



Seminario: ¿Es posible continuar incrementando el rendimiento en el sur de Chile?

Daniel F. Calderini



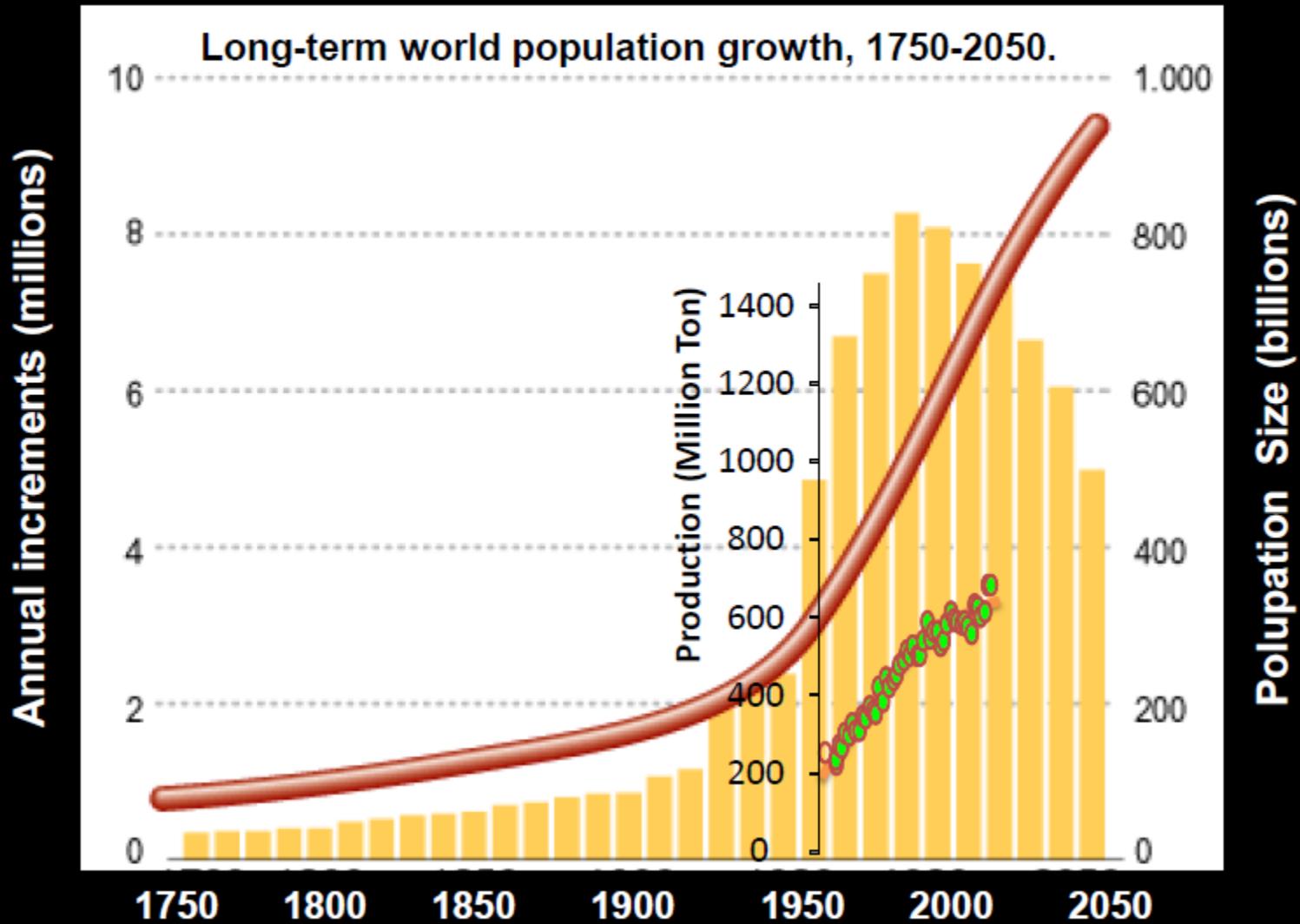
Universidad Austral de Chile

Valdivia, diciembre de 2013

Esquema de la Presentación

- Desafíos de la demanda de alimentos y producción de trigo
- Necesidad de incrementar el rendimiento potencial
- Análisis de la mejora genética del rendimiento y su impacto sobre los caracteres ecofisiológicos
- Alternativas para continuar incrementando el rendimiento potencial

Población mundial y producción de trigo

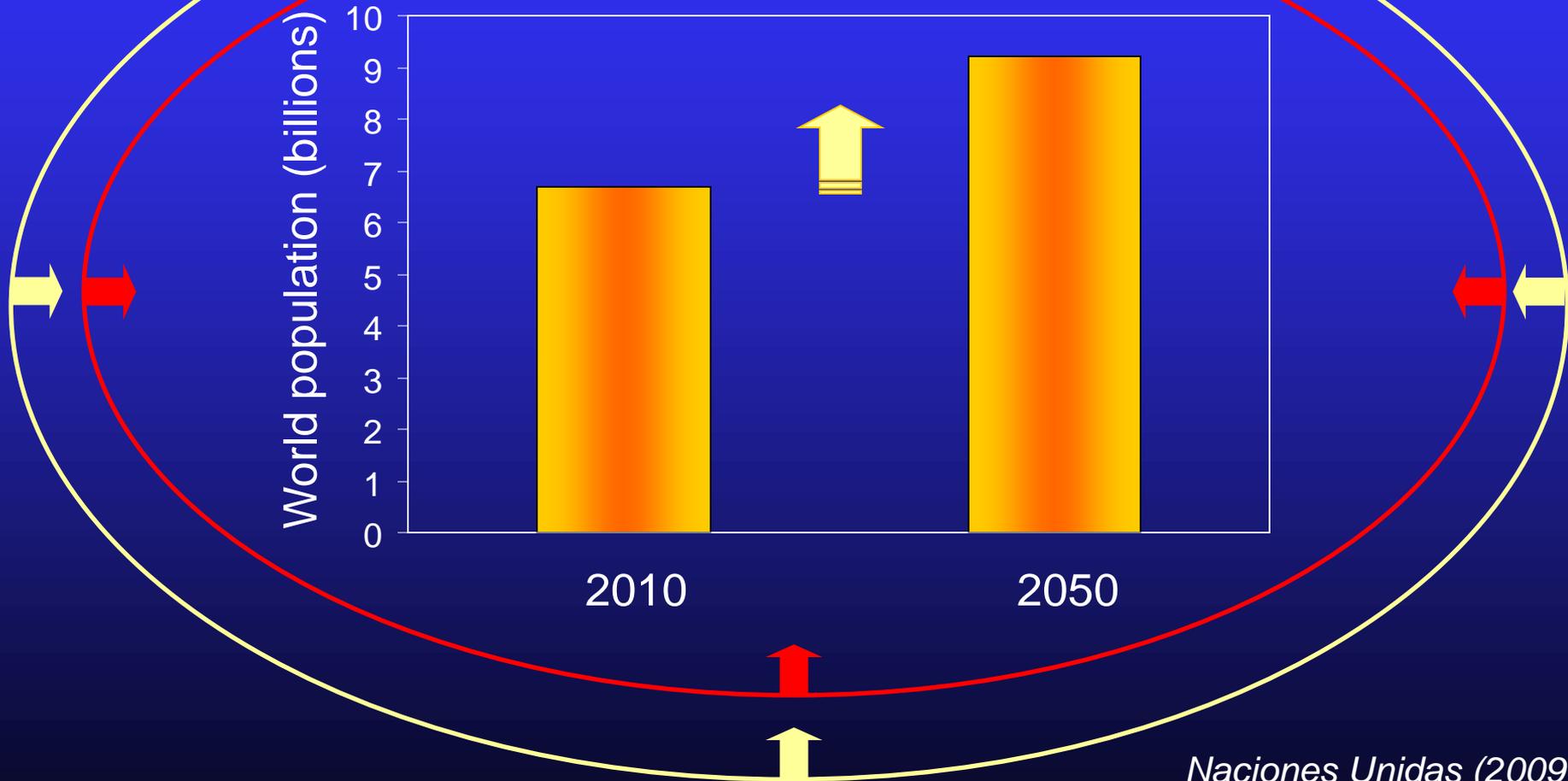


Escenario de demanda mundial de alimentos (2006-2050)

- El incremento poblacional ha sido estimado en cerca del **40%** de la línea base de FAO del año 2006 hasta el 2050
- En ese contexto, y considerando que la cantidad de calorías podría incrementarse a 3130 kcal persona⁻¹ día⁻¹, la producción agrícola mundial debería aumentar entre el **50 y 60%** desde 2006 hasta 2050
- Se ha estimado que la cosecha de cereales debería aumentar en un rango entre **1,16 y 1,31% año⁻¹**, dependiendo de la demanda de bio-comustibles

Entorno del crecimiento poblacional (2010-2050)

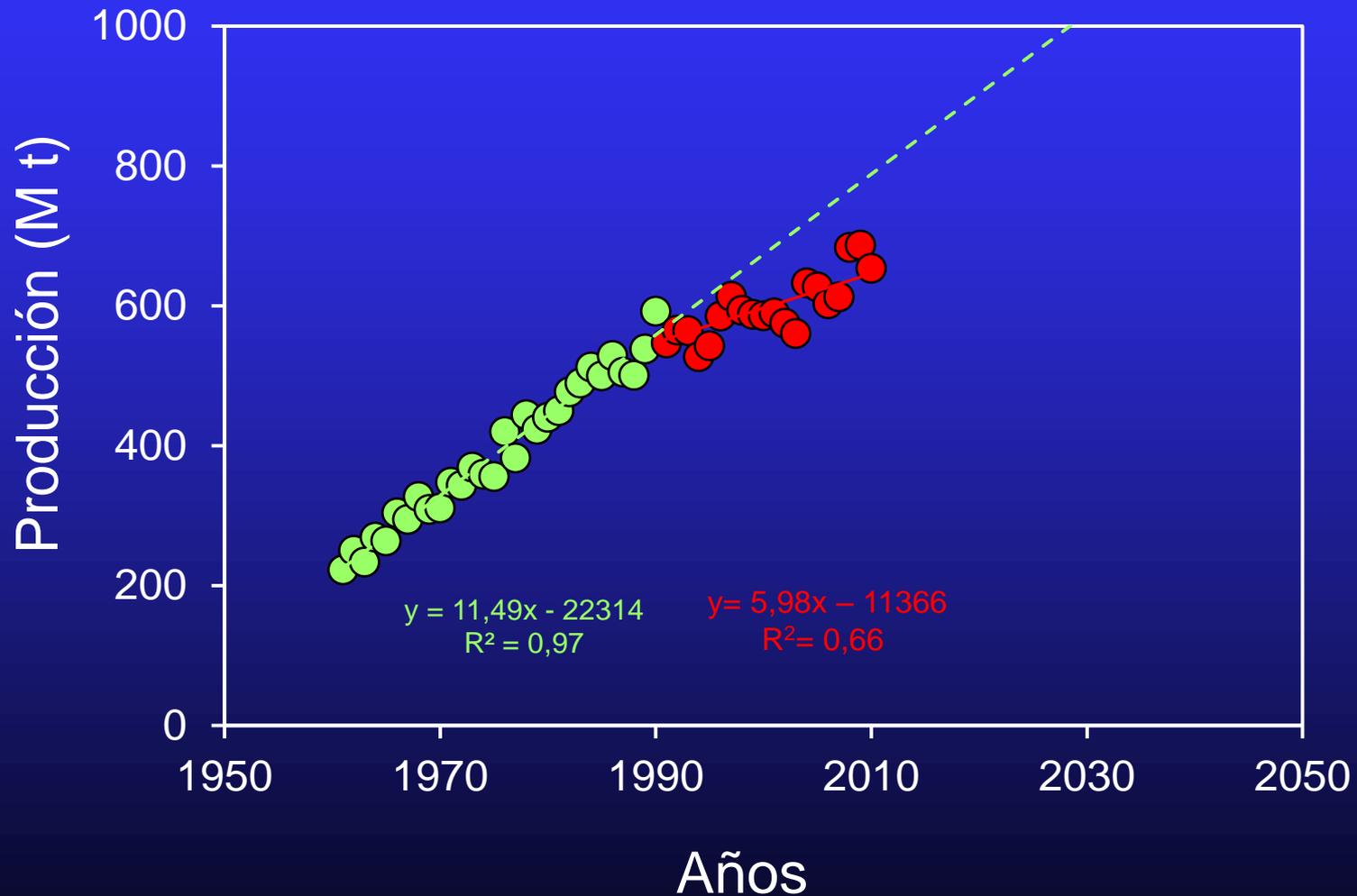
Producción segura con el ambiente
Cambio climático



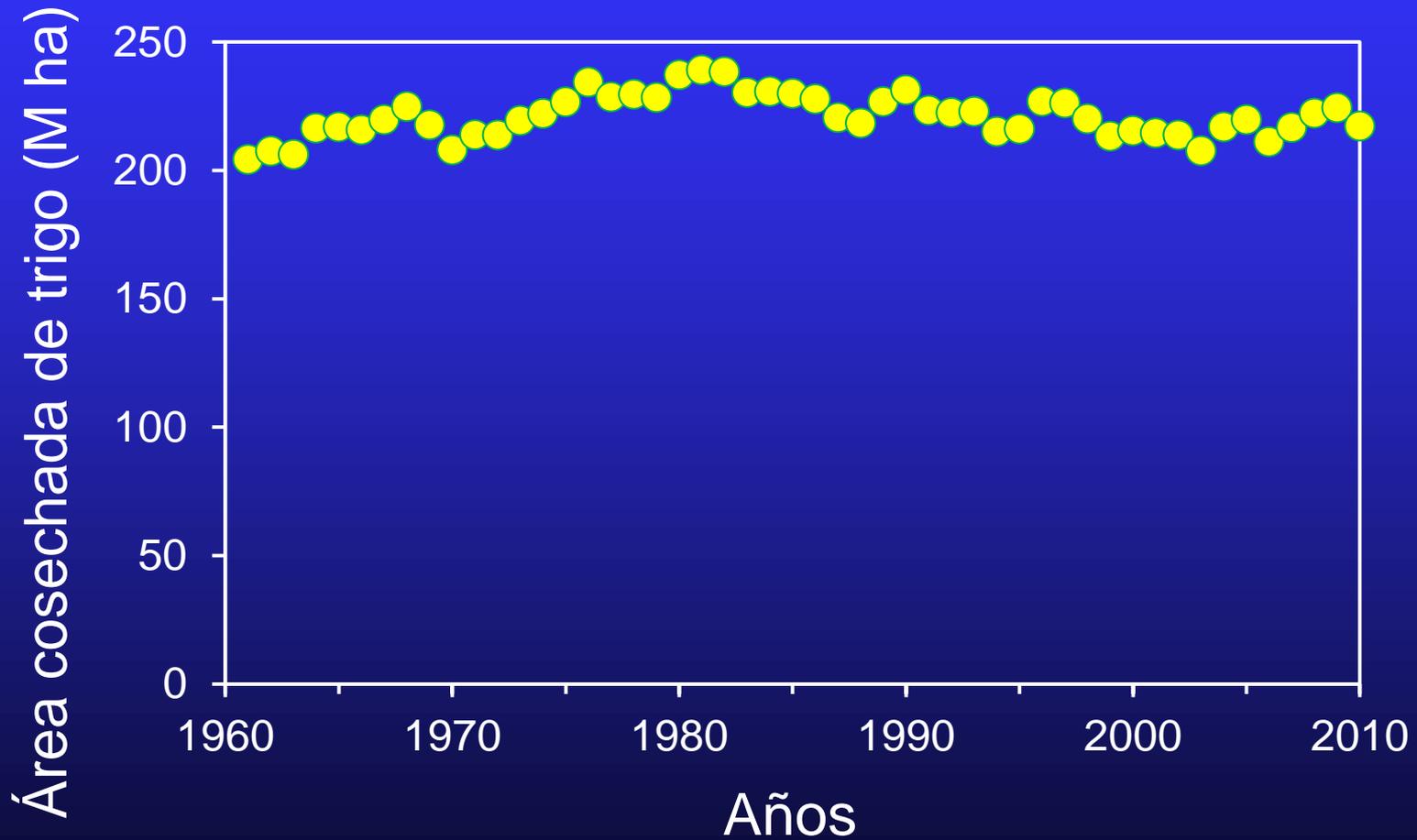
Naciones Unidas (2009)

Producción mundial de trigo (1960-2010)

Tasa últimos 20 años: 1,05% año⁻¹ (<1,16% año⁻¹)

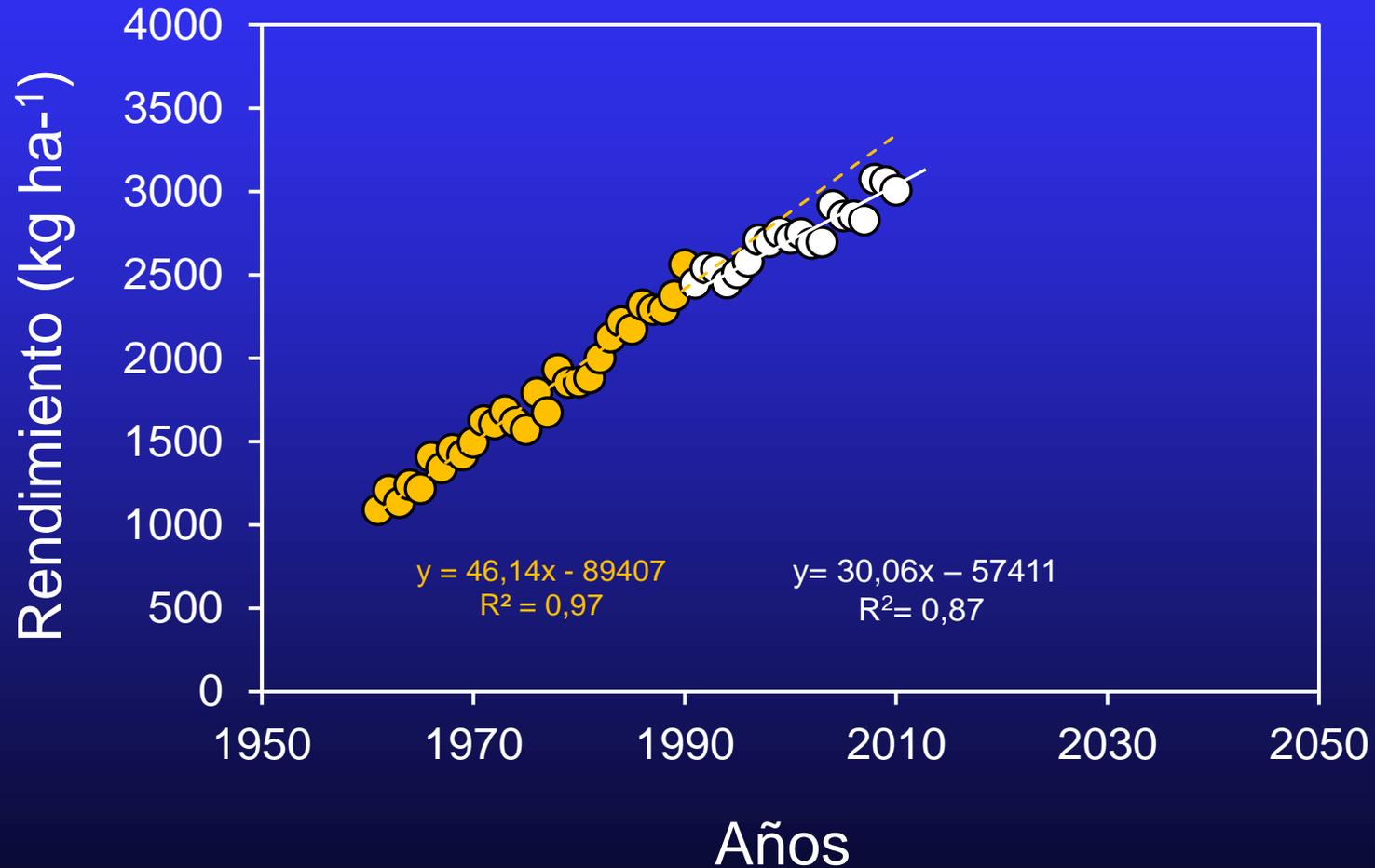


Superficie mundial de trigo (1960-2010)

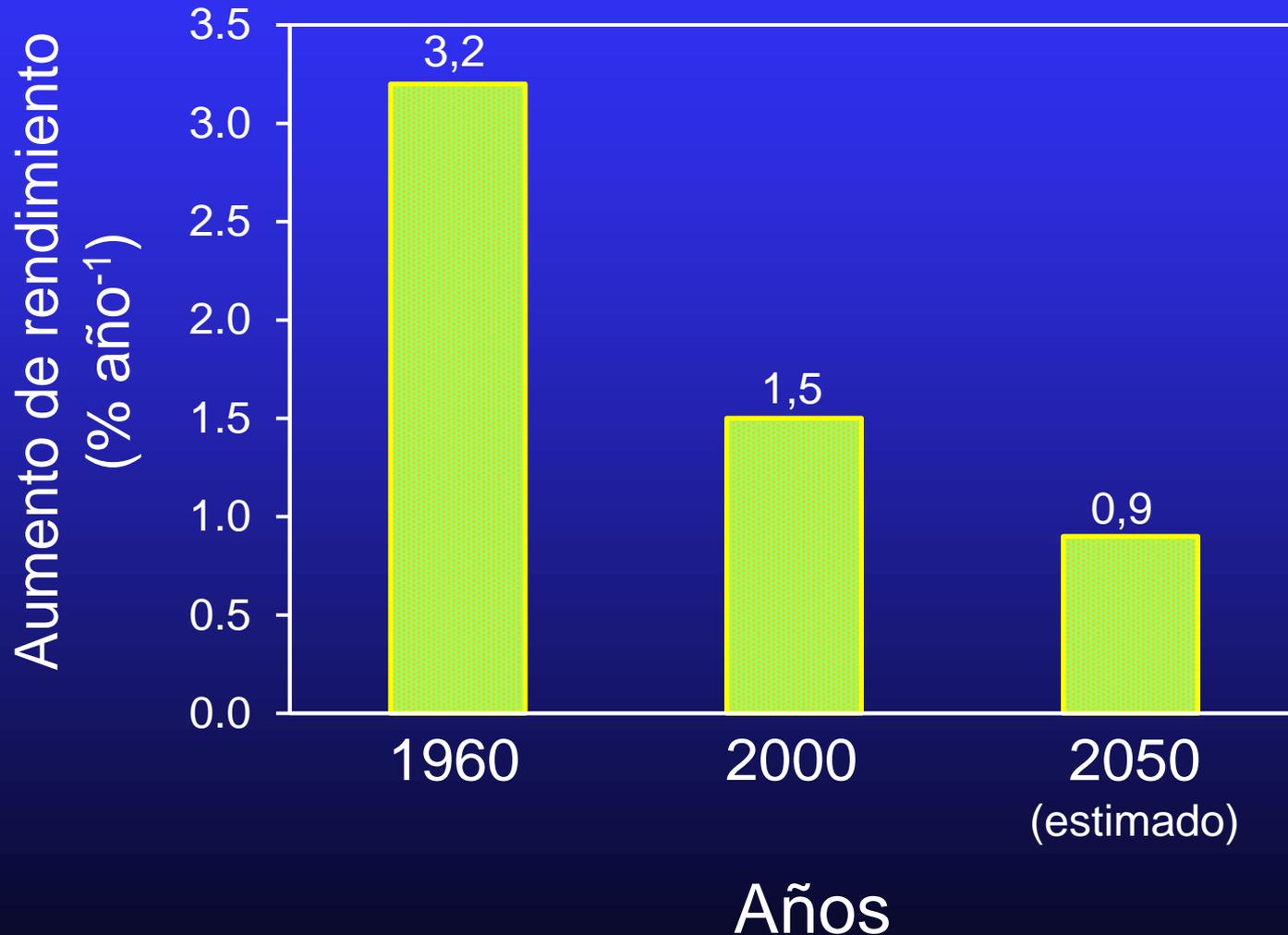


Rendimiento mundial de trigo (1960-2010)

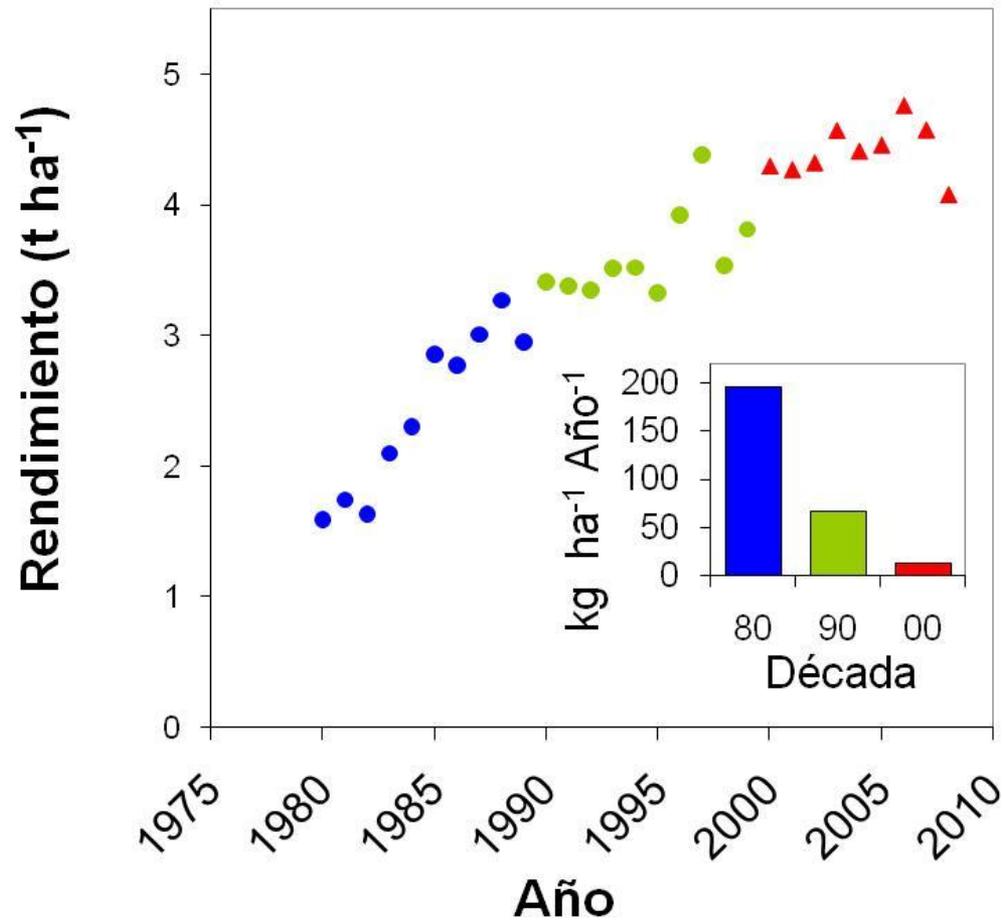
Tasa últimos 20 años: 1,17% año⁻¹ (1,16% año⁻¹)



Tasa de incremento del rendimiento mundial de trigo

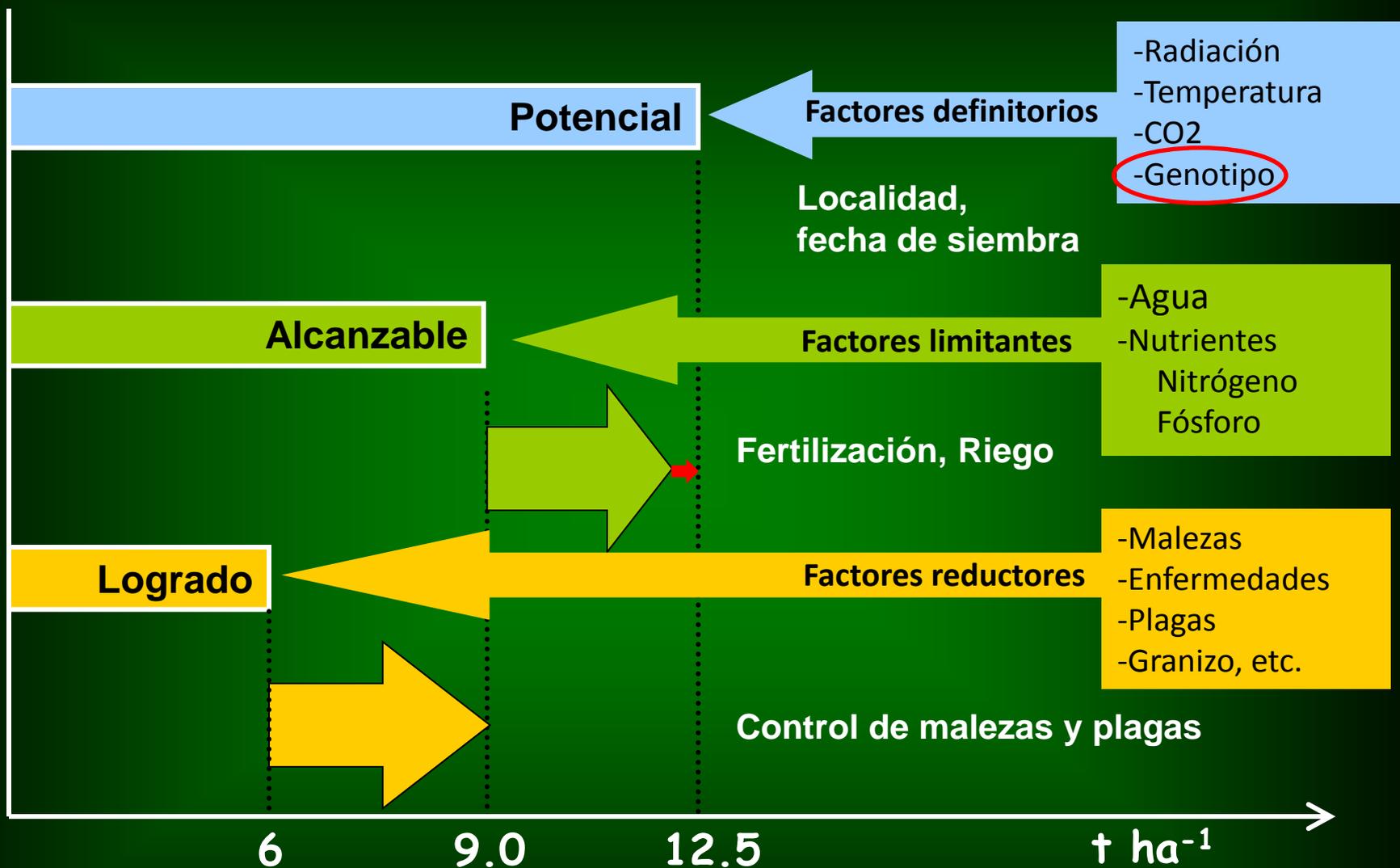


Evolución del rendimiento de trigo en Chile



● 1980-1989 ● 1990-1999 ▲ 1999-2008

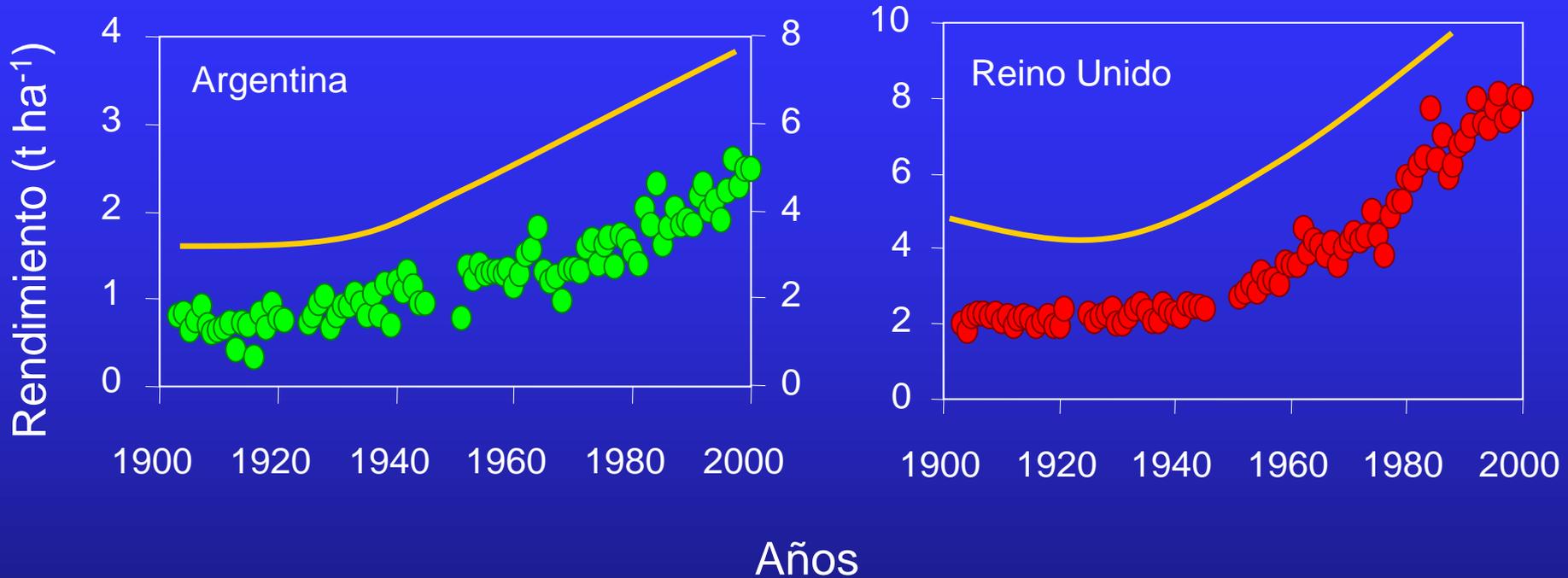
FACTORES LIMITANTES A LA PRODUCCIÓN



Niveles de Producción de trigo

adaptado de Rabbinge, 1993.

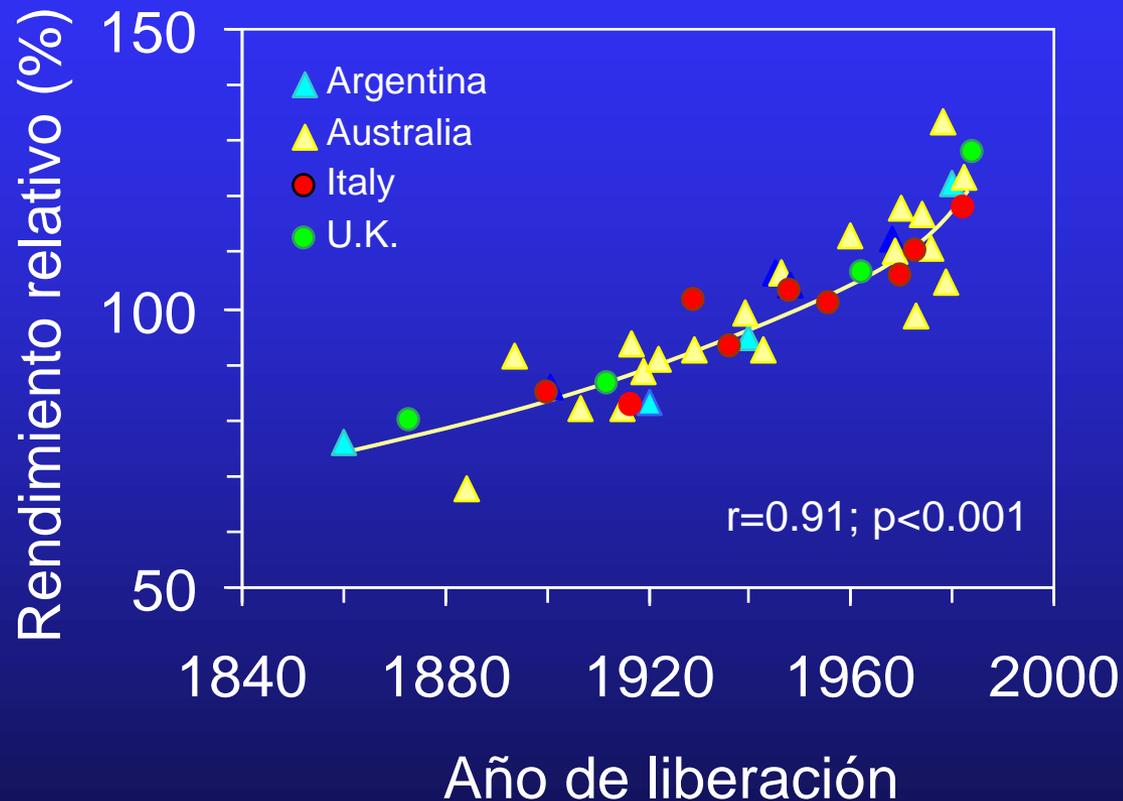
Rendimiento potencial y rendimiento promedio país



Slafer & Calderini (2005)
Food Product Press

El impacto positivo del incremento del rendimiento potencial sobre los rendimientos de los productores ha sido demostrado en trigo y otros **cultivos** (e.g., Rajaram, 1996; Reynolds et al., 1996; Abeledo et al., 2005; Foulkes et al., 2009; Reynolds et al., 1996; Fischer & Edmeades, 2010)

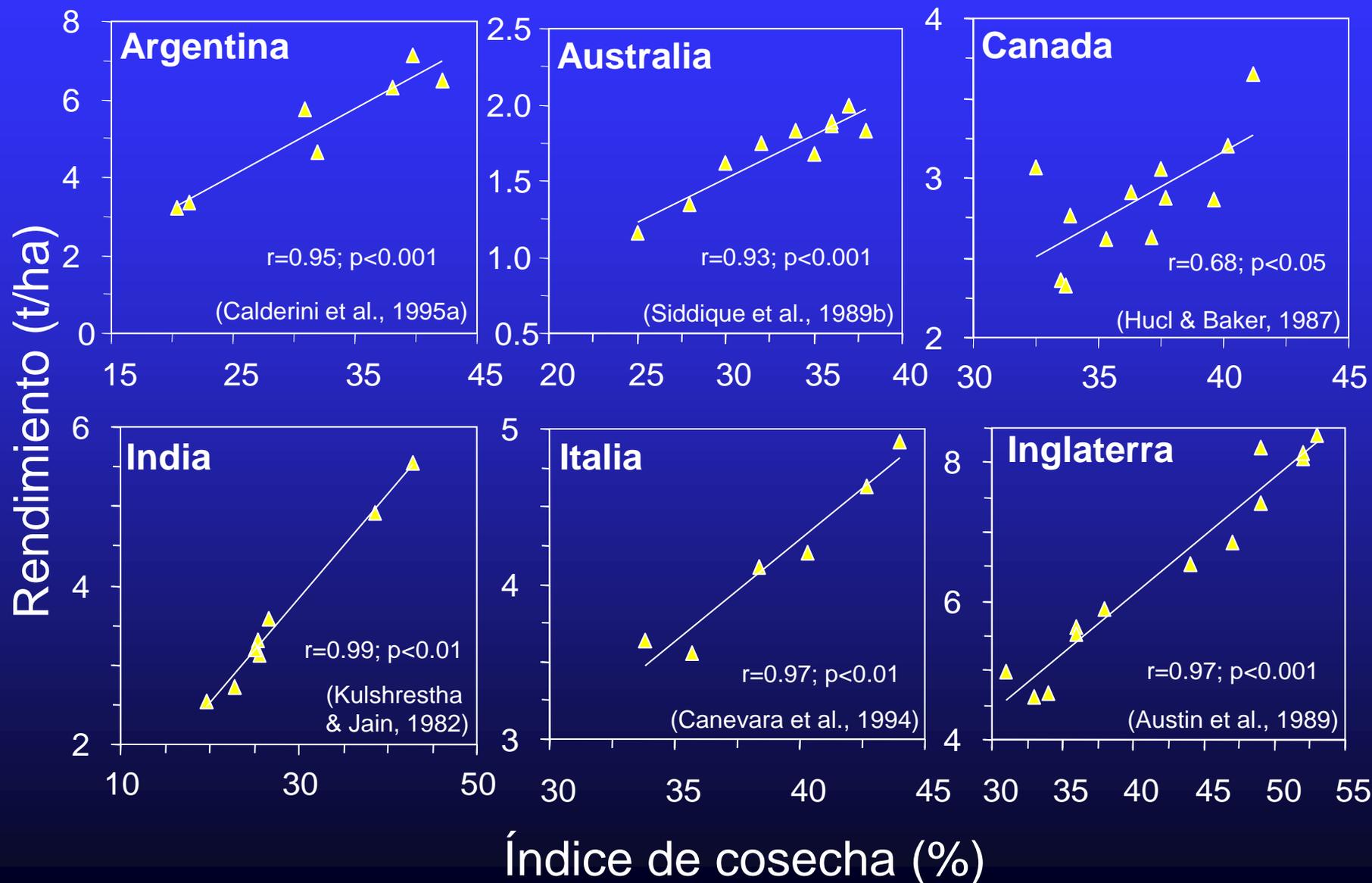
El mejoramiento de trigo ha mostrado tendencias similares en diferentes países del mundo



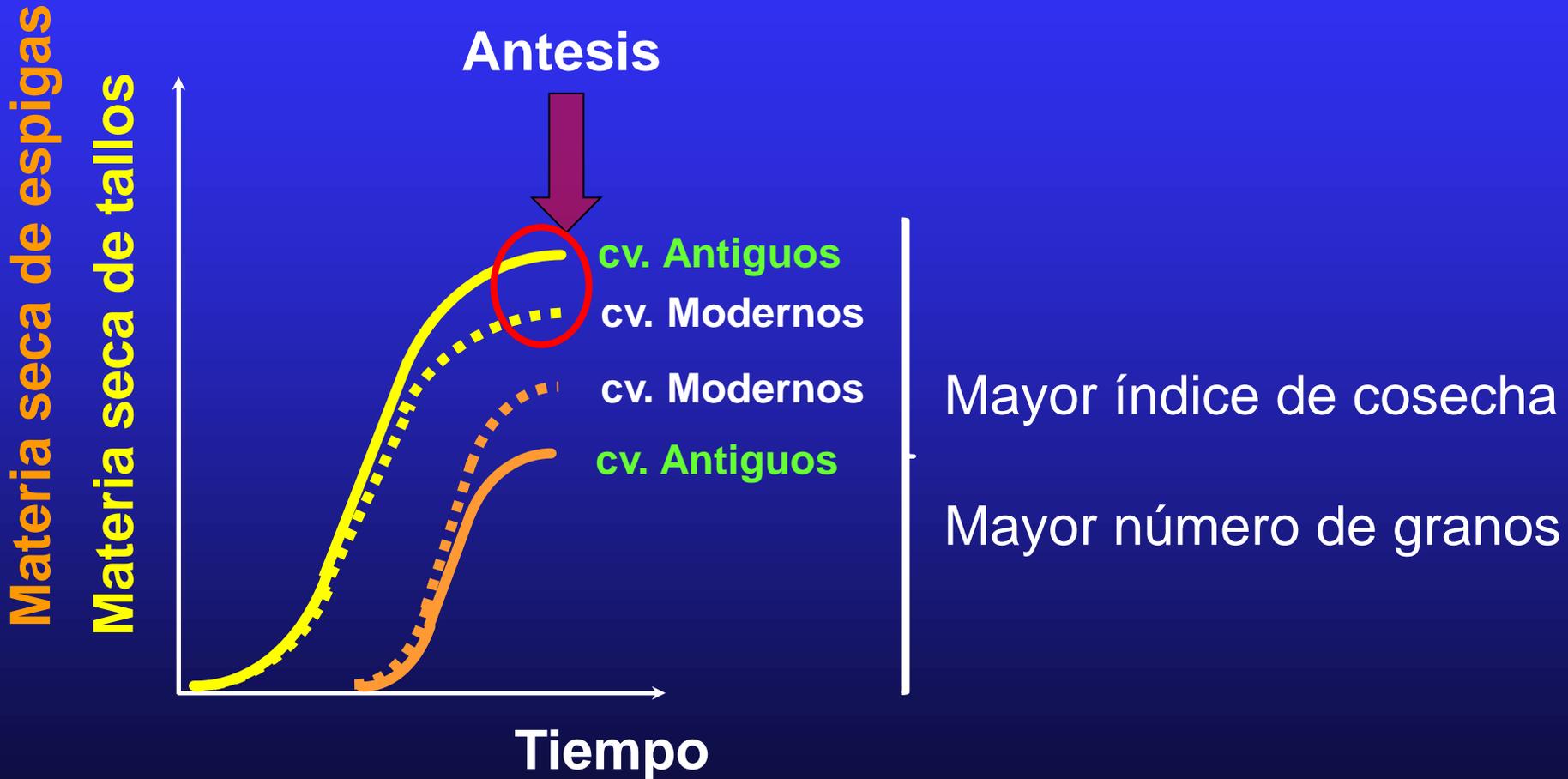
Determinantes fisiológicos del rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \text{Biomasa} \times \text{Índice de cosecha}$$

El incremento del índice de cosecha fue la principal causa del aumento del rendimiento

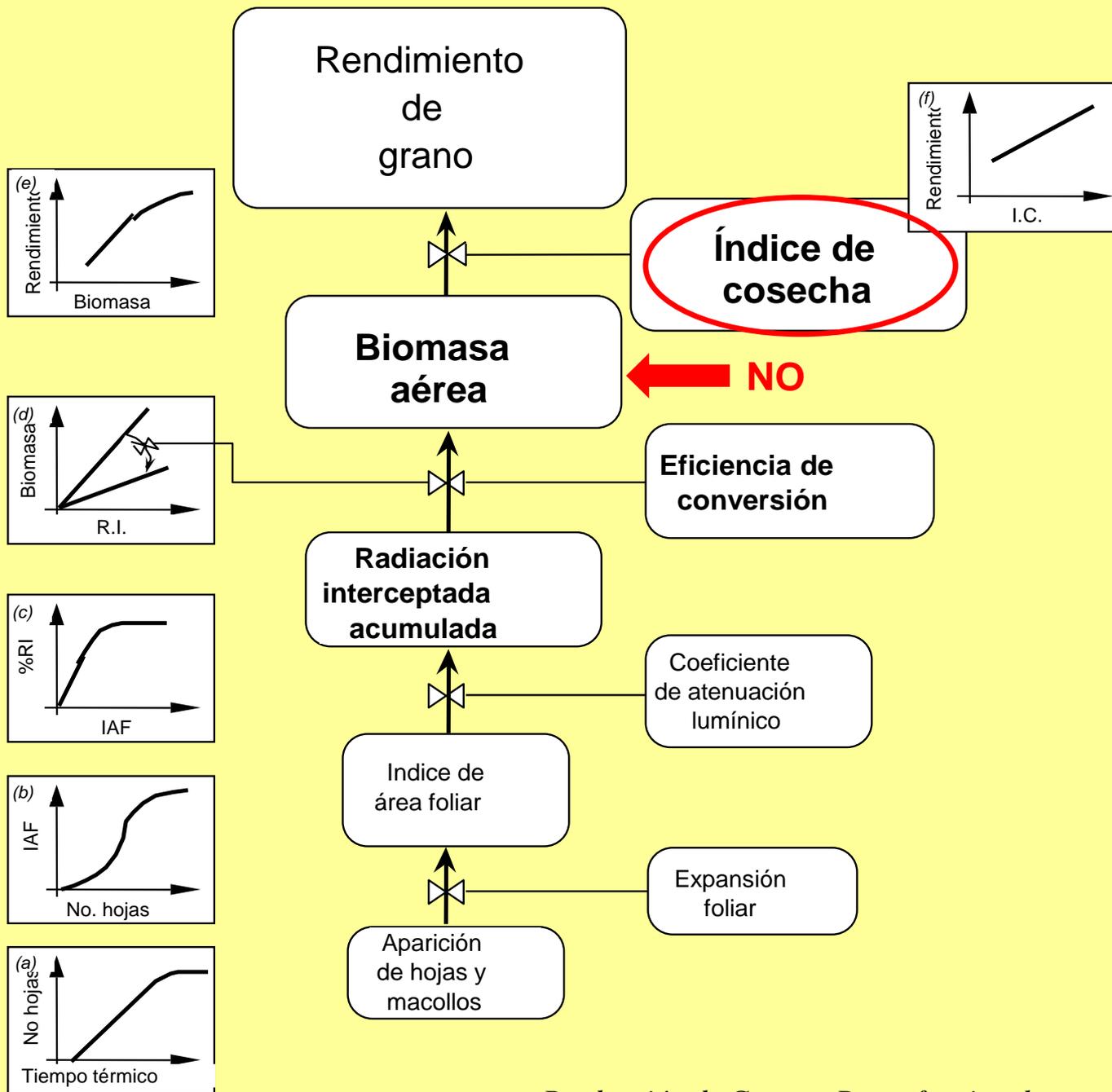


Determinantes fisiológicos del impacto del mejoramiento sobre el rendimiento potencial

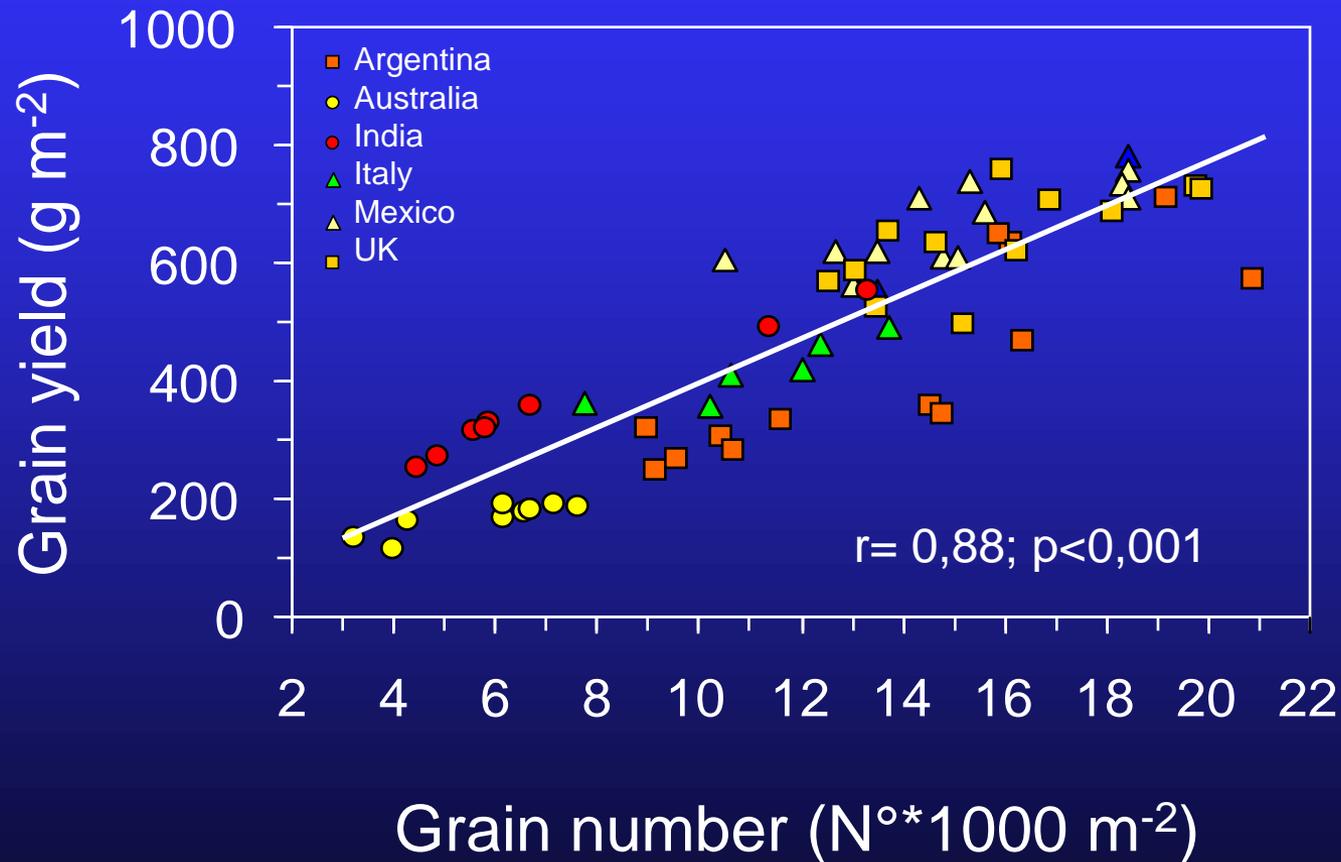


Cambios en la partición de biomasa de cultivares argentinos liberados en distintos años

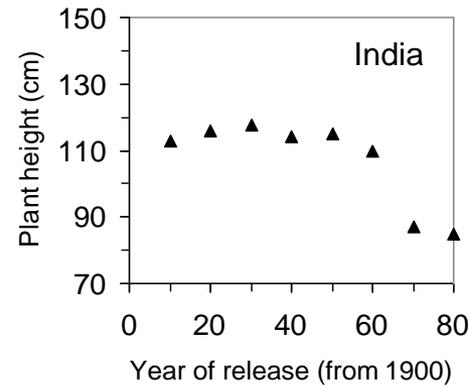
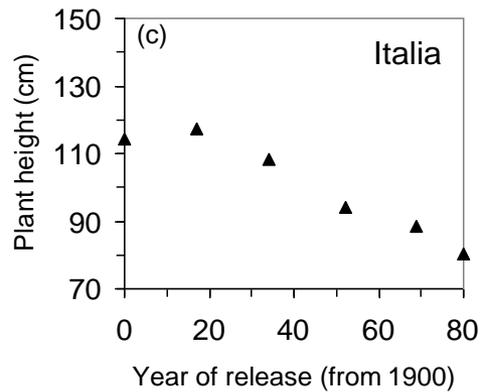
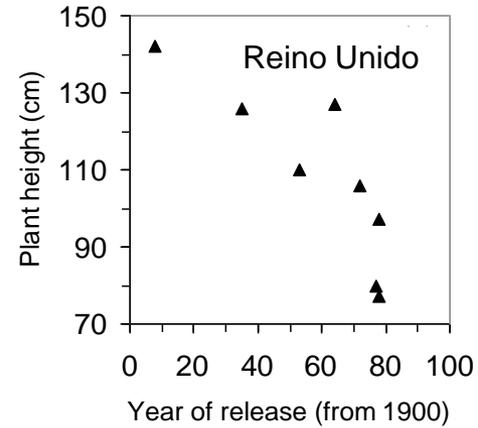
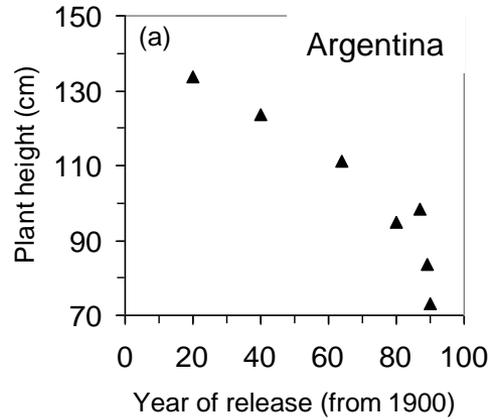
Año de liberación	Rendimiento (g m ⁻²)	Tallos (g m ⁻²)
1920	319.9	839.1
1990	649.1	496.4
Diferencia	+ 329.3	- 342.7



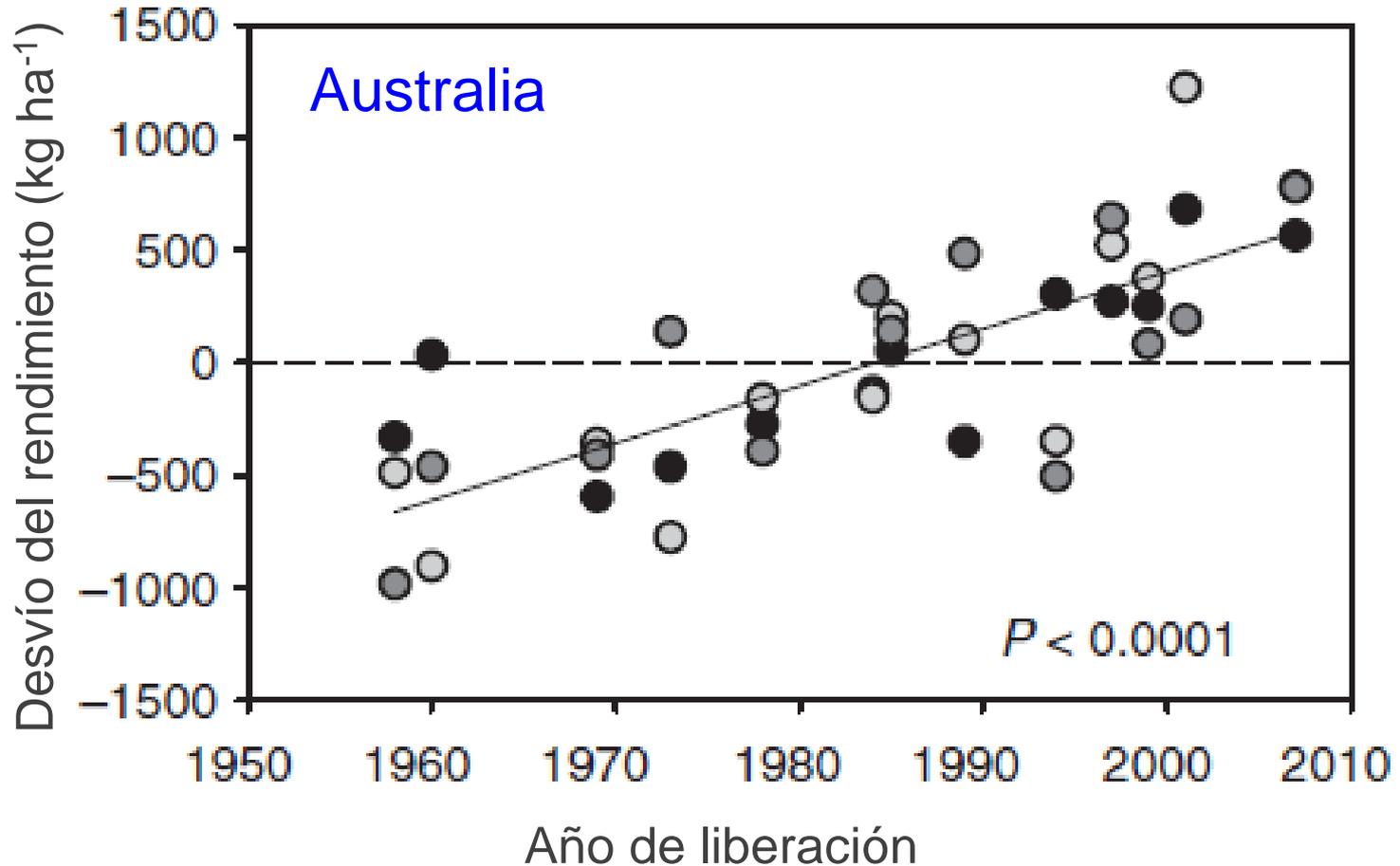
El número de granos fue el componente mejor asociado con el rendimiento



Altura de planta de cultivares de trigo liberados en distintos años

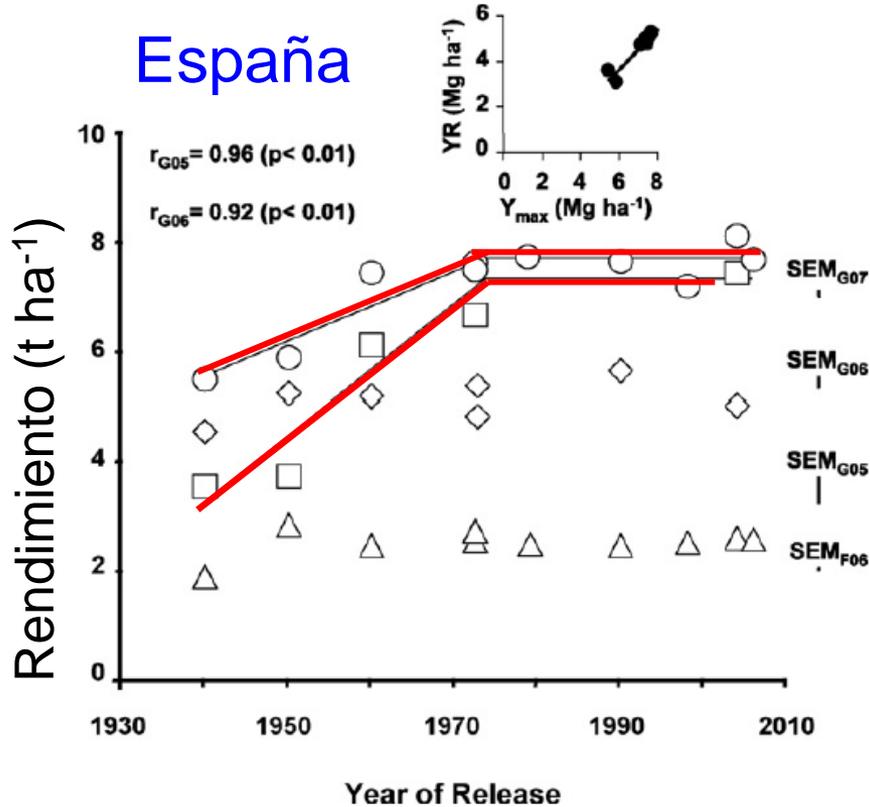


Evaluaciones recientes de la ganancia genética del rendimiento en trigo

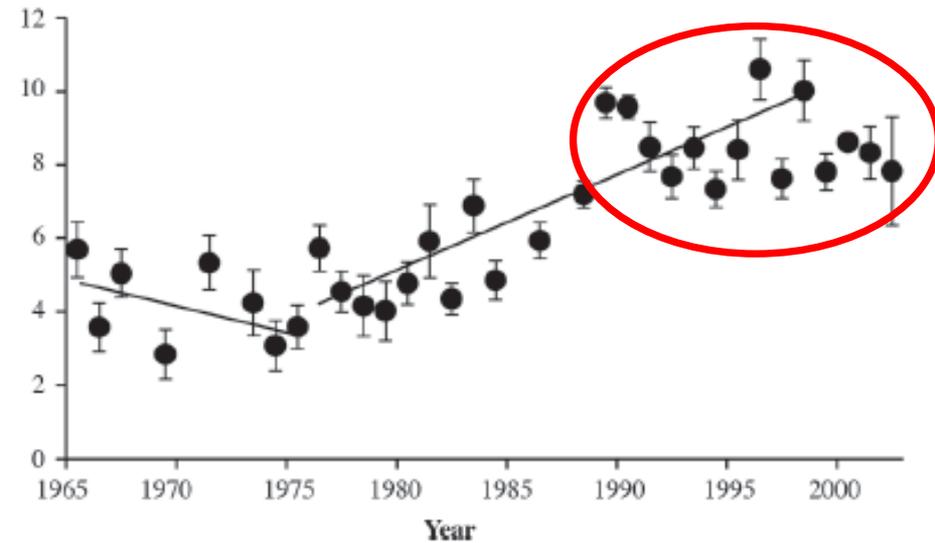


Evaluaciones recientes de la ganancia genética del rendimiento en trigo

España



Chile



Acreche et al. (2012)
European Journal of Agronomy

Matus et al. (2012)
Chilean Journal of Agricultural Research

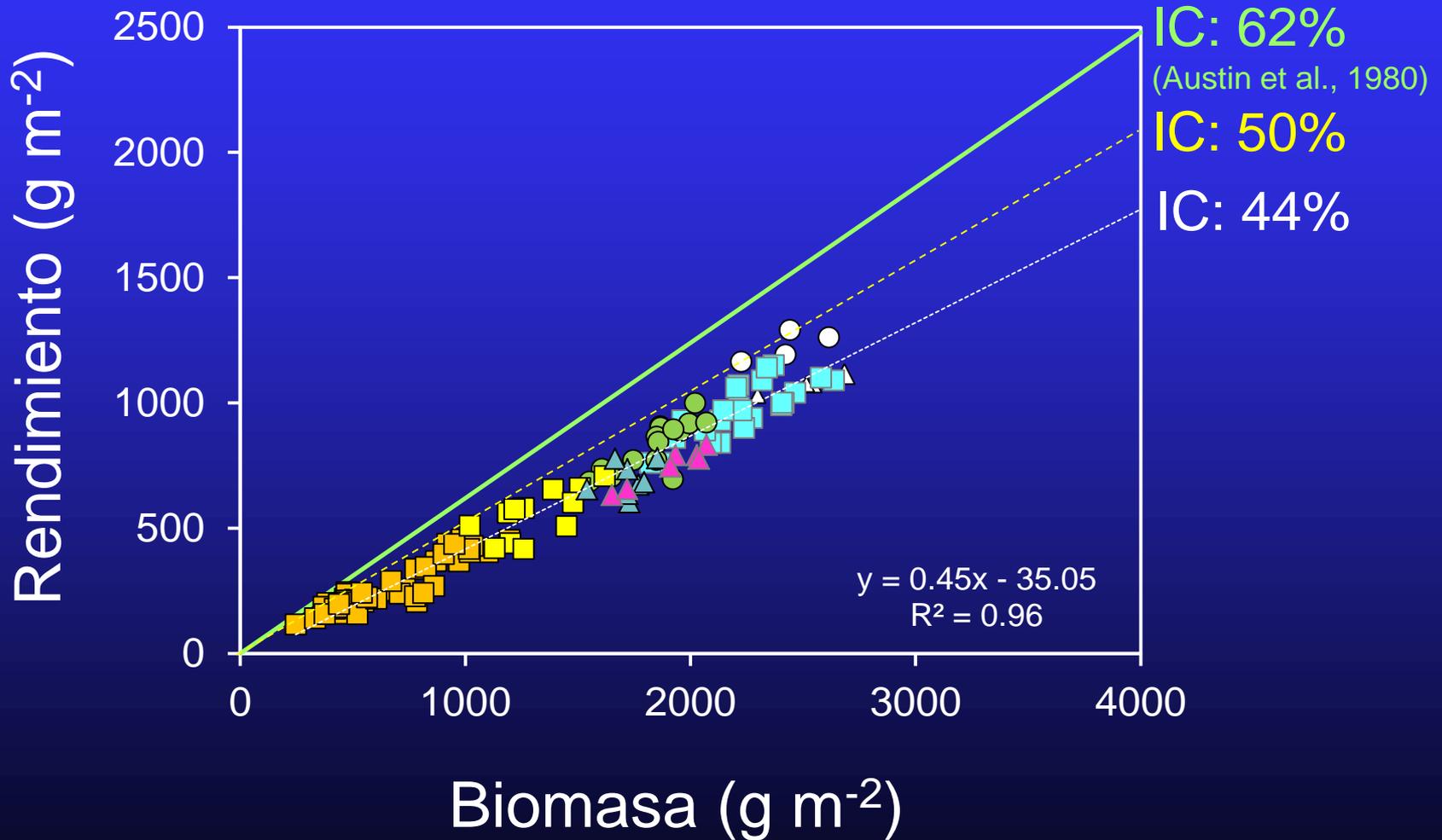
¿Es posible continuar incrementando el IC?

$$\text{Rendimiento} = \text{Biomasa} \times \text{Índice de cosecha}$$

Partición de la biomasa en el cultivo de trigo

Órgano	Máximo teórico (%)	Reino Unido	
		cv. '70 (%)	cv. Consort (%)
Granos (IC)	62	49	53
Capotillo	13	10	11
Hojas	10	10	9
Tallos	15	31	27

Relación entre el rendimiento y la biomasa



Rendimiento

Altura óptima de planta



70

100

DE

SE

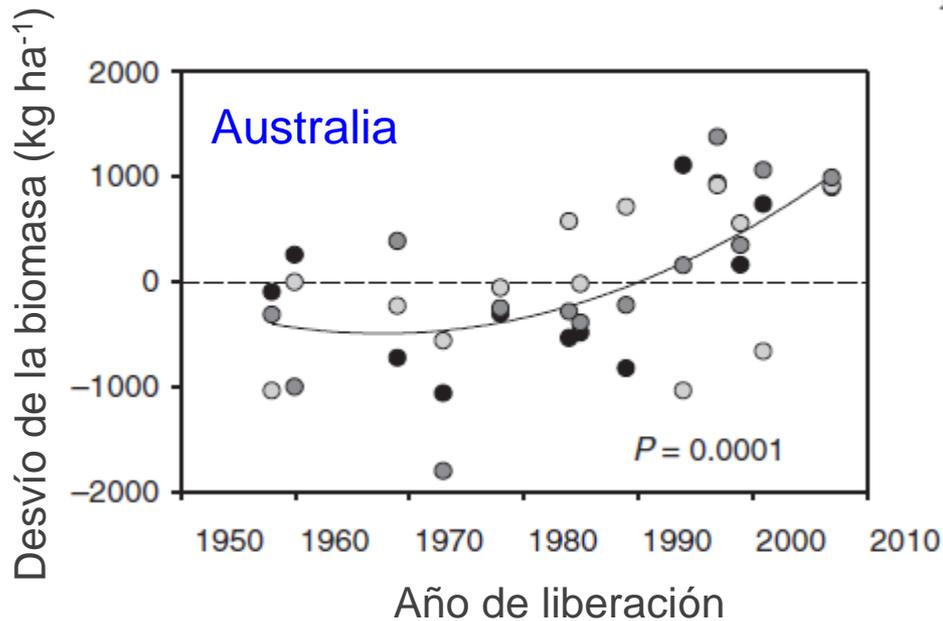
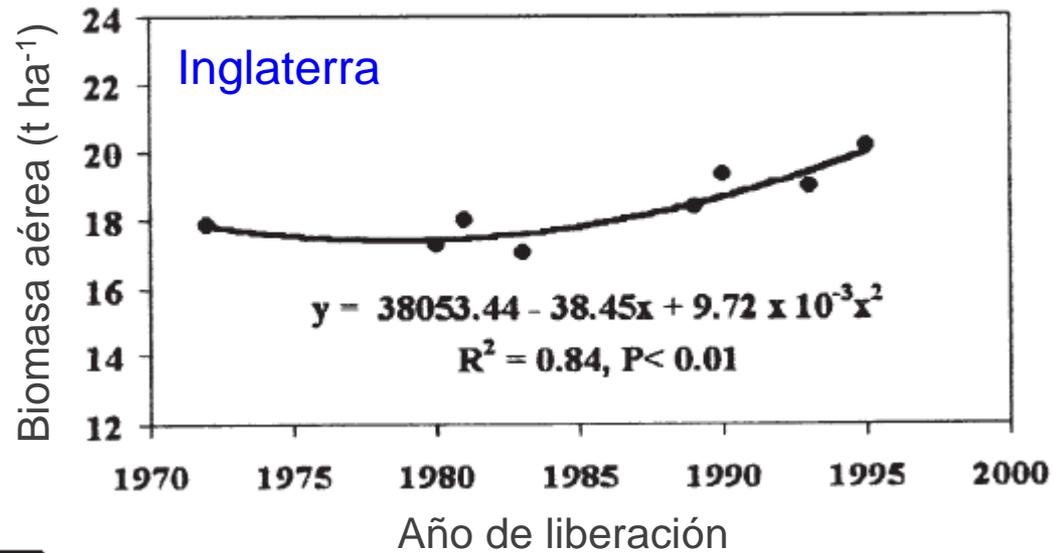
A

Altura de planta (cm)

Richards (1992)
Field Crops Research

Miralles & Slafer (1995)
Plant Breeding

¿La biomasa como el motor de la ganancia genética en trigo?



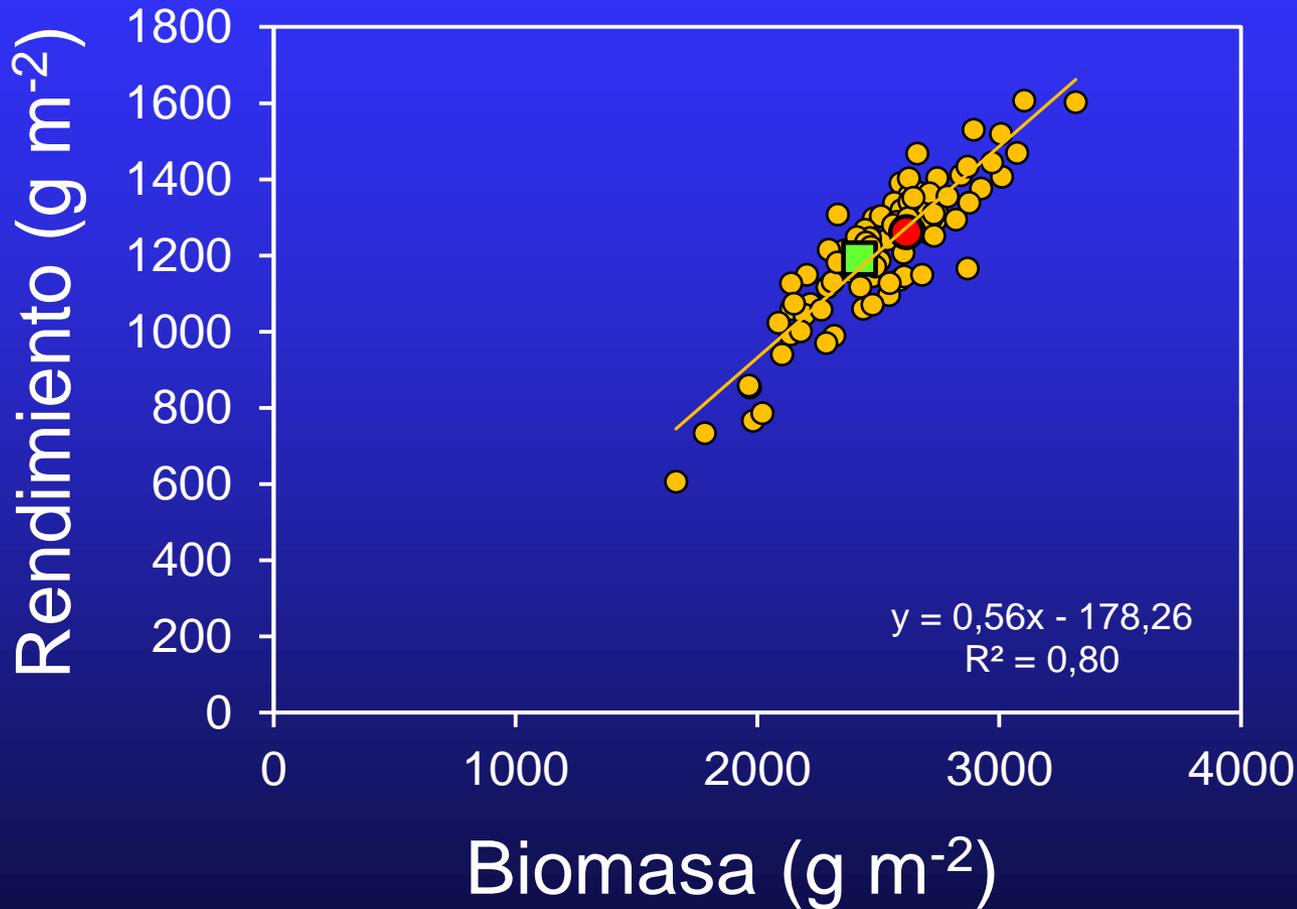
Shearman et al. (2005)
Crop Science

Sadras & Lawson (2011)
Crop & Pasture Science

Rendimiento, biomasa e IC en líneas doble haploide, parentales y Pandora

Season	Genotype	GY (g m ⁻²)	Biomass (g m ⁻²)	HI (%)
1	Highest DH (DH1)	1506 a	2780 a	54.3 a
	Lowest DH	589 e	1697 d	34.7 e
	DH average	1191 bcd	2399 bc	49.5 bc
	Bacanora	1164 bcd	2226 c	52.3 ab
	Weebil	1290 b	2443 bc	52.6 ab
	Pandora-INIA	1030 d	2298 c	45.0 cd
	2	Highest DH (DH2)	1607 a	3103 a
Lowest DH		607 e	1664 d	36.5 e
DH average		1214 bcd	2514 bc	48.2 bc
Bacanora		1192 bcd	2423 bc	49.3 bc
Weebil		1262 bc	2615 bc	48.7 bc
Pandora-INIA		1072 cd	2547 bc	42.1 d
Genotype		***	***	***
Season		n.s.	*	*
GxS		n.s.	n.s.	n.s.
S.E.M.		51	73	1.1

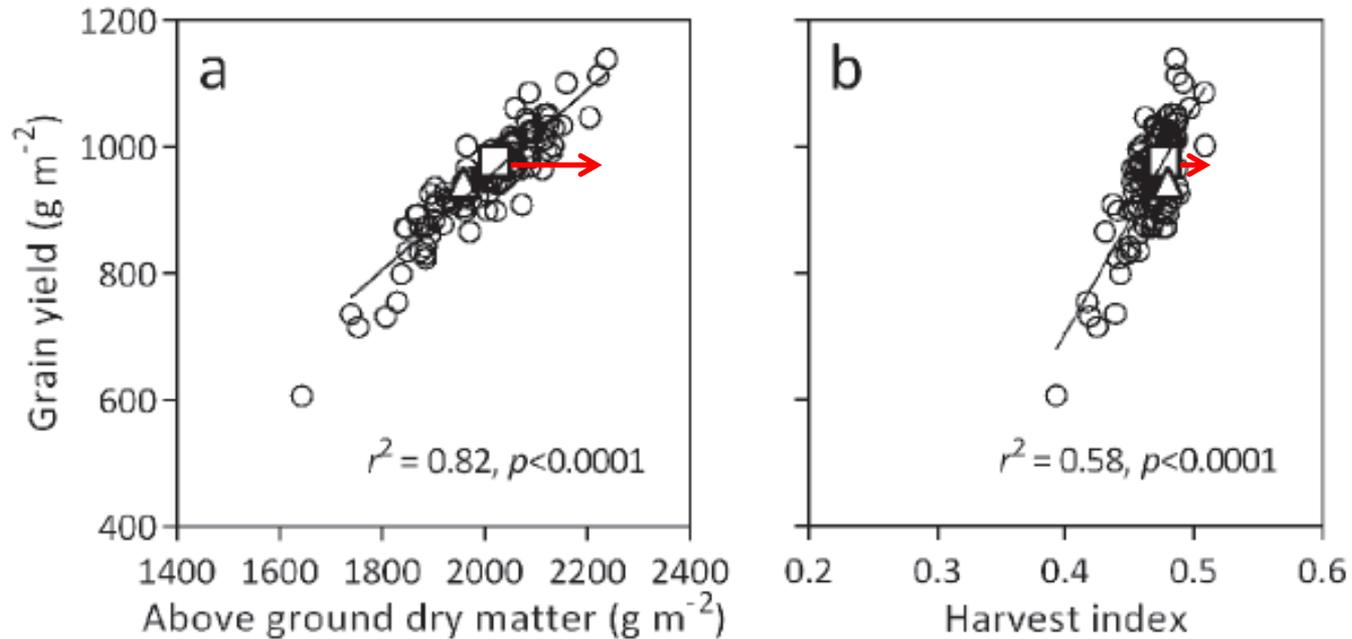
Relación entre el rendimiento y la biomasa en las líneas doble haploide



Rendimiento, Biomasa e IC en trigos primaverales

Argentina, Inglaterra, México y Chile

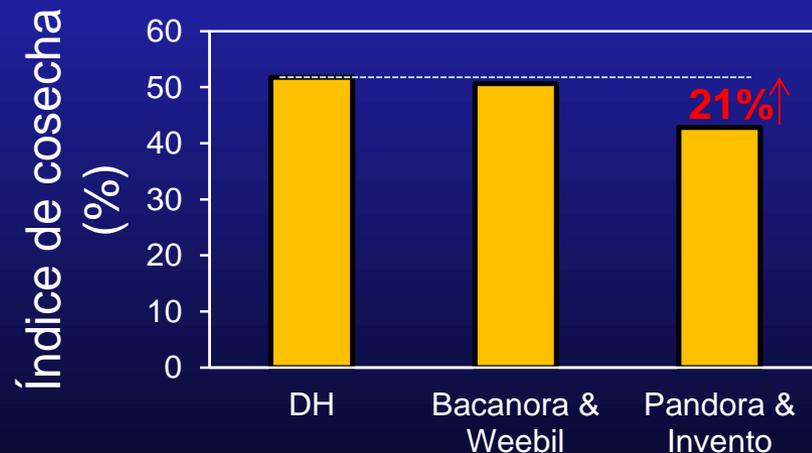
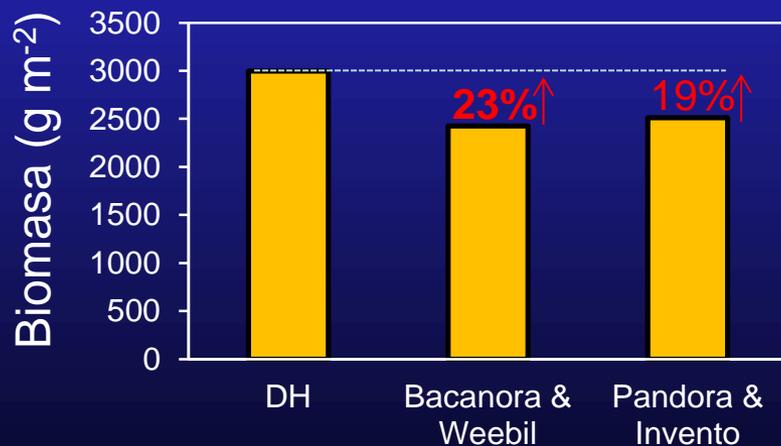
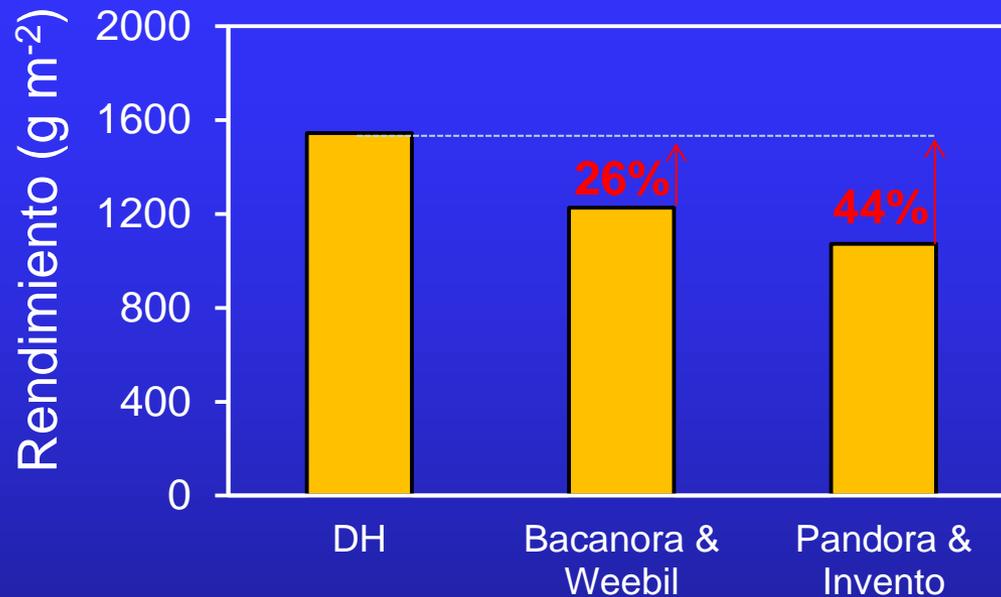
2 cultivares y 105 líneas doble haploides



Rendimiento, biomasa e IC en las mejores líneas doble haploide, Pandora e Invento

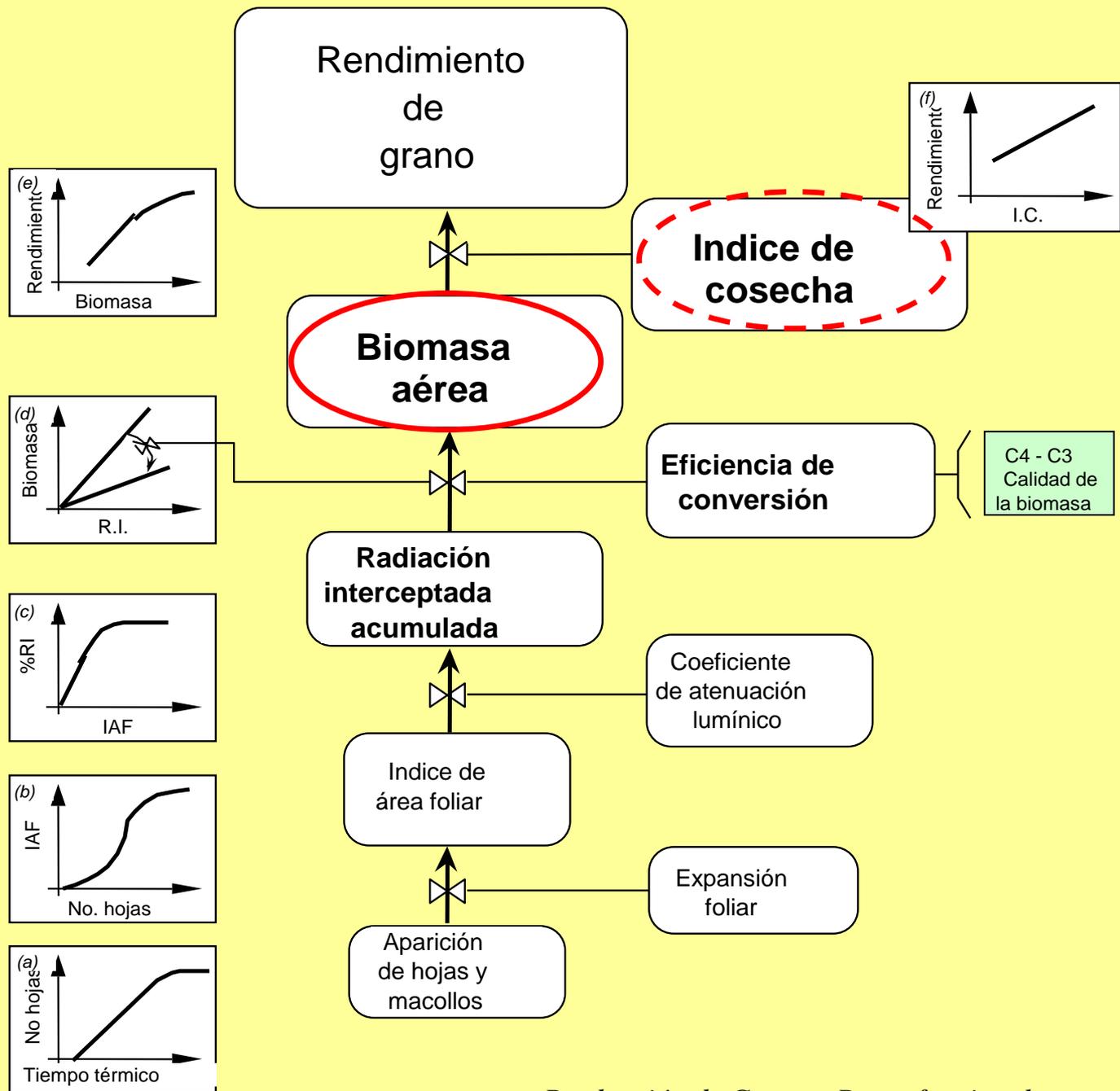
Genotype	GY (g m ⁻²)	Biomass (g m ⁻²)	HI (%)
DH2	1656 a	3573 a	47 ab
DH1	1524 a	2990 b	51 a
Pandora-INIA	1116 b	2684 b	41 c
Invento-BAER	1075 b	2516 b	43 bc
	**	*	**
S.E.M	84.4	142	0.01

Rendimiento y caracteres fisiológicos de 105 líneas DH comparadas con sus padres y cultivares locales



Bases fisiológicas de la mayor producción de biomasa de las mejores líneas doble haploide

Genotype	Crop growth rate (g day ⁻¹)	IPARa (MJ)	RUE _{pre} (g MJ ⁻¹)	RUE _{post} (g MJ ⁻¹)
DH2	37.9 a	915.5 a	3.8 a	4.7 a
DH1	31.1 a	831.8 b	3.7 a	4.0 a
Pandora-INIA	26.9 c	878.9 ab	3.2 ab	1.9 b
Invento-BAER	28.9 bc	932.1 a	2.9 b	2.1 b
	***	*	*	**
S.E.M.	1.3	15	0.1	0.5



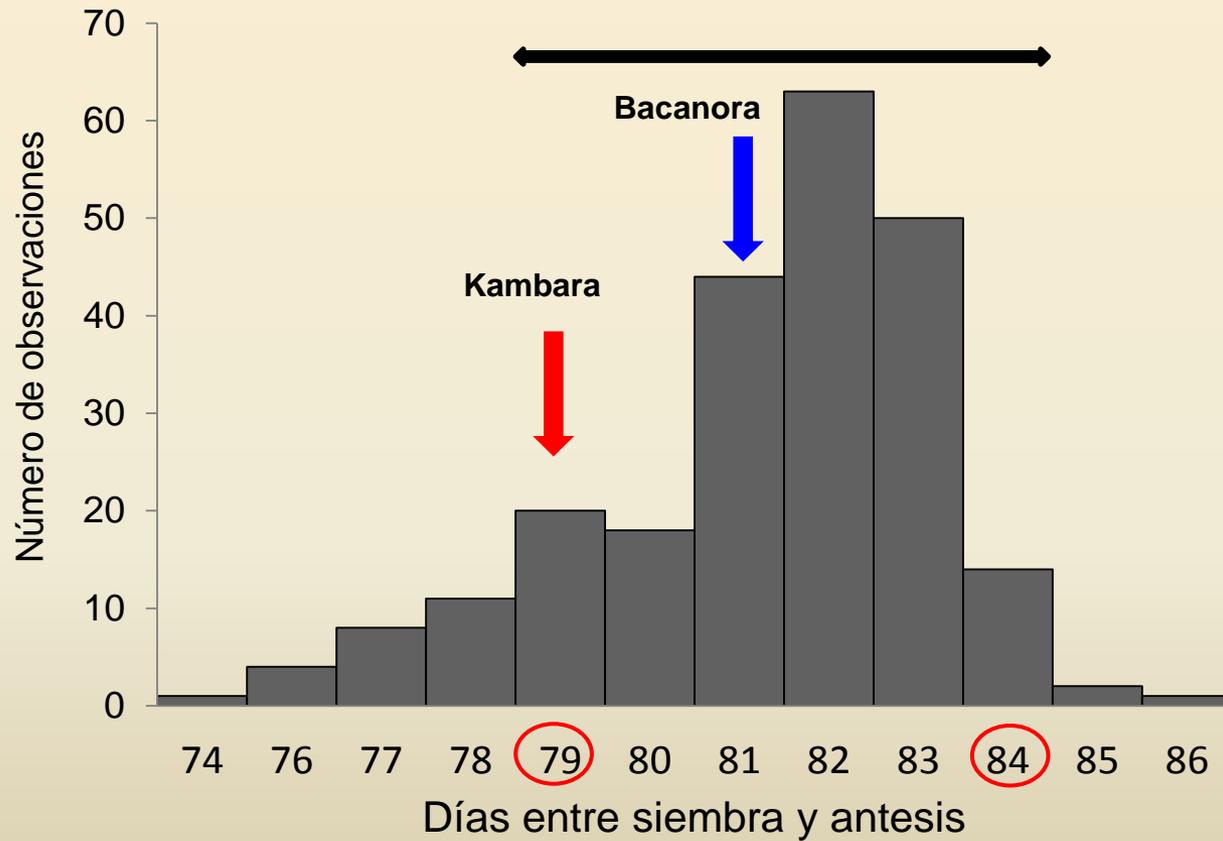
El aumento del rendimiento mediante el índice de cosecha no tuvo mayores implicancias sobre la demanda de los recursos (agua, nutrientes, etc.) mientras que un mayor potencial de rendimiento debido al incremento de la biomasa sí podría tenerlas dependiendo de las diferentes eficiencias de captura y conversión de los recursos

Se generaron 2 poblaciones DH derivadas de los cruzamientos **Kambara x Bacanora** (125) y **Bacanora x Kambara** (111) en INIA Carillanca por Javier Zúñiga



Las poblaciones fueron evaluadas junto a sus padres en un experimento realizado en la Estación Experimental de la UACH mediante un DBCA con 3 repeticiones

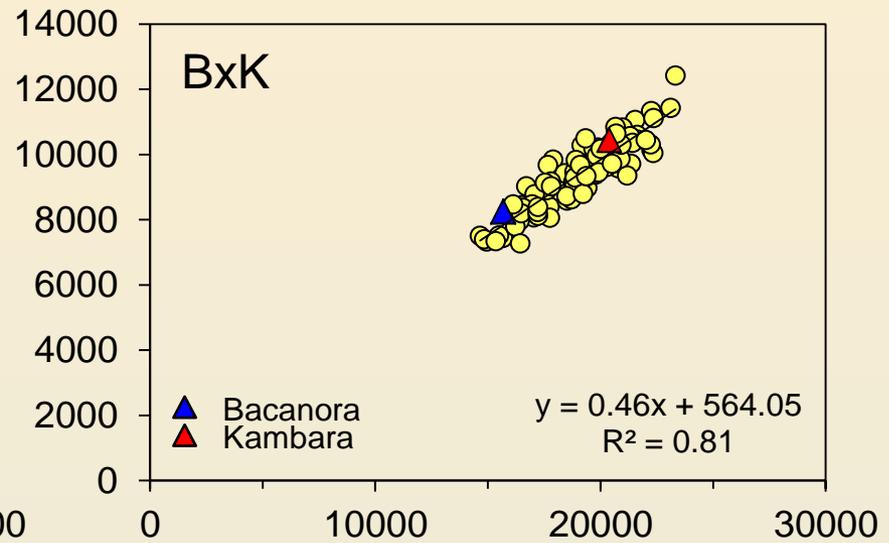
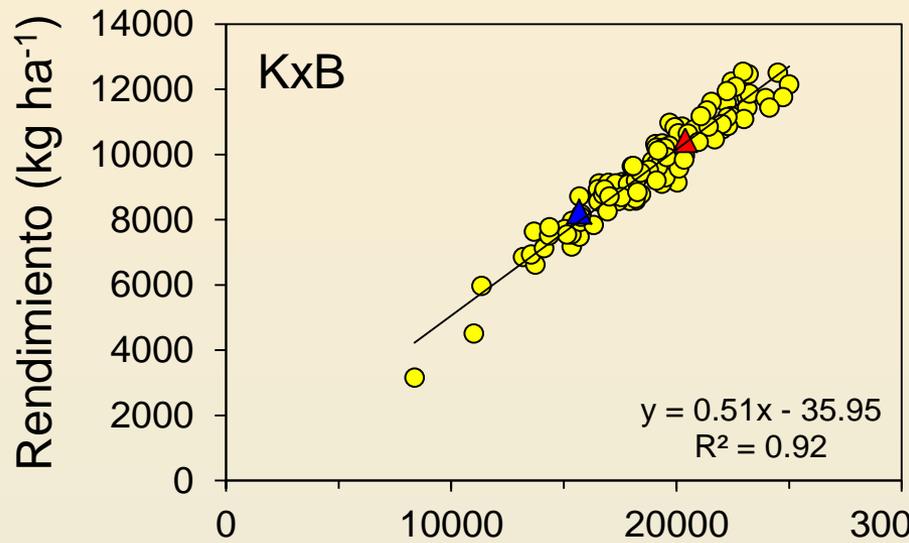
Días a floración de las líneas DH y sus padres



Rendimiento y componentes de las diez mejores líneas DH y los cultivares utilizados como padres

	Genotipo	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Rendimiento relativo (%)	Número de granos	P 1000
1	KxB 1	12538	20,1	25577	49,0
2	KxB 2	12507	19,8	25659	48,8
3	KxB 3	12452	19,3	26882	46,3
4	BxK 1	12415	18,9	28208	44,2
5	KxB 4	12233	17,2	29006	42,2
6	KxB 5	12143	16,3	25495	47,6
7	KxB 6	12072	15,7	27325	44,2
8	KxB 7	11940	14,4	25875	46,2
9	KxB 8	11866	13,7	22925	51,8
10	KxB 9	11769	12,8	25130	46,8
	Kambara	10438	0	19077	54,7
	Bacanora	8236	0,8	17595	42,4

Relación entre rendimiento y biomasa aérea en las líneas DH KxB y BxK

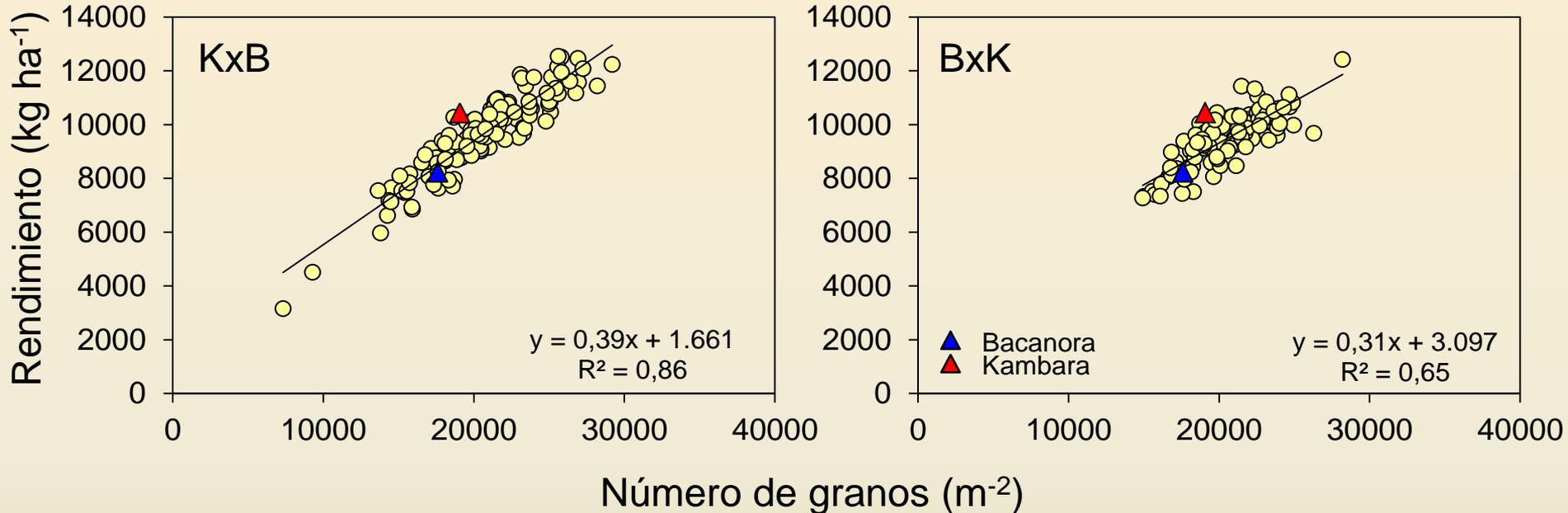


Índice de cosecha

KxB: 38-56
BxK: 44-55

Relación Rendimiento-IC: $R^2 = 0,14$
: $R^2 = 0,11$

Relación entre rendimiento y número de granos en las líneas DH KxB y BxK



P1000

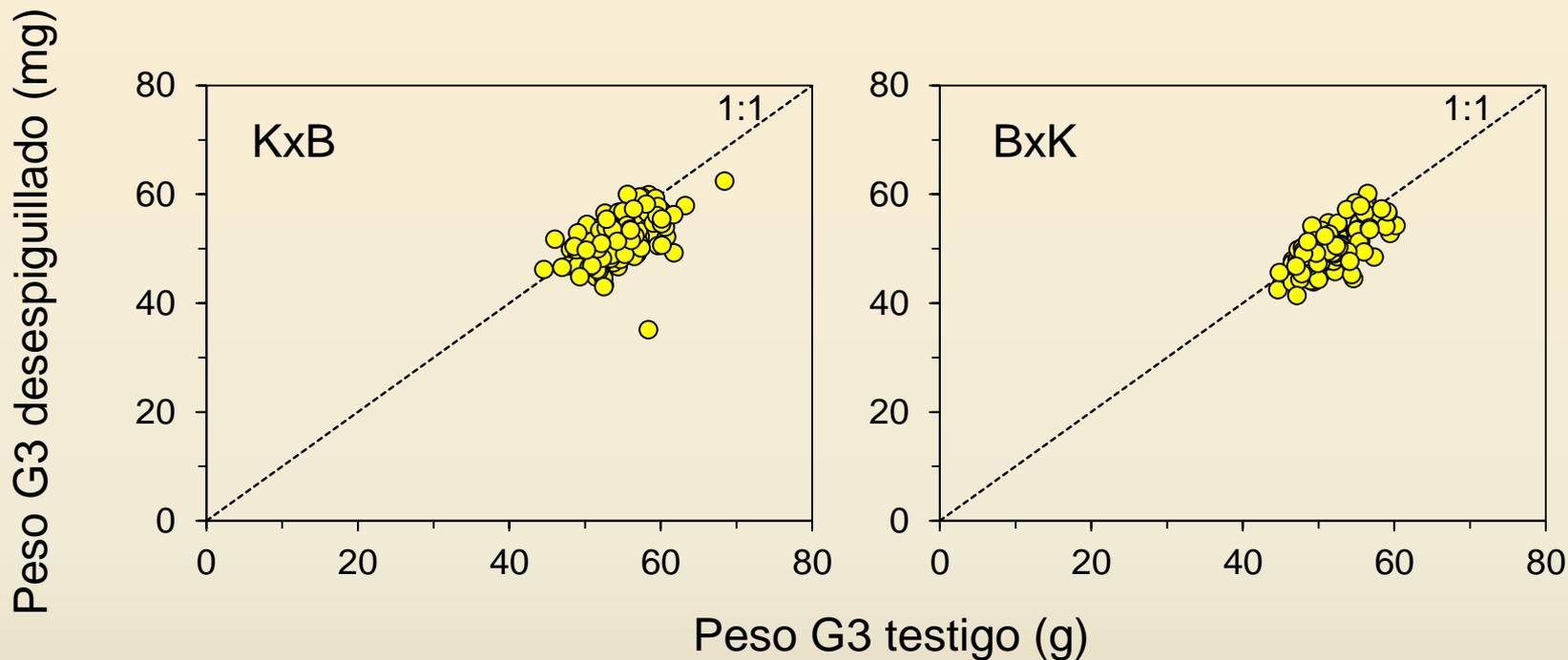
KxB: 40-55

BxK: 37-53

Relación Rendimiento-P1000: $R^2 = 0,0027$

: $R^2 = 0,0033$

No se encontraron limitaciones importantes de fuente durante el llenado en las líneas DH KxB y BxK



Mayor incremento de peso G3

KxB: 12,3%

BxK: 10,2%

Conclusiones

- El aumento poblacional constituye un desafío para la agricultura en un escenario de cambio climático y una agricultura de bajo impacto ambiental
- El aumento de rendimiento se ve como la vía más efectiva de aumento de la producción de trigo
- El incremento del rendimiento deberá lograrse a través de una mayor producción de biomasa pero en algunos casos sería posible incrementar el IC

Conclusiones

- Los resultados obtenidos con líneas DH resultan promisorios para incrementar el rendimiento en ambientes de alto potencial como los del sur de Chile

¡Muchas gracias!

