

Trigo y cebada en ambientes de alto potencial Productividad, captura de recursos y sustentabilidad

Daniel F. Calderini, Carolina Lizana, Ricardo Riegel y Javier Marín

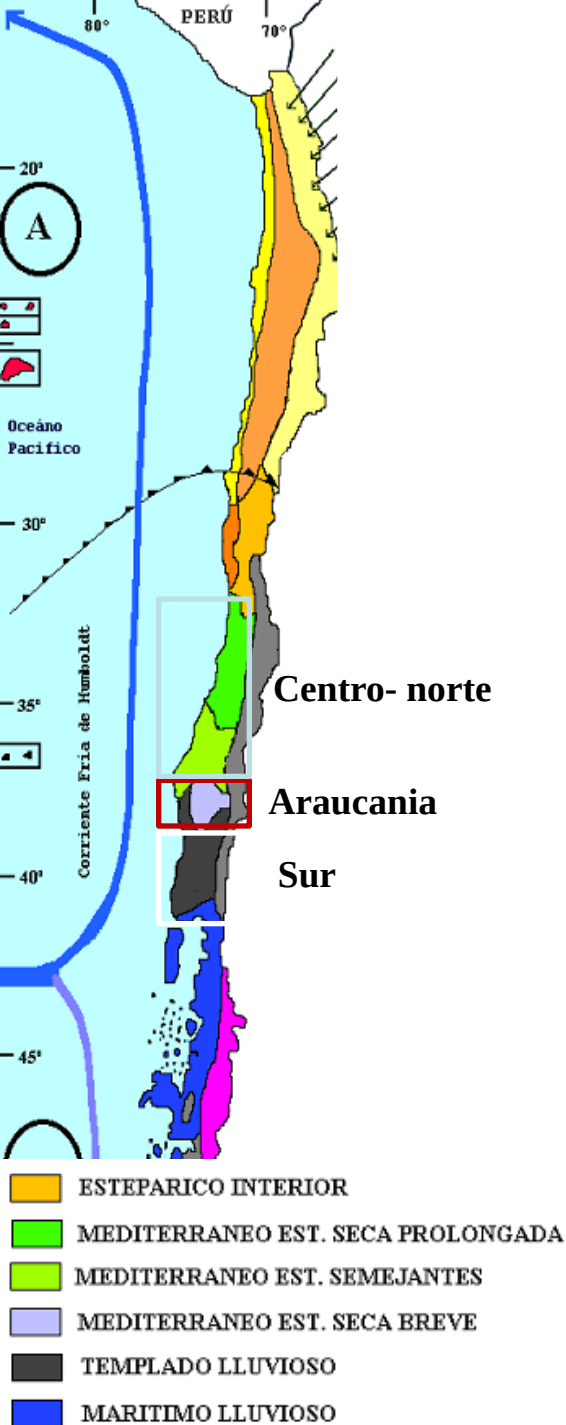


Universidad Austral de Chile

Valdivia, noviembre de 2011

Esquema General de la Presentación

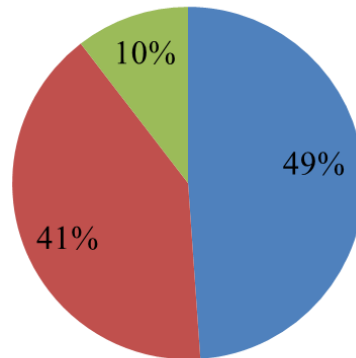
- Zonas de producción de trigo y cebada en Chile: rendimientos y algunos atributos de calidad
- Áreas de alto potencial (zona sur): fenología, rendimiento, componentes numéricos y características que determinan el alto potencial
- Producción y partición de la biomasa: captura de radiación y conversión en biomasa, comparaciones con indicadores de otros sistemas productivos
- Estrategias promisorias de manejo y mejoramiento genético para incrementar la productividad
- Consideraciones para incrementar la calidad de grano (trigos convencionales, púrpura y cebada) y la sustentabilidad del sistema productivo



Superficie cultivada

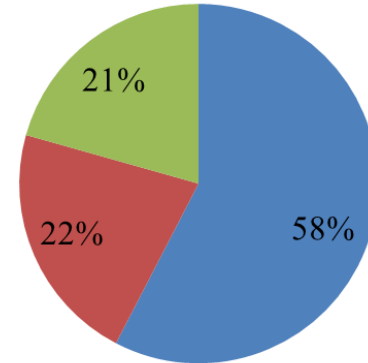
Trigo pan

65.000 – 280.000 Ha



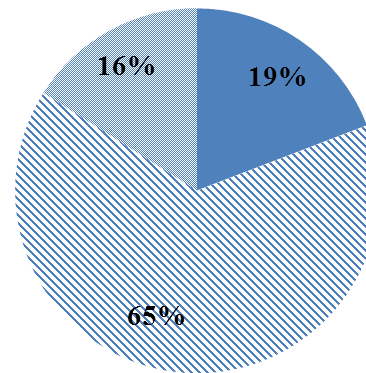
Cebada

17.000 – 21.000 Ha

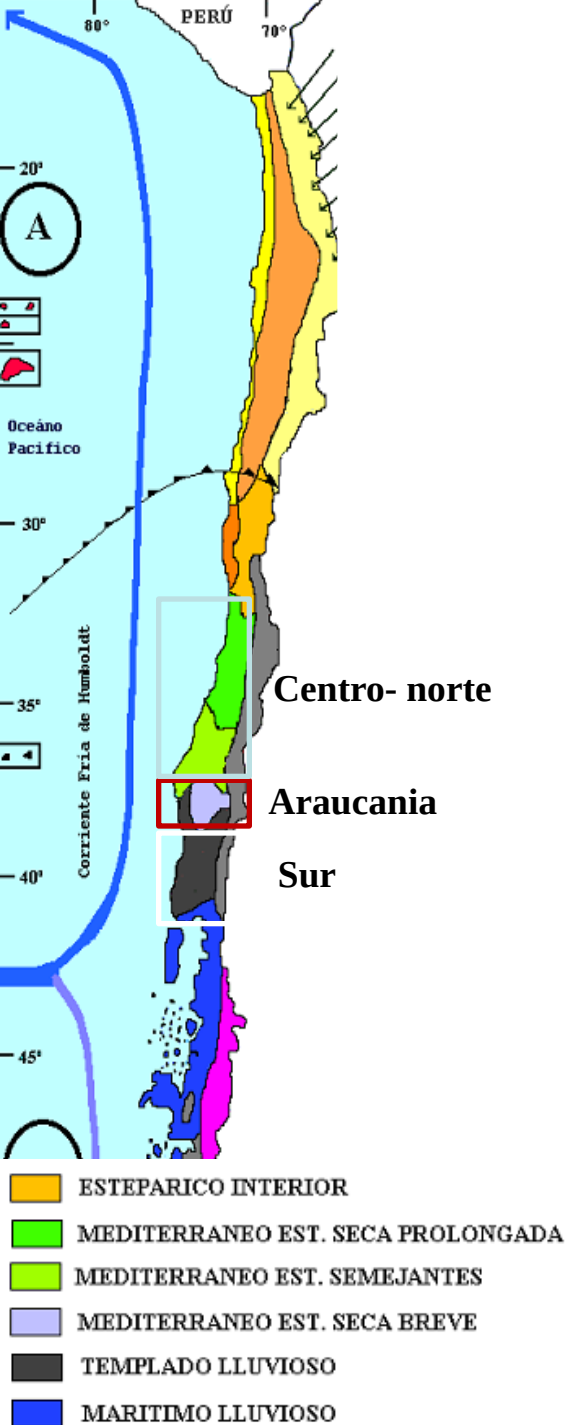


Fuente: promedio últimos 5 años ODEPA

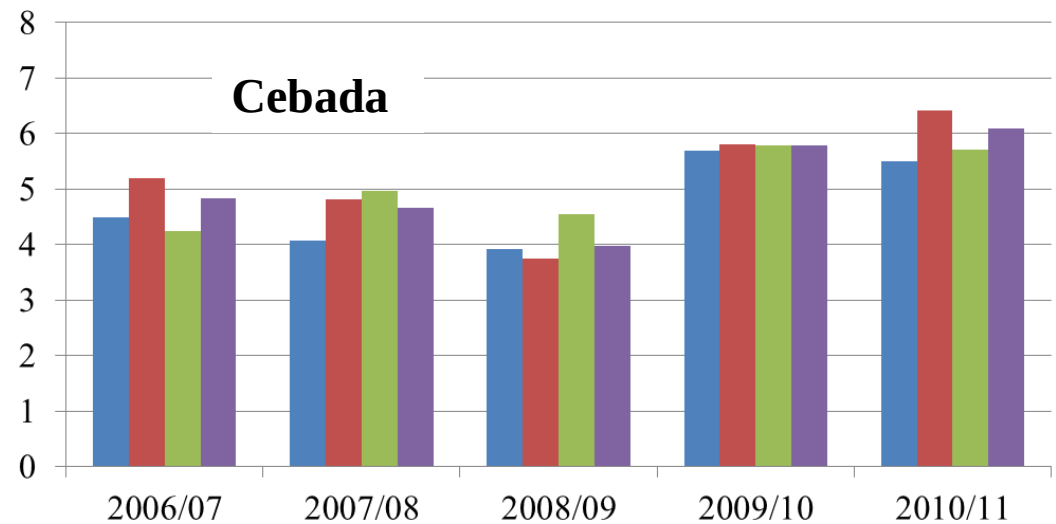
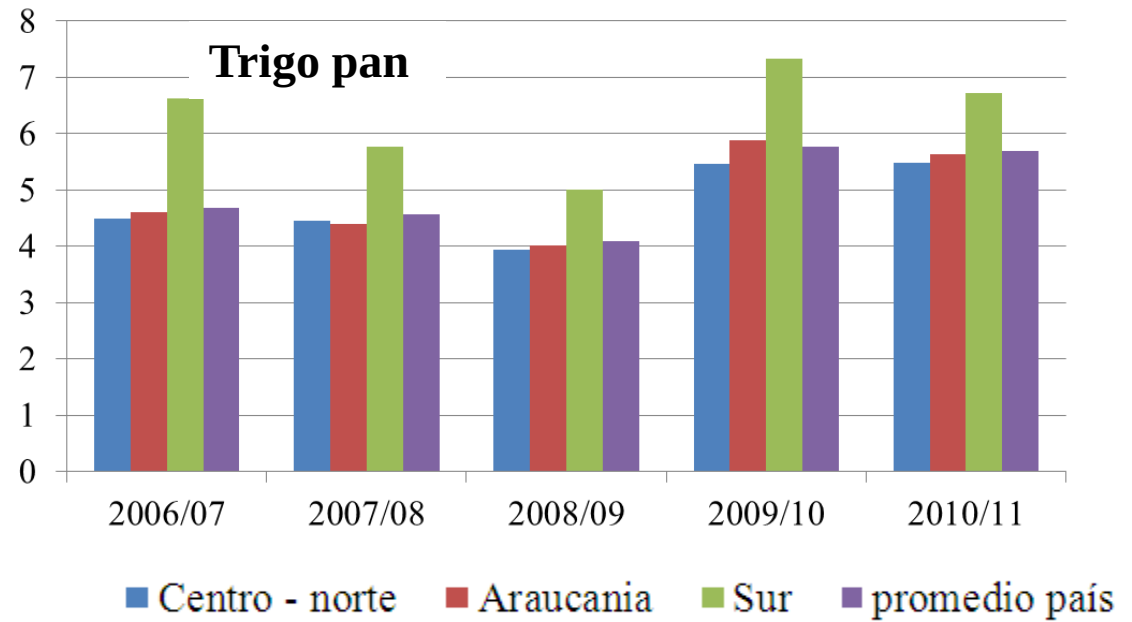
Centro - norte Araucania Sur

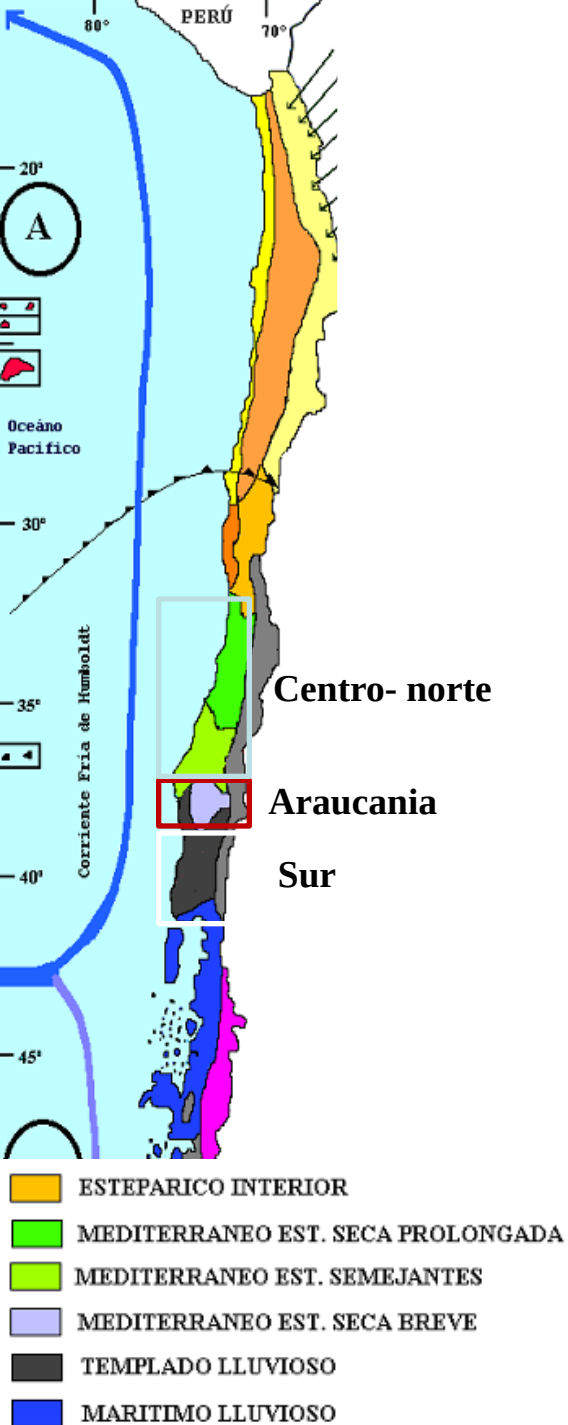


Invernal
Alternativo / Mediterraneos
Primavera

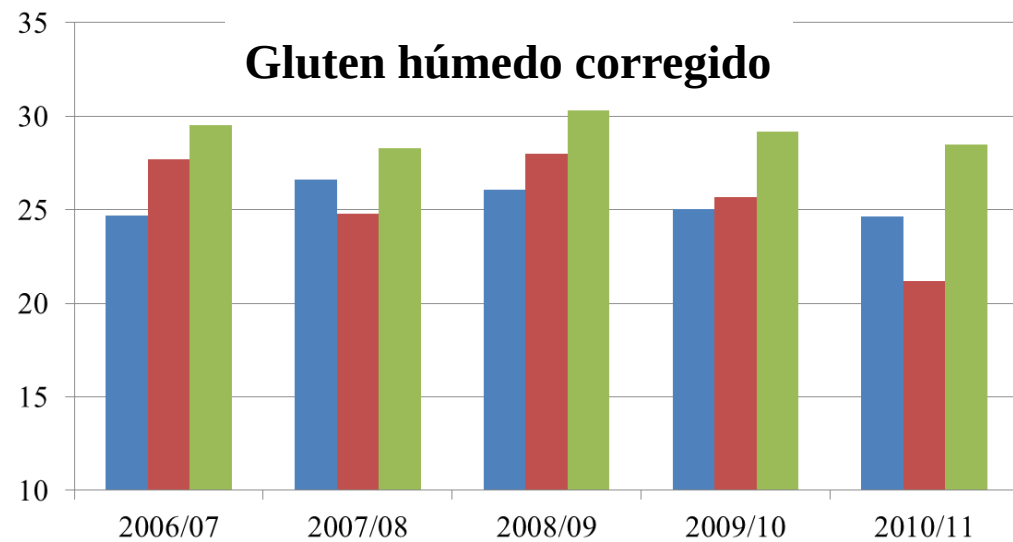
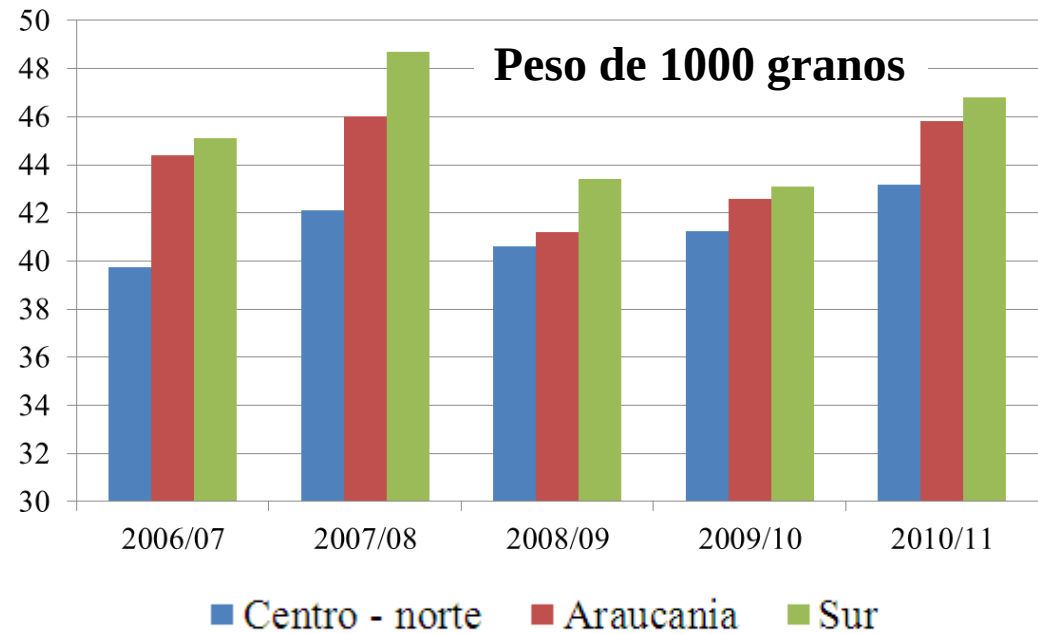


Rendimientos





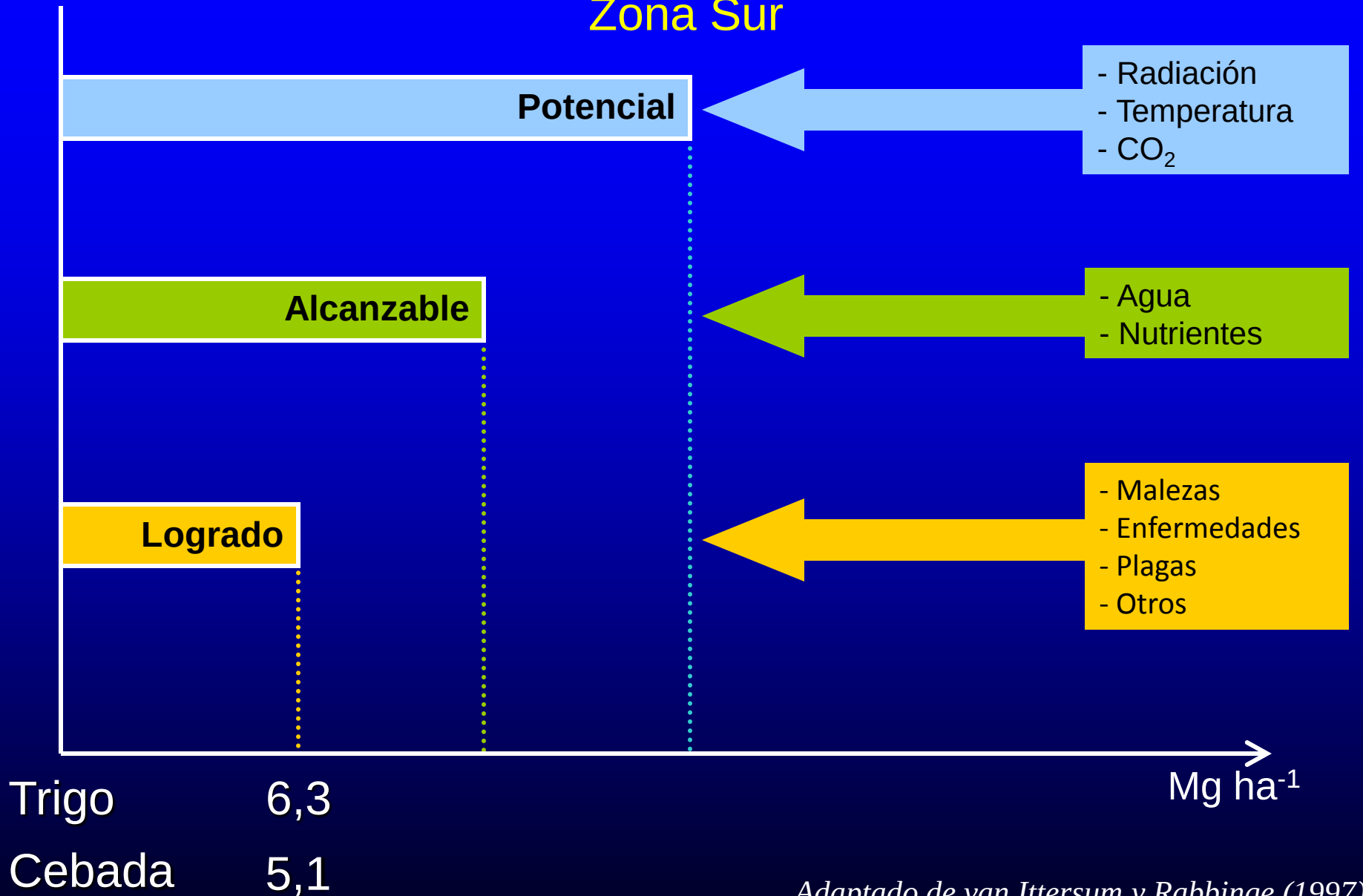
Indicadores de calidad



Fuente: COTRISA

Esquema del Rendimiento de Trigo y Cebada

Zona Sur



Adaptado de van Ittersum y Rabbinge (1997)
Field Crops Research

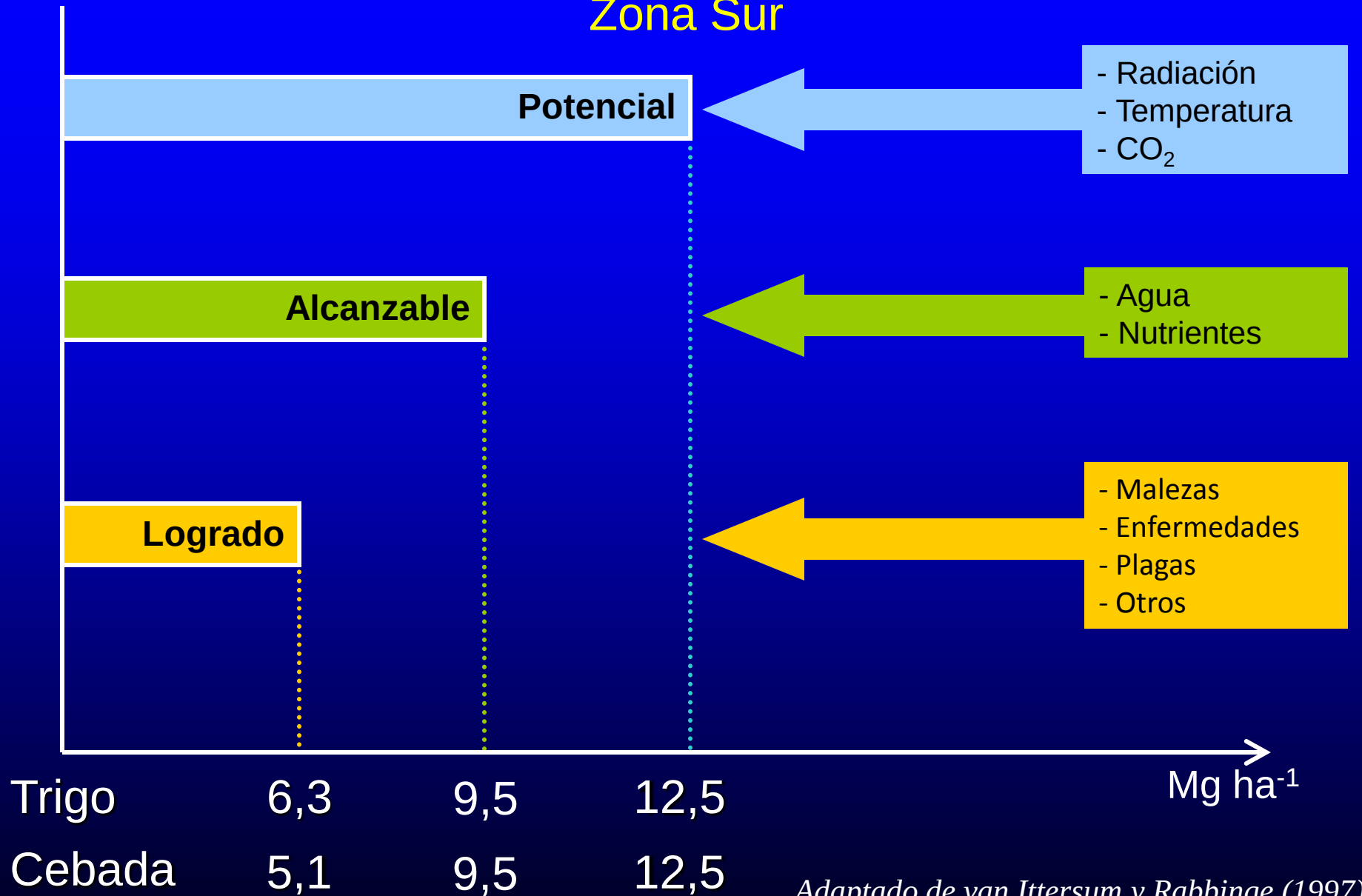
Rendimientos de Trigo y Cebada

(Experimentos en Valdivia)

Cultivo	Genotipo	Rendimiento (Mg ha ⁻¹)	Año	Fuente
Trigo	Dalcahue	11,6	2005	<i>Valle et al, 2009</i>
	Otto	12,4	2005	<i>Sandaña et al, 2009</i>
	Pandora	11,2	2010	<i>Bustos, 2011</i>
	Bacanora	12,6	2009	<i>Hasan et al., 2010</i>
Cebada	Acuario	11,0	2008	<i>Quiroz, 2010</i>
	Acuario	11,5	2009	<i>Quiroz, 2010</i>
	Scarlett	12,5	2010	<i>Marín, 2011</i>

Esquema del Rendimiento de Trigo y Cebada

Zona Sur



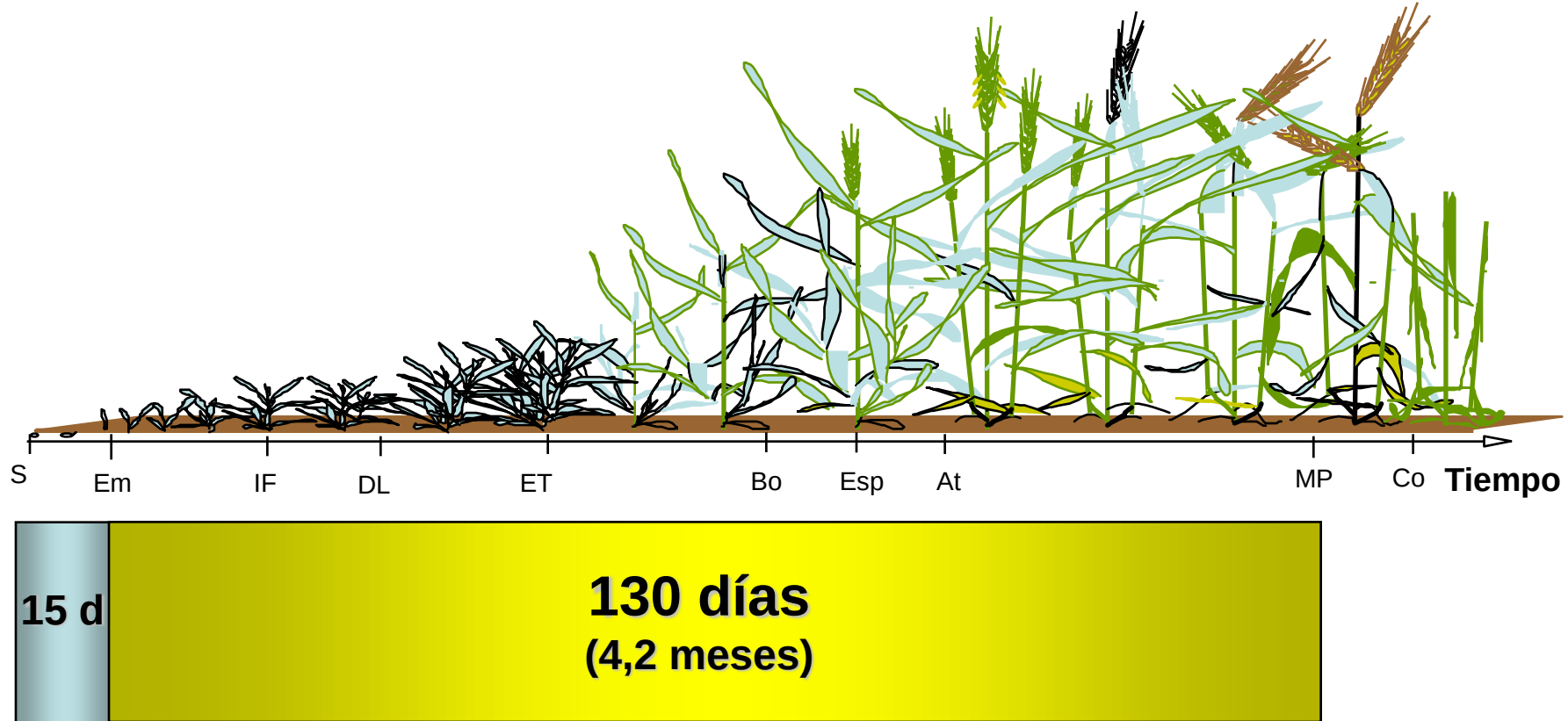
Adaptado de van Ittersum y Rabbinge (1997)
Field Crops Research

Fenología de Trigo y Cebada

Zona Sur

Cultivo	Genotipo	Siembra	Antesis	Madurez
Trigo	Domo	24 Ago	06 Dic	27 Ene
	Otto	25 Ago	05 Dic	24 Ene
	Pandora	01 Sep	03 Dic	18 Ene
	Huayún	01 Sep	03 Dic	16 Ene
	Bacanora	01 Sep	01 Dic	15 Ene
Cebada	Acuario	23 Ago	02 Dic	19 Ene
	Scarlet	22 Sep	13 Dic	16 Ene

Ciclo del Cultivo de Trigo



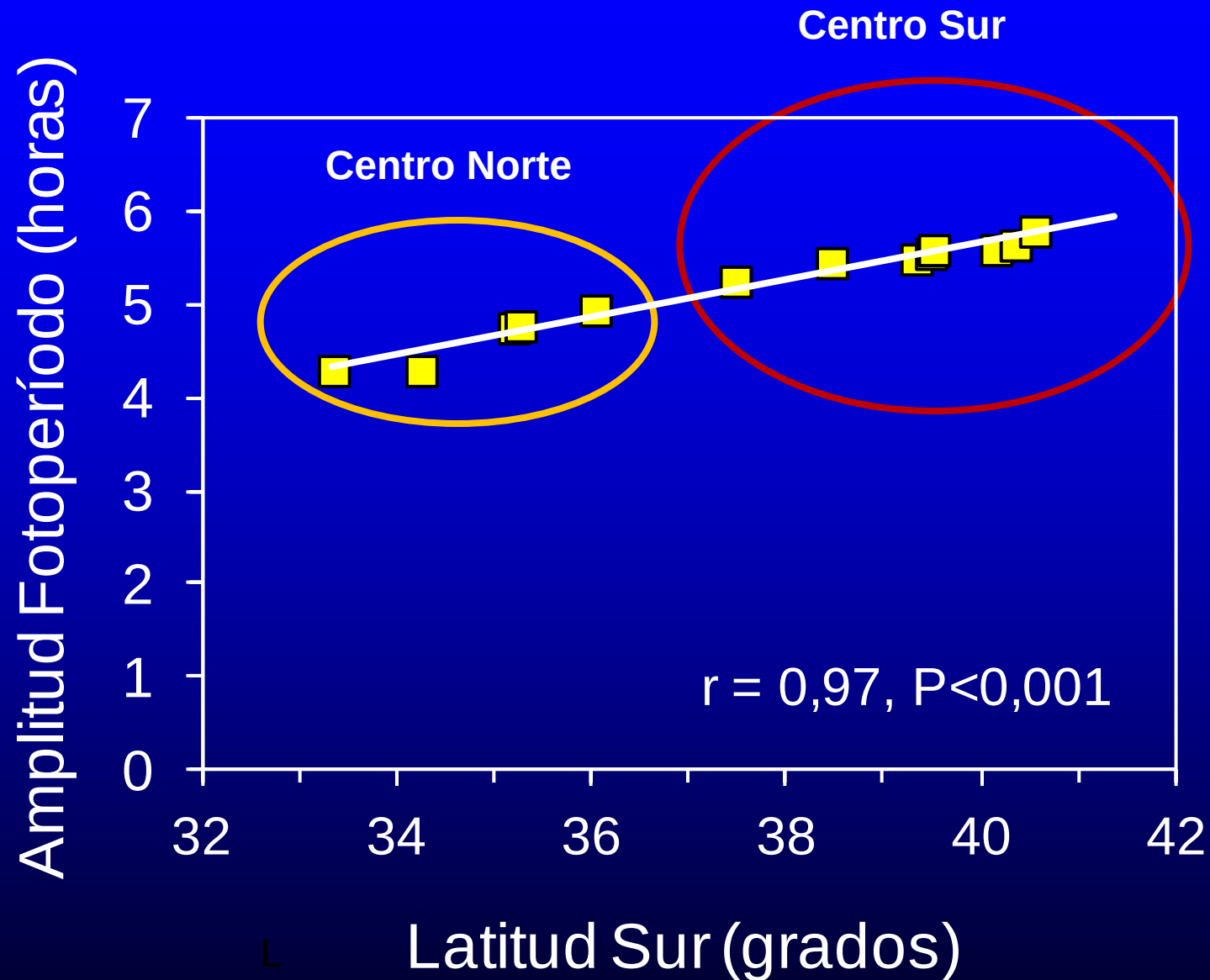
Adaptado de Slafer y Rawson (1994)

Fenología de Trigo y Cebada

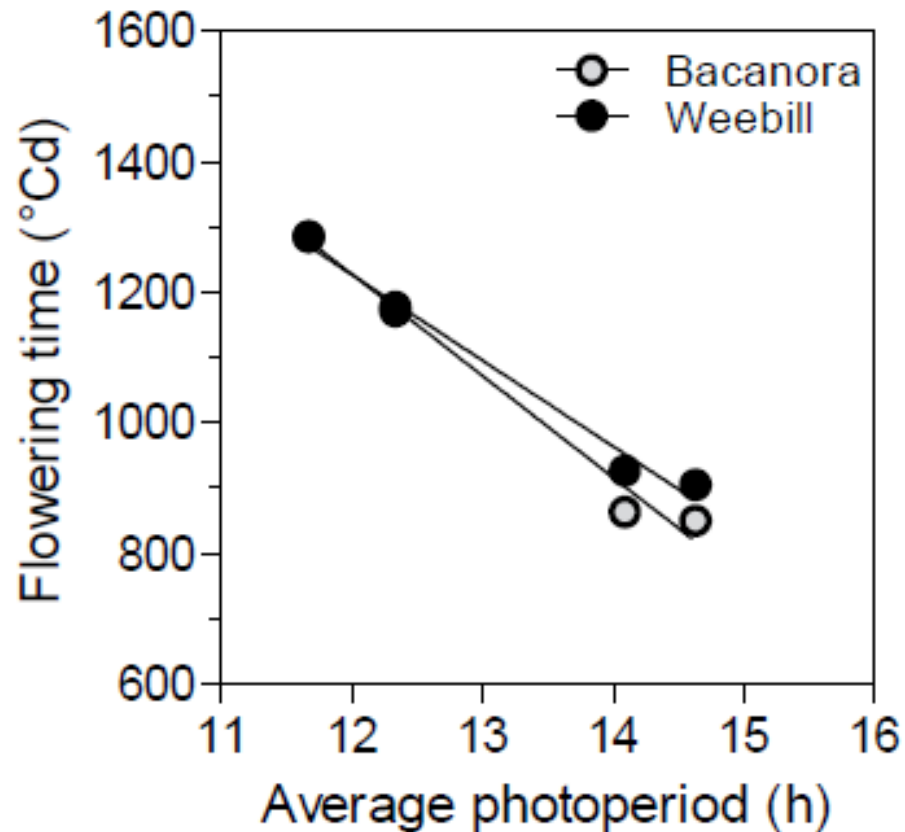
Zona Sur

					1138°Cd 986°Cd
Cultivo	Genotipo	Siembra	Antesis	Madurez	
Trigo	Domo	24 Ago	06 Dic	27 Ene	
	Otto	25 Ago	05 Dic	24 Ene	
	Otto	29 Sep	19 Dic	31 Ene	
	Pandora	01 Sep	03 Dic	18 Ene	
	Huayún	01 Sep	03 Dic	16 Ene	
	Bacanora	01 Sep	01 Dic	15 Ene	
Cebada	Acuario	23 Ago	02 Dic	19 Ene	
	Acuario	13 Oct	25 Dic	22 Feb	
	Scarlet	22 Sep	13 Dic	16 Ene	881°Cd 835°Cd

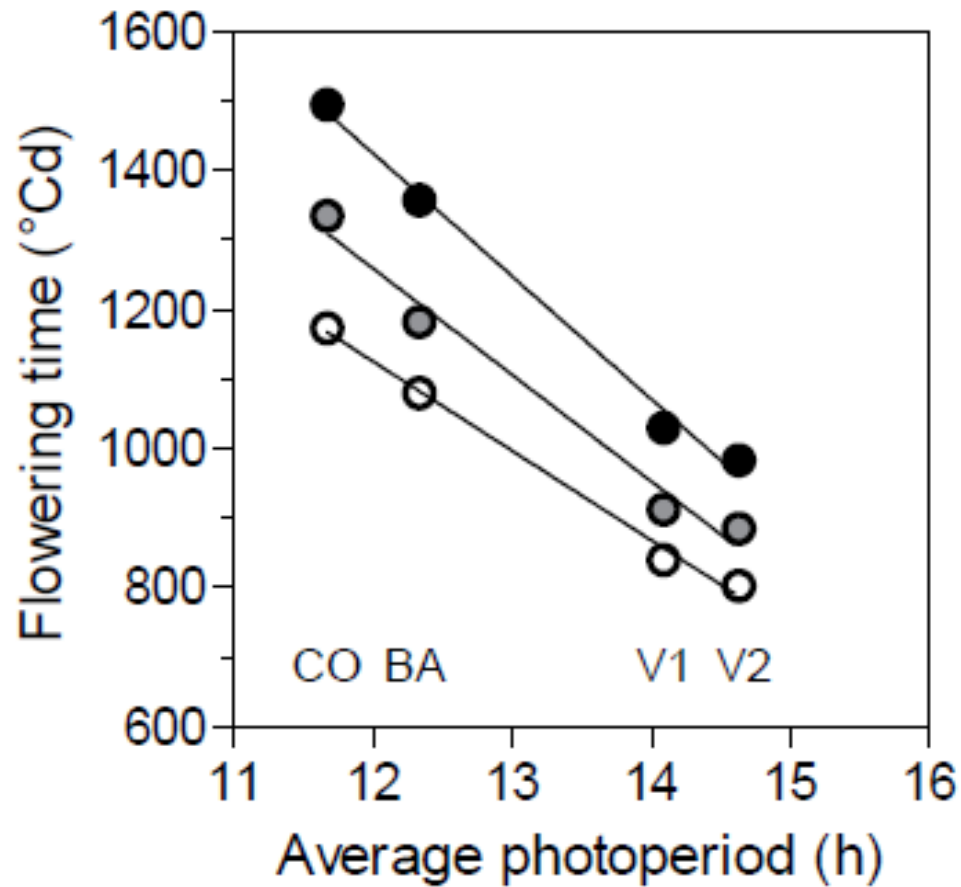
Amplitud fotopériódica en la zona triguera de Chile



RESPUESTA FOTOPERIÓDICA DE DOS CULTIVARES DE TRIGO



RESPUESTA FOTOPERIODICA DE LÍNEAS DOBLE HAPLOIDES TRIGO



Rendimiento

=

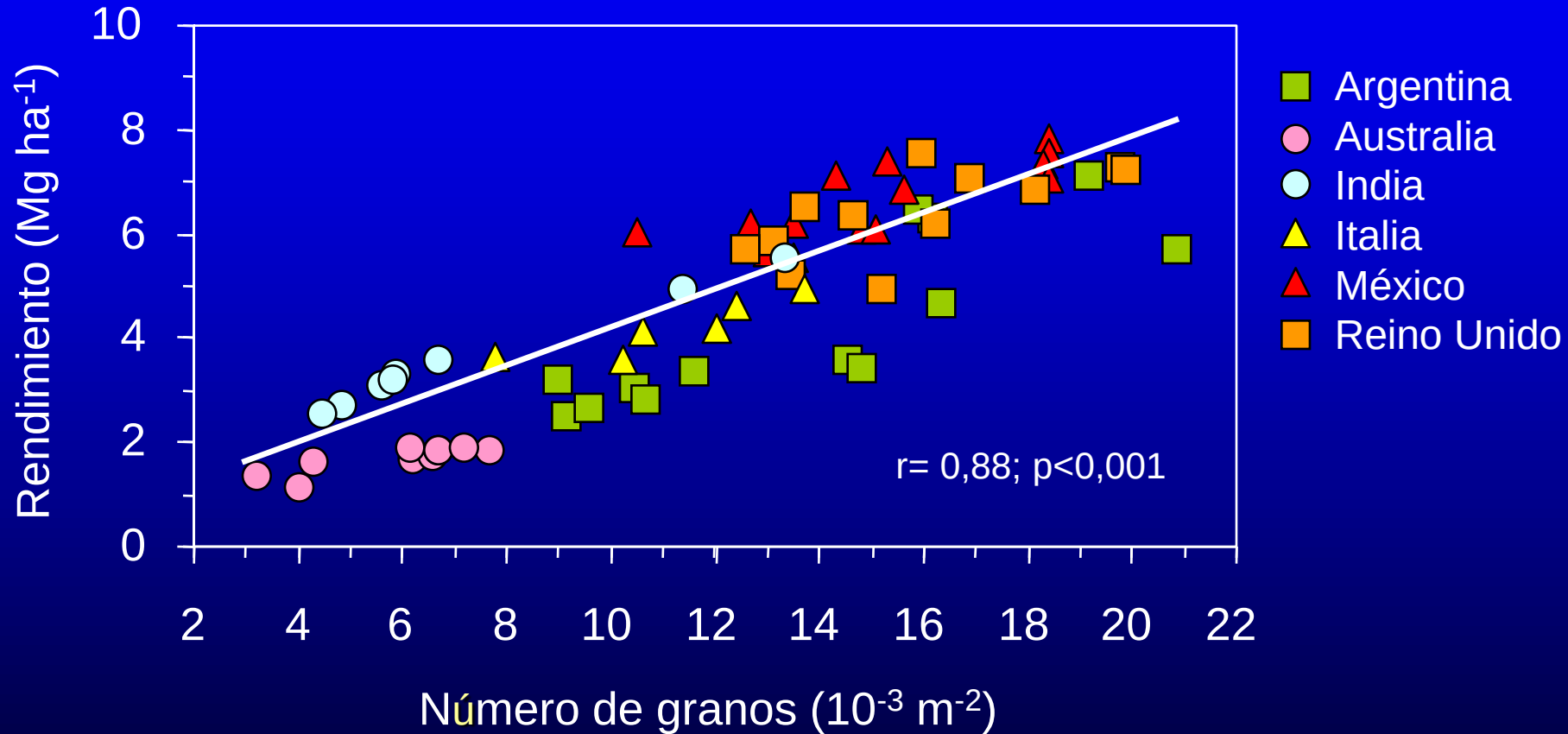
Granos m⁻²

x

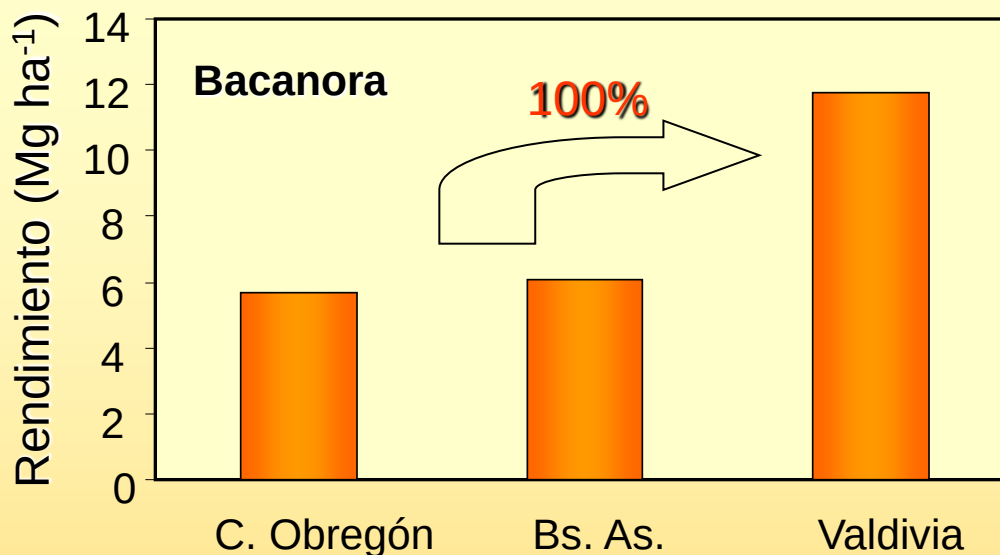
**Peso de
Grano**



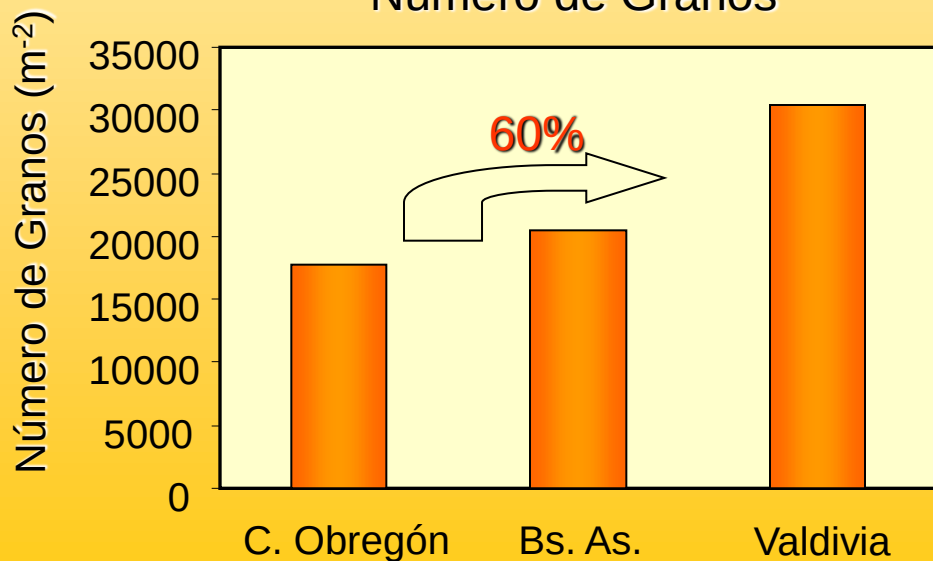
Relación entre el Rendimiento y el Número de Granos



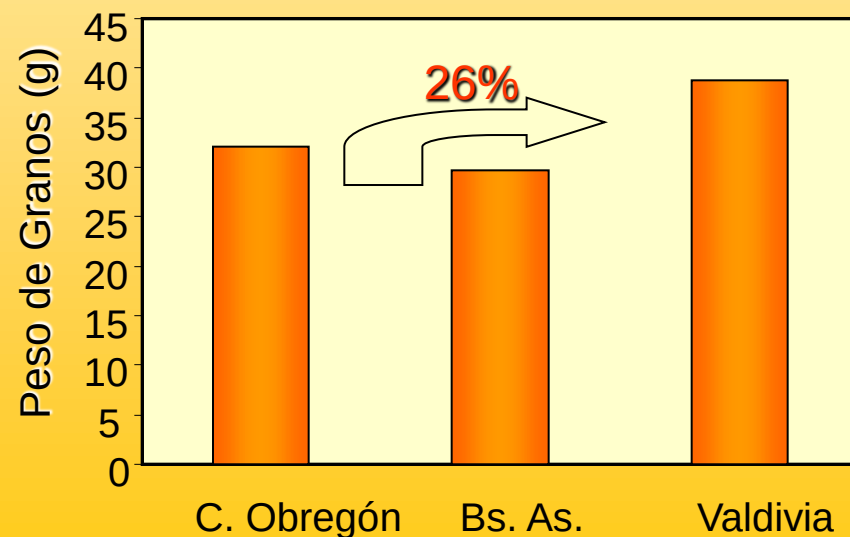
RENDIMIENTOS de TRIGO



Número de Granos

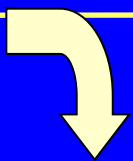


Peso de Granos



Rendimientos de Cebada

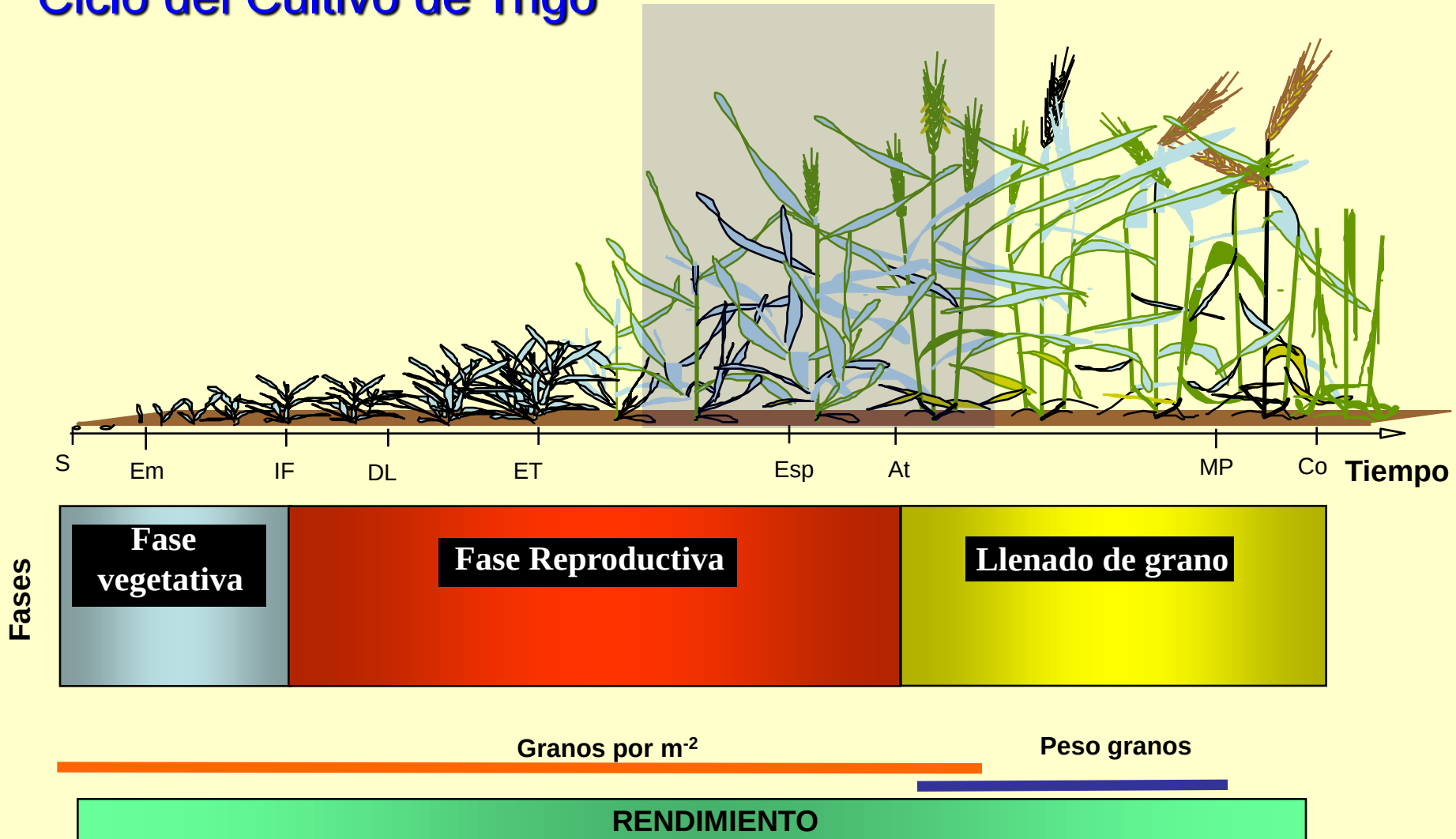
Sitio	Genotipo	Rendimiento (Mg ha ⁻¹)	NG	PG (g)
Bs. As.	Scarlet	7,2	17104	40,6
	"	9,2	24581	37,8
			74%	57%
Valdivia	"	12,5	26773	46,6
			36%	23%
			9%	15%



Siembra: 22 Sep



Ciclo del Cultivo de Trigo



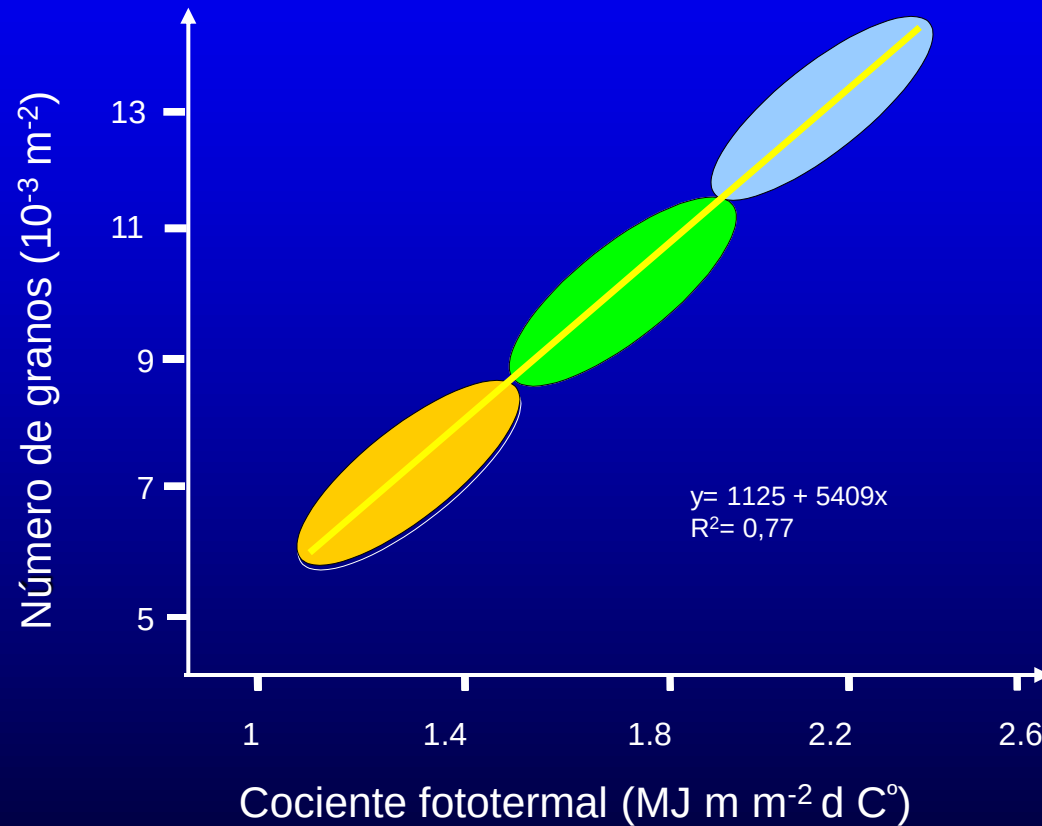
Adaptado de Slafer y Rawson (1994)

Cociente Fotothermal

$$\text{Cociente Fotothermal} = \frac{\text{Radiación}}{\text{Temperatura}}$$

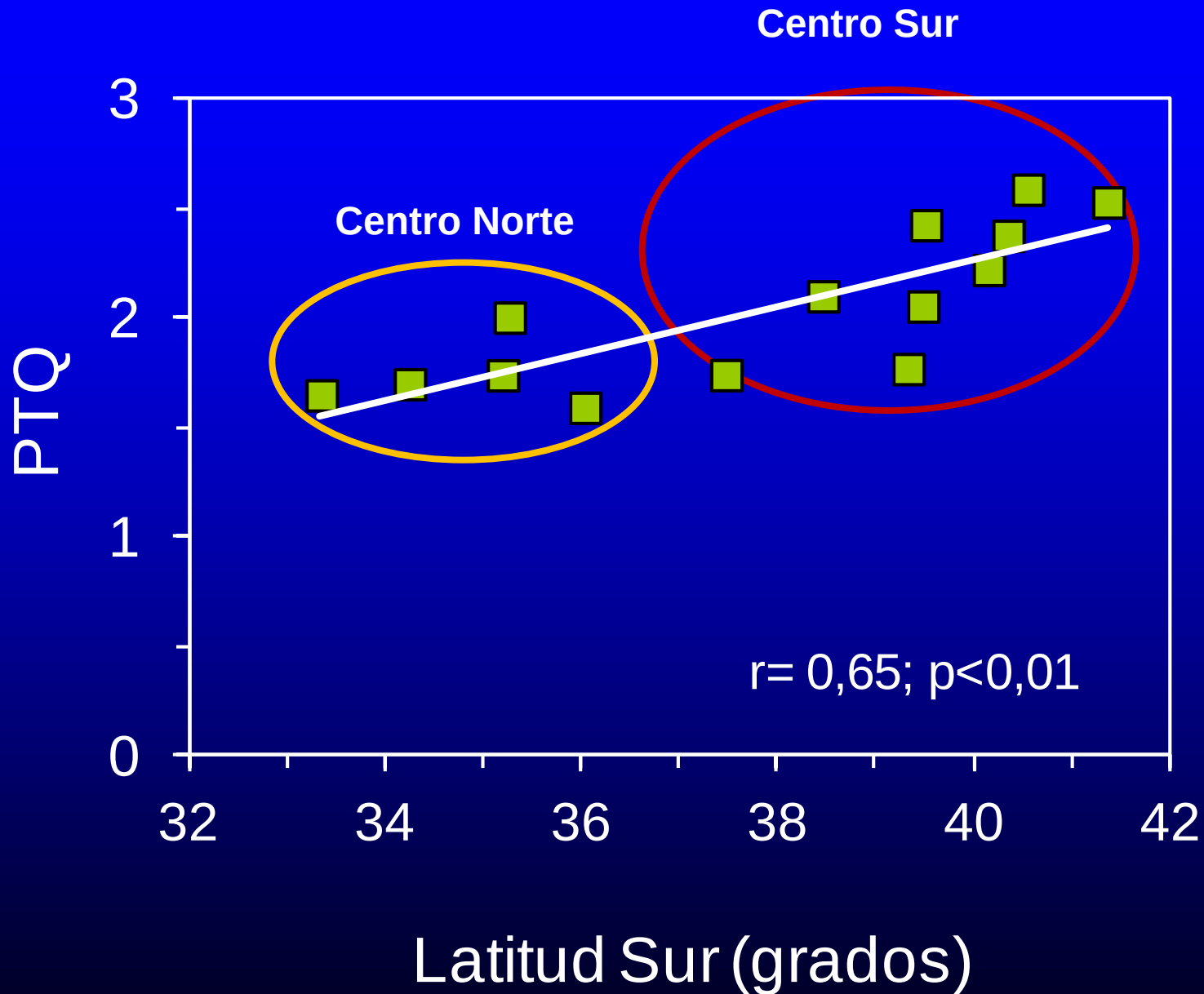
{ Temperatura media – Temperatura base (4,5°C)
{ Periodo: 20 días pre-antesis – 10 días post-antesis

Relación entre el Cociente Fototermal y el Número de Granos



Magrin (1990)

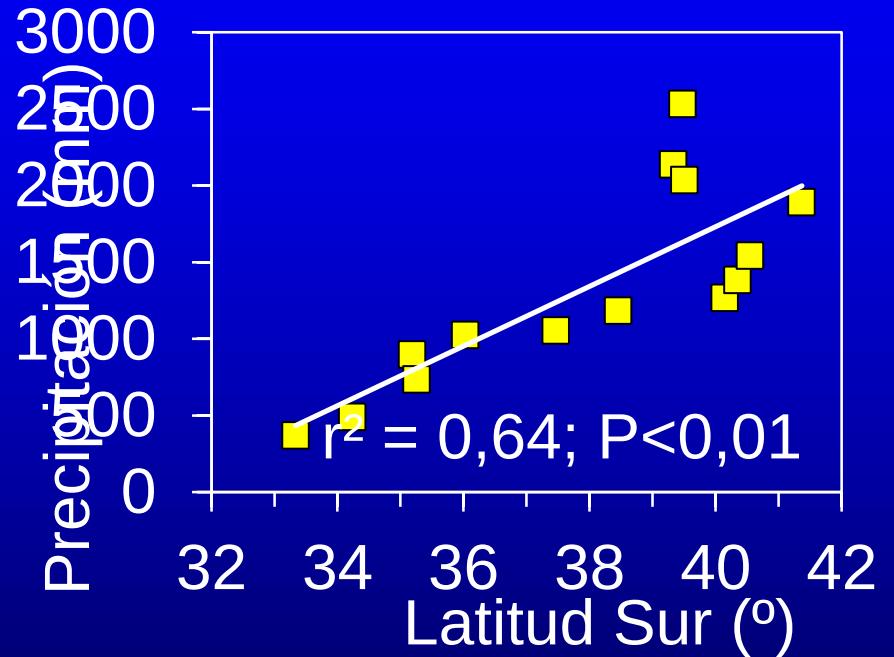
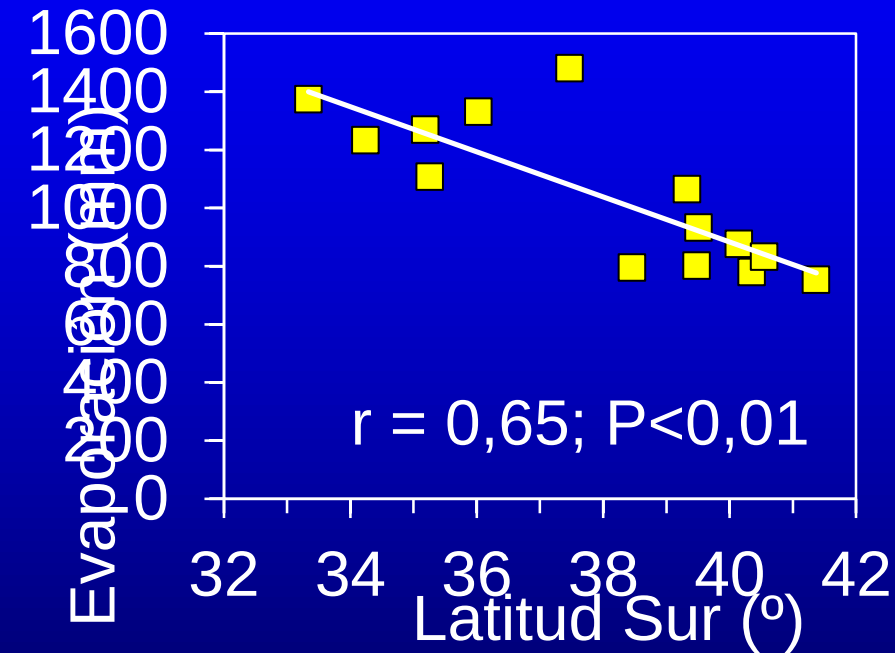
Cociente Fotothermal en la zona triguera de Chile



Efecto de la temperatura sobre el peso de grano



Precipitaciones y evaporación en la zona triguera de Chile



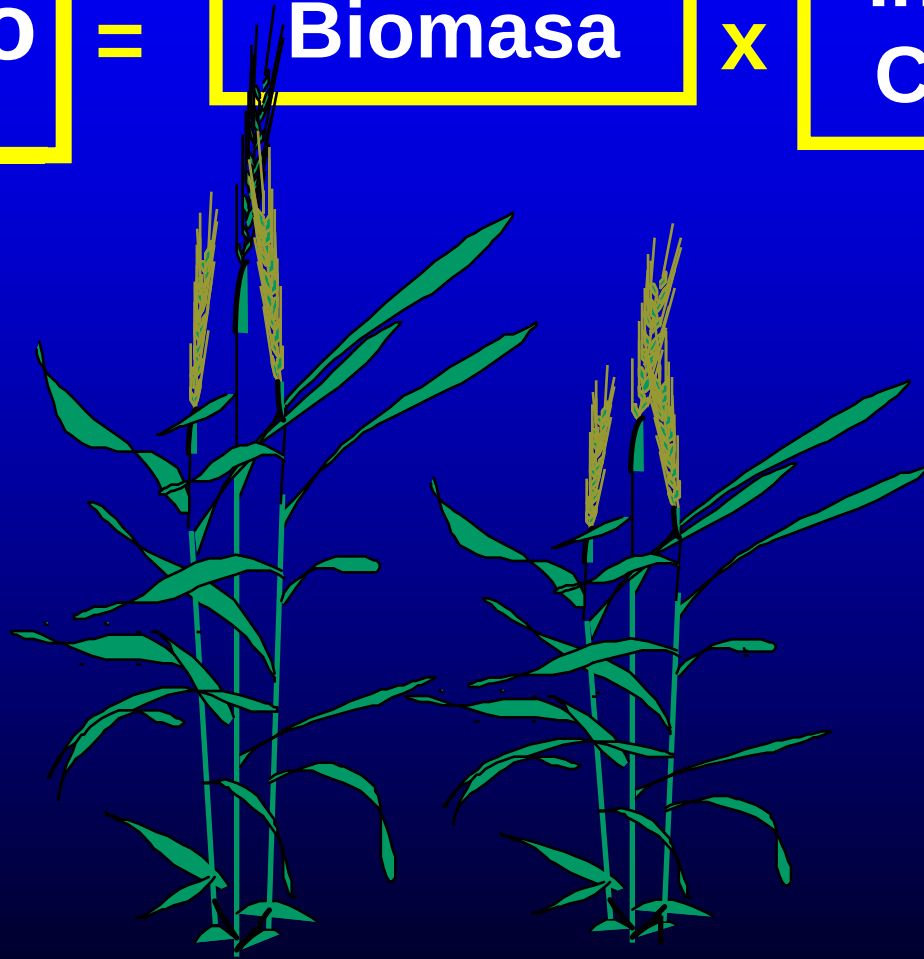
Rendimiento

=

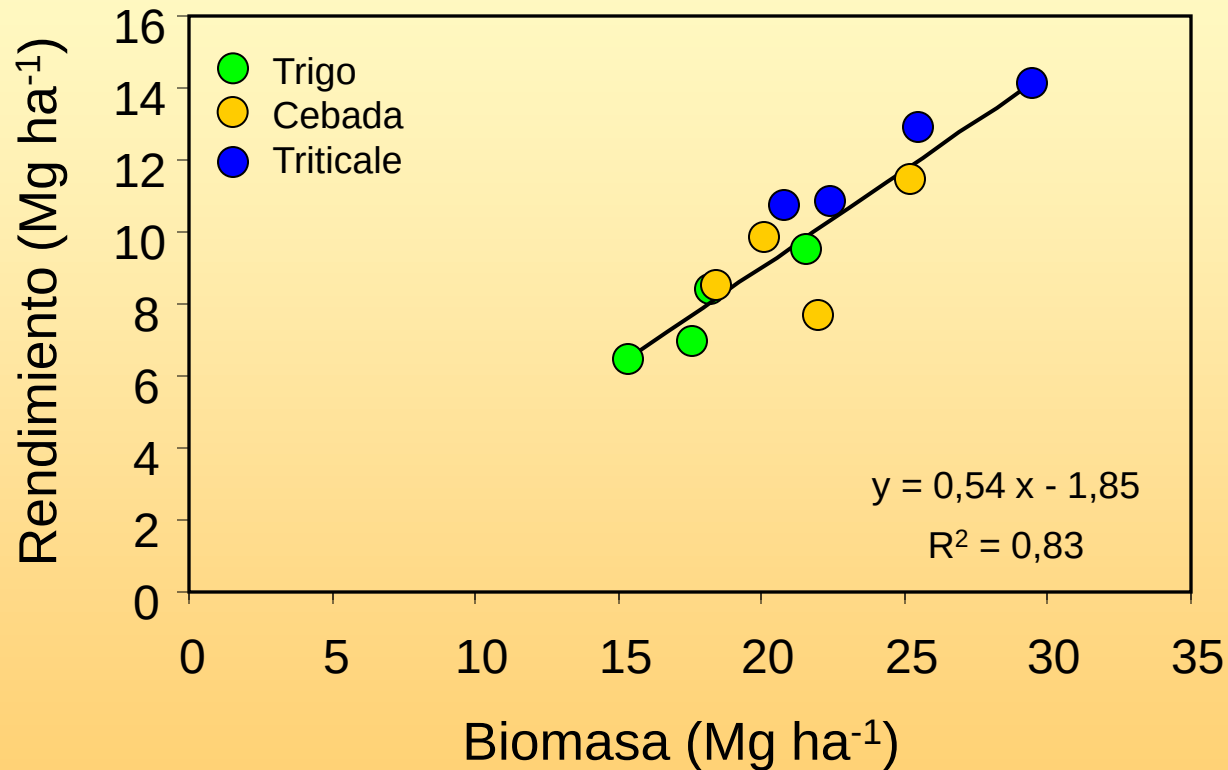
Biomasa

x

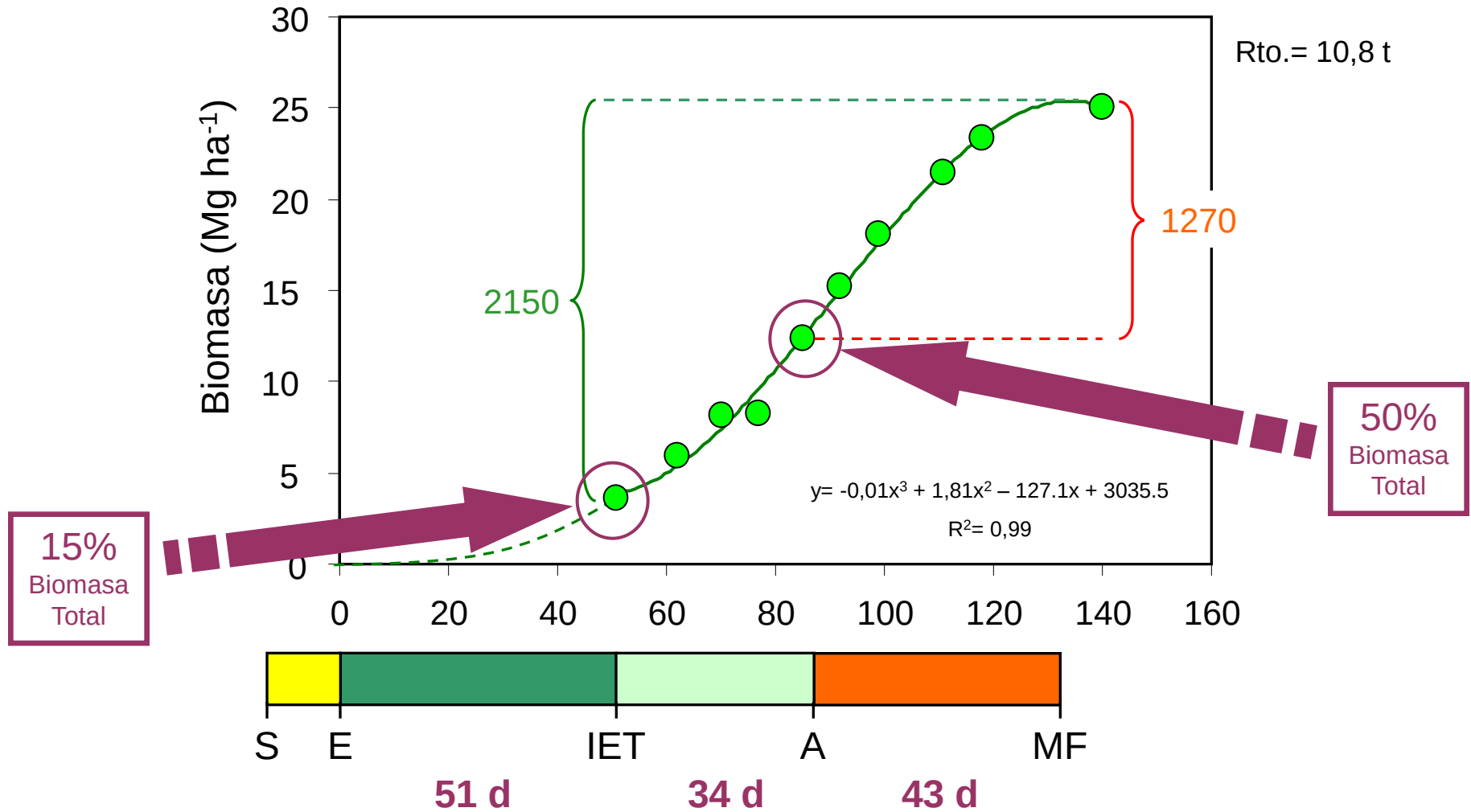
**Índice de
Cosecha**



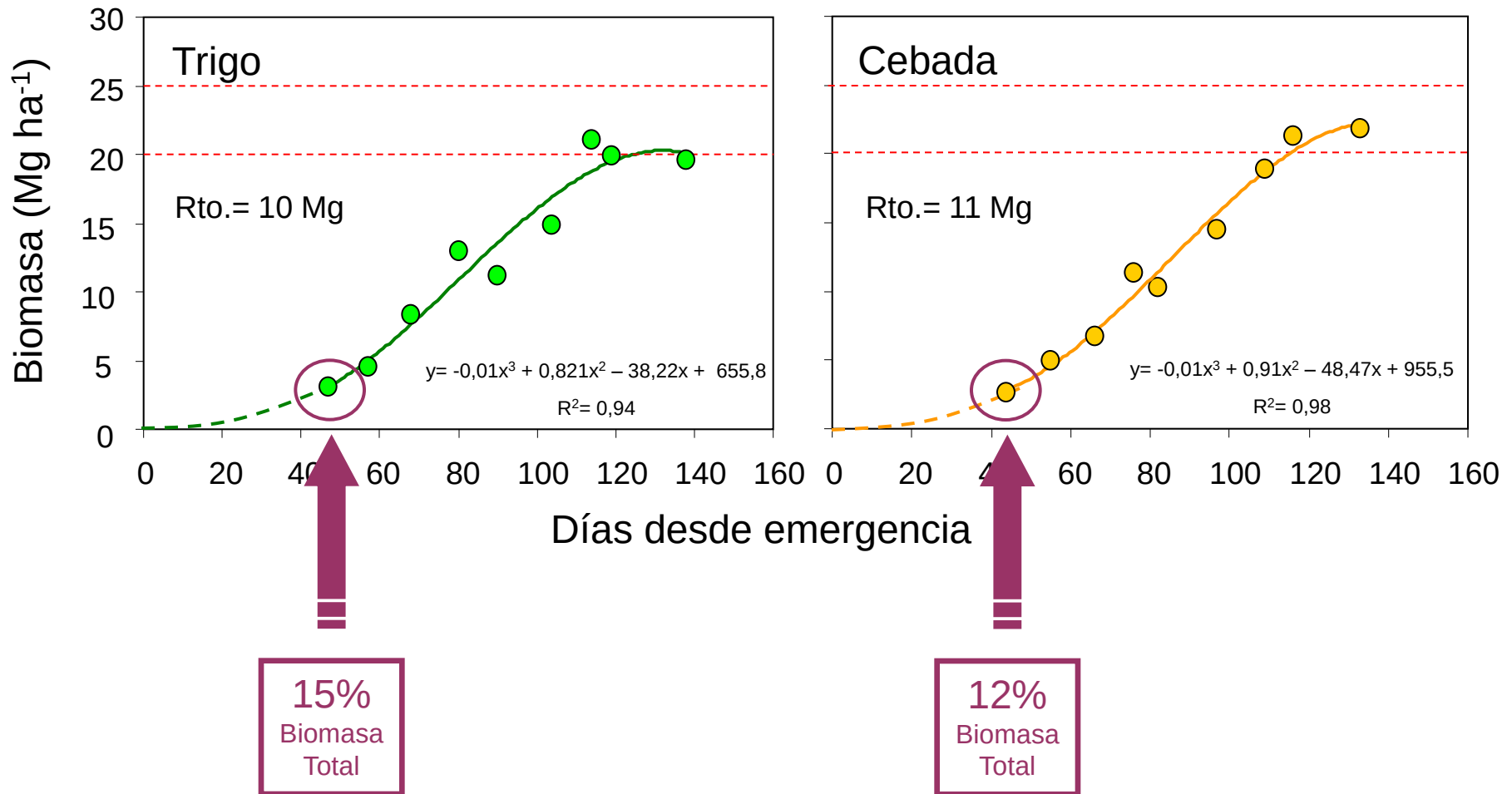
Relación entre el rendimiento y la biomasa aérea en trigo, cebada y triticale



PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN TRIGO

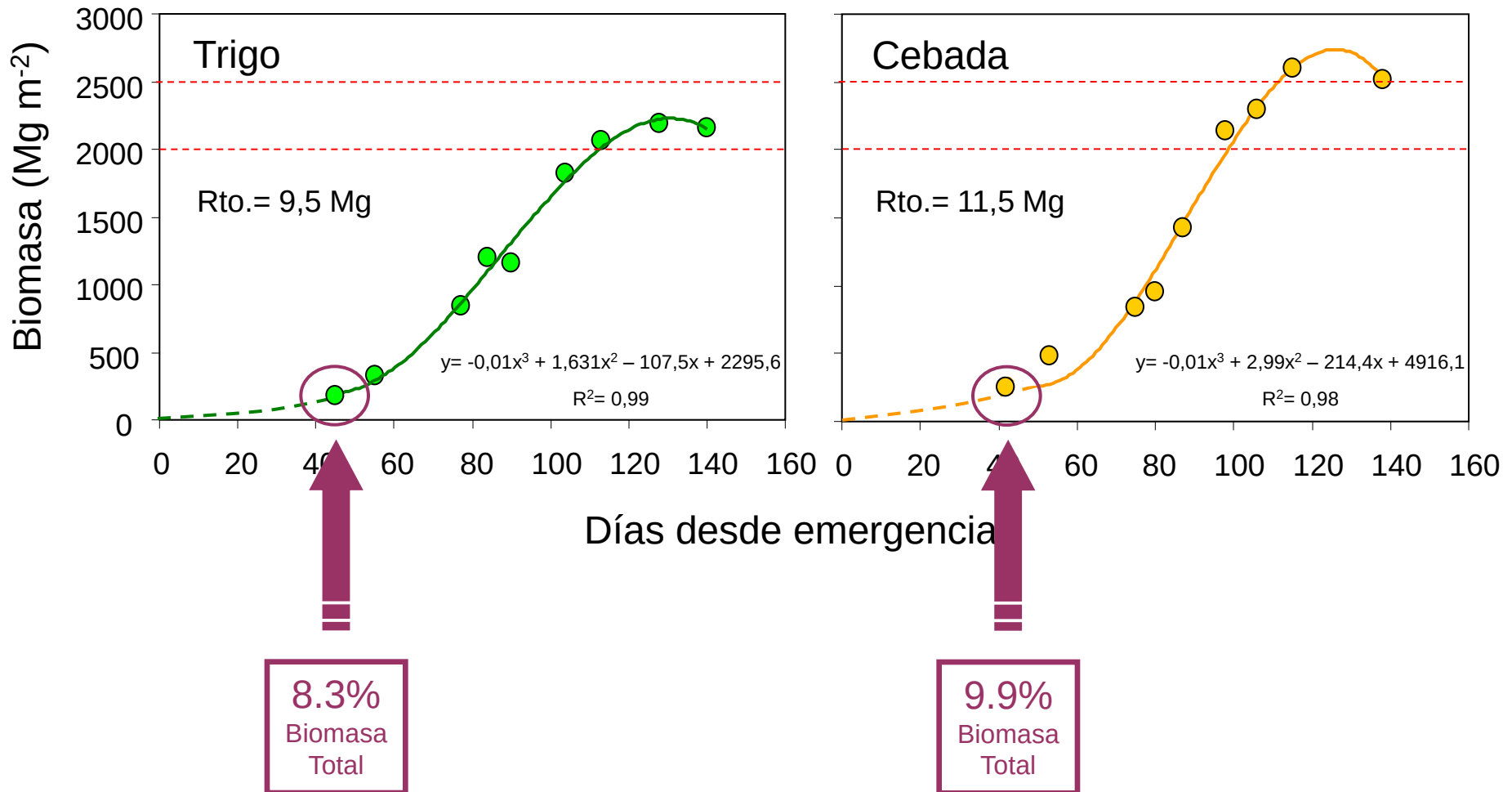


PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN TRIGO Y CEBADA



PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN TRIGO Y CEBADA

Tasa de crecimiento fase lineal = 300-320 kg ha⁻¹ d⁻¹



Biomasa

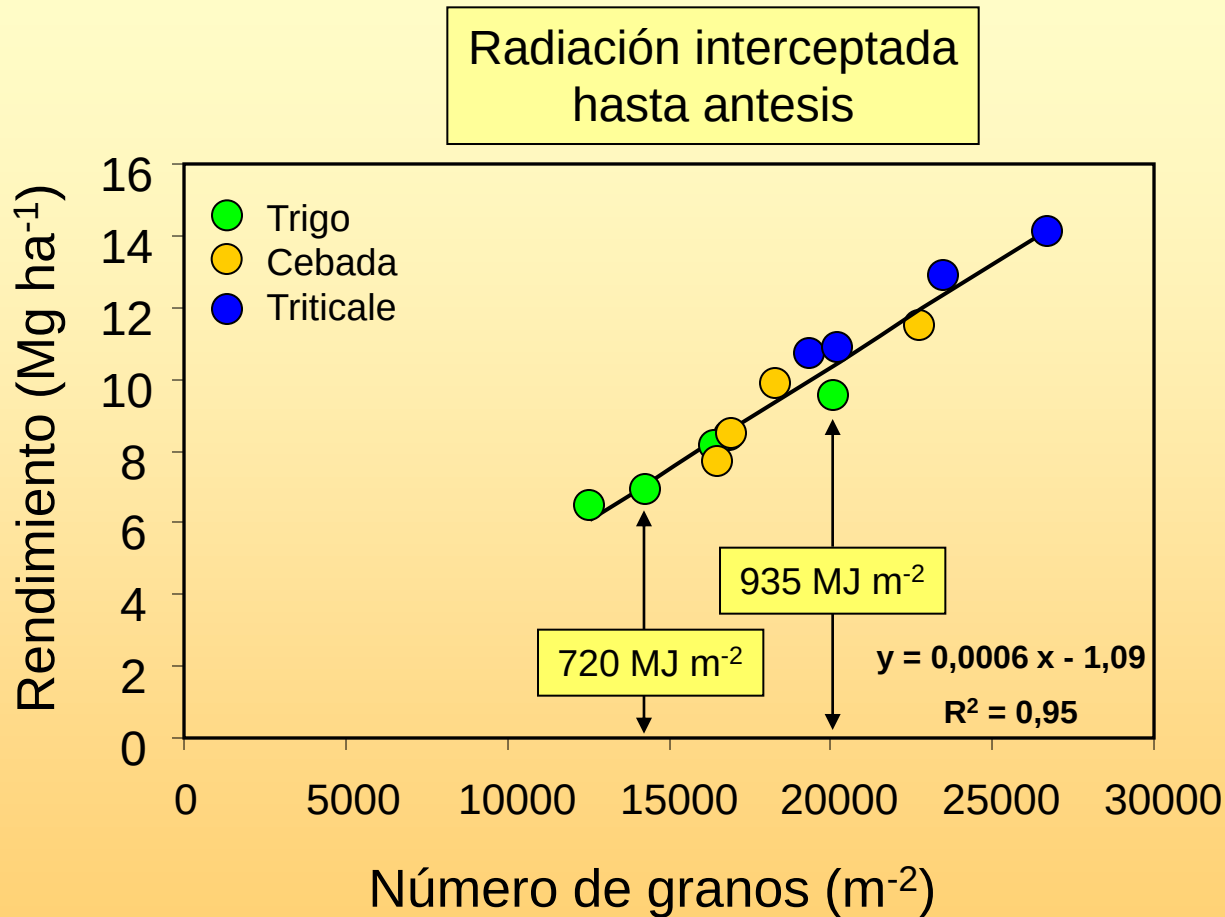
=

**Radiación
Interceptada**

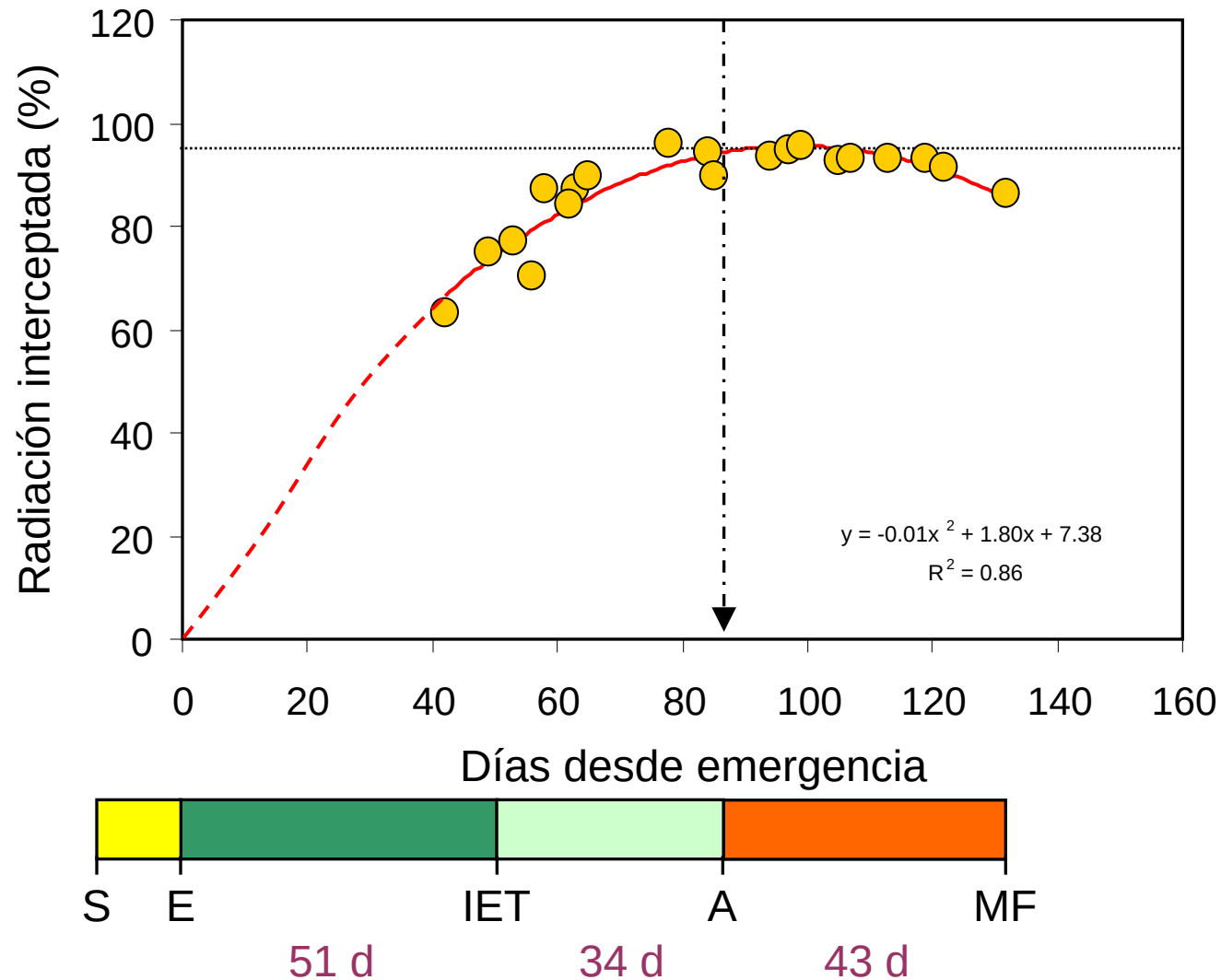
x

**Eficiencia
de Uso de
Radiación**

Relación entre el rendimiento y el número de granos en trigo, cebada y triticale



INTERCEPCIÓN DE RADIACIÓN DE TRIGOS PRIMAVERALES EN LA ZONA SUR



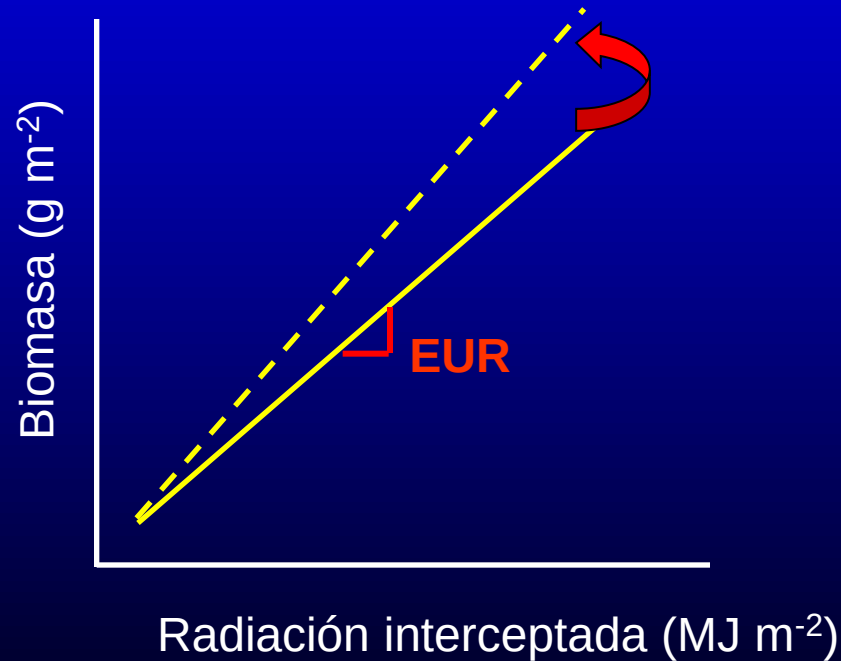
Biomasa

=

**Radiación
Interceptada**

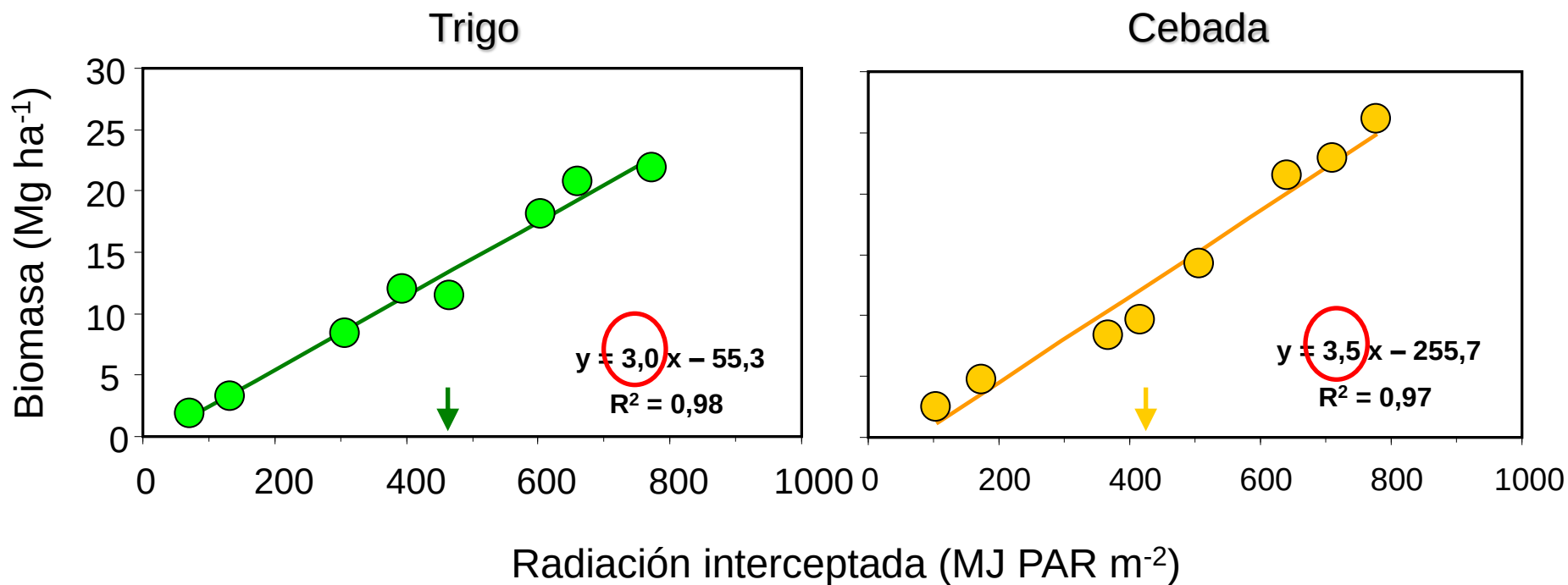
x

**Eficiencia
de Uso de
Radiación**

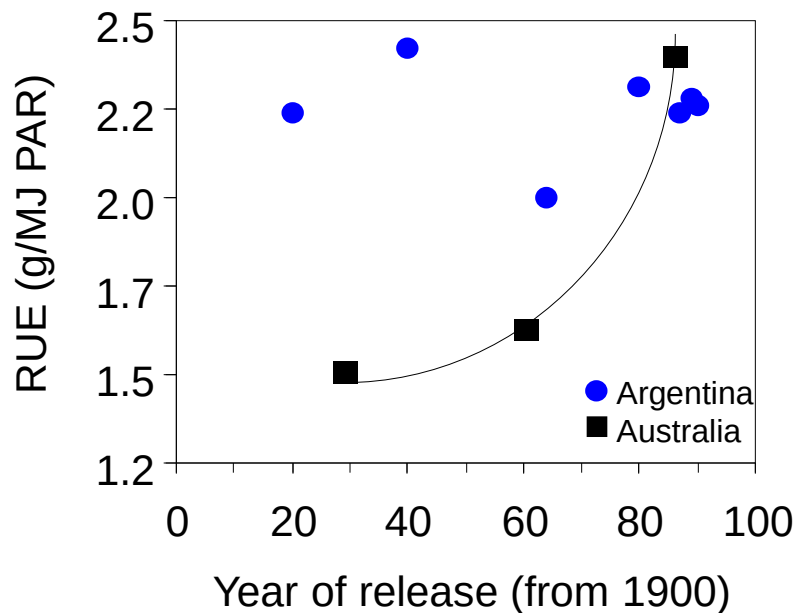


Eficiencia de Uso de Radiación en Trigo y Cebada

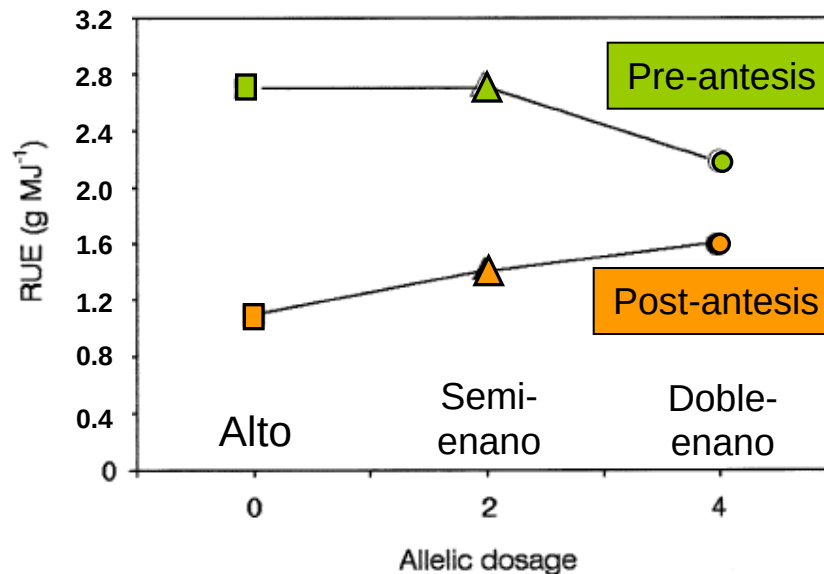
Zona Sur



Eficiencia de Uso de Radiación en Trigo (Otros estudios)



Calderini, Reynolds & Slafer (1995)
Wheat. Ecology and Physiology of Yield Determination



Miralles & Slafer (1995)
Field Crops Research

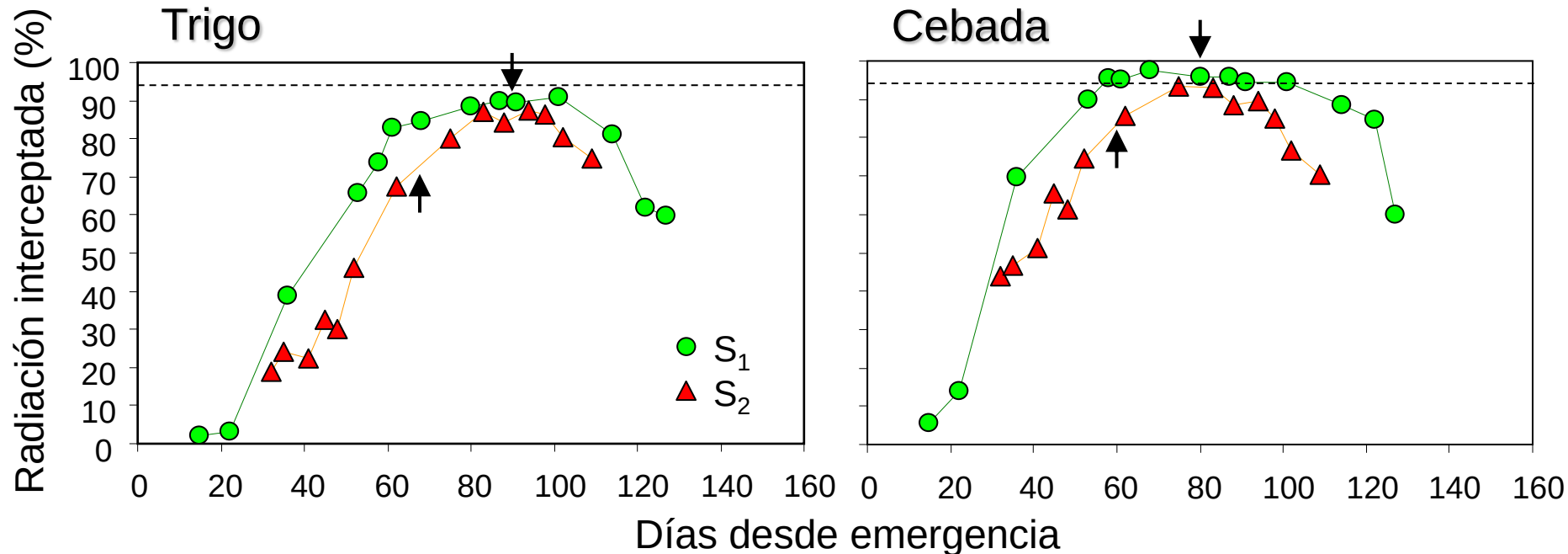
Eficiencia de Uso de Radiación en Cebada (Otros estudios)

Cultivo	Cultivar o localidad	RUE _{pre}	Fuente
Cebada	Scarlett	2.1	<i>Muurinen y Peltonen-Sainio, 2006</i>
	Baronesse	2.4	<i>Kemanian et al, 2004</i>
	Steptoe	2.5	<i>Kemanian et al, 2004</i>
Cebada invernal	6 localidades*	2.6	<i>Bingham et al, 2007</i>
	Rendimiento	7.0 Mg ha ⁻¹	

* Aberdeen, Edinburgh, High Mowthorpe, Rosemaund, Sutton Bonington y Knigs Lynn

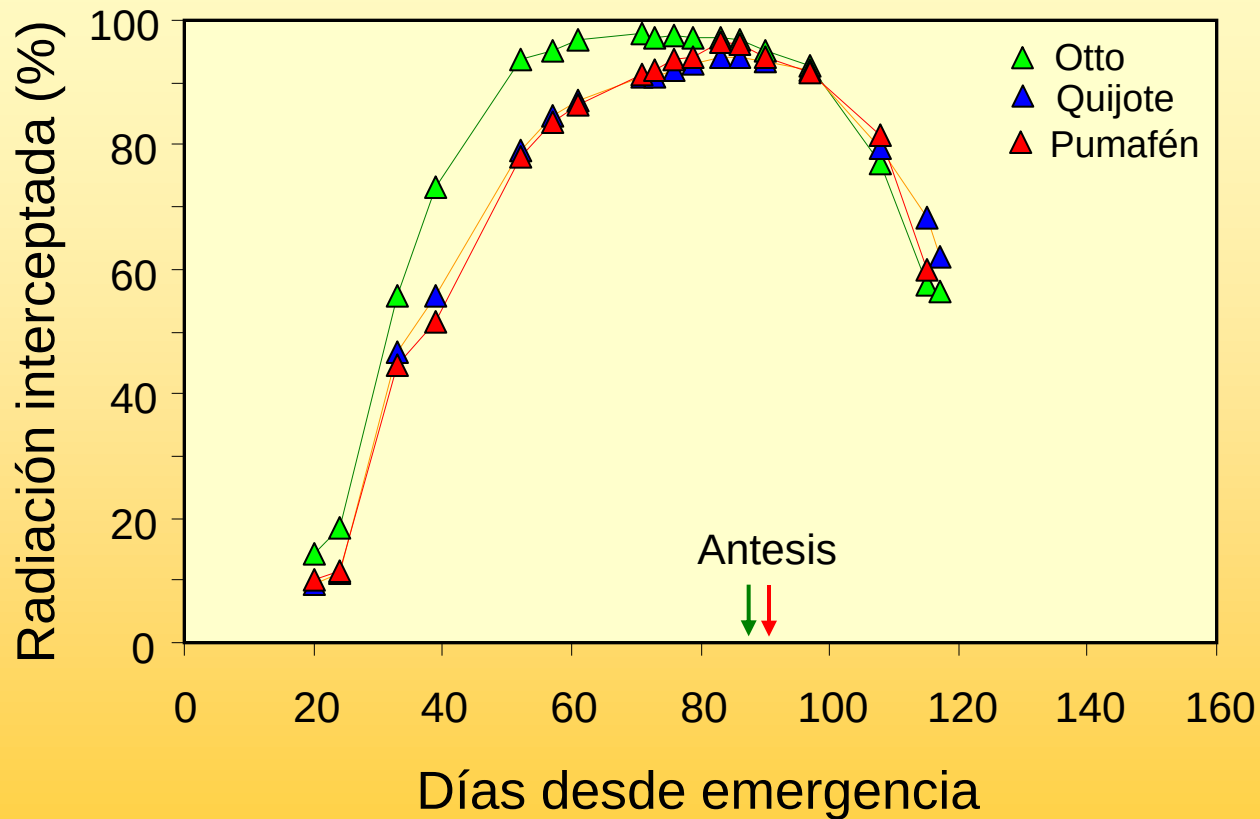
Estrategias promisorias de manejo y mejoramiento genético para incrementar la productividad de trigo y cebada en áreas de alto potencial (zona sur)

Intercepción de radiación y fecha de siembra en trigo y cebada

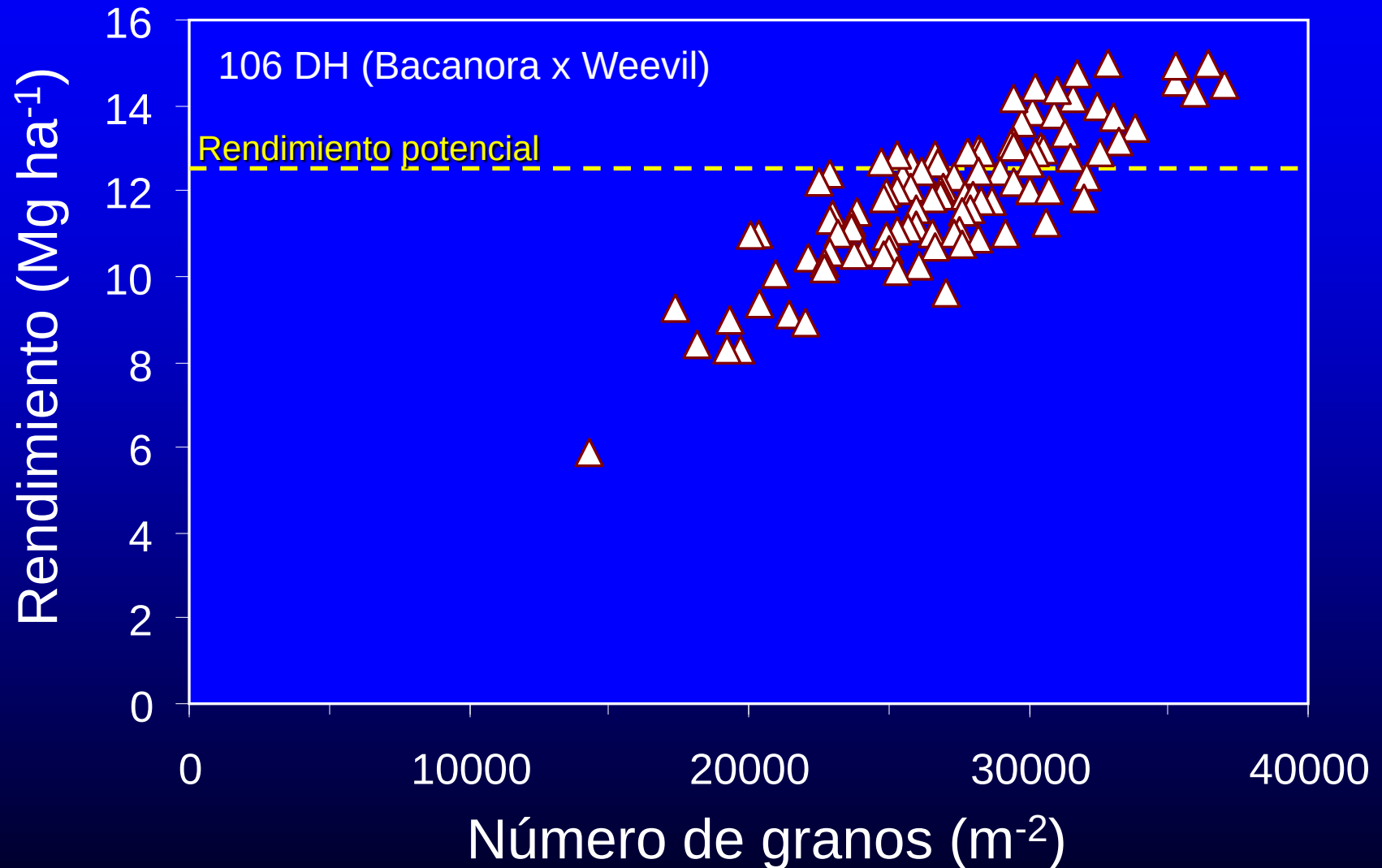


Cultivo	Siembra	RI (MJ m ⁻²)	Biomasa (Mg m ⁻²)	Rendimiento (Mg m ⁻²)
Trigo	S1	1619	21,6	9,5
	S2	1232	18,2	8,4
Cebada	S1	1793	25,2	11,5
	S2	1472	20,1	9,8

EXISTE VARIABILIDAD EN LA CAPACIDAD DE INTERCEPCIÓN DE RADIACIÓN EN TRIGO

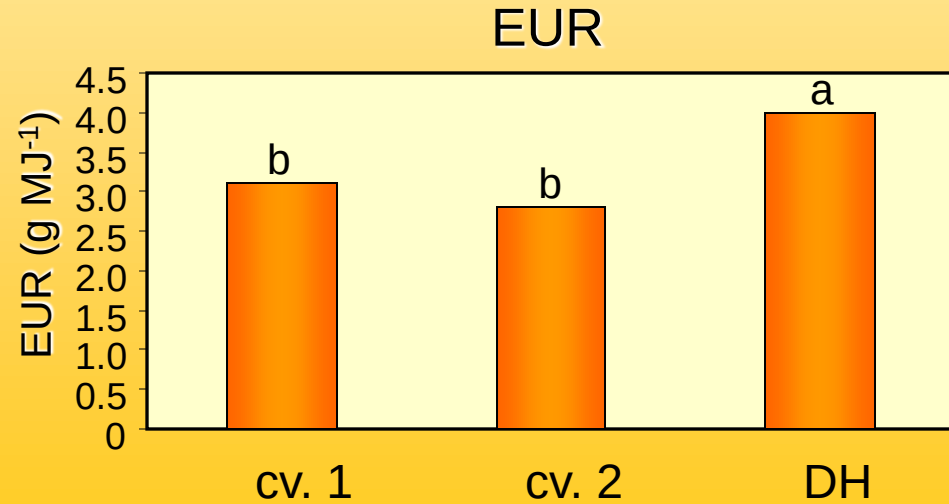
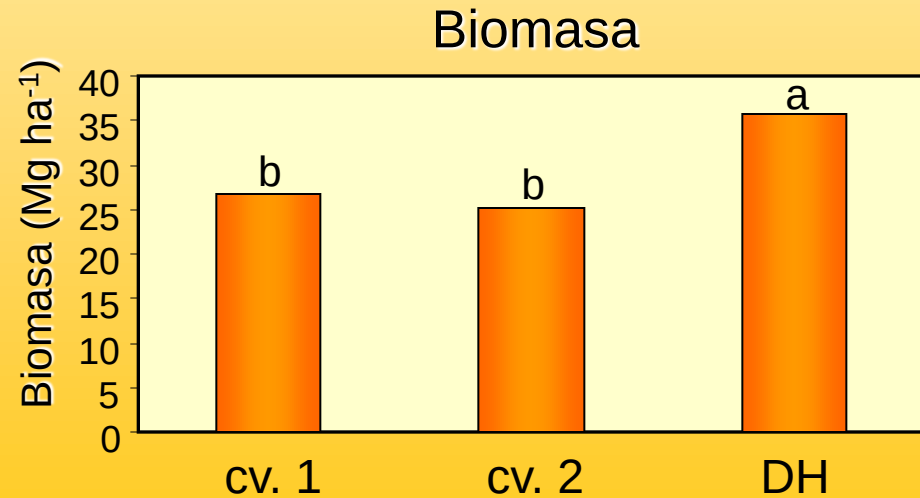
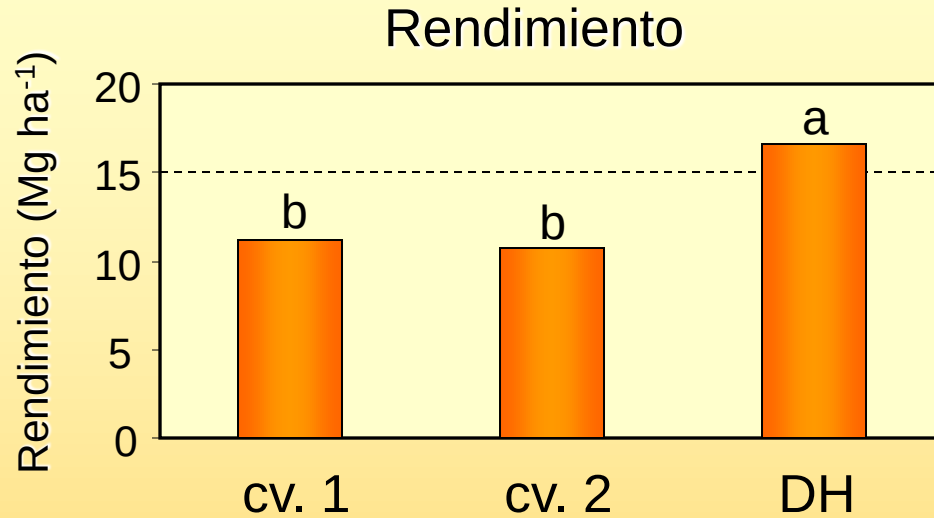


Es posible incrementar el número y el peso de los granos en trigo con consecuencias positivas sobre el rendimiento



Hasan & Calderini (datos no publicados)

POSIBILIDAD DE INCREMENTAR LA BIOMASA Y LA EUR



Estrategias de manejo que mejoran
indicadores de calidad y sustentabilidad
en áreas de alto potencial (zona sur)

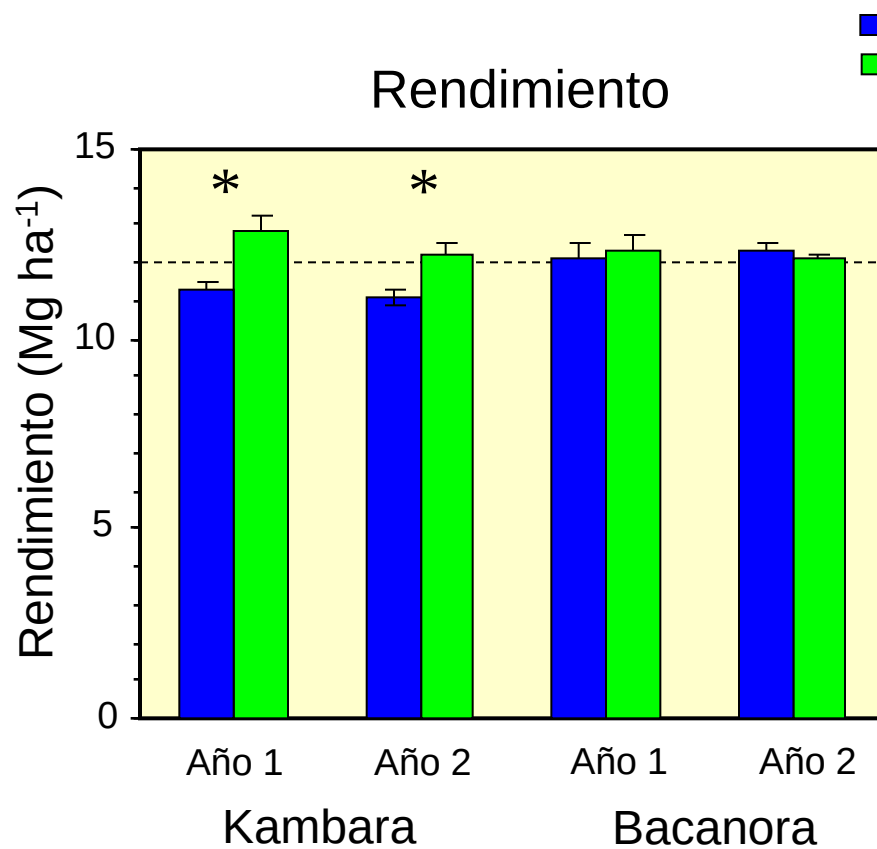
■ Convencional

■ 45 pl m⁻²

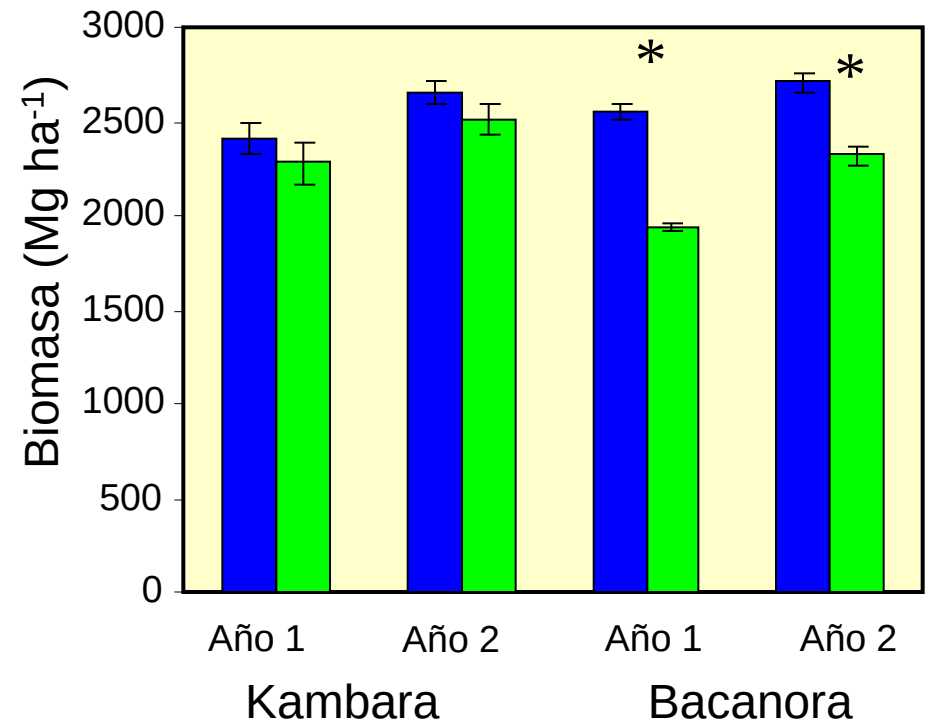


Rendimiento y biomasa en respuesta a la densidad y arreglo espacial en trigo

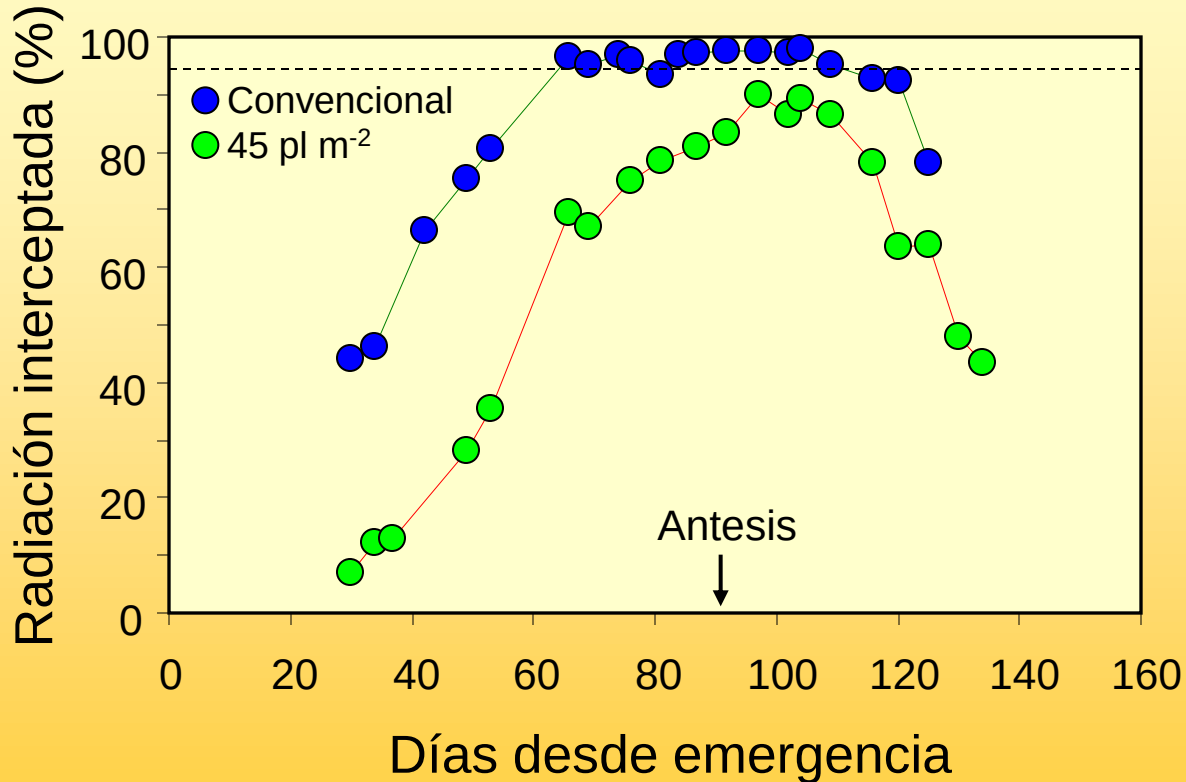
Rendimiento



Biomasa

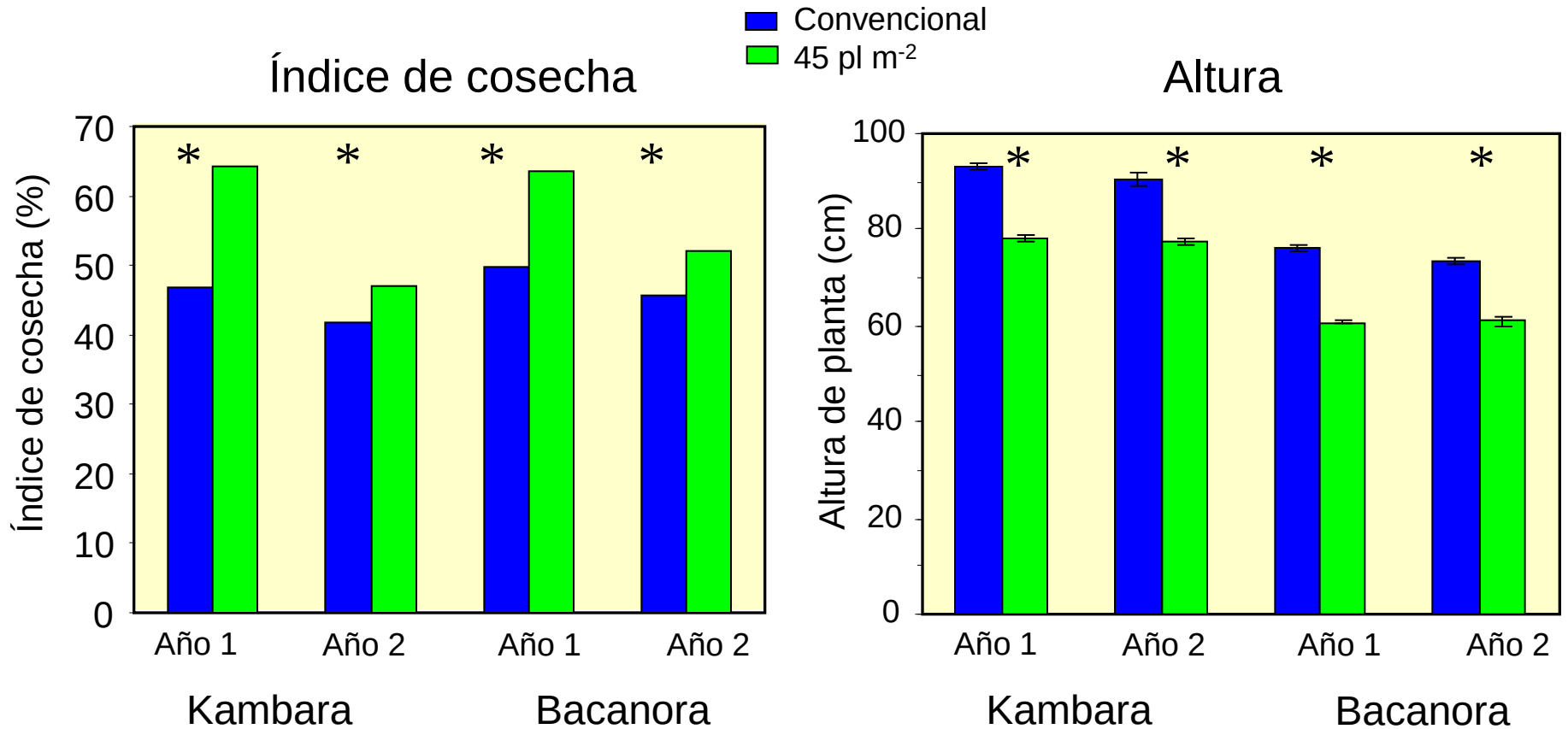


Intercepción de radiación de trigos con diferente densidad y arreglo espacial

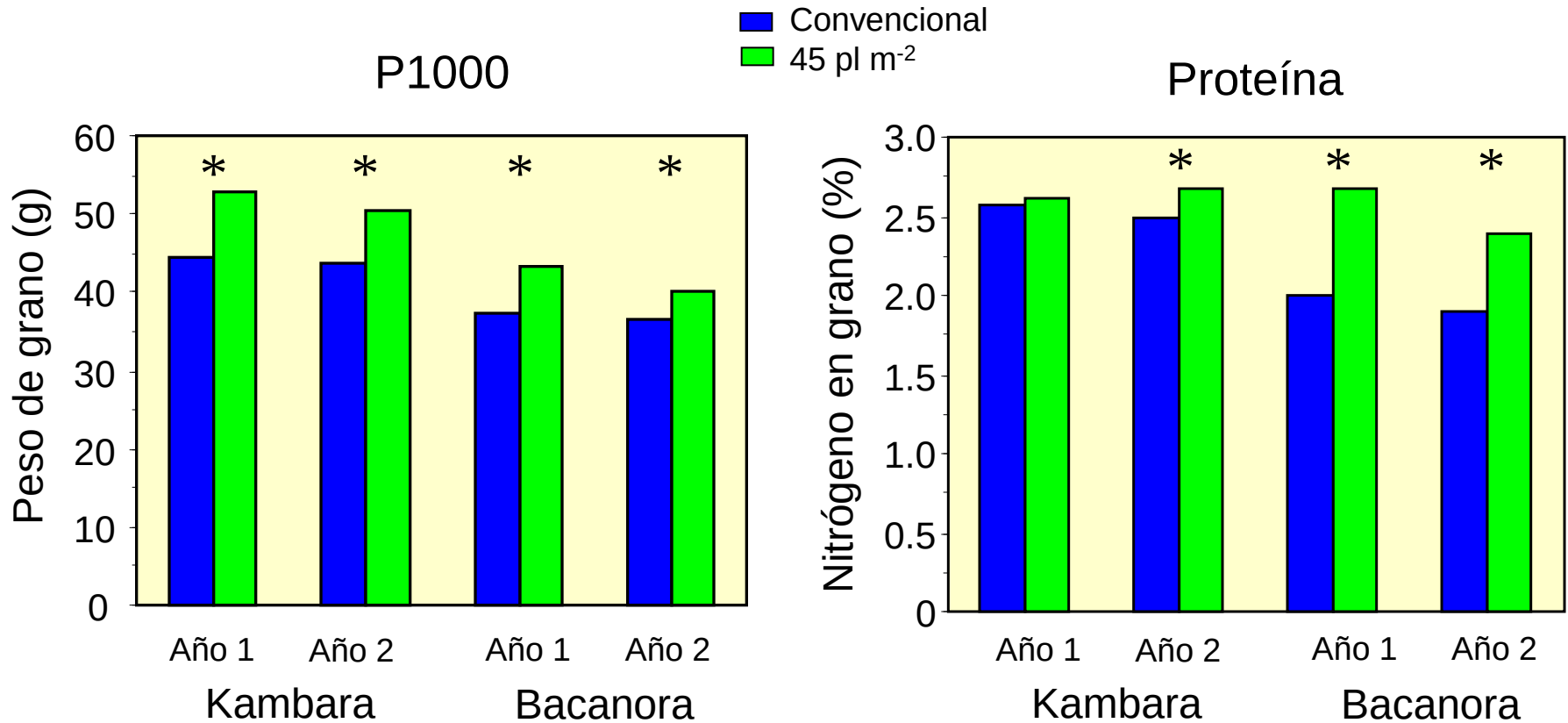


$EUR_{\text{Conventional}} = 3,6 \text{ g MJ}^{-1}$
 $EUR_{45\text{pl m}^{-2}} = 4,8 \text{ g MJ}^{-1}$

Partición de biomasa y altura en respuesta a la densidad y arreglo espacial

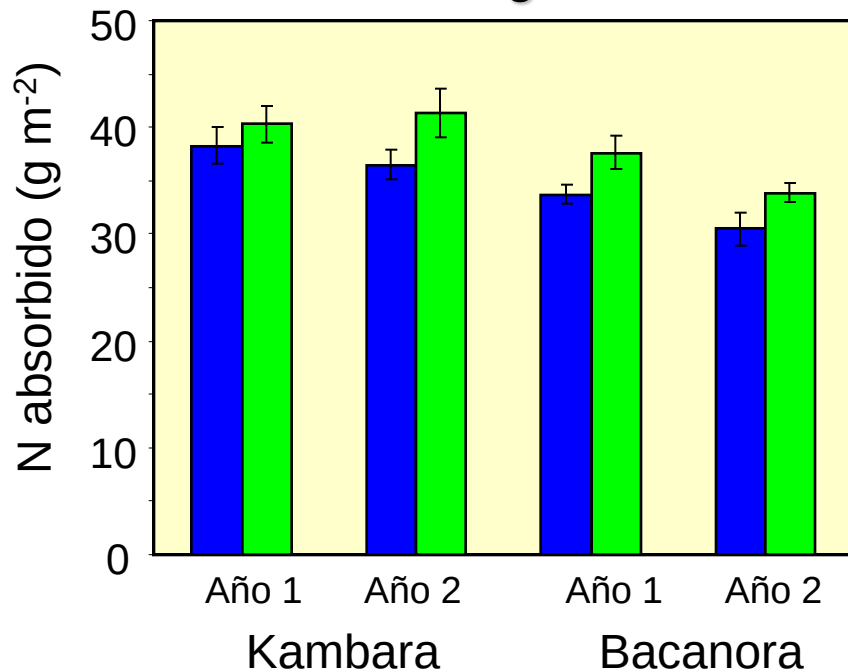


Indicadores de calidad de grano en respuesta a la densidad y arreglo espacial

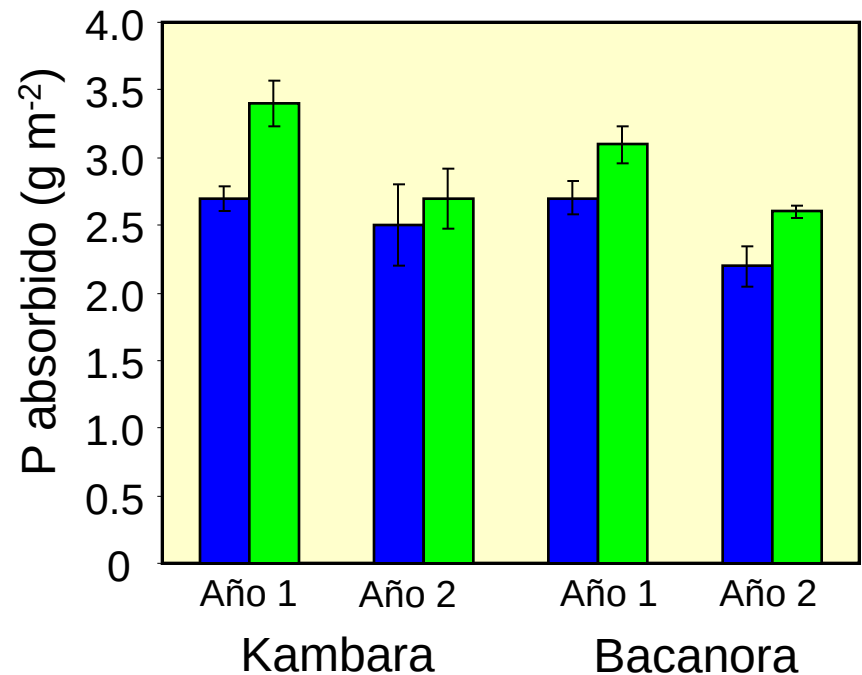


Absorción de N y P en respuesta a la densidad y arreglo espacial

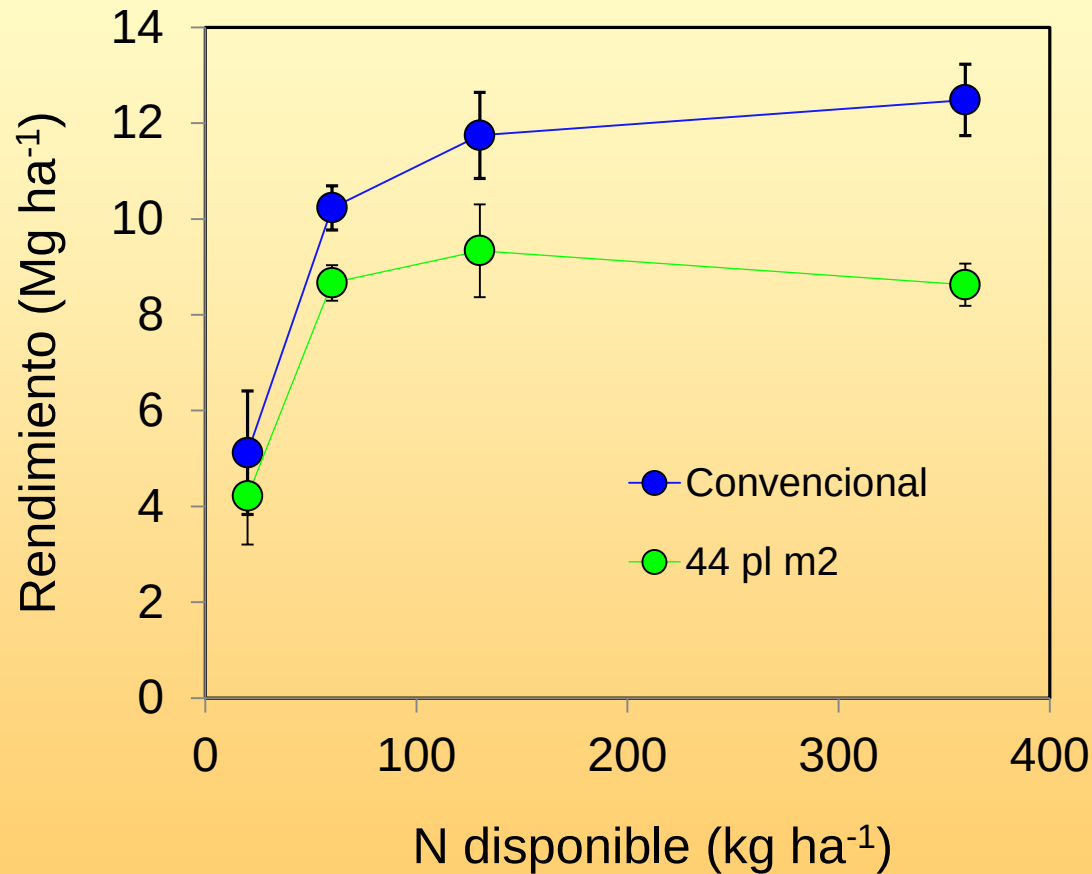
Nitrógeno



Fósforo



Respuesta del rendimiento de cebada a la disponibilidad de N, la densidad y el arreglo espacial



Efecto de la densidad y el arreglo espacial sobre el peso de mil granos y en posiciones de cebada

Peso de grano	Disponibilidad de N (kg ha ⁻¹)	Convencional	45 pl m ⁻²
P 1000 (g)	20	47,7	53,5
	80	47,0	47,9
	140	47,6	48,0
	350	46,6	44,7
Espiguilla central	350	53,6	61,1

Trigos púrpura

una alternativa productiva para la zona sur



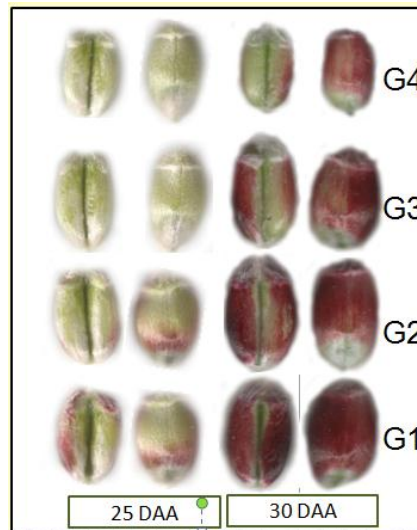
Trigo blanco



Trigo rojo



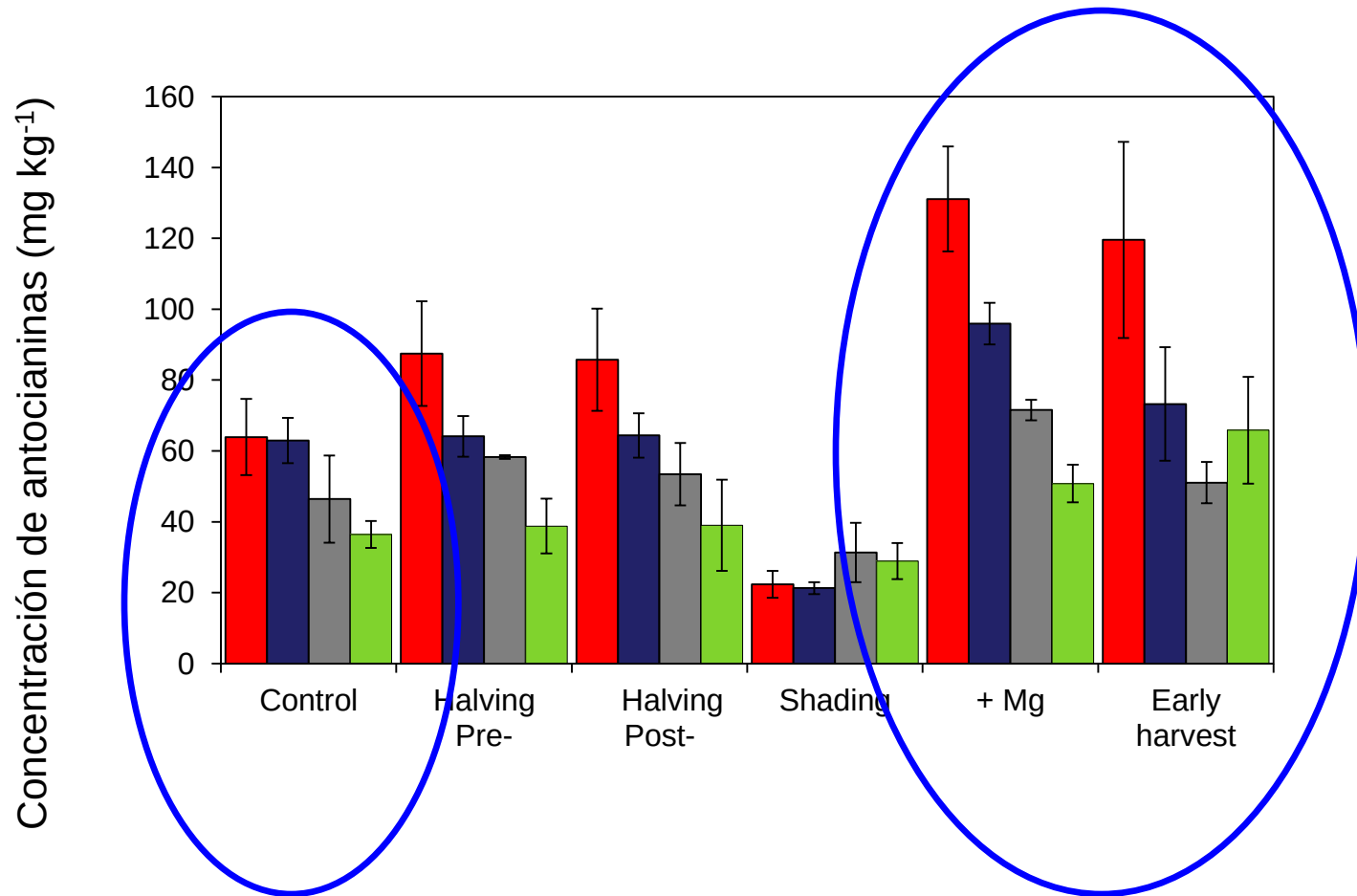
Trigo púrpura



Cyanidin 3-glucoside
Peonidin-3-glucoside

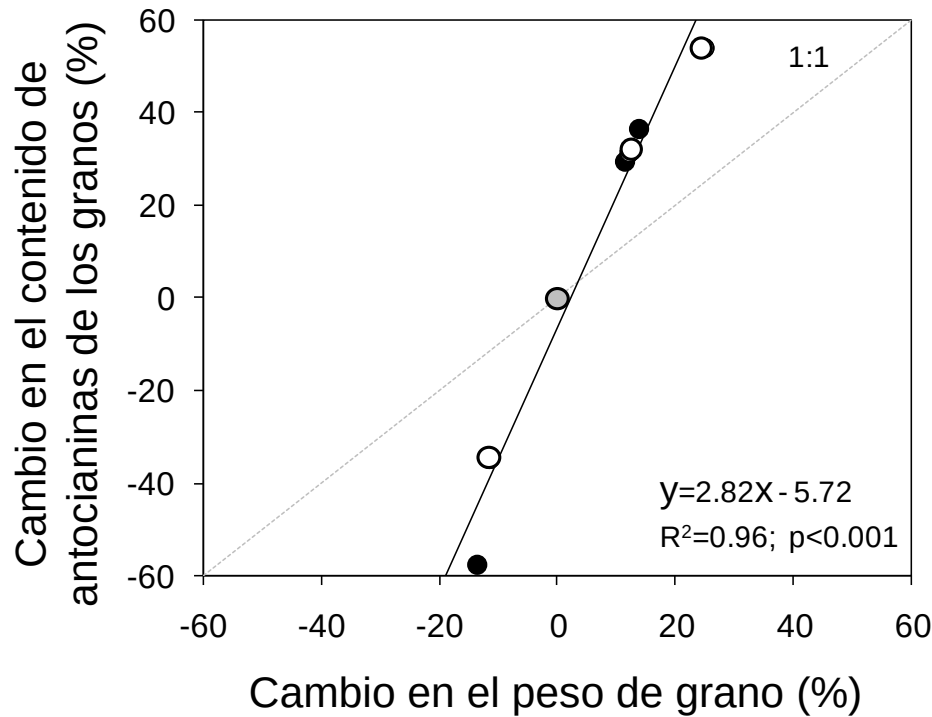


Respuesta de la concentración de antocianinas a prácticas de manejo





Respuesta de la concentración de antocianinas a cambios en la relación Fuente:Destino



Bustos, Riegel & Calderini
J. Cereal Sci. (en revisión)



Conclusiones

- Los rendimientos potenciales de trigo y cebada primaverales en la zona sur de Chile alcanzan las 12 t ha^{-1}
- Las variables ambientales que permiten esta potencialidad son un alto coeficiente fototermal (relación R/T°) alrededor de floración y temperaturas próximas al óptimo durante el llenado de los granos
- El período de acumulación lineal de biomasa es corto (4 meses) con tasas de crecimiento que superan los $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$
- La Eficiencia en el Uso de la Radiación es una de las claves del alto potencial de producción de biomasa de la zona sur

Conclusiones

- Un factor importante para aprovechar la potencialidad de la zona sur es la interceptación de radiación (cobertura del suelo) en la etapa previa a la antesis
- Existe variabilidad en el arreglo entre número y peso de ganos (líneas DH), en la interceptación de radiación y en la EUR para ser utilizada en programas de mejoramiento
- La densidad de siembra y el arreglo espacial permitiría incrementar los indicadores de calidad de grano y disminuir la sensibilidad a la tendadura
- La captura de recursos del suelo (N y P) podría ser mejorada a través de la densidad de siembra y el arreglo espacial, contribuyendo a la sustentabilidad de los sistemas de producción

¡Muchas gracias!