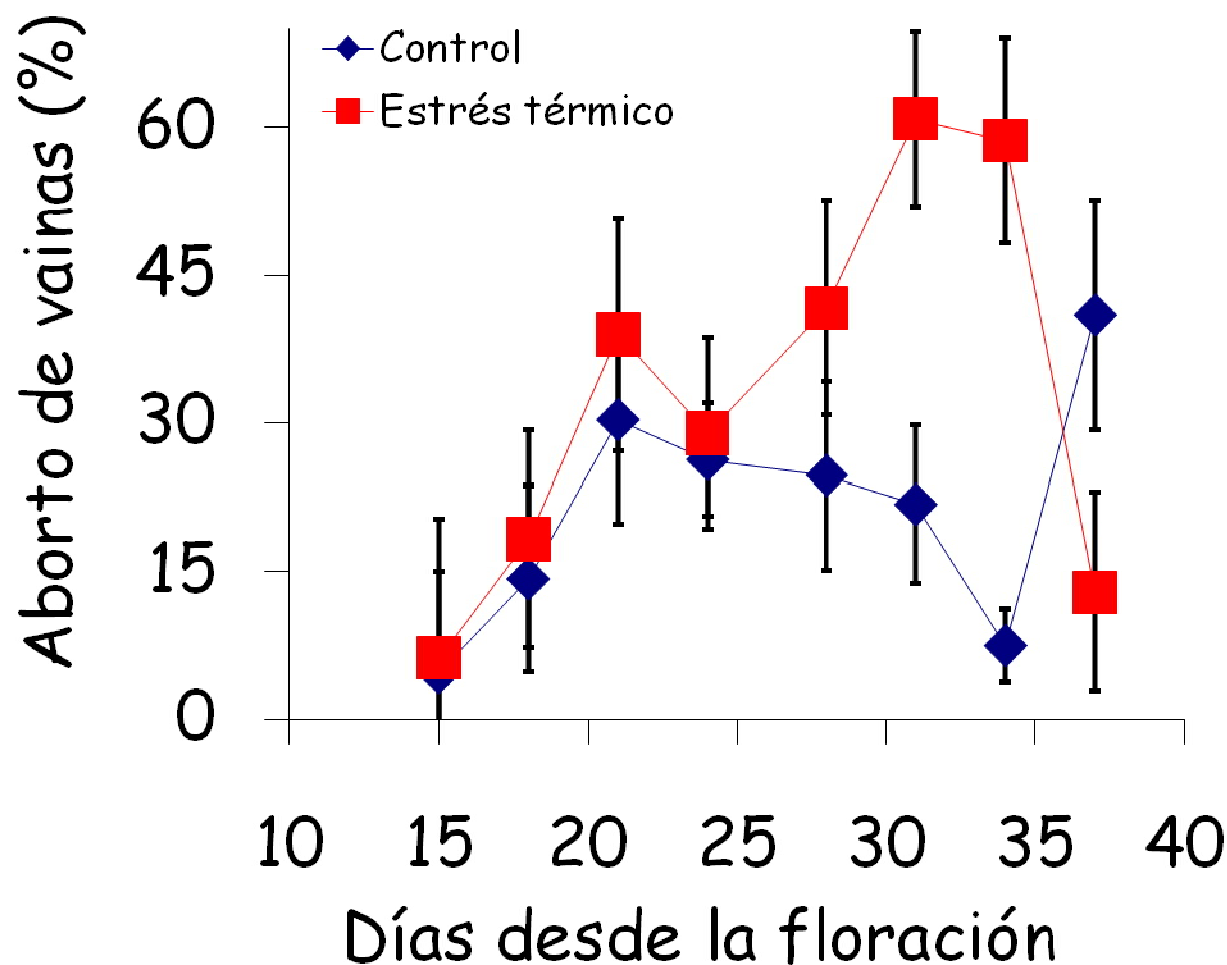
MUNDO **SOJA** **MAIZ**
Des mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires



Episodios de estrés térmico durante el período crítico de fijación de vainas

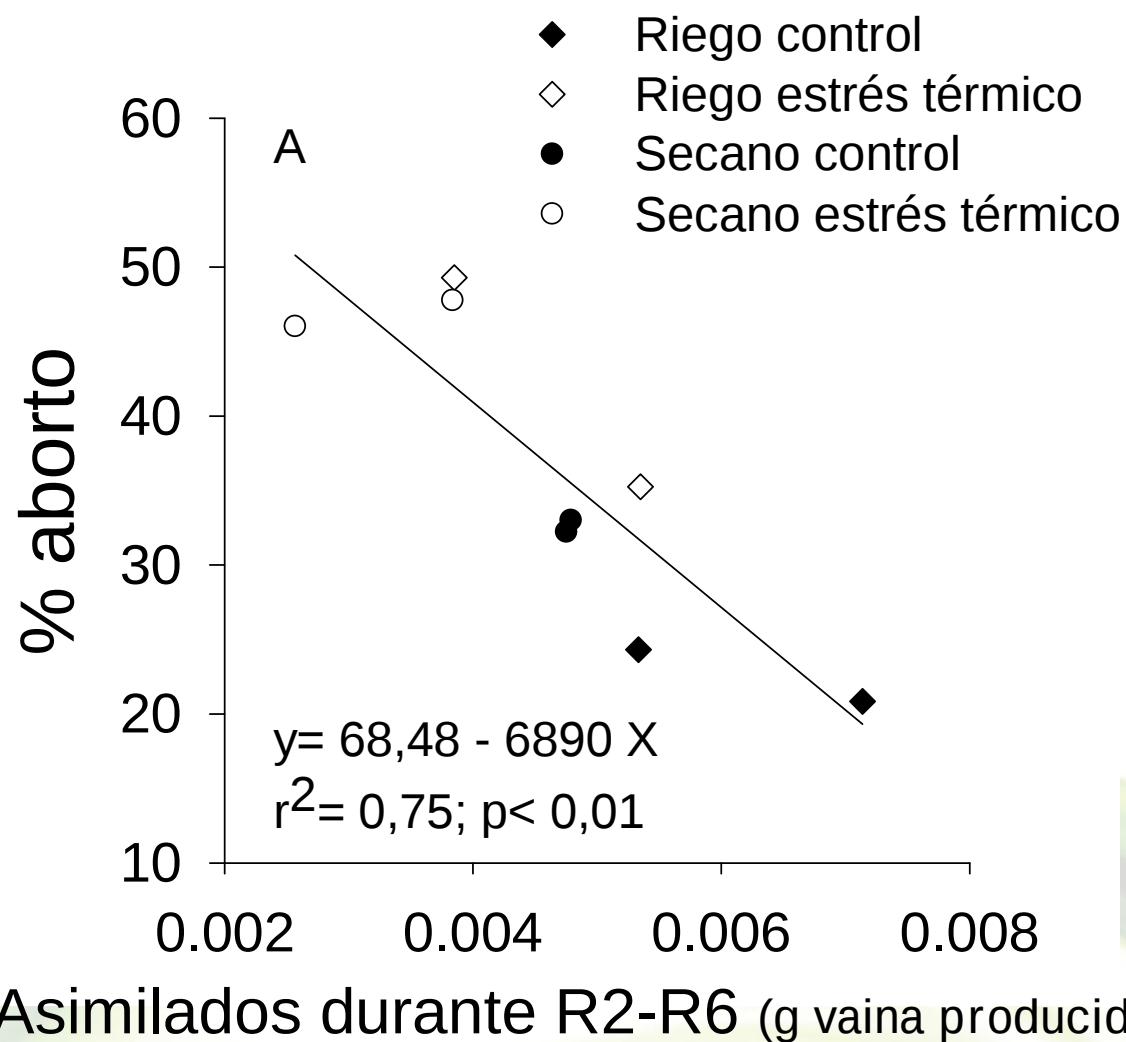


Estreses durante la fase lineal de producción de vainas afectan el número de destinos reproductivos

Molino, Vega y Kantolic (2007)



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



➤ La supervivencia de vainas depende de los asimilados durante el período crítico

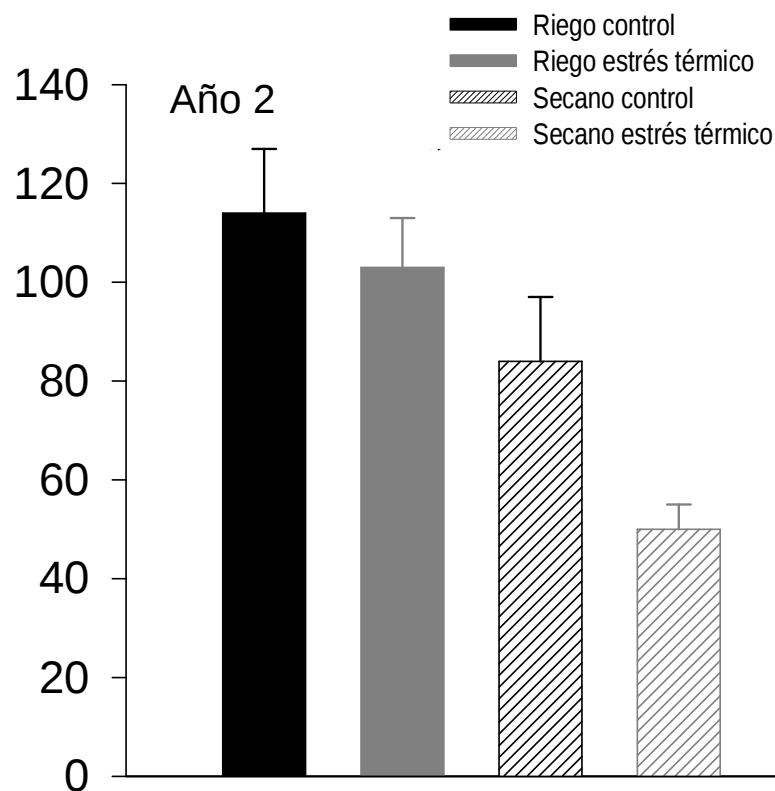
Molino (tesis M.Sci., no publicado)

Estrés hídrico, térmico y combinación durante el período crítico



MUNDO SOJA MAIZ
 Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1

Número de granos por planta
 a cosecha



Rendimientos relativos (2 gen)

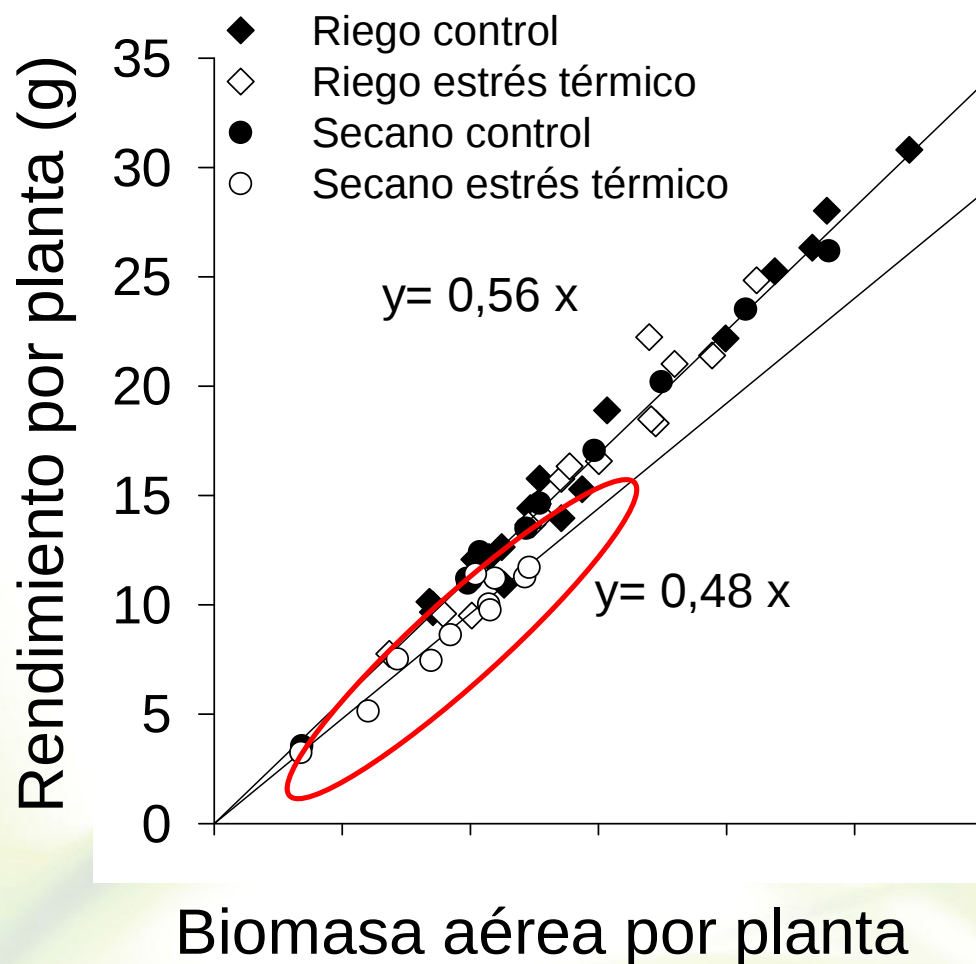
Año	Agua	Control sin ET	Estrés térmico
1	Riego	100	98
	Secano	96	58
2	Riego	100	82
	Secano	86	52

Tratamiento	% varianza
Año	15
Condición hídrica	32
Condición térmica	39
CH*CT	10

Molino, J. (tesis M.Sci., no publicado)



Estrés hídrico, térmico y combinación durante el período crítico



La combinación de estrés térmico e hídrico alrededor de R4 disminuye la partición de asimilados hacia vainas

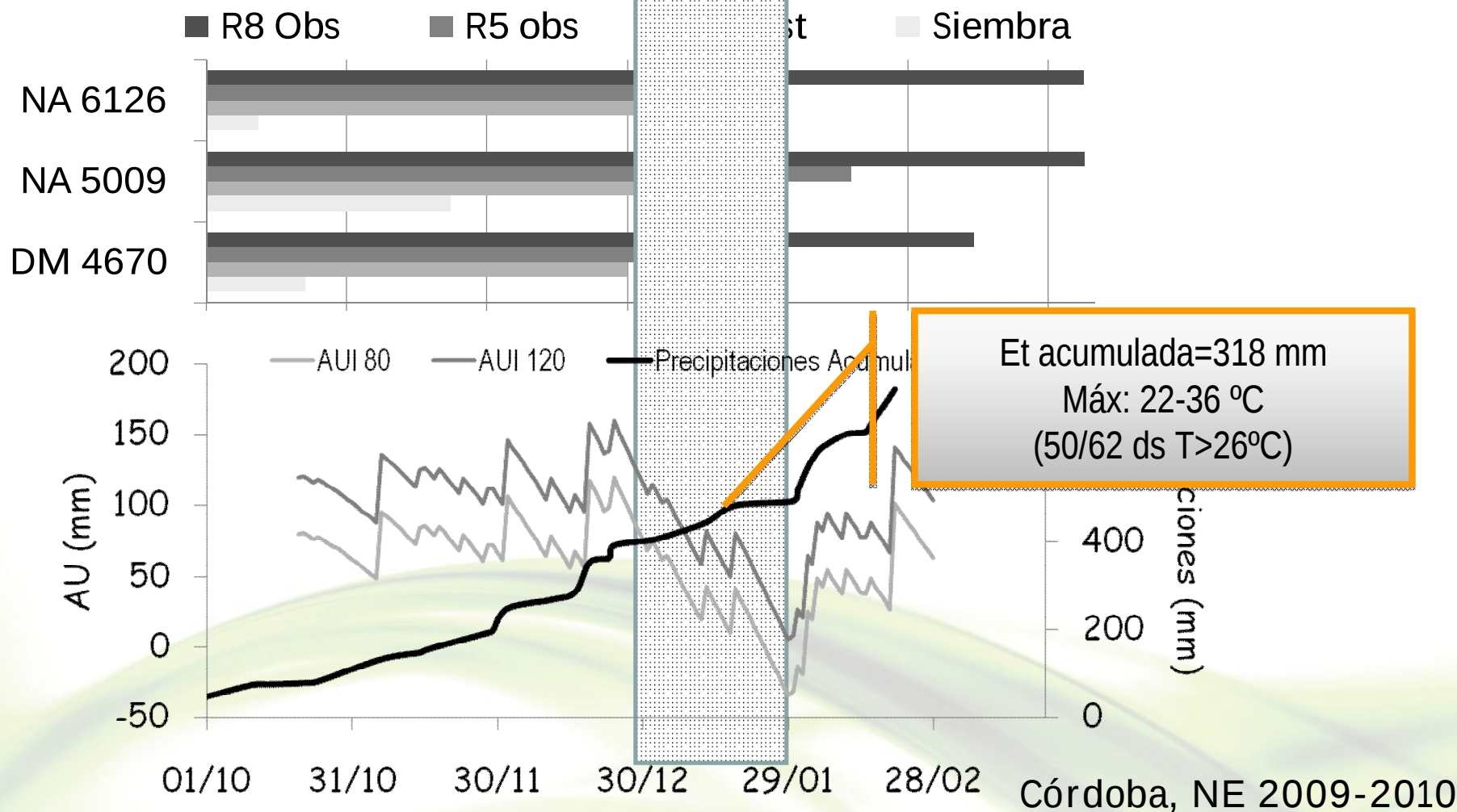
Molino, J. (tesis M.Sci., no publicado)

Variación genotípica de la respuesta al estrés puede ser explicada por la fenología!

(importancia de diversificar; escape)



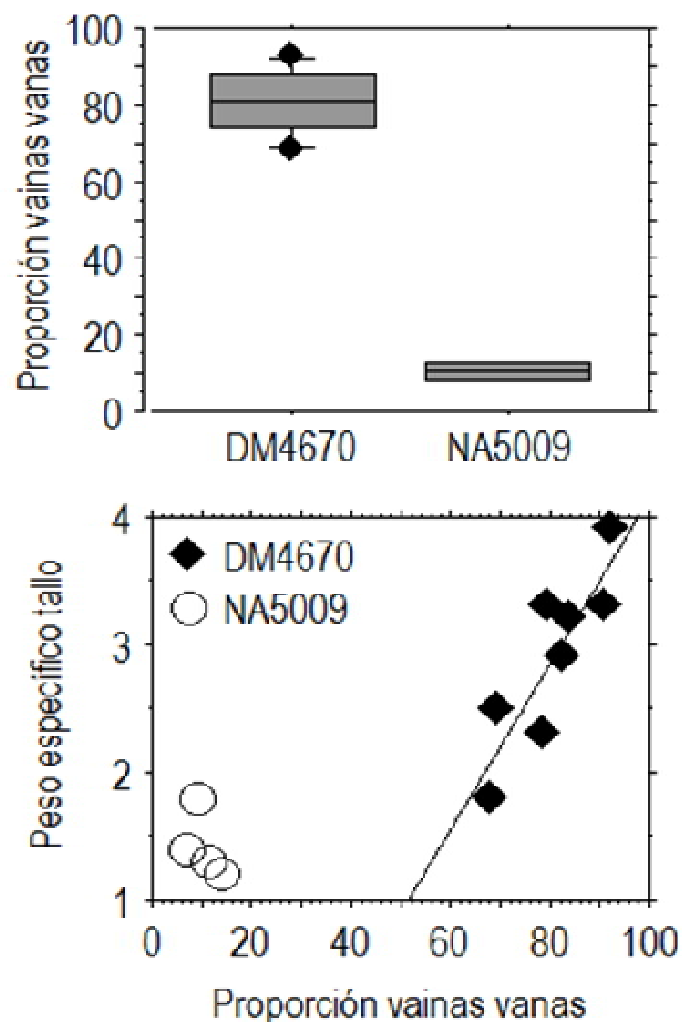
MUNDO SOJA MAIZ
Des mundos unidos por la sustentabilidad 2011



Variación genotípica puede ser explicada por la fenología (escape al estrés)



MUNDO SOJA MAIZ
Des mundos unidos por la sustentabilidad 2011



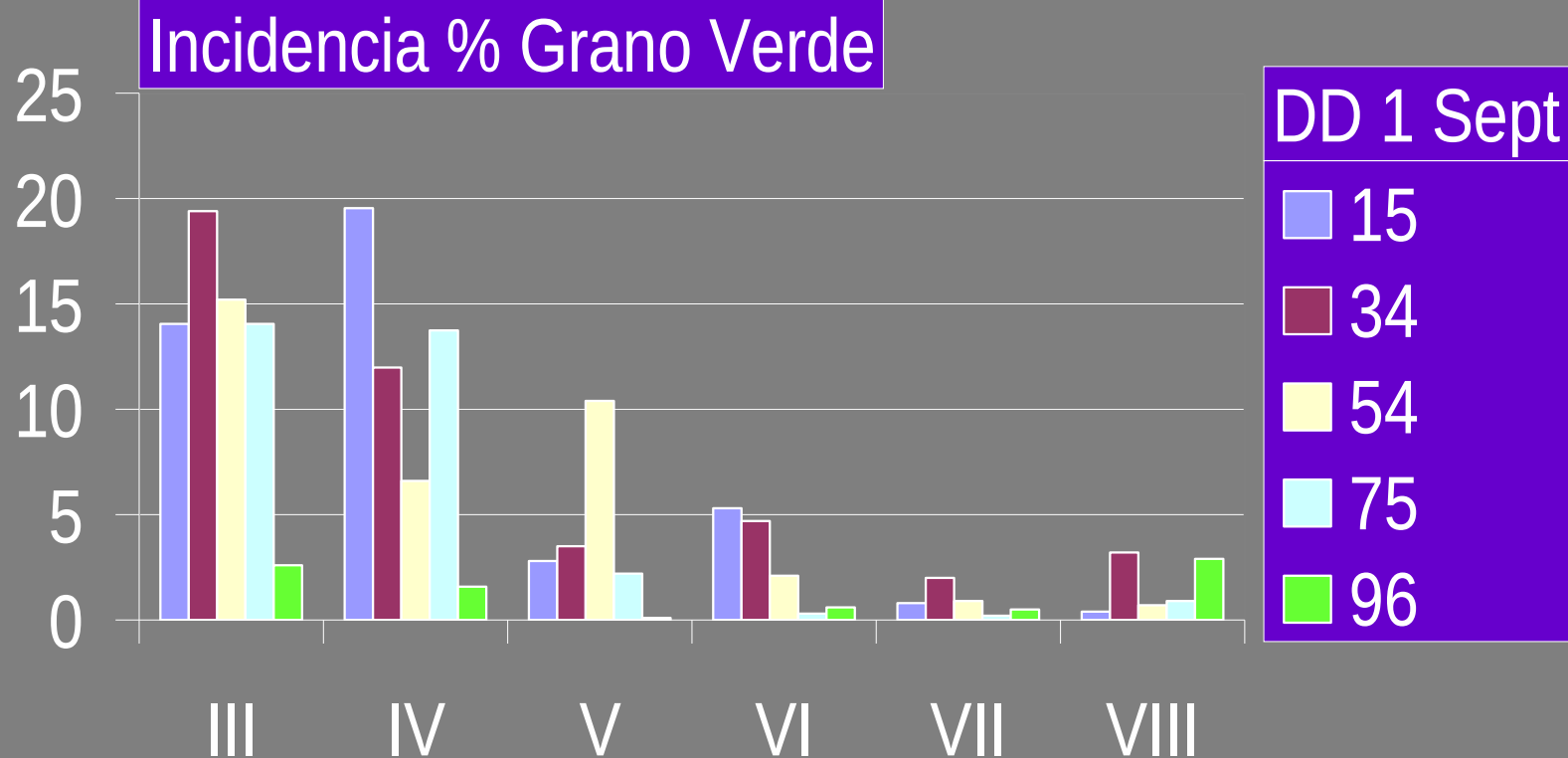
Genotipo	IC	R (g m ⁻²)
NA5009	38	288
DM4670	21	191



Ambiente, manejo de fecha de siembra y genotipo en soja



Ej. Grano Verde



Grupo de Madurez

Adaptado de Cencig y Villar (2005)

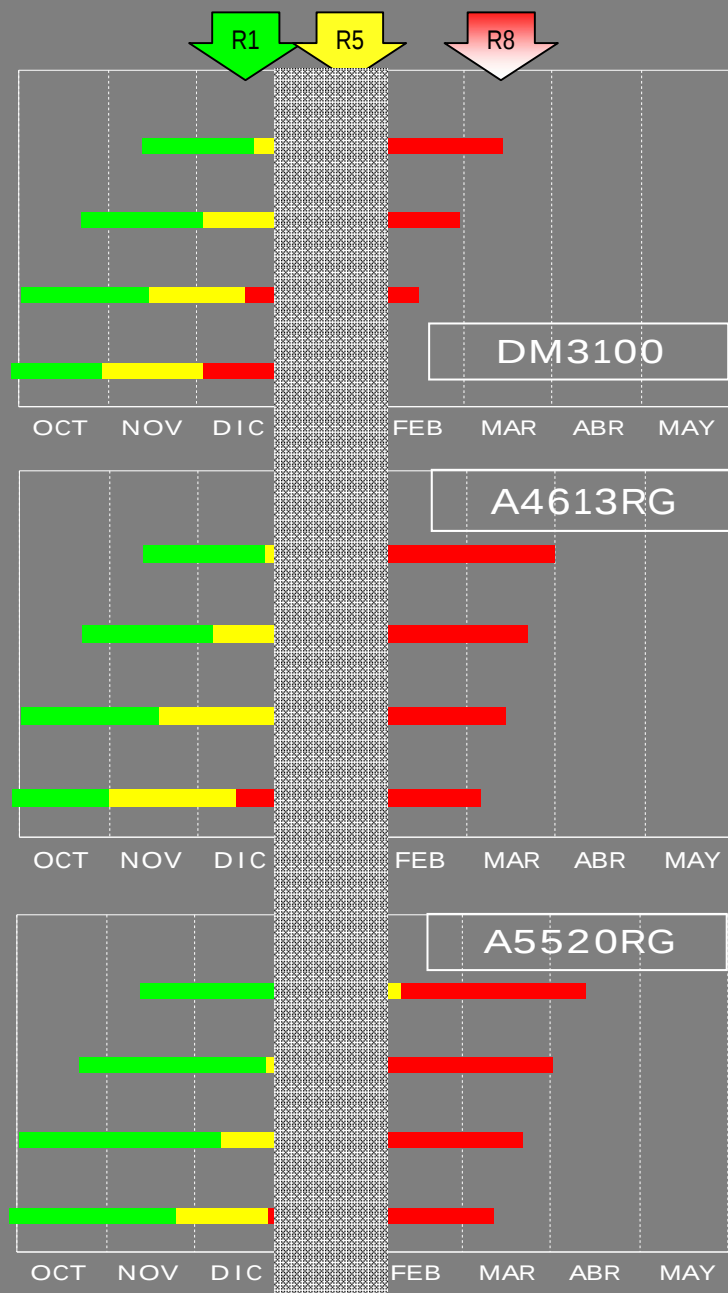
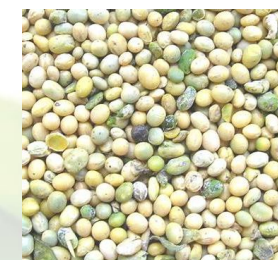




MUNDO SOJA MAIZ
2011
Dos mundos unidos por la sustentabilidad

Ambiente, manejo de fecha de siembra y genotipo en soja

Ej. Grano verde

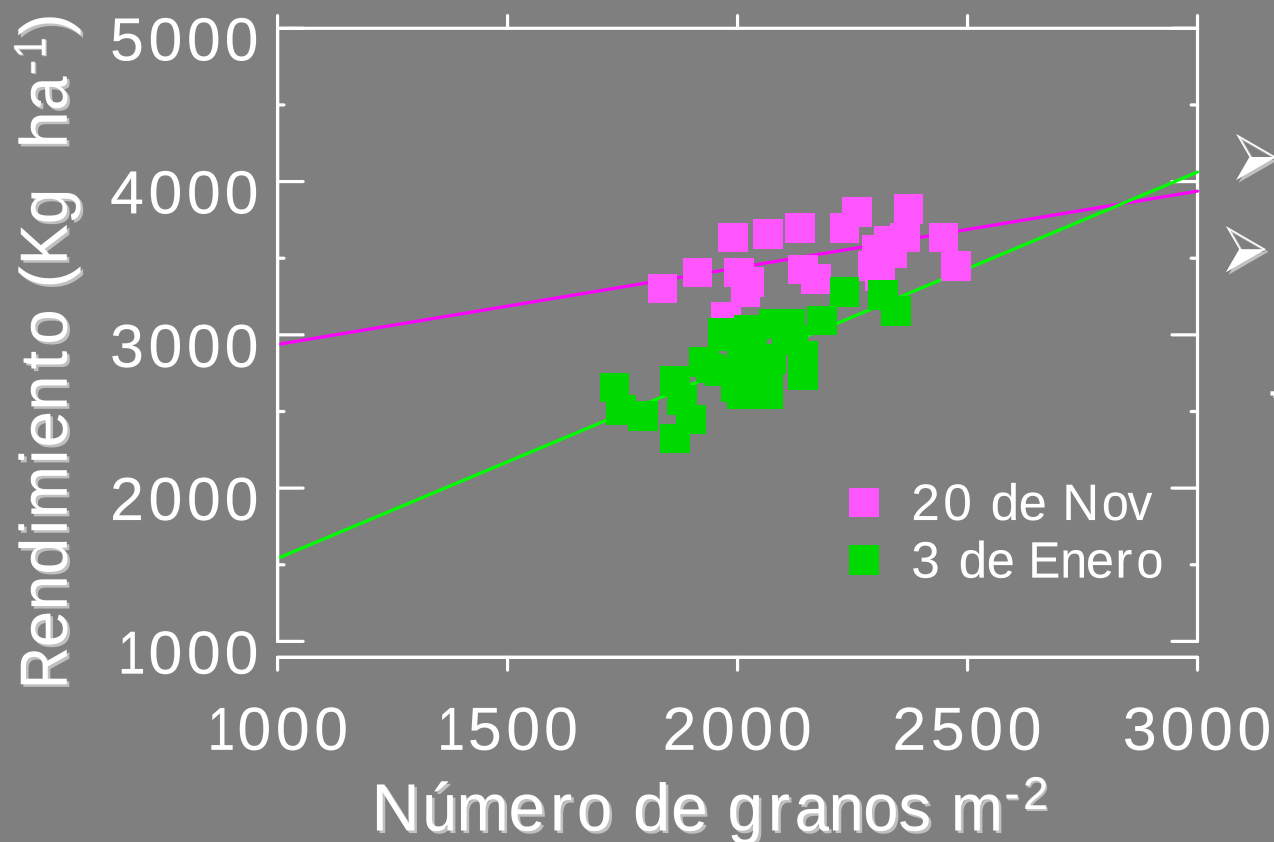


Rendimiento y sus componentes

¿Y el peso de granos?



MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



- Menor importancia
- Explica la variación del rendimiento a través de fechas de siembra

Rendimiento y número de granos por unidad de superficie en diversos genotipos de GM III y IV sembrados bajo dos fechas de siembra y espaciamientos.

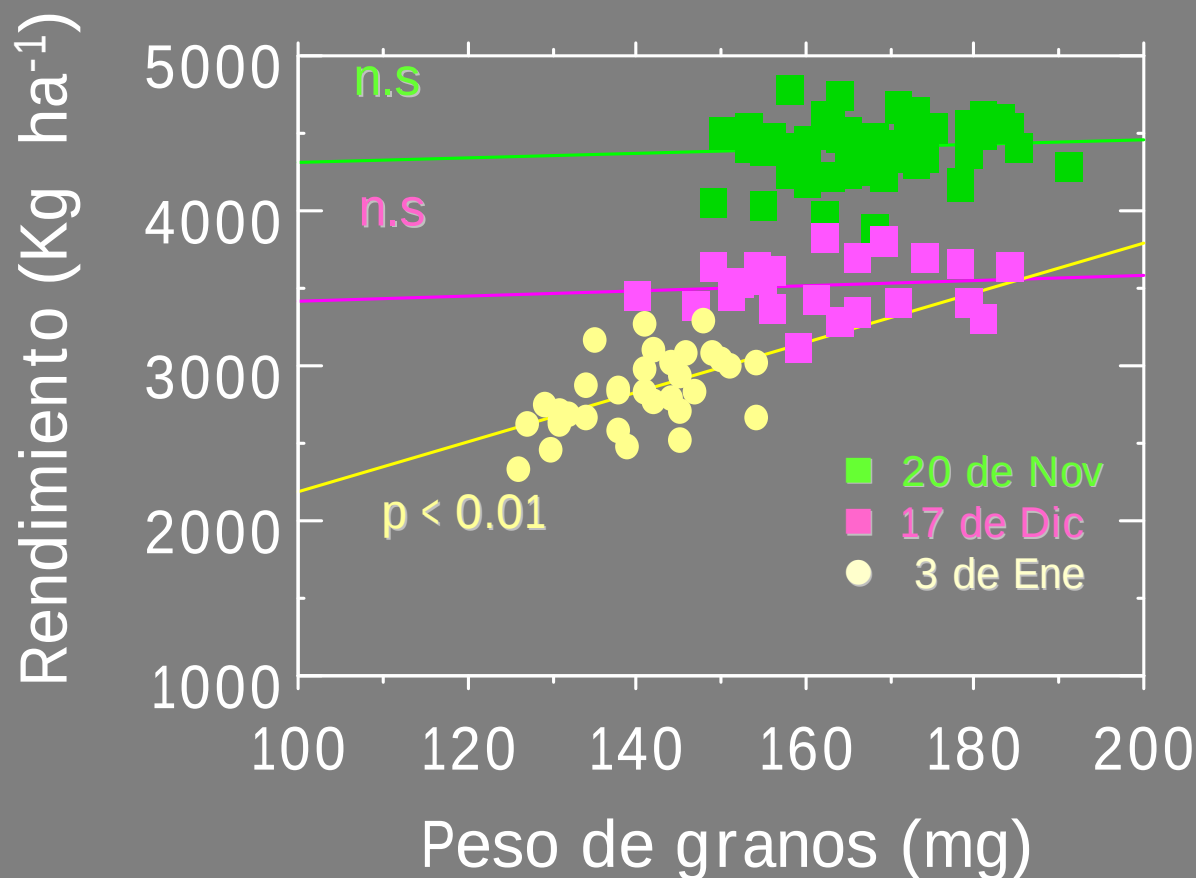
Adaptado de Piatti y Ferreyra (2008)

Rendimiento y sus componentes

¿Y el peso de granos?



MUNDO SOJA MAIZ
2011

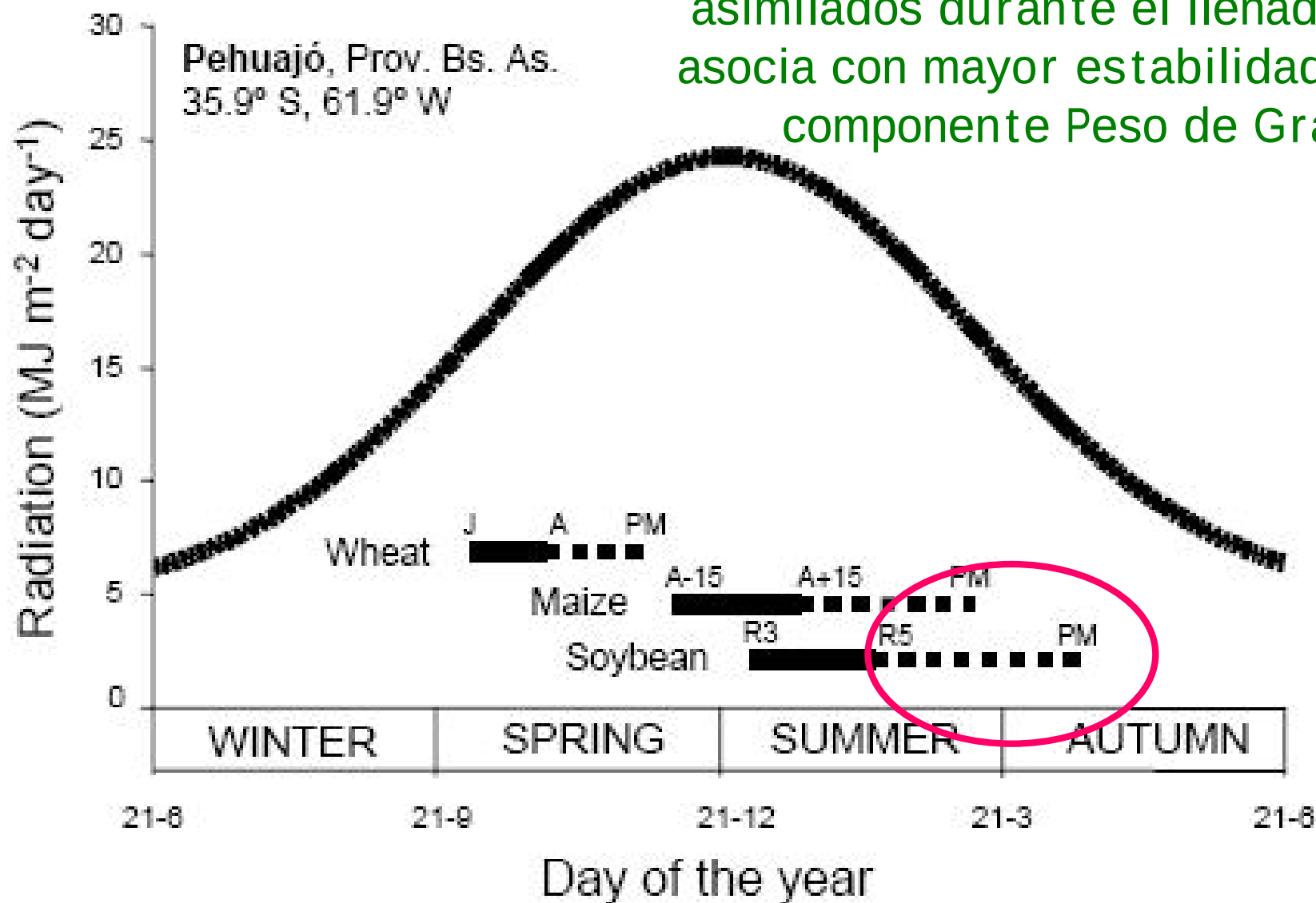


➤ La contribución del peso de grano al rendimiento cobra importancia ante limitaciones de fuente (e.g. fechas tardías)

Rendimiento y peso de granos en diversos genotipos de GM III y IV sembrados bajo dos fechas de siembra y espaciamientos.

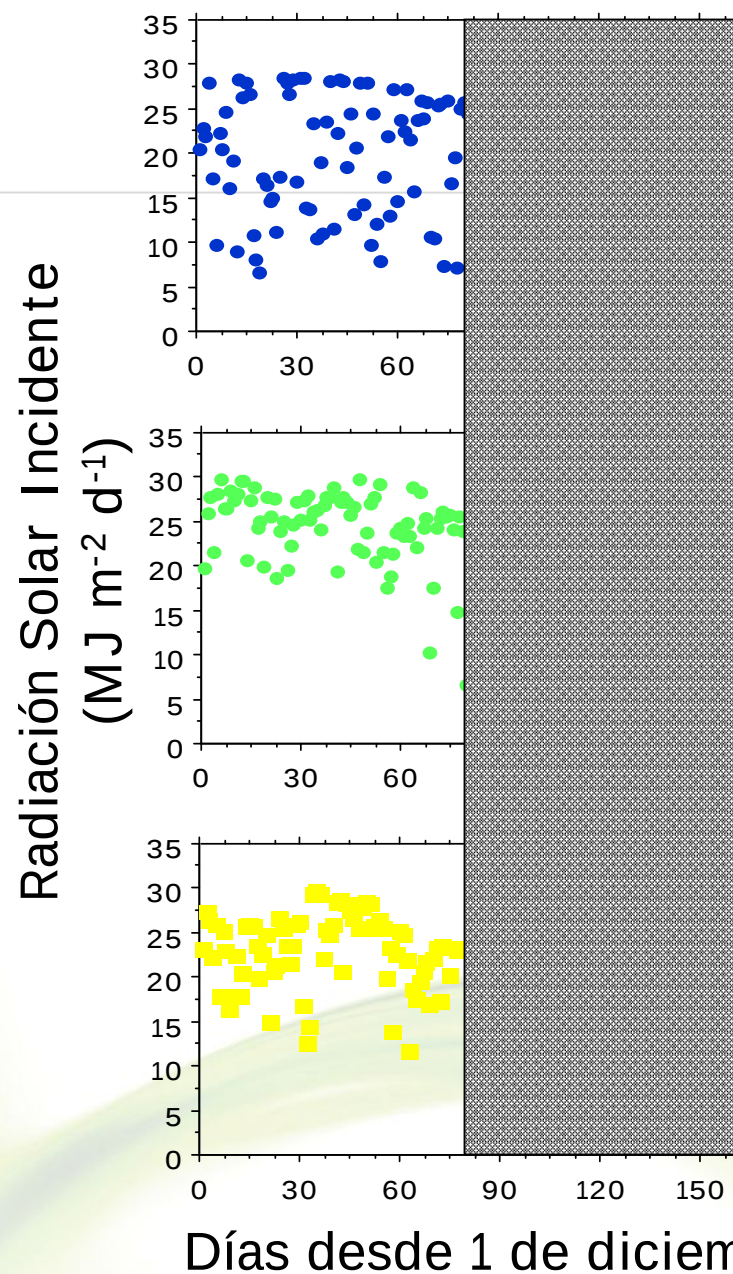
Adaptado de Piatti y Ferreyra (2008)

En soja, el mantenimiento o mejora de la fuente de asimilados durante el llenado se asocia con mayor estabilidad del componente Peso de Granos





MUNDO SOJA MAIZ
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



Variabilidad interanual de
la radiación solar durante
etapas críticas y llenado
de granos

Localidad Manfredi, Córdoba

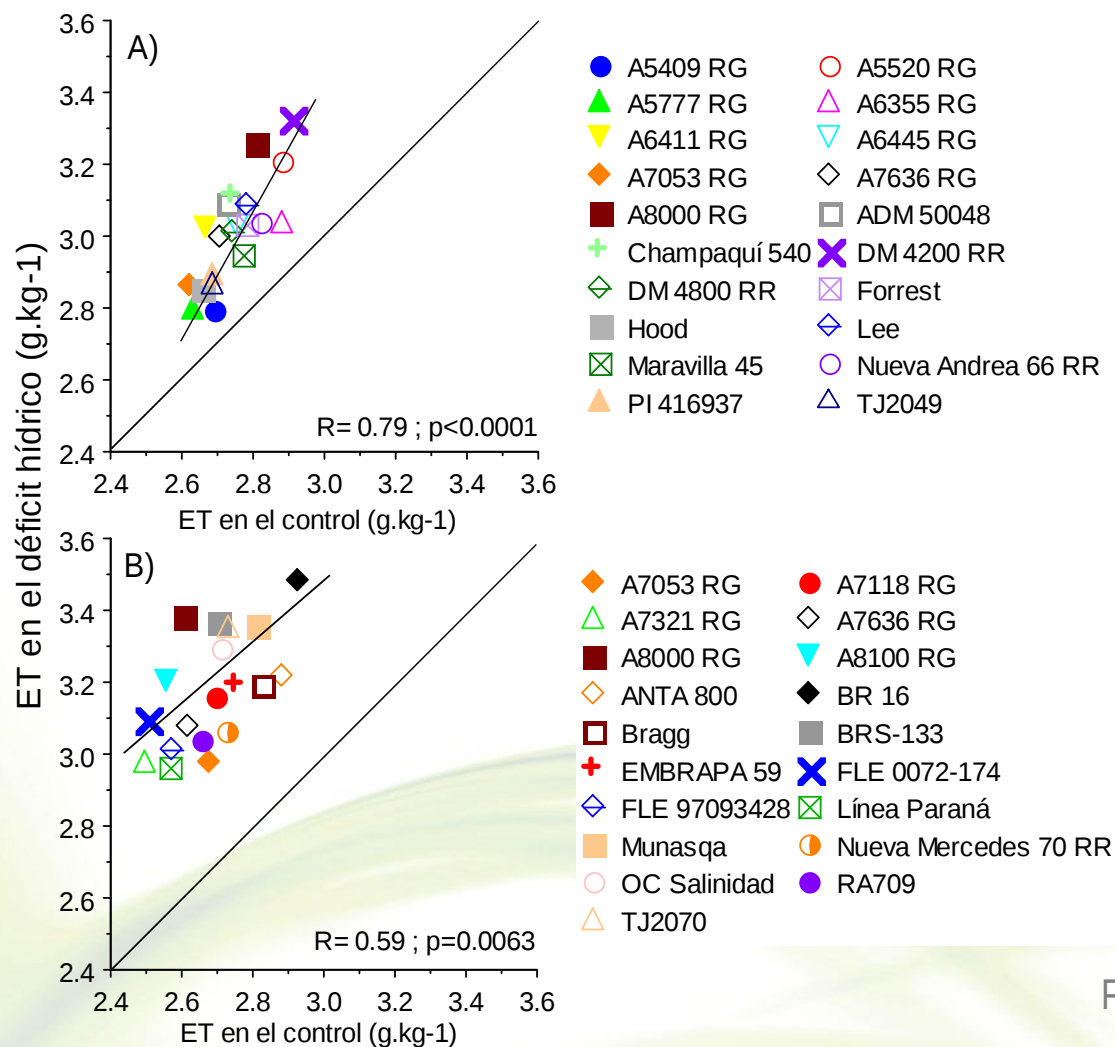
Bases genéticas para disminuir la incidencia de estrés



- Genotipos de diversos Grupos de madurez (adaptación & escape; estrategia más exitosa)
- Otros caracteres asociados con tolerancia al estrés hídrico



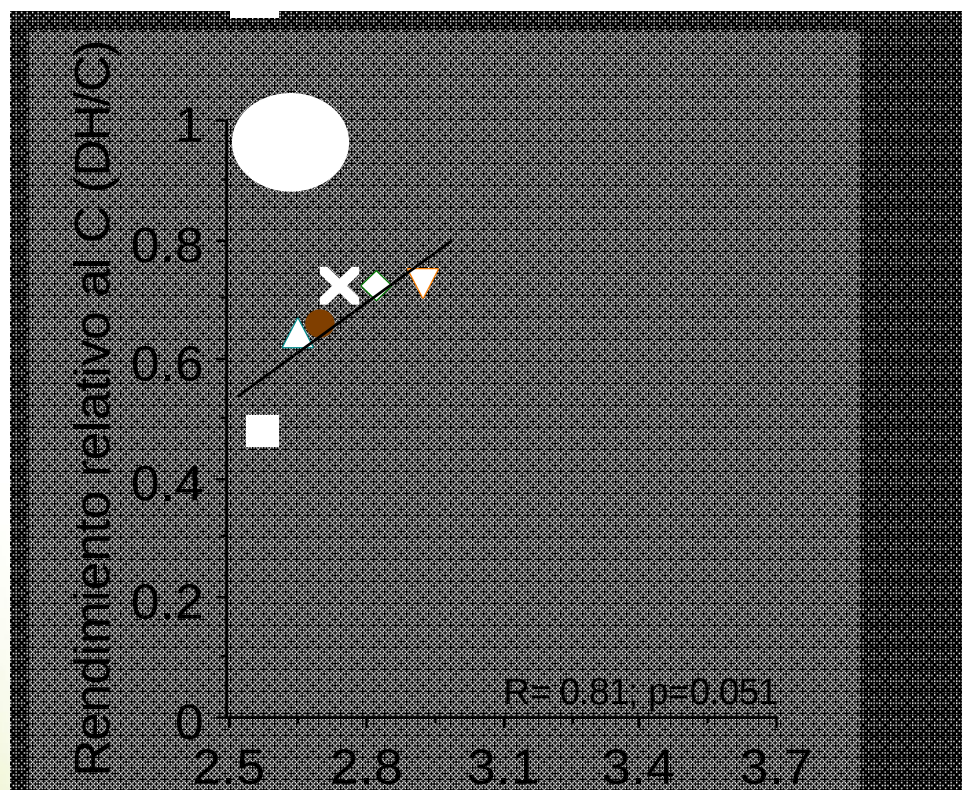
Eficiencia transpiratoria como atributo de potencial interés en soja



➤ La ET aumenta ante estrés hídrico en distinta magnitud según el genotipo (rango 10-18%)

Prieto, S. (Tesis M.Sci, no publicado)

Eficiencia transpiratoria como atributo de potencial interés en soja



ET en fase vegetativa g kg^{-1}

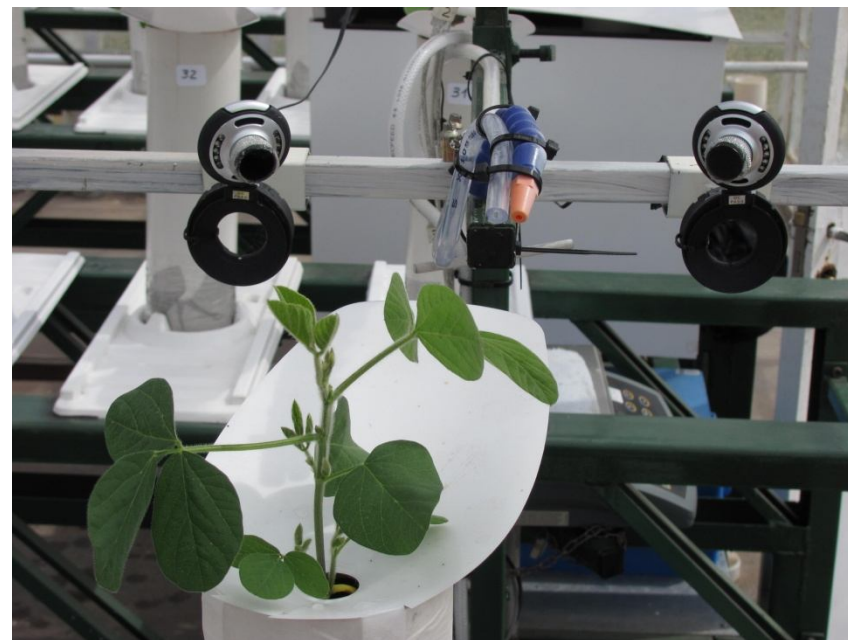
- Estudios preliminares indican una asociación positiva entre ET ante estrés en fase vegetativa y reproductiva
- Asociación positiva con rendimiento relativo (al control regado).

Prieto, S. (Tesis M.Sci, no publicado)

Fenotipador de alto caudal para estudios de variabilidad genética en soja



MUNDO **SOJA** **MAIZ**
Dos mundos unidos por la sustentabilidad 2 0 1 1



7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires



Agradecimientos



MUNDO SOJA MAIZ
2011
Los mundos unidos por la sustentabilidad

Adriana Kantolic
Claudio Chimenti
Salvador Prieto
Josefina Molina



Muchas Gracias!



7 y 8 de Junio - Centro de Convenciones UCA - Puerto Madero - Buenos Aires

