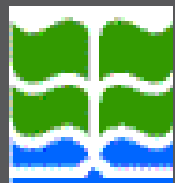


# «EFECTO DE LAS ALTAS TEMPERATURAS EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ»

Autores: L. I. Mayer, J. I. Rattalino, R. Navarrete Sánchez-Ardey, G. A. Maddonni\* y M. E. Otegui  
Departamento de Producción Vegetal (FA-UBA),  
IFEVA-CONICET

\*Dr G. A. Maddonni

E-mail: [maddonni@agro.uba.ar](mailto:maddonni@agro.uba.ar)



FAUBA



# CONTENIDOS

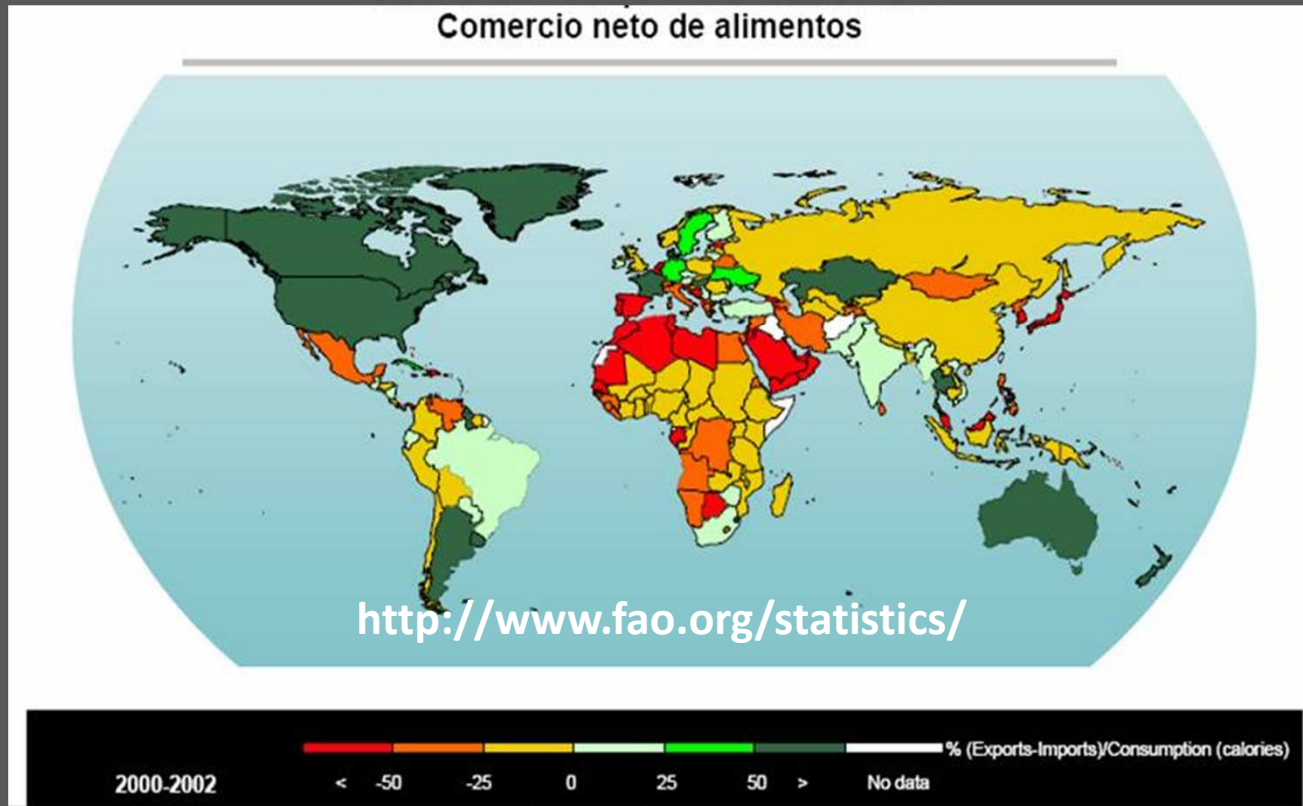


- Introducción.
- Objetivos.
- Aproximación metodológica.
- Producción de biomasa y sus determinantes fisiológicos.
- Rendimiento, componentes del rendimiento e índice de cosecha.
- Composición y calidad industrial de los granos.
- Conclusiones.

# INTRODUCCIÓN

## POSICIÓN DE LA ARGENTINA COMO EXPORTADORA DE GRANOS

20' **Si**  
VECES  
20º Congreso Aapresid



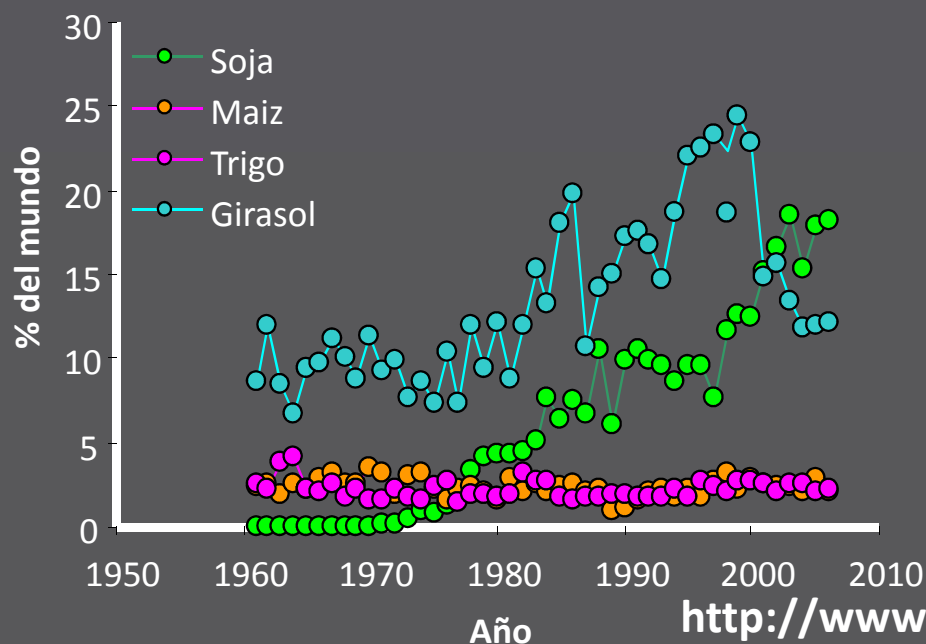
El balance anual de alimentos (exportación – importación) de Argentina excede en más de un 50% su consumo.

# INTRODUCCIÓN

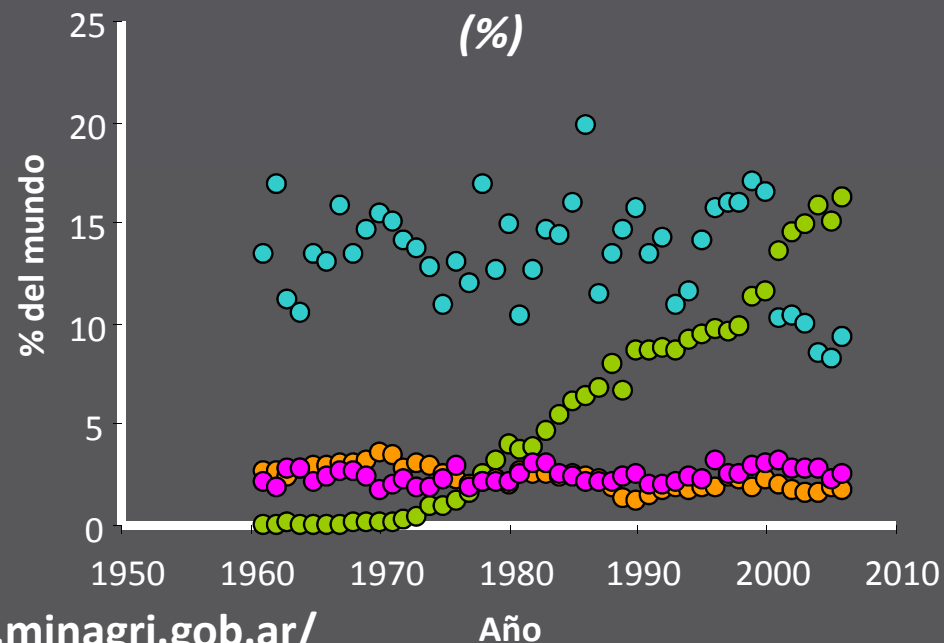
## POSICIÓN DE LA ARGENTINA COMO EXPORTADORA DE GRANOS



*Contribución de la Argentina en la producción anual mundial de granos (%)*



*Contribución de la Argentina en la superficie anual mundial cultivada con cultivos de grano (%)*



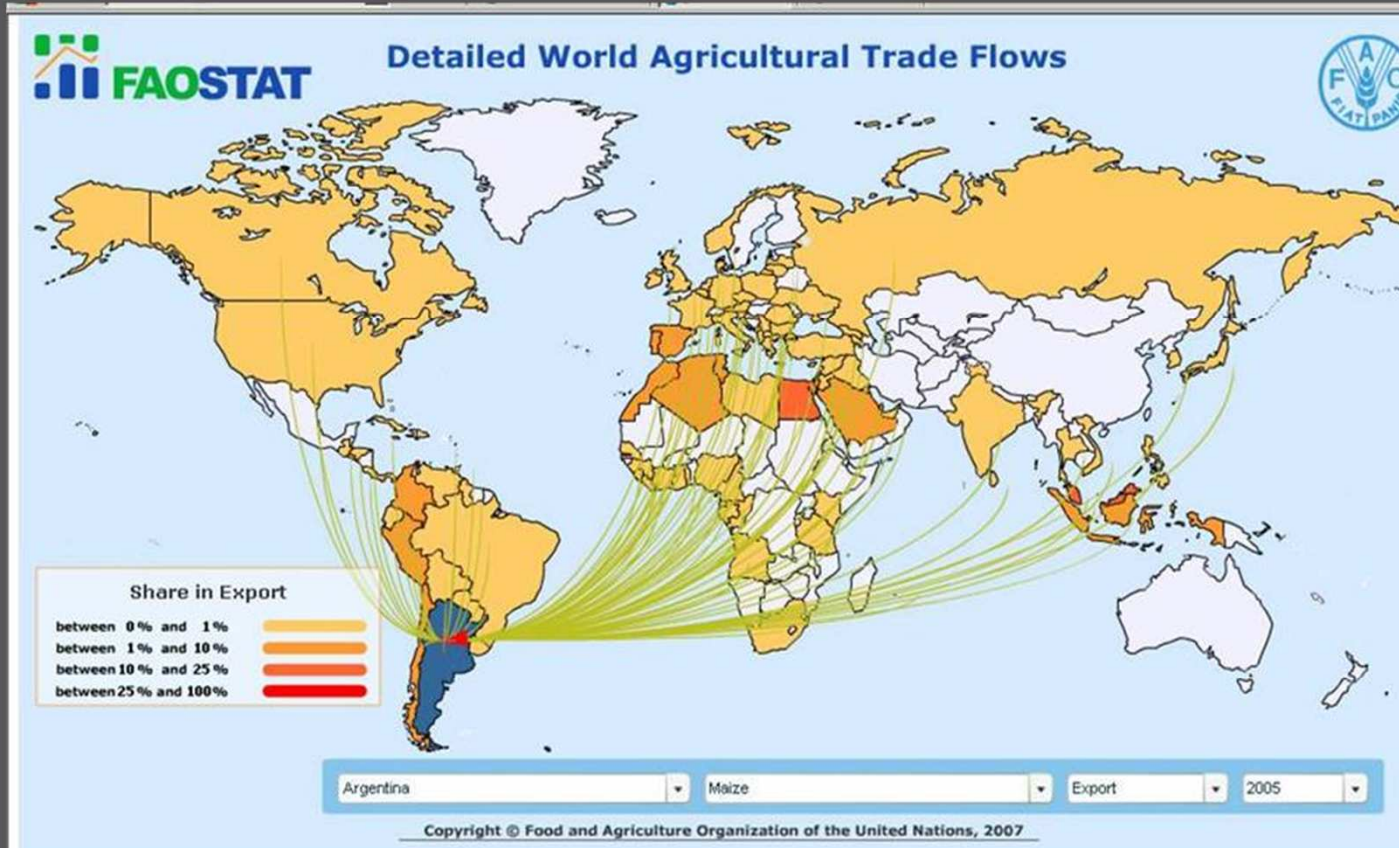
Argentina produce actualmente 17% de la producción mundial anual de soja, 11% de la de girasol y 3-4% de la cereales.

# INTRODUCCIÓN

## POSICIÓN DE LA ARGENTINA COMO EXPORTADORA DE GRANOS

### DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE MAIZ ARGENTINO

20<sup>VECES</sup> **Si**  
20<sup>º</sup> Congreso **Aapresid**



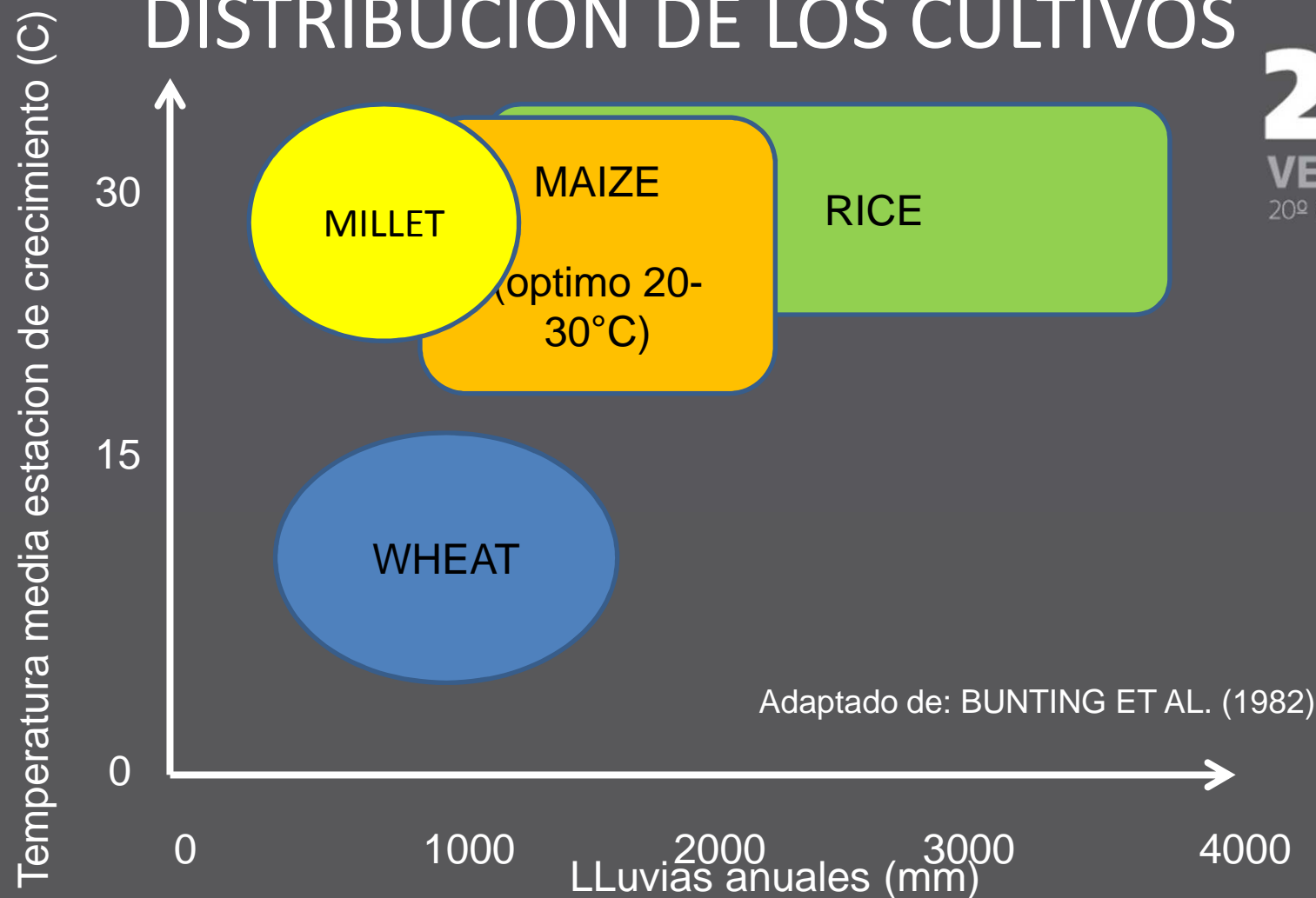
La mayor proporción de la producción de maíz argentino es exportado a países de América, Asia, África y Europa.



Dr. G. A. Maddonni

# INTRODUCCIÓN

## DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS



20' **Si**  
VECES  
20º Congreso Aapresid

Adaptado de: BUNTING ET AL. (1982)

La distribución geográfica de los cultivos pueden describirse a través de dos variables ambientales: la temperatura media de la estación de crecimiento y las lluvias anuales.

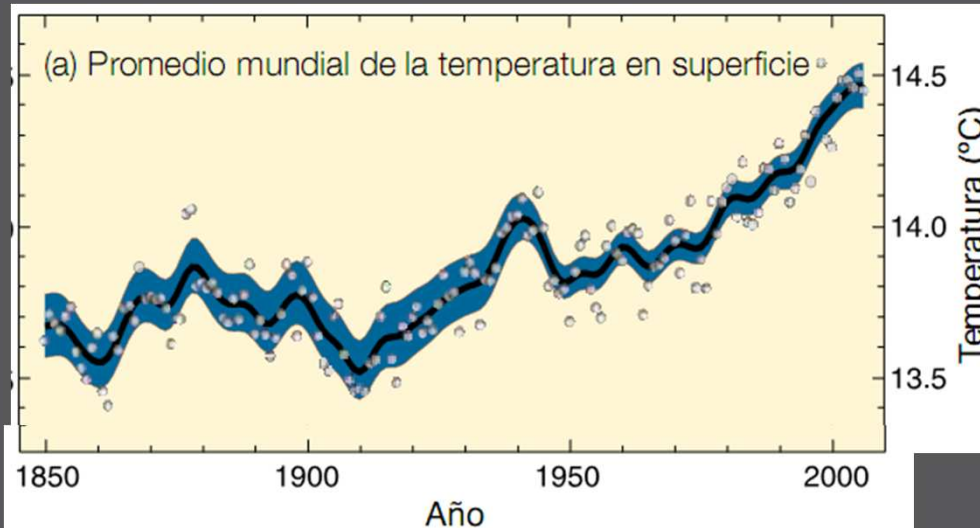


Dr. G. A. Maddonni

# INTRODUCCIÓN

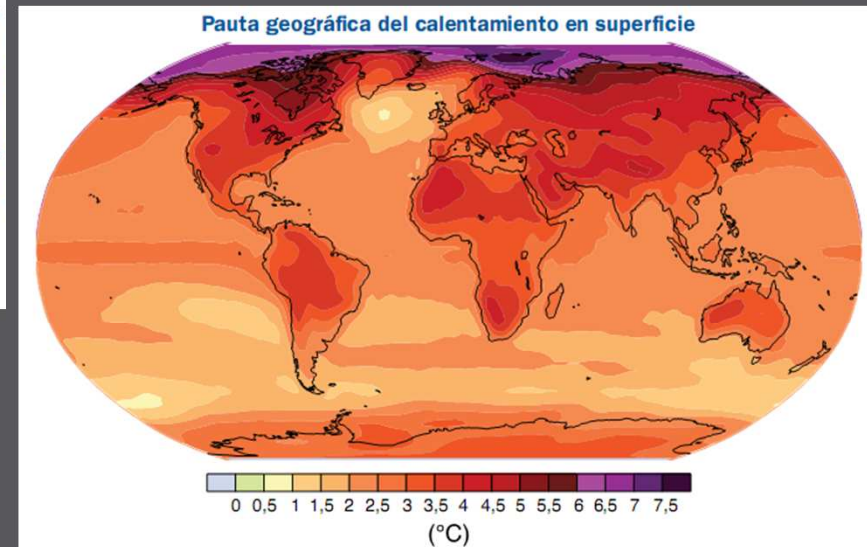
## CAMBIO CLIMÁTICO MUNDIAL

20<sup>º</sup>si  
VECES  
20<sup>º</sup> Congreso Aapresid



*Variación observada del promedio mundial de las temperaturas en superficie*

IPCC, 2007.



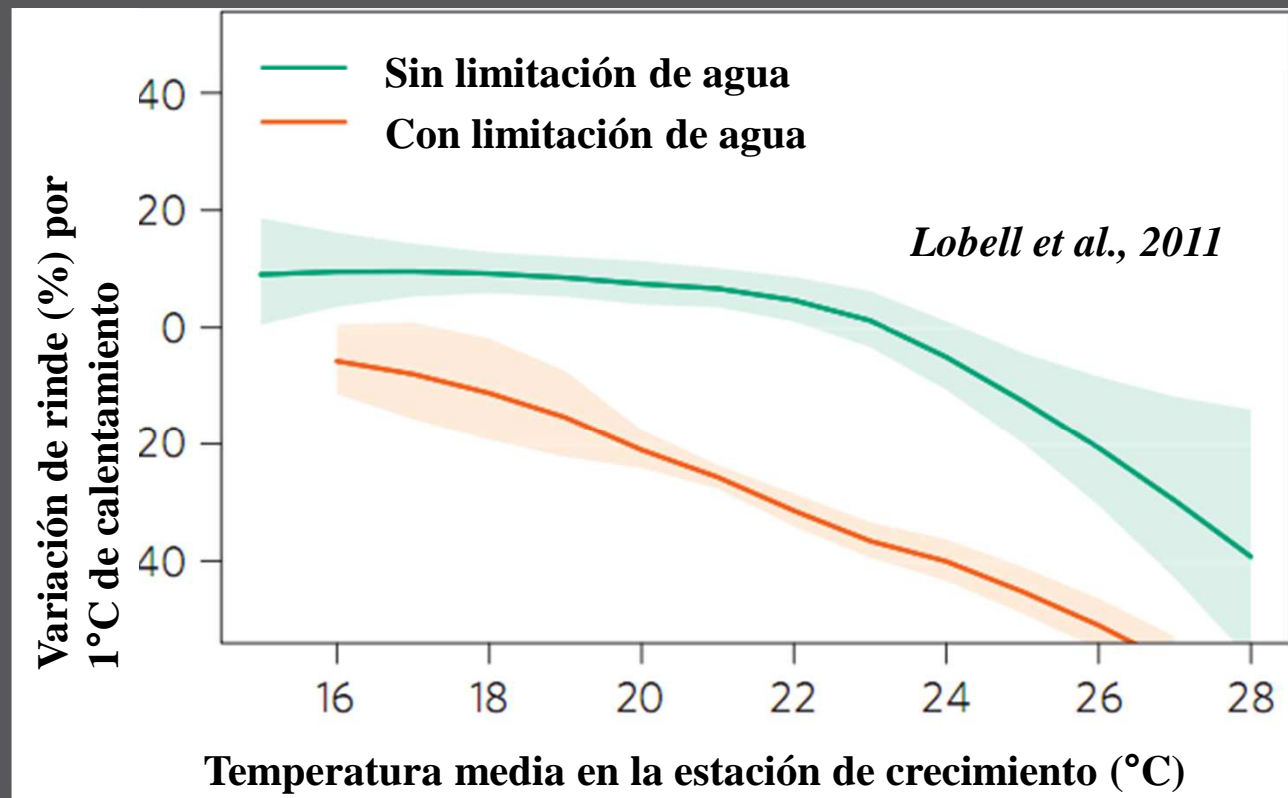
*Cambios de la temperatura superficial proyectados para finales del siglo XXI (2090-2099).*

En maíz, es un cultivo sensible a la ocurrencia de temperaturas por encima de un umbral de aproximadamente 35-40 °C.

# INTRODUCCIÓN

## IMPACTO DEL AUMENTO DE TEMPERATURA EN EL RINDE DE MAIZ

20<sup>o</sup> Si  
VECES  
20<sup>o</sup> Congreso Aapresid



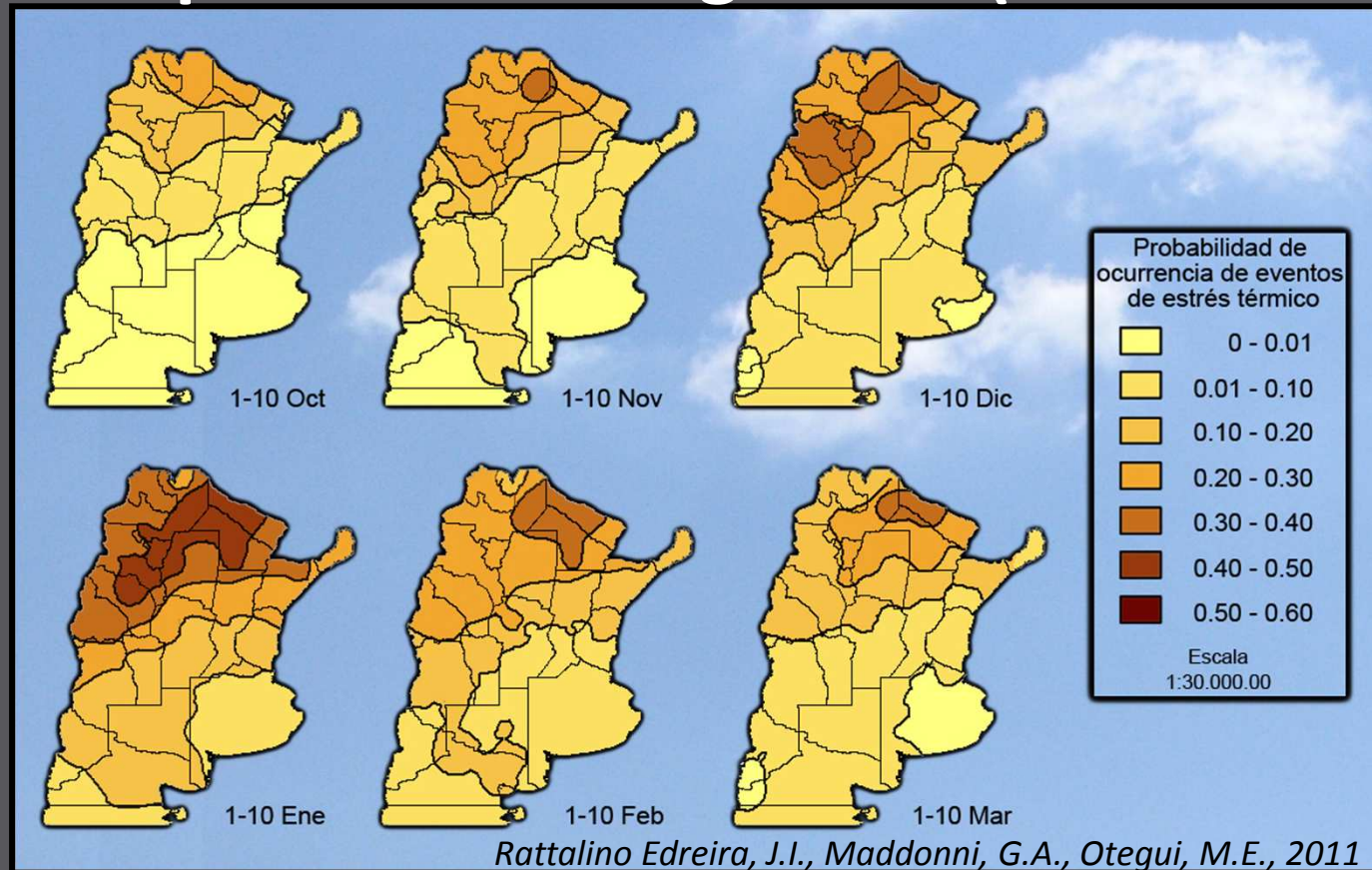
Con buena oferta de agua, por debajo de 25° aumentos de temperatura pueden tener efectos positivos sobre el rinde. Por encima de 25°C y/o con déficit hídrico, siempre un aumento de temperatura reduce el rinde de maíz.



# INTRODUCCIÓN

## Probabilidad de ocurrencia de eventos de estrés por calor en Argentina (1970-2010)

**20<sup>o</sup>si**  
VECES  
20<sup>o</sup> Congreso Aapresid



En Argentina, durante la primavera y el verano, pueden ocurrir días con temperatura del aire mayores a 35°C. La cantidad de día se incrementa hacia ppios de Enero.



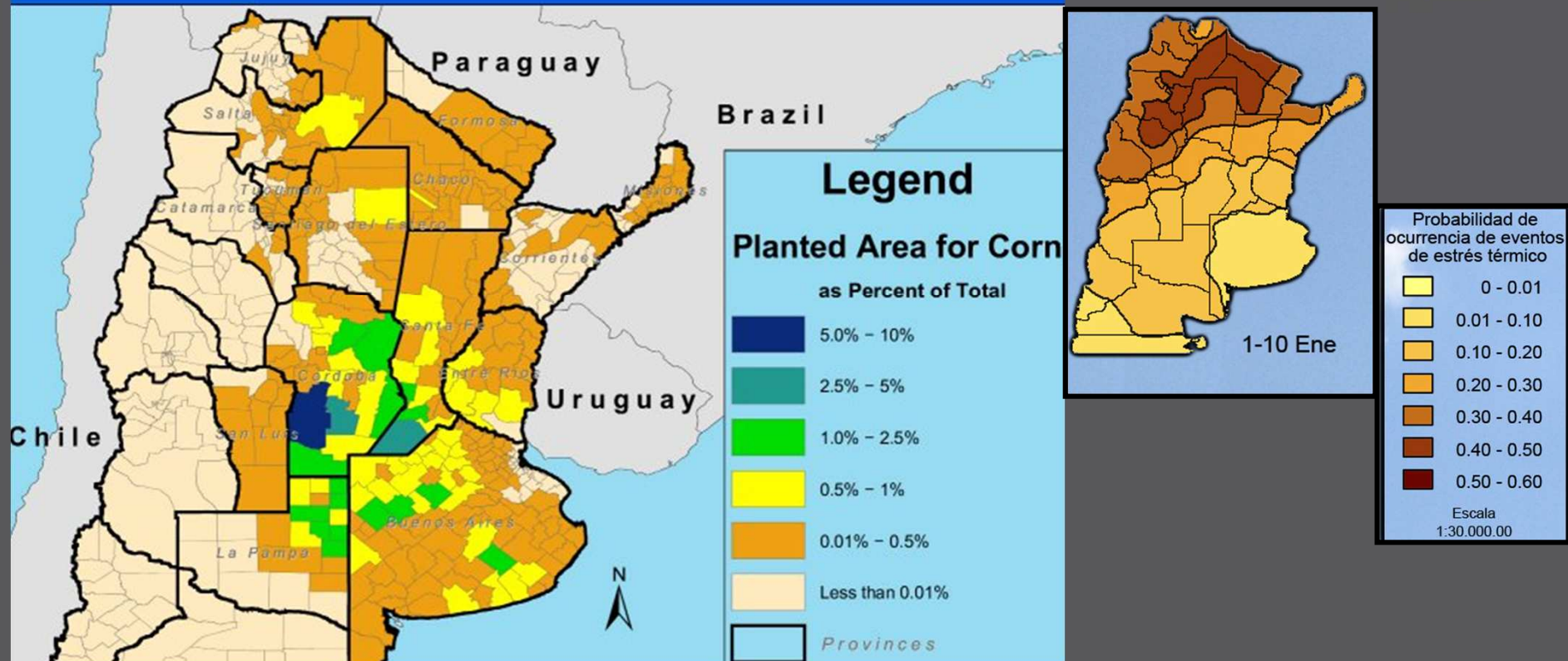
Dr. G. A. Maddonni

# INTRODUCCIÓN

En todas las regiones de producción de maíz existe la posibilidad de estrés por calor

20<sup>si</sup>  
VECES  
20<sup>o</sup> Congreso Aapresid

## Argentine Corn Planted Area



<http://www.fas.usda.gov/remote/argentina/cropmaps/index.htm>

Las frecuencias son mayores hacia el NOA, pero también se dan en la llanura pampeana.



Dr. G. A. Maddonni

## OBJETIVOS



Analizar la respuesta de la producción de biomasa, el rendimiento y su calidad en híbridos de maíz de distinto origen (tropicales, templados, tropical x templado) y destino final de la producción (flint, pisingallo, granífero), ante la incidencia de golpes de calor en distintas etapas del cultivo (previo al período crítico, durante el período crítico y en distintos momentos del llenado efectivo de los granos).

## OBJETIVOS



Analizar la respuesta de la producción de biomasa, el rendimiento y su calidad en híbridos de maíz de distinto origen (tropicales, templados, tropical x templado) y destino final de la producción (flint, pisingallo, granífero), ante la incidencia de golpes de calor en distintas etapas del cultivo (previo al período crítico, durante el período crítico y en distintos momentos del llenado efectivo de los granos).

# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

**20<sup>+</sup> Si**  
VECES  
20º Congreso **Apresid**

- *Experimentos a campo FA-UBA: 3 campañas (08-09, 09-10, 10-11)*
- *Diseño en parcelas sub-sub-divididas*  
*9 pl m<sup>-2</sup>; sin limitaciones hídrico-nutricionales*
- **Híbridos comerciales:**

**Pisingallo**  
*P-802, Alumni Seeds*



**Flint**  
*Mill 522, Dow AgroSciences*



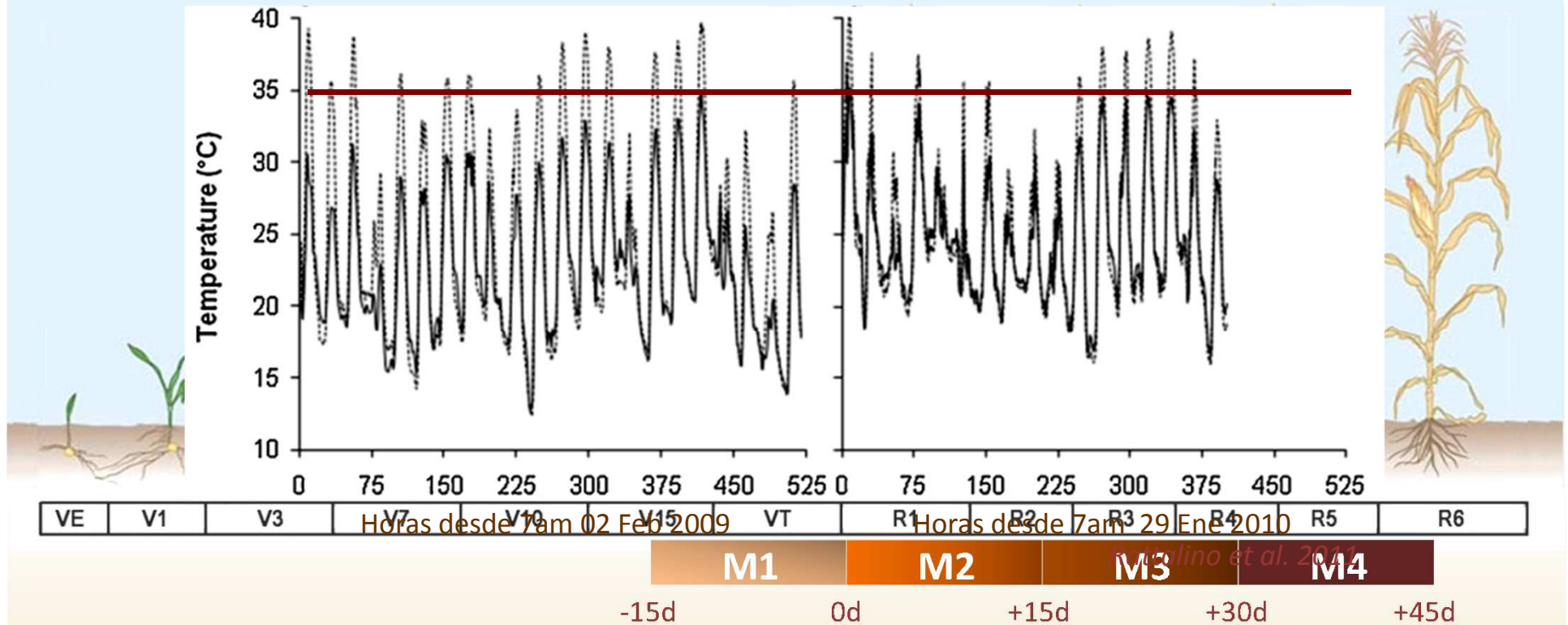
**Convencionales**  
*A120HX (temp x tropical)*  
*Y 2M545 (templado)*  
*Dow AgroSciences*



- **2 Condiciones térmicas** Control: temp. ambiente  
Estresante: temp. >35 °C a la altura de la espiga
- **4 Momentos de calentamiento de 15 días** M1, M2, M3 y M4

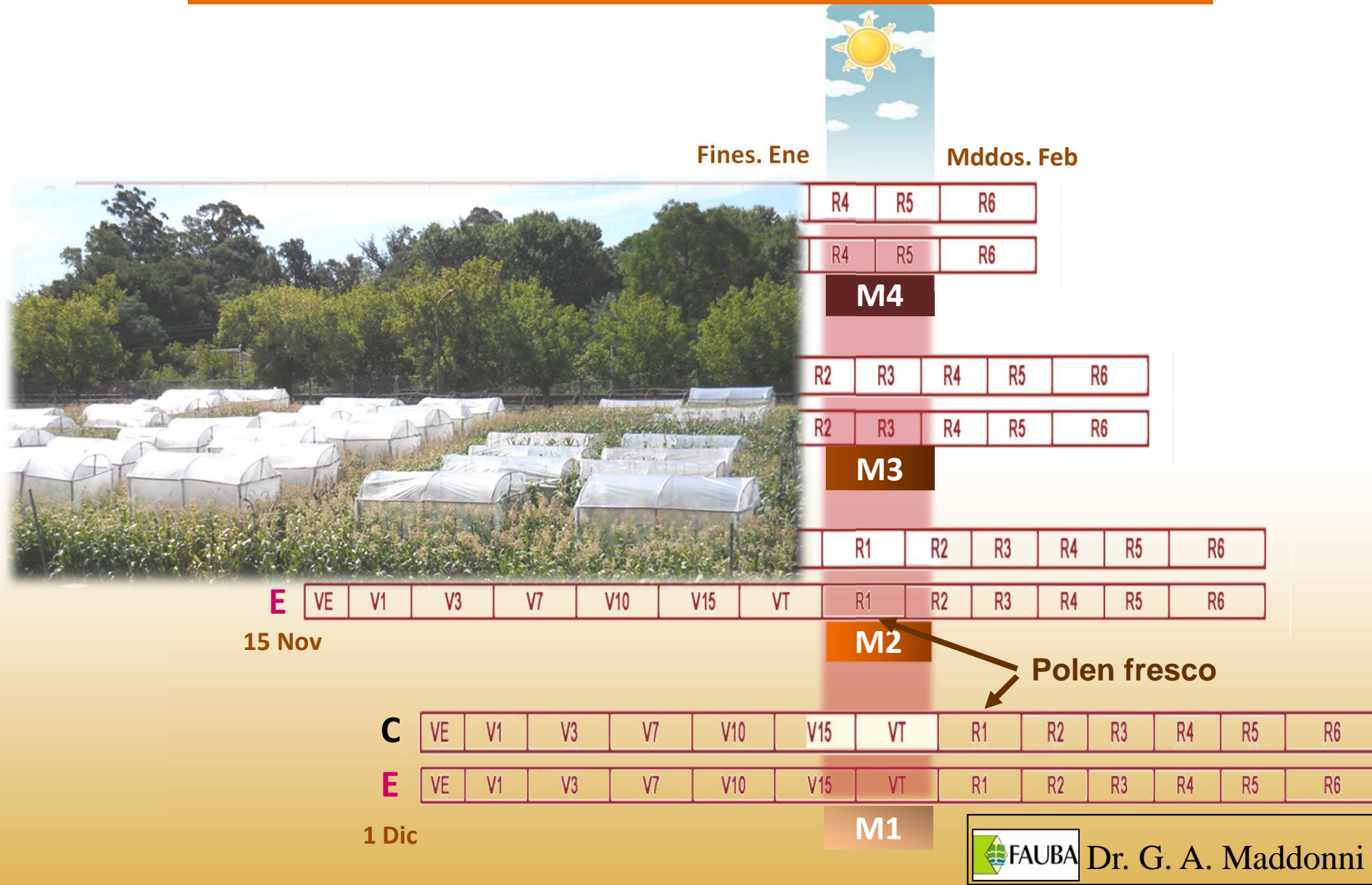
# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

## Interacción temperatura x momento



# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

## Interacción temperatura x momento

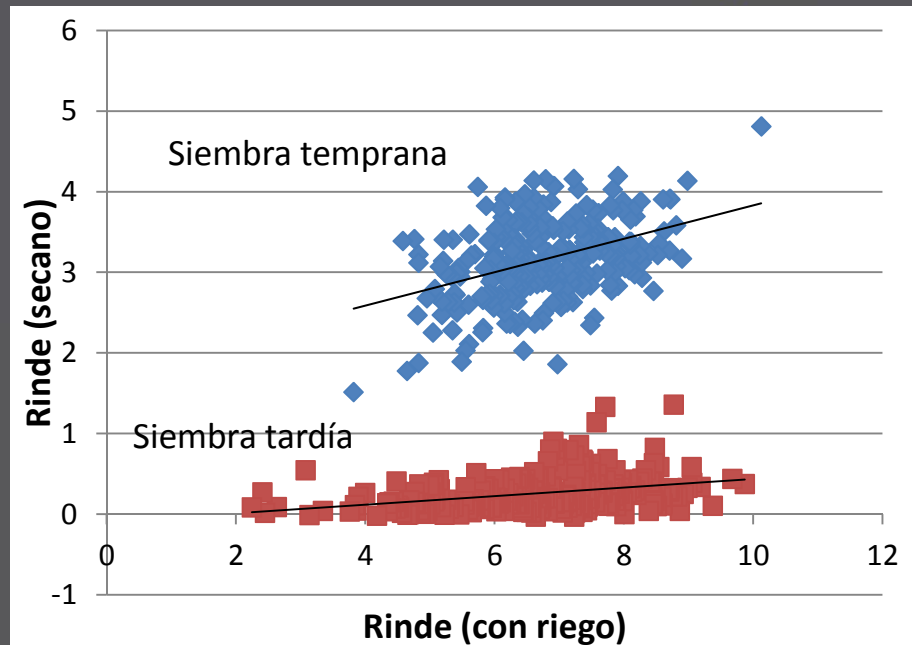
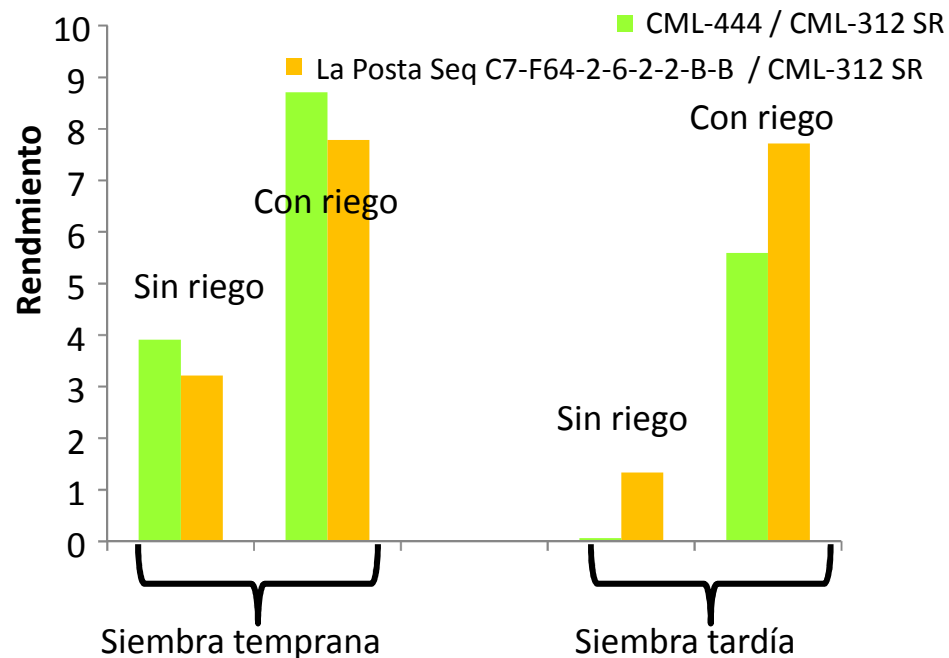


# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

## Interacción agua x temperatura

### EXPERIMENTOS CONDUCTIDOS POR CIMMYT

20' **Si**  
VECES  
20º Congreso **Aapresid**



En las siembras tardías ocurren altas temperaturas que conjuntamente con la sequía afectan severamente el rendimiento de las plantas. Existen diferencias genotípicas.



# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

## Interacción agua x temperatura

20<sup>o</sup>si  
VECES  
20<sup>o</sup> Congreso Aapresid

Experimento a campo FAUBA bajo cubierta con paneles regulables (2011/2012).

Genotipos:

- LA POSTA SEQUIA C7-F64-2-6-2-2 BBBB X CML-312SR
- CML-444 X CML-312 SR
- LA POSTA SEQUIA C7-F64-2-6-2-2 BBBB
- CML-312SR
- CML-444

Fecha de siembra: 29/12/2011

Densidad: 9 pl/m<sup>2</sup>.

Distancia entre hileras: 0.50m

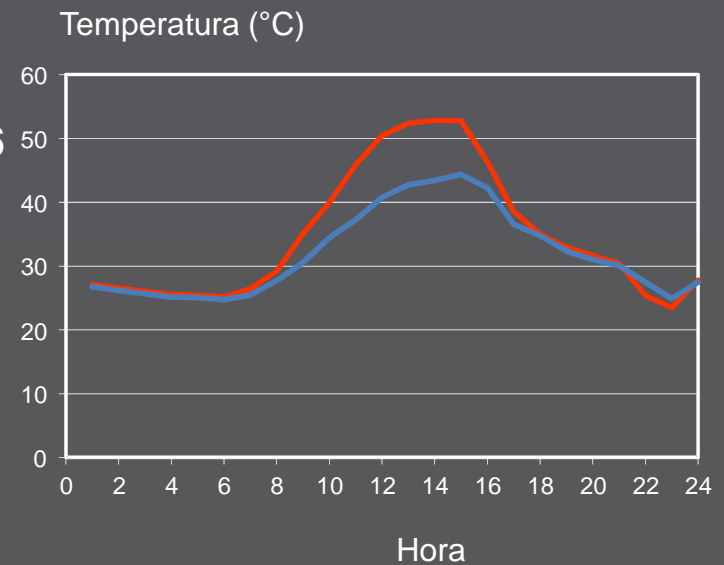
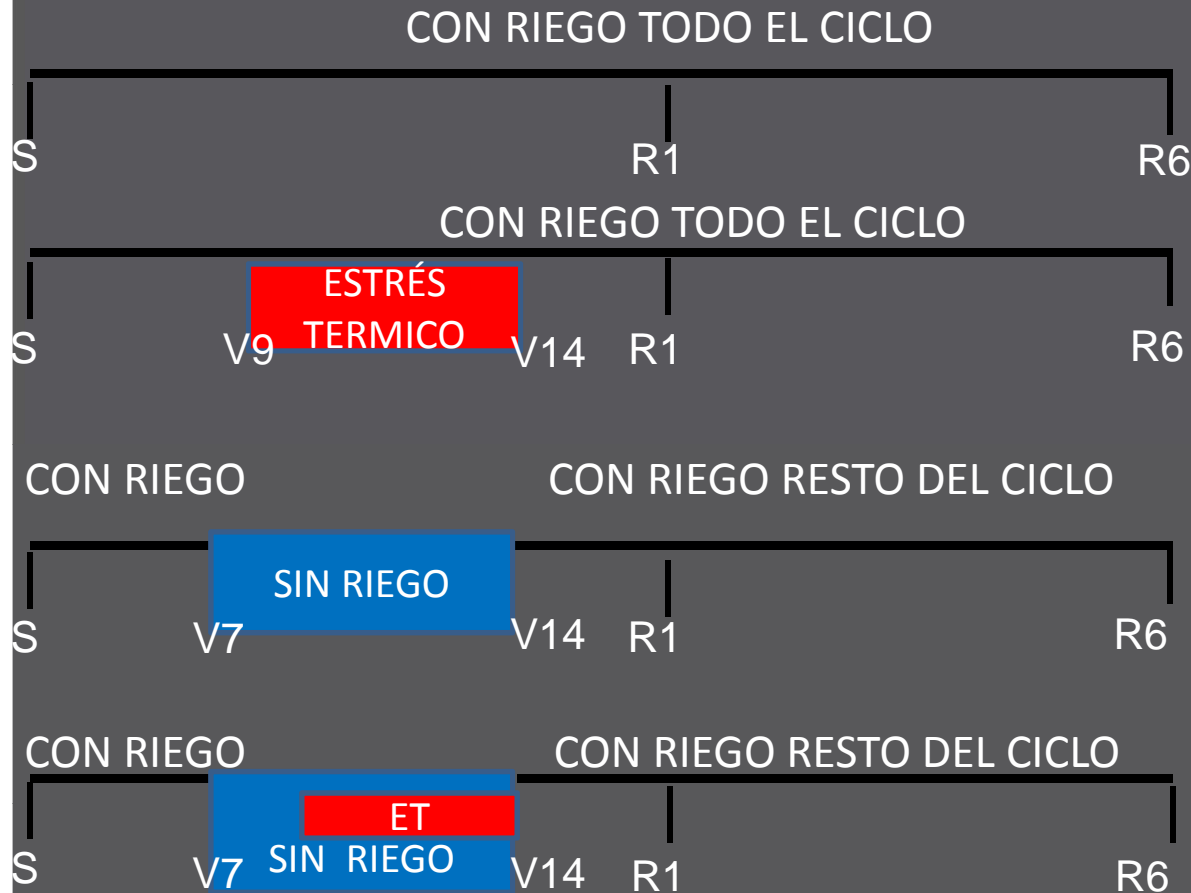
Parcelas: 4 hileras, 5m de largo (10m<sup>2</sup>)



# APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

## Interacción agua x temperatura

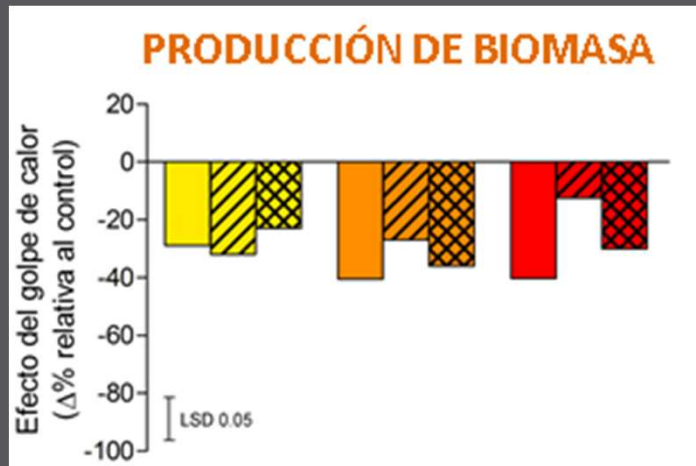
20<sup>º</sup>si  
VECES si  
20º Congreso Aapresid



# PRODUCCION DE BIOMASA

## Interacción temperatura x momento

20' Si  
VECES  
20º Congreso Aapresid



El impacto de breves episodios de golpes de calor, en distintos momentos del ciclo determinó una reducción similar de la producción de biomasa (entre 20-40% respecto al control), principalmente a través de una caída en la eficiencia en el uso de la radiación

Adaptado de Rattalino Edreira and Otegui (2012) FCR

Te TeTr Tr



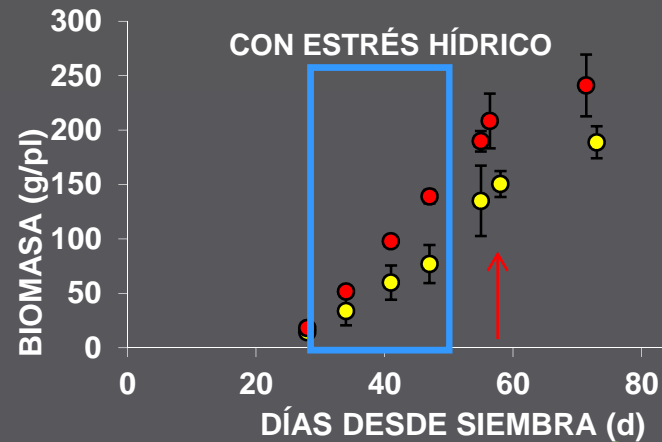
Dr. G. A. Maddonni

# PRODUCCION DE BIOMASA

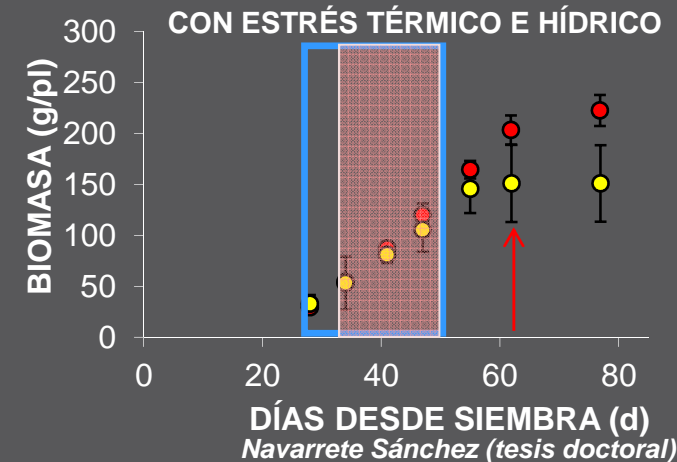
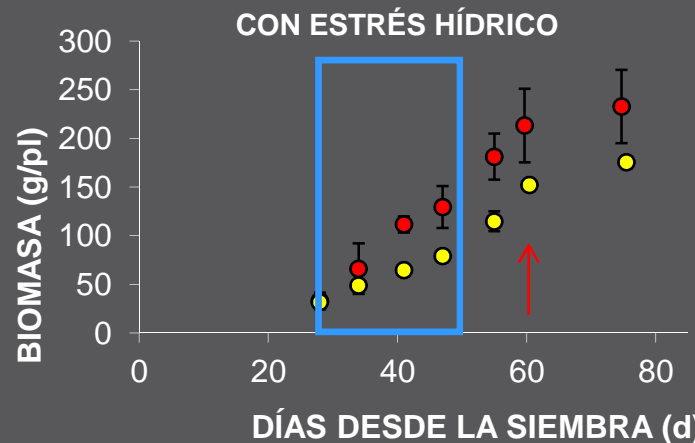
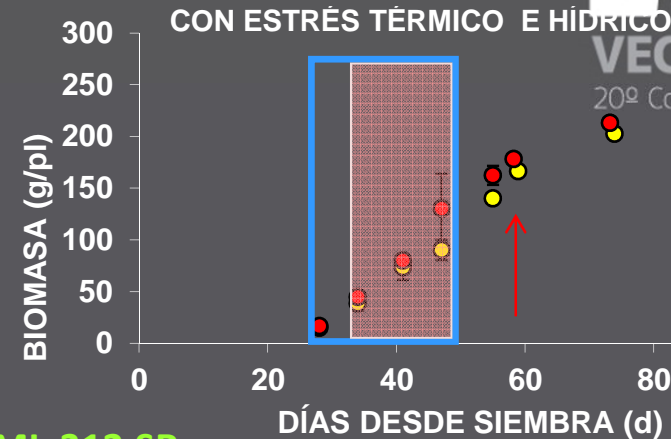
## Interacción temperatura x agua

20' **Si**  
VECES  
20<sup>a</sup> Congreso Aapresid

### LA POSTA SEQUIA C7-F64-2-6-2-2 BBBB X CML-312SR



### CML-444 X CML-312 SR

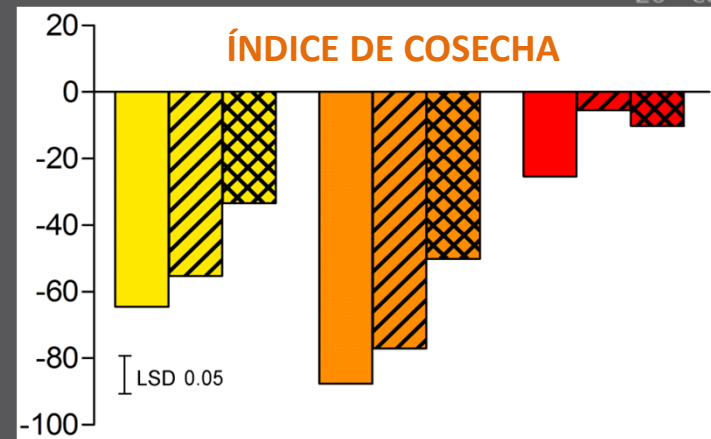
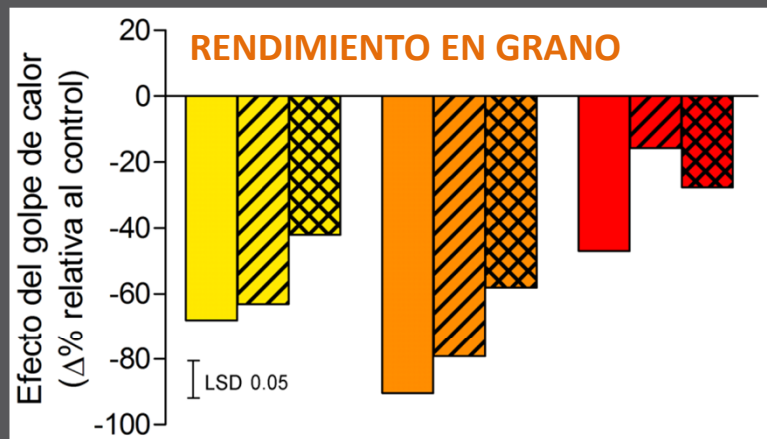


En etapas tempranas (V7 a V14), en ambos genotipos tropicales, la suspensión del riego repercutió en la producción de biomasa. Sin embargo, la ocurrencia simultánea del estrés térmico e hídrico, resultó de mayor impacto en **CML-444 x CML-312 SR**.

# RENDIMIENTO Y COMPONENTES

## Interacción temperatura x momento

20<sup>o</sup> Si  
VECES  
20<sup>o</sup> Congreso Aapresid



El mayor impacto de los episodios de golpe de calor sobre el rendimiento se registró cuando los mismos ocurrieron en el período inmediato posterior a la floración femenina, determinando una menor fijación de granos y como consecuencia una caída en el índice de cosecha. El híbrido templado presentó mayor sensibilidad.

Adaptado de Rattalino Edreira and Otegui (2012) FCR

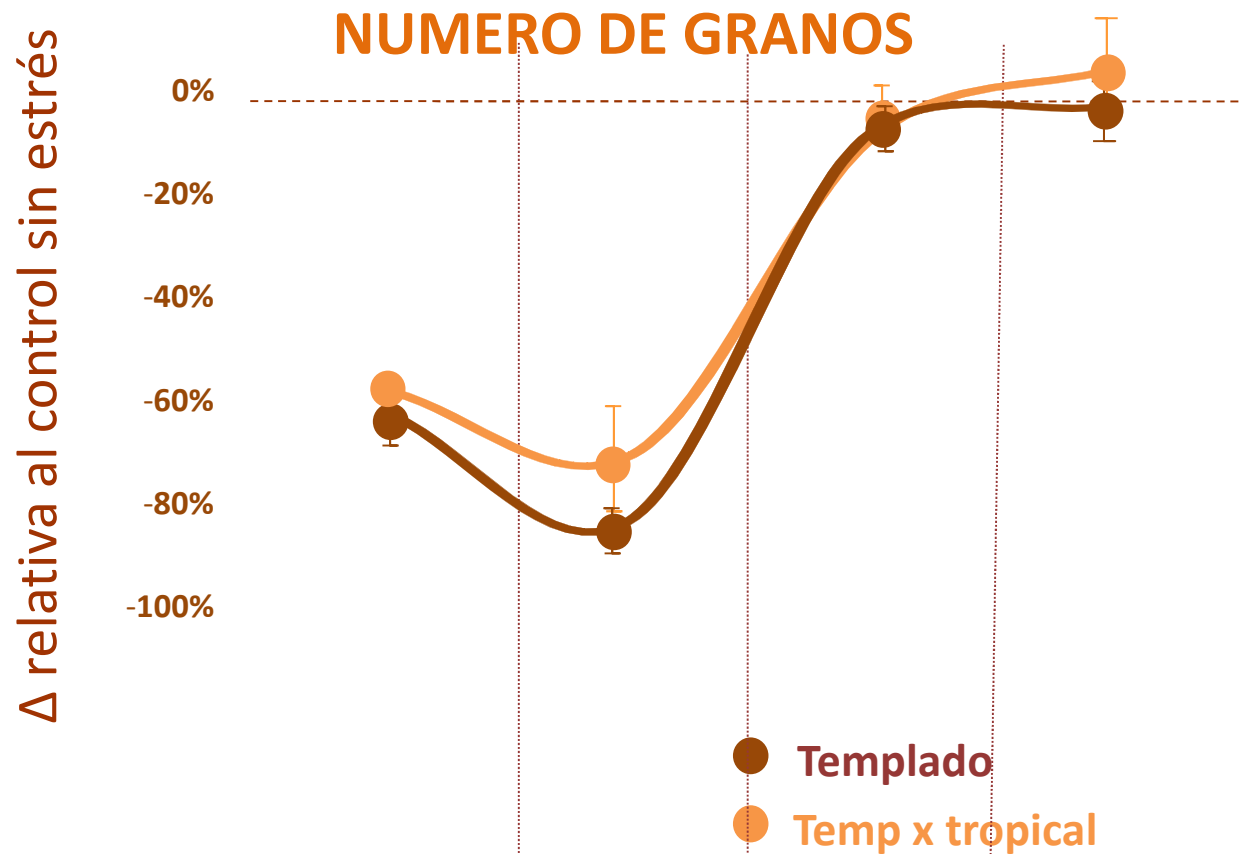
Te TeTr Tr



Dr. G. A. Maddonni

# RENDIMIENTO Y COMPONENTES

## Interacción temperatura x momento



Elaborado a partir de J. Rattalino y L. Mayer (tesis doctorales).

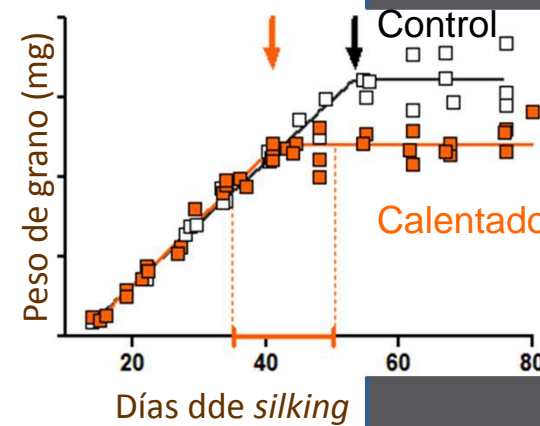
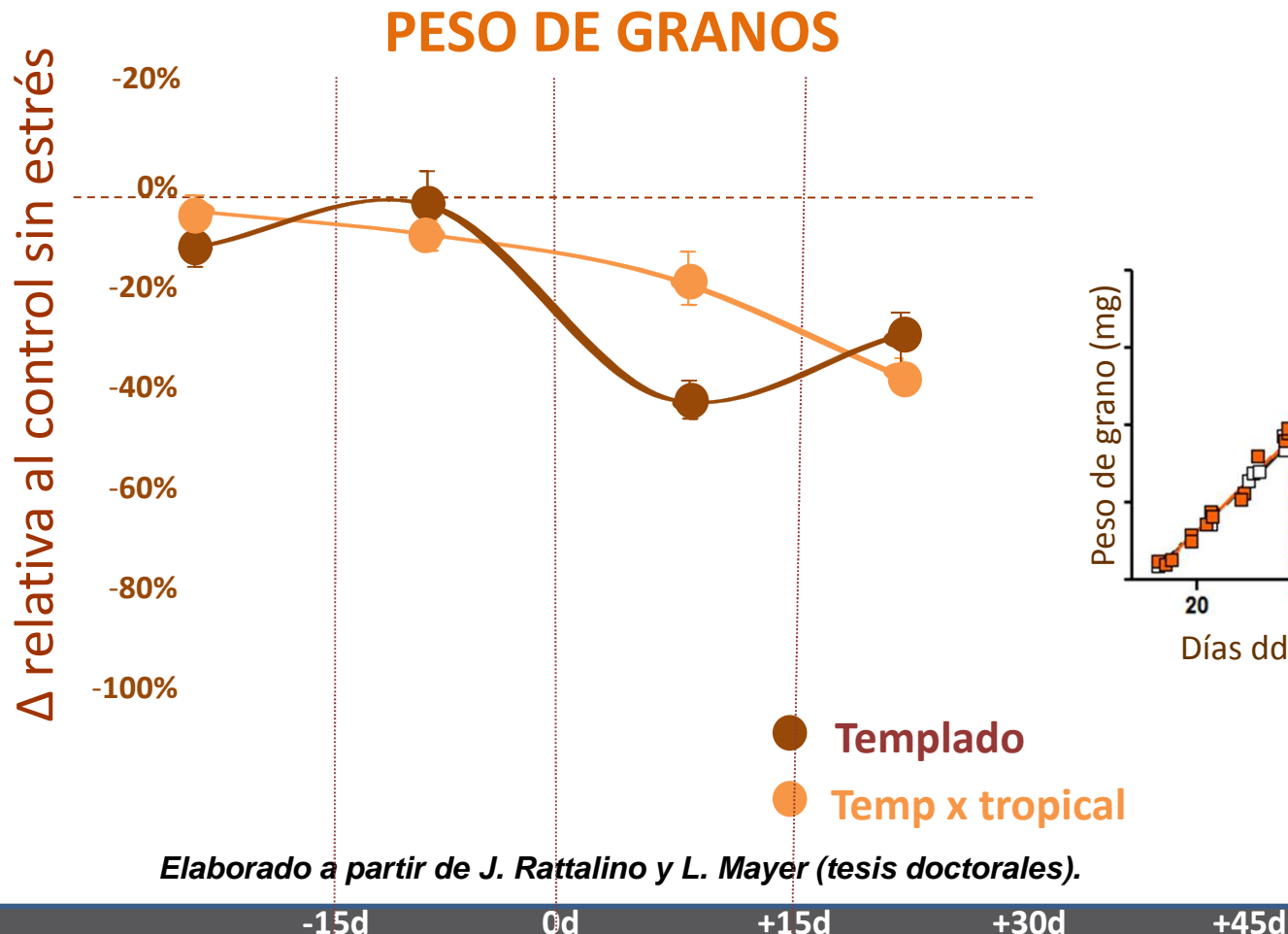


20<sup>º</sup>si  
VECES si  
20<sup>º</sup> Congreso Aapresid

# RENDIMIENTO Y COMPONENTES

## Interacción temperatura x momento

**20' Si**  
 VECES Si  
 20º Congreso Aapresid



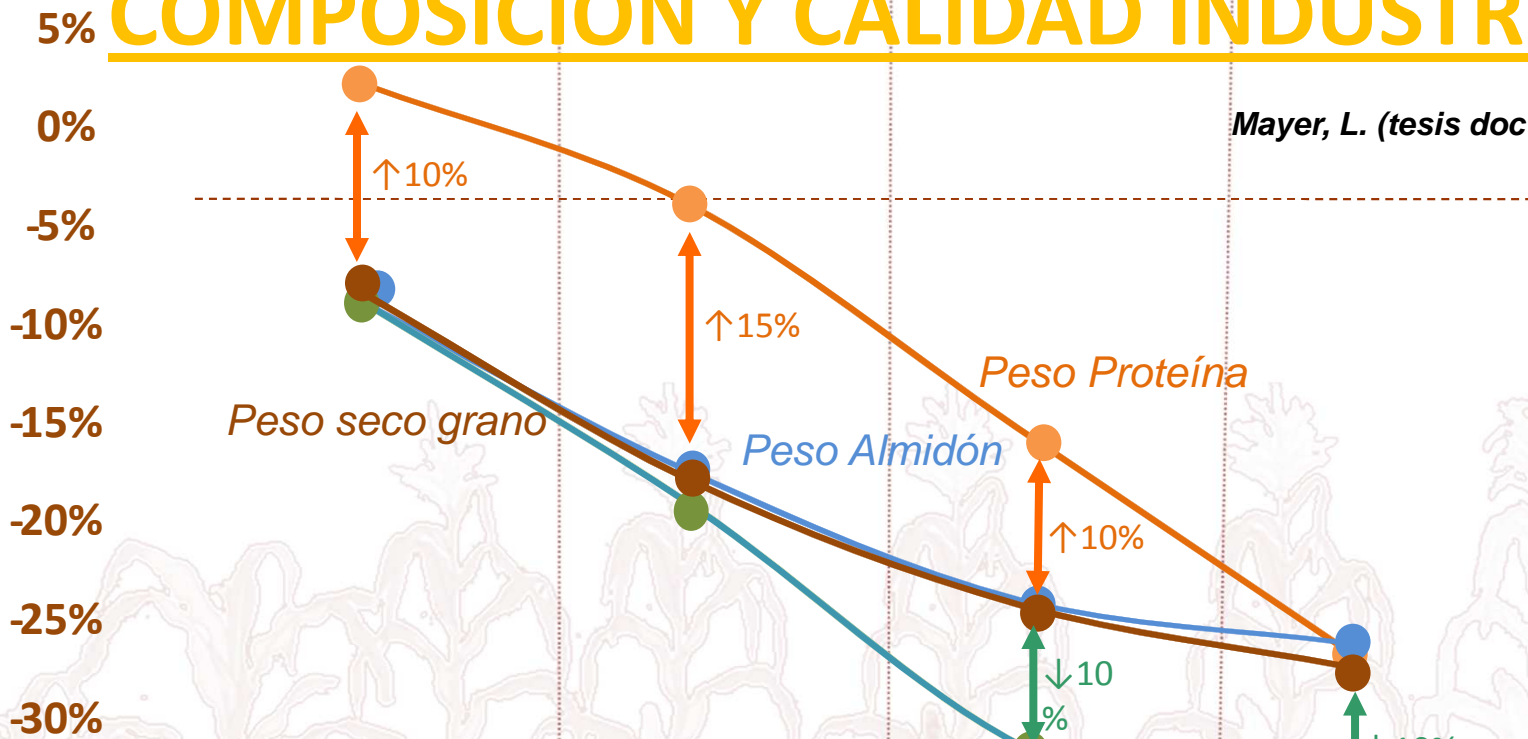
Elaborado a partir de J. Rattalino y L. Mayer (tesis doctorales).



# COMPOSICION Y CALIDAD INDUSTRIAL

Mayer, L. (tesis doctoral)

Δ relativa al control sin estrés



> Conc. proteica

>> Conc. proteica

> Conc. proteica

< Conc. oleica

< Conc. oleica

CONTROL

M1

M2

M3

M4

V7

V10

V15

VT

R1

R2

R3

R4

R5

R6



# COMPOSICION Y CALIDAD INDUSTRIAL

Parámetros de calidad industrial	Efectos del estrés térmico					
	Pisingallo		Flint		Granífero	
	1°mitad	2°mitad	1°mitad	2°mitad	1°mitad	2°mitad
% de aceite	-	-	↓	-	↓	-
% de proteína	↓	↓	-	-	-	-
% de almidón	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Densidad	-	-	-	-	-	-
Expansión	-	-	-	↑	-	↑
Peso Hectolítrico	-	-	-	↓	-	-
Relac. Molienda	-	-	-	-	-	-
Flotación	-	-	-	-	-	↑
Pico 8 ( $\beta$ -zeínas)	-	-	-	-	↑	↑
Pico 11 ( $\alpha$ -zeínas)	↓	↓	↓	↓	↓	↓

**20<sup>o</sup> Si**  
 VECES  
 20<sup>o</sup> Congreso Aapresid

Mayer, L. (tesis doctoral)

Los resultados preliminares de los impactos de los golpes de calor durante el llenado efectivo de los granos sobre los parámetros de calidad industrial, permitieron detectar caídas en la cantidad relativa de  $\alpha$  zeínas (relacionadas positivamente con la dureza de los granos, característica deseable para en los genotipos flint), e incrementos en la concentración de almidón, en todos los genotipos independientemente del momento de ocurrencia.



Dr. G. A. Maddonni

# CONCLUSIONES



La ocurrencia de golpes de calor en distintos momentos afectaron la producción de biomasa, a través de caídas en la eficiencia en el uso de la radiación.

En etapas tempranas no pudo atenuarse con el riego, pero sí existieron diferencias genotípicas en la posibilidad de revertirlo post-estrés térmico.

El mayor impacto sobre el rendimiento resultó cuando el estrés térmico tuvo lugar en el período inmediato posterior a la floración femenina, afectando el cuaje de los granos.

El híbrido de origen templado presentó una mayor sensibilidad en este rasgo que el híbrido tropical.

Durante el llenado de los granos, los golpes de calor interrumpieron el crecimiento de los granos. Como consecuencia, los granos presentaron menor peso, y menor concentración de aceite, mayor concentración de proteína y cambios en los tipos de zeínas.



# CONCLUSIONES

## TAMBIEN PARTICIPAN DE ESTE PROYECTO:

Dr. Gustavo Slafer (Univ. Lleida, España)

Dra. Roxana Savín (Univ. Lleida, España)

Ing. Agr. Raziél A. Ordoñez (Univ. Lleida, España)

Dra Jill Cairns (Cimmyt)

Dr Samuel Trachsel (Cimmyt)

Dr. José Luis Araus (ex.Cimmyt-Univ. Barcelona, España)

Dra. Claudia Bedoya (Cimmyt)

Ing. Agr. Ciro Sánchez (Cimmyt)

Ing. Agr. Félix San Vicente (Cimmyt)



**Muchas gracias!**



Dr. G. A. Maddonni

