

La densidad y el arreglo espacial. Posibilidades que ofrece la modificación de las prácticas actuales

Daniel F. Calderini



Universidad Austral de Chile

Valdivia, diciembre de 2013

Respuesta del rendimiento de trigo a la densidad de siembra

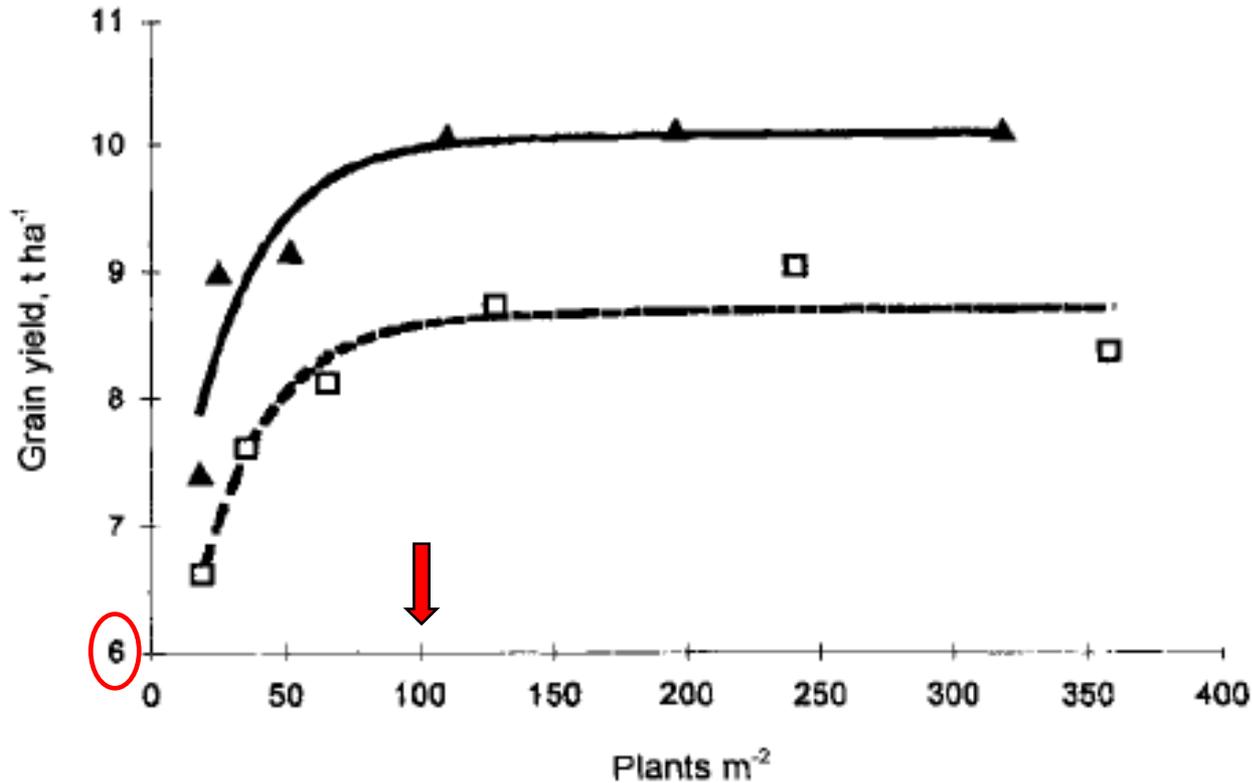
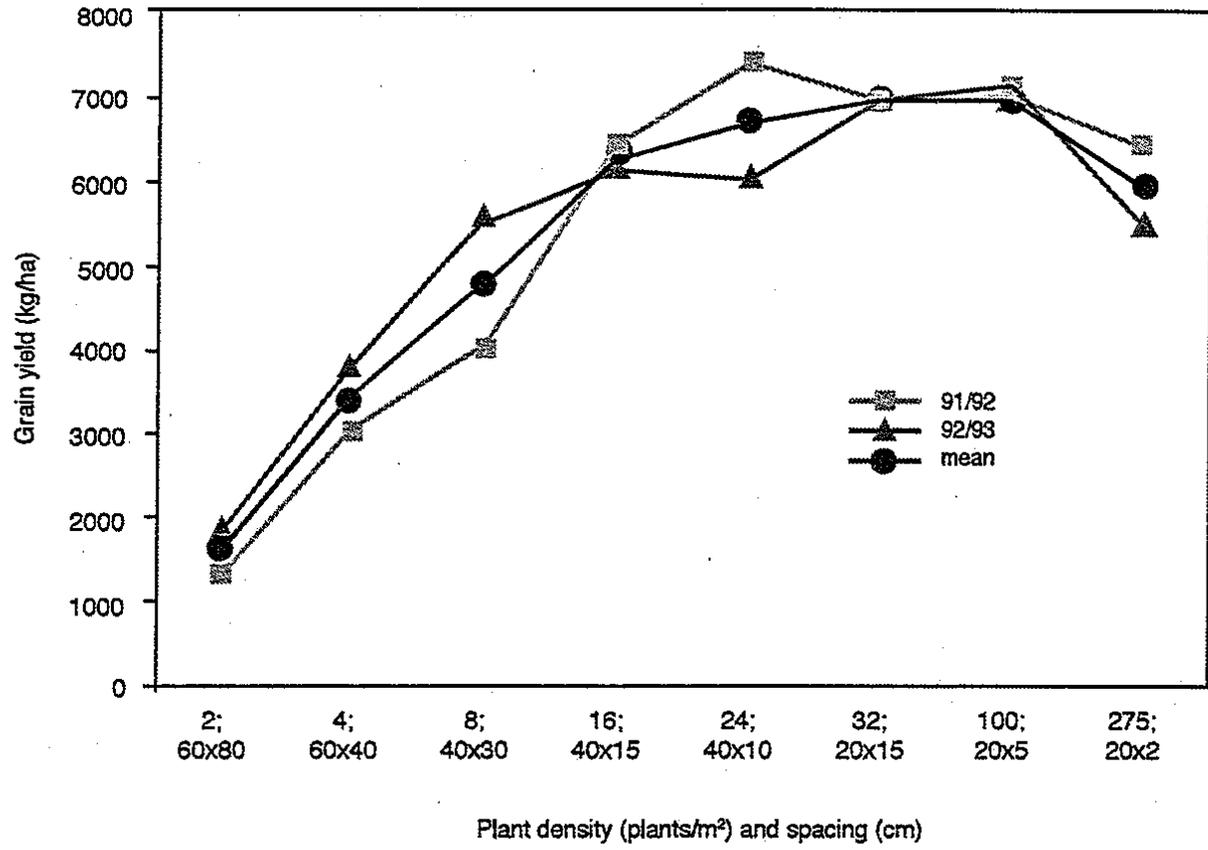
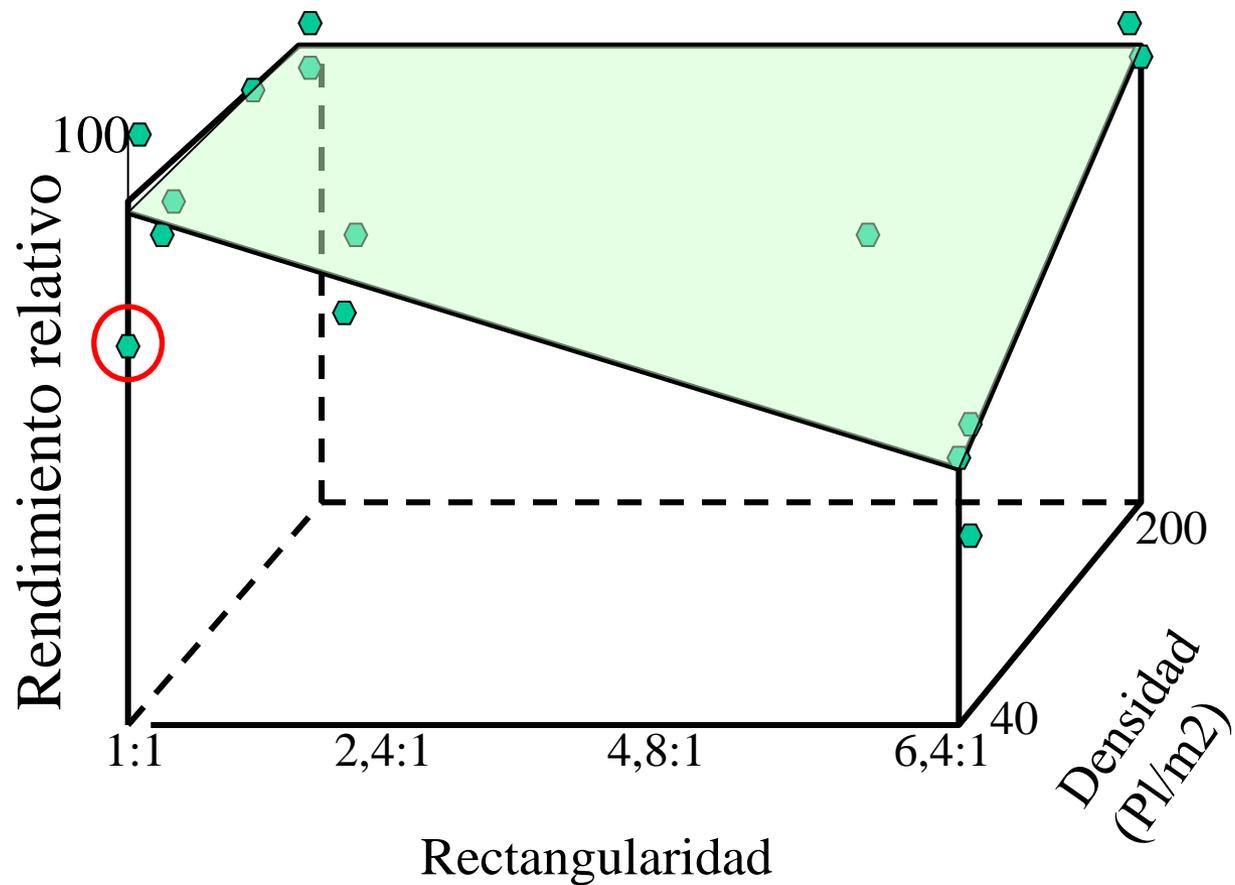


Fig. 4. The response of grain yield, at 0% moisture content, to crop density in 1996/97, ▲ and 1997/98, □. $r^2 = 0.75$. Curve fitted in 1996/97: $10.04 - 4.324 \cdot 0.9617^x + 0.00022x$ (—), in 1997/98: $8.652 - 4.324 \cdot 0.9617^x + 0.00022x$ (- - -).

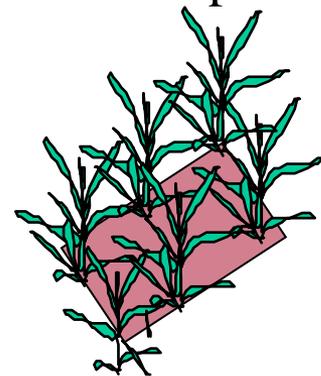
Respuesta del rendimiento de trigo a la densidad de siembra



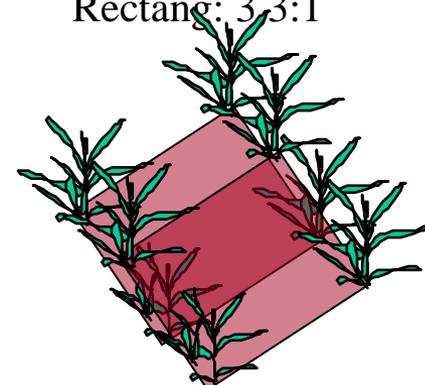
Rectangularidad=Distancia entre hileras/Distancia entre plantas



Densidad 200pl/m2



Distancia 0.15 m
(30 pl/m lineal)
Rectang: 3:3:1



Distancia 0.20 m
(40 pl/m lineal)
Rectang: 6:1

Arreglo Espacial (Rectangularidad)

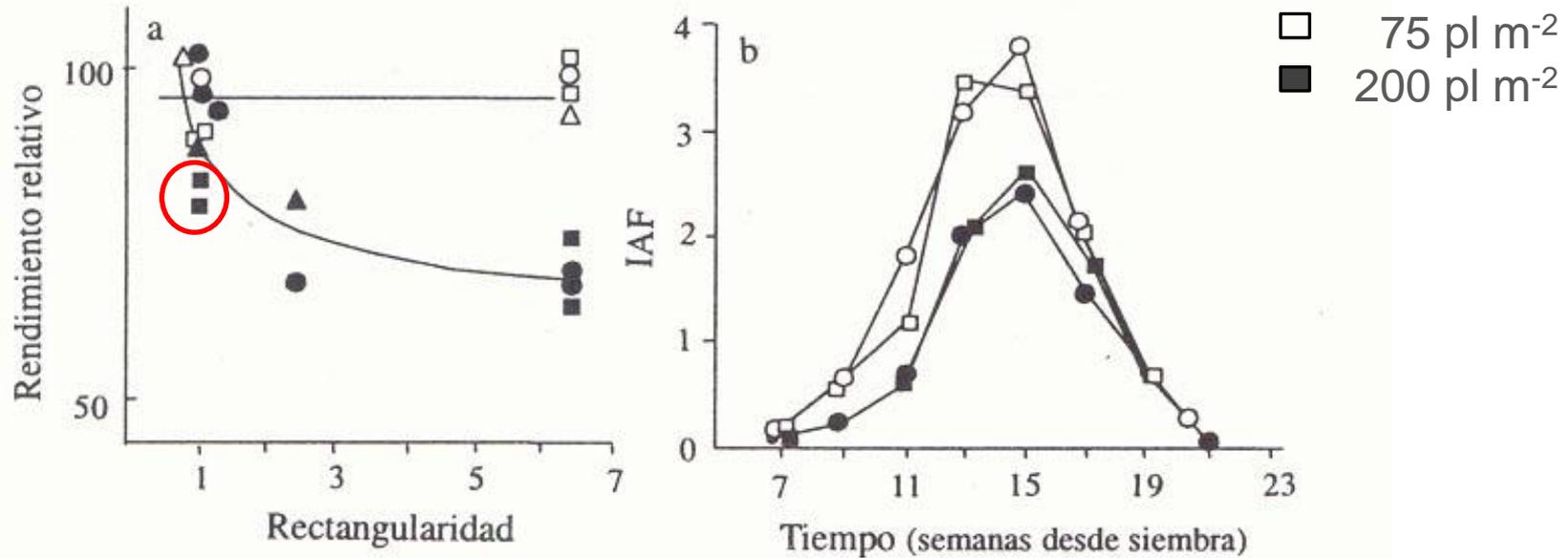


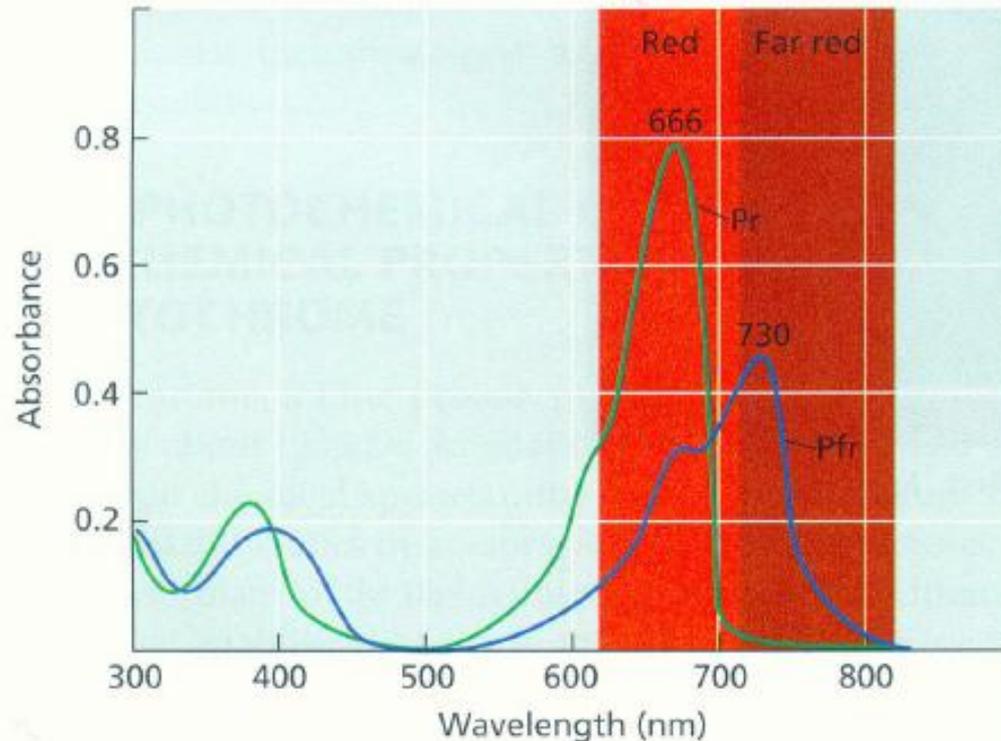
Figura 13.19. Efecto de la densidad y el arreglo espacial sobre el rendimiento relativo en un cultivo de trigo (a) y Variación del IAF a lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo de trigo (b) creciendo en 2 densidades: 75 pl m⁻² (símbolos llenos) y 200 pl m⁻² (símbolos vacíos) en 2 diseños de arreglo espacial: cuadrado (círculos) y rectangular (triángulos). Tomado de Auld *et al.* (7).

Las respuestas a la densidad de plantas y el arreglo espacial, además de estar relacionadas con la competencia por recursos, son respuestas fotomorfogénicas mediadas por el fitocromo

Interconvertibilidad del fitocromo



Espectro de absorción del Fitocromo



Rojo: 650-680nm

Rojo lejano: 710-740nm

FIGURE 17.3 Absorption spectra of purified oat phytochrome in the Pr (green line) and Pfr (blue line) forms overlap. (After Vierstra and Quail 1983.)

Respuesta de la altura de planta de maravilla a la relación R/RL

Relacion Rojo/Rojo Lejano = tasa de flujo de fotones a 660 nm
tasa de flujo de fotones a 730 nm

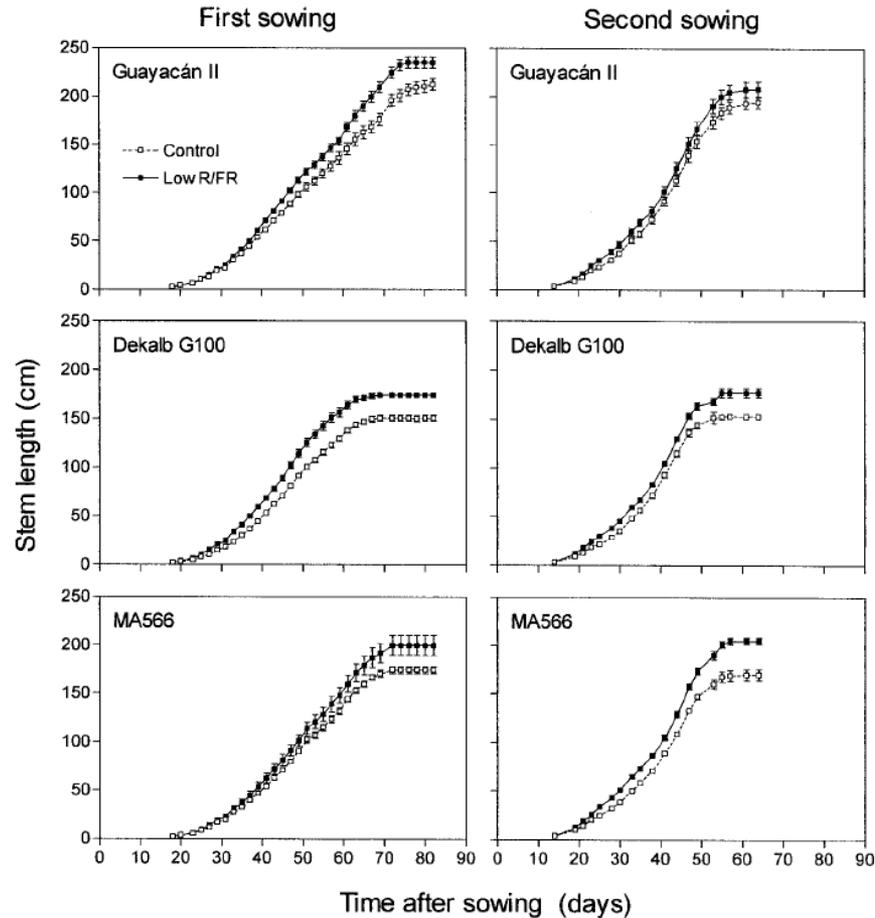


Fig. 1. Time course of stem length increment in three sunflower cultivars that received unfiltered sunlight red light/far-red light (R/FR) ratios (1.1, control) or low R/FR ratios (0.3) at the stem. First sowing date was 25 Oct. 1998. Second sowing date was 6 Jan. 1999. Bars indicate standard errors.

Respuesta del rendimiento, número y peso de granos a la relación R/RL

Table 2. Grain yield per plant, grain weight, and number of grains per plant of sunflower as affected by low (0.3) compared to control (1.1) red/far-red (R/FR) ratios reaching the stem. Sowing dates: 25 Oct. 1998 and 6 Jan. 1999. Data are means of 11 or 12 plants. Standard errors are shown in parentheses.

R/FR	25 Oct. 1998			6 Jan. 1999			Average
	'Guayacán'	'G100'	MA566	'Guayacán'	'G100'	MA566	
	Grain yield						
	g plant ⁻¹						
Control	120 (9)	123 (6)	117 (10)	95 (9)	74 (6)	90 (4)	110
Low	108 (8)	116 (12)	83 (10)	69 (6)	63 (8)	79 (4)	94**
	Grain dry yield						
	mg seed ⁻¹						
Control	76 (4)	64 (2)	72 (4)	86 (4)	72 (4)	76 (2)	74
Low	78 (4)	60 (2)	68 (4)	74 (4)	72 (4)	70 (2)	70 ns
	No. of grains						
	No. plant ⁻¹						
Control	1595 (116)	1928 (138)	1642 (116)	1109 (102)	1023 (83)	1194 (67)	1418
Low	1493 (103)	1943 (206)	1256 (179)	936 (100)	860 (93)	1126 (57)	1261*
	P-value						
Source of variation	df	Grain yield	Grain weight	Grain number			
Sowing date (D)	1	***	**	***			
Cultivar (C)	2	ns†	***	***			
R/FR (R)	1	**	ns	*			
D × C	2	**	ns	***			
D × R	1	ns	ns	ns			
C × R	2	ns	ns	ns			
D × C × R	2	ns	ns	ns			

* Significant at the 0.05 probability level.

** Significant at the 0.01 probability level.

*** Significant at the 0.001 probability level.

† ns = not significant.

Contenido de proteínas PHYB y altura de planta en papa control y con sobre-expresión de Fitocromo B

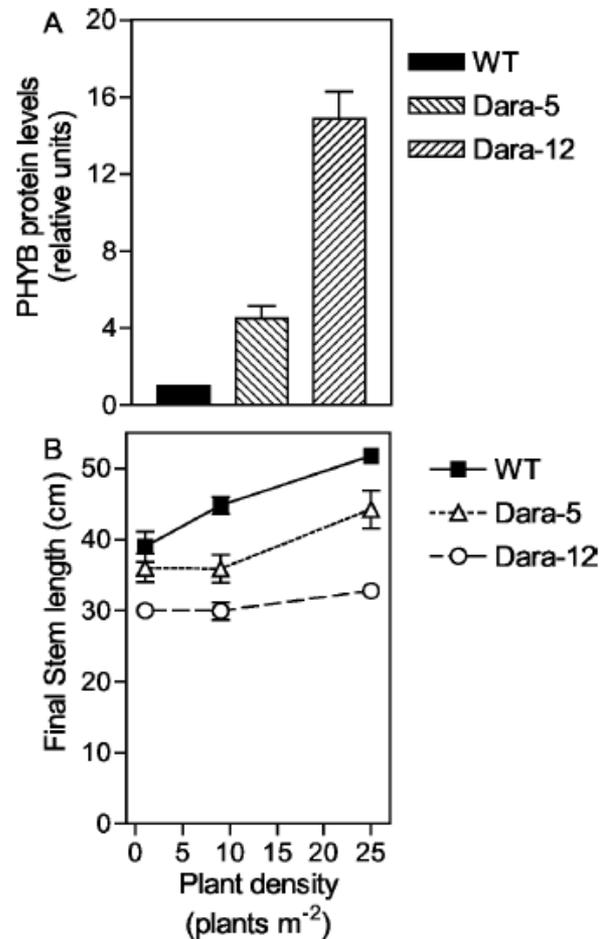
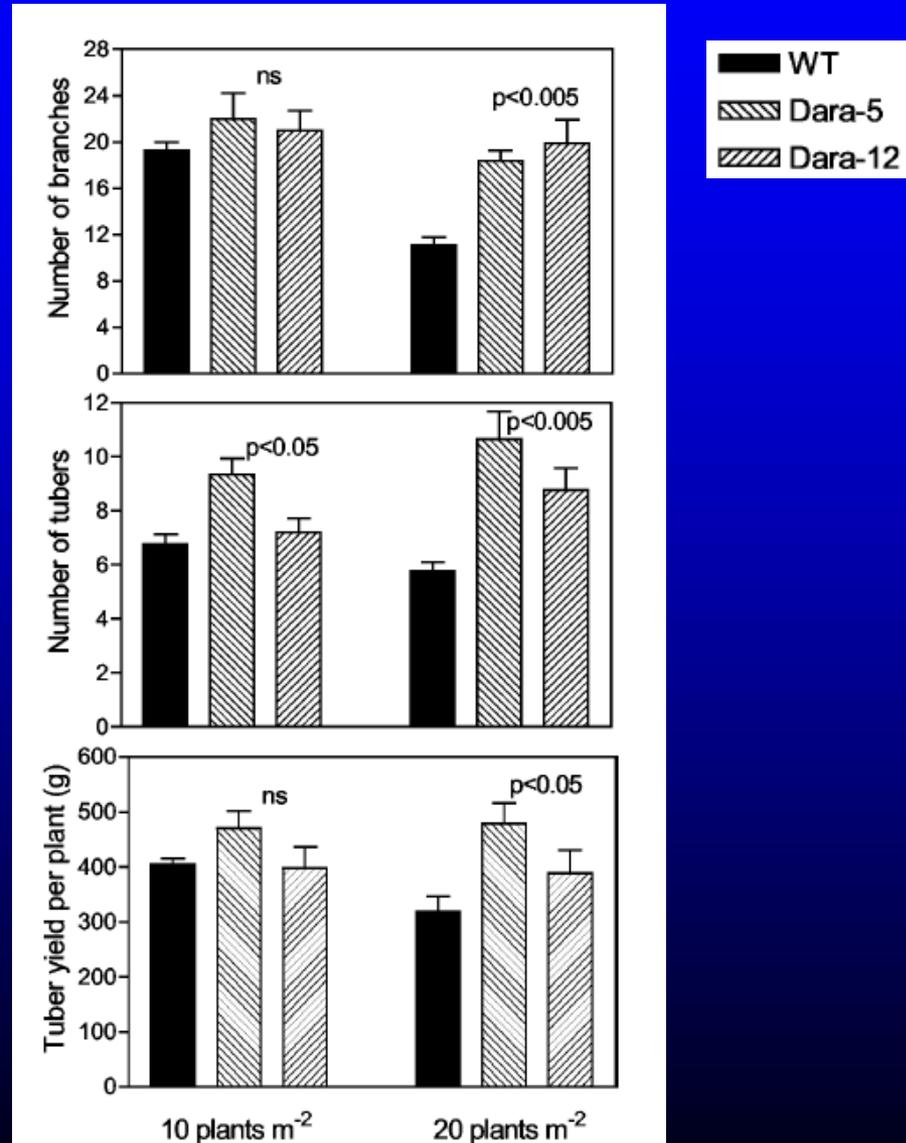


Figure 1. Expression of the Arabidopsis *PHYB* transgene reduces stem growth responses to plant density. A, *PHYB* protein levels detected in leaf extracts. The ratio between *PHYB*-associated alkaline phosphatase band intensity and total protein Ponceau S staining is expressed relative to the WT ratio. B, Stem length plotted against plant density. Plants were grown outdoors at the indicated plant density. Data are means and SE of four blocks.

Número de tallos, tubérculos y rendimiento por planta en papa control y con la sobre expresión de Fitocromo B en dos densidades de siembra



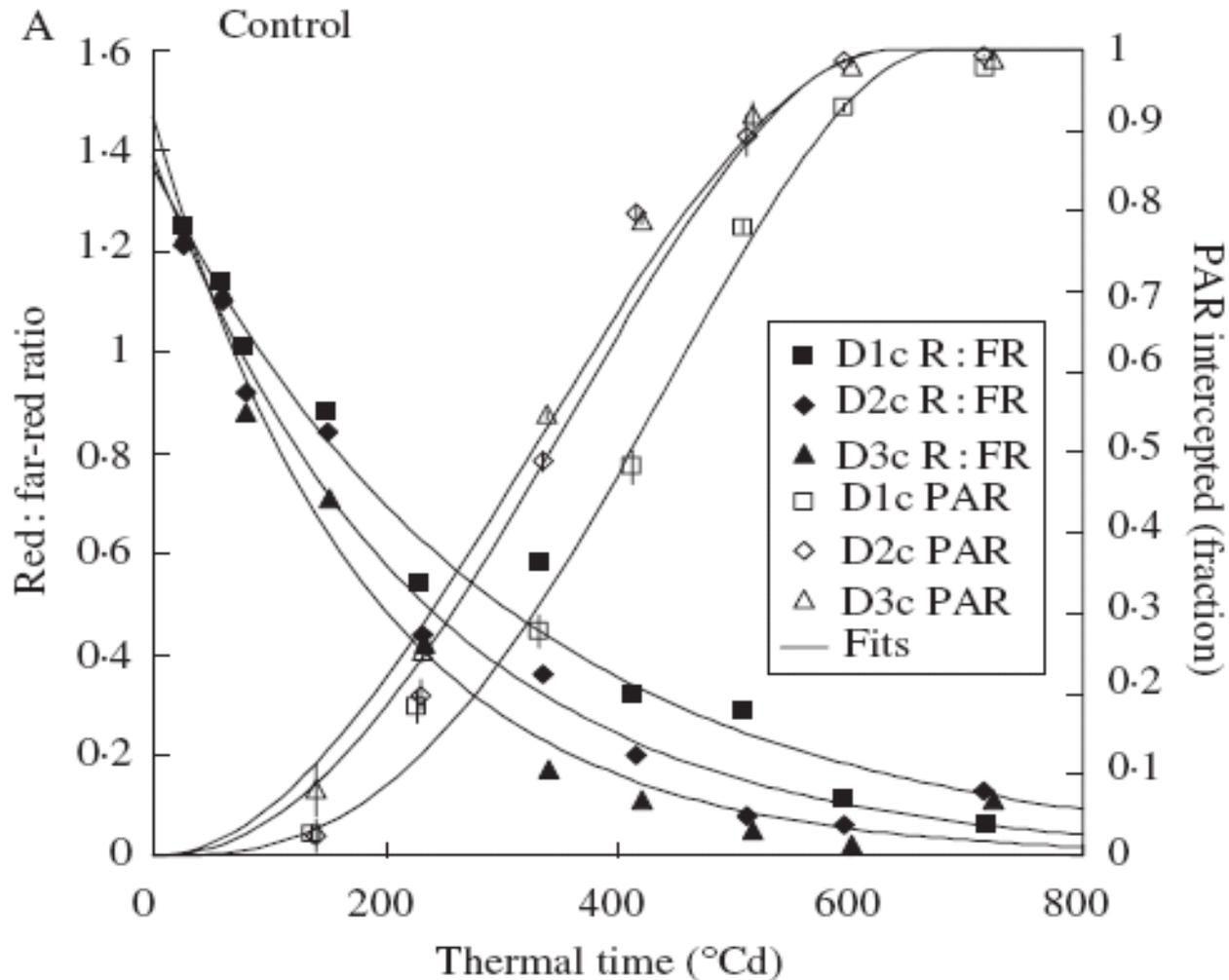
Fecha de floración (20 pl m⁻²)

WT: 44 días

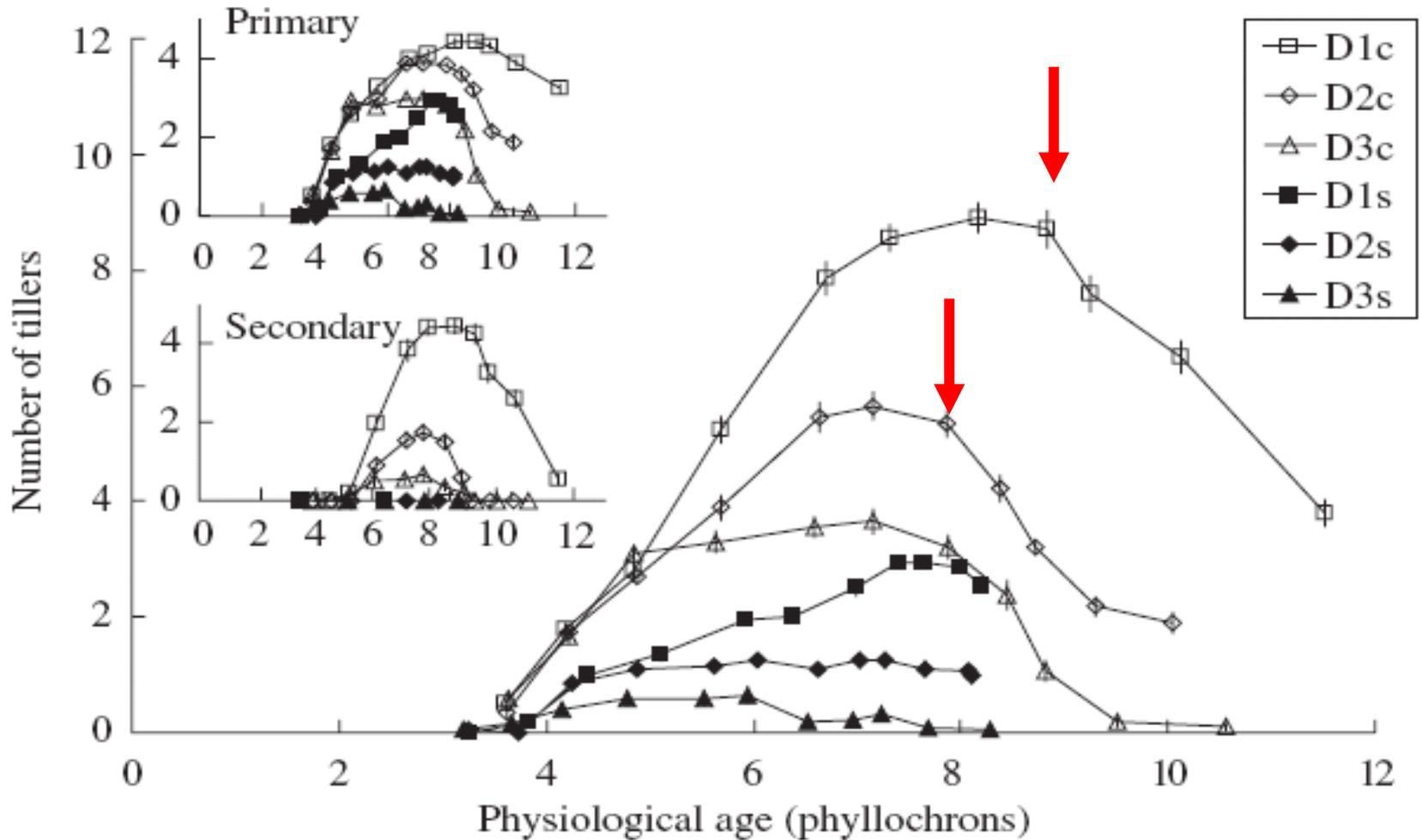
Dara-5: 35 días

Dara-12: 36 días

Dinámica de macollaje de trigo en distintas densidades y ofertas de radiación: ¿Como afecta la calidad de luz?



Dinámica de macollaje para distintas densidades y ofertas de radiación



■ Convencional

■ 45 pl m⁻²

Rectangularidad:

7,9

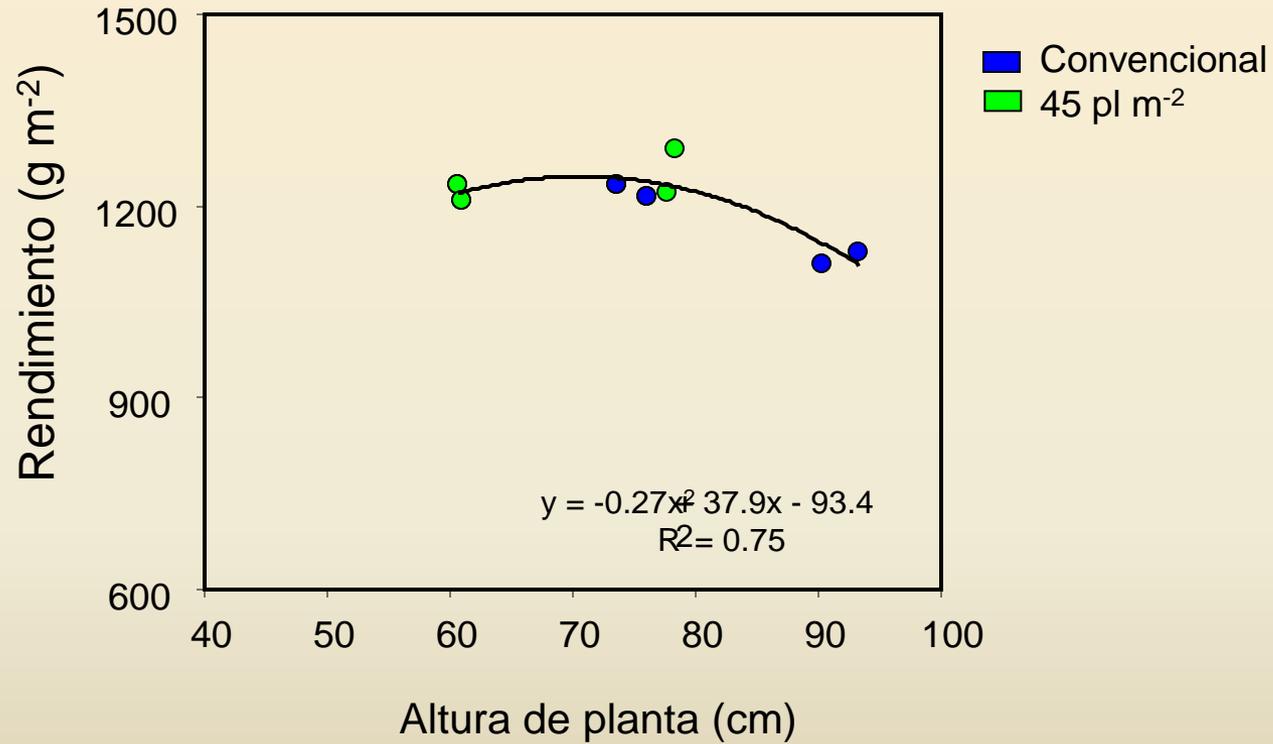
1



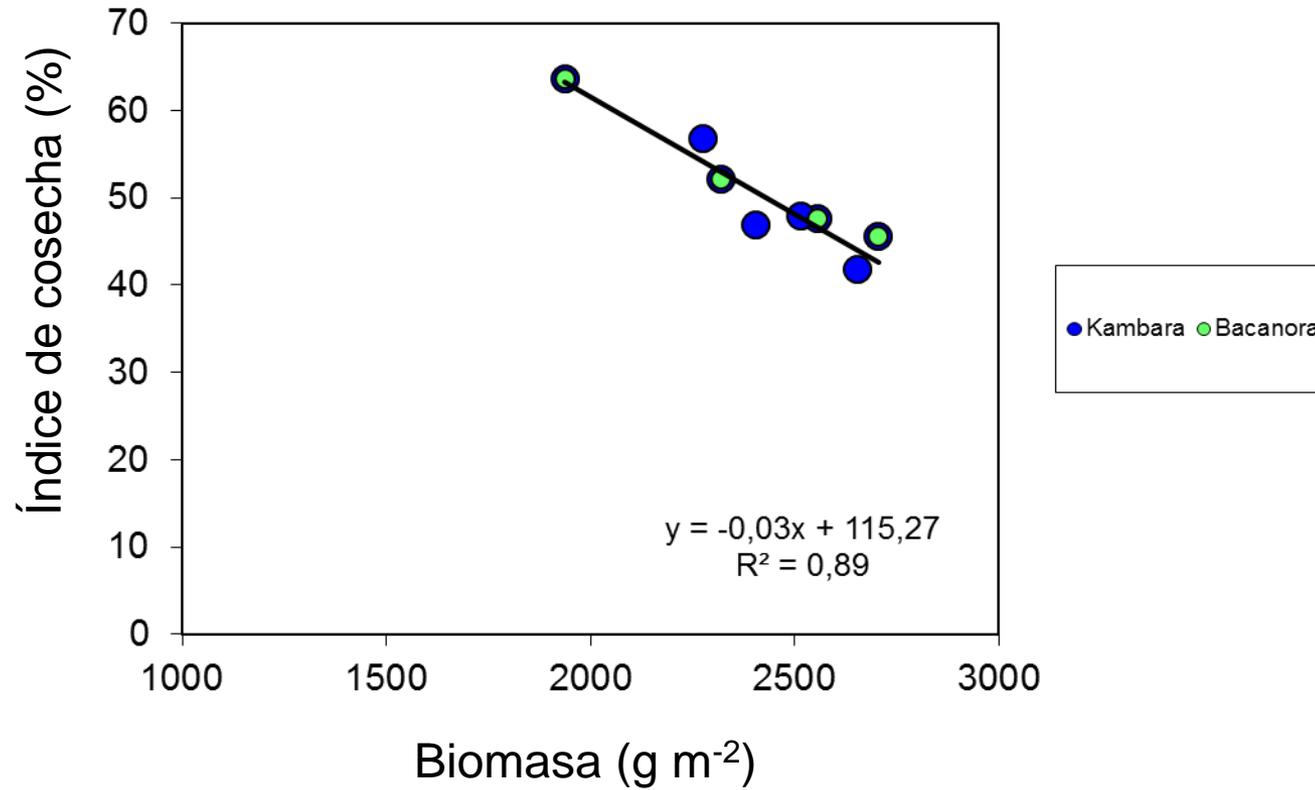
Respuesta de dos cultivares de trigo a la densidad y arreglo espacial

Cultivar	Rendimiento		Biomasa		IC		Altura			
	C	BD	C	BD	C	BD	C	BD		
Bacanora	12,1	12,3	25,3	19,4	48,0	63,7	76	61	16%	
	12,3	12,1	27,0	23,2	45,7	52,3	74	61	14%	
Kambara	11,3	12,9	14%	24,0	22,8	46,7	56,7	93	78	20%
	11,1	12,2	10%	26,5	25,1	42,0	48,0	90	78	17%

Relación entre rendimiento y altura de planta

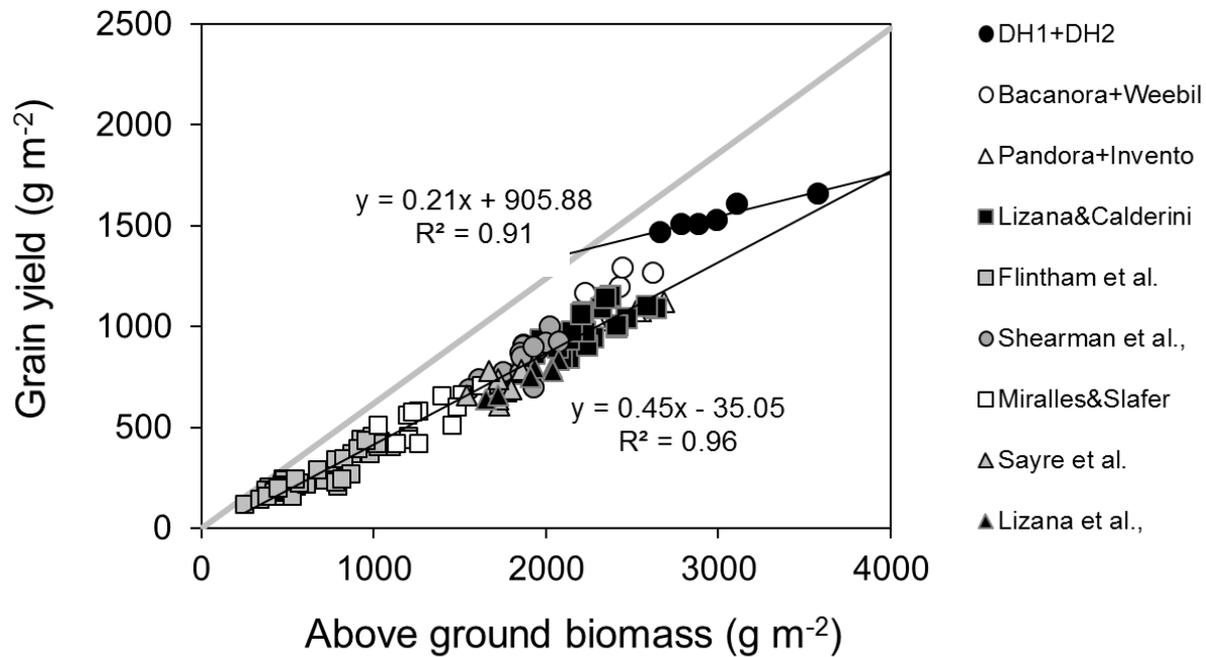


Respuesta del IC a la biomasa



Relación entre el IC y la biomasa

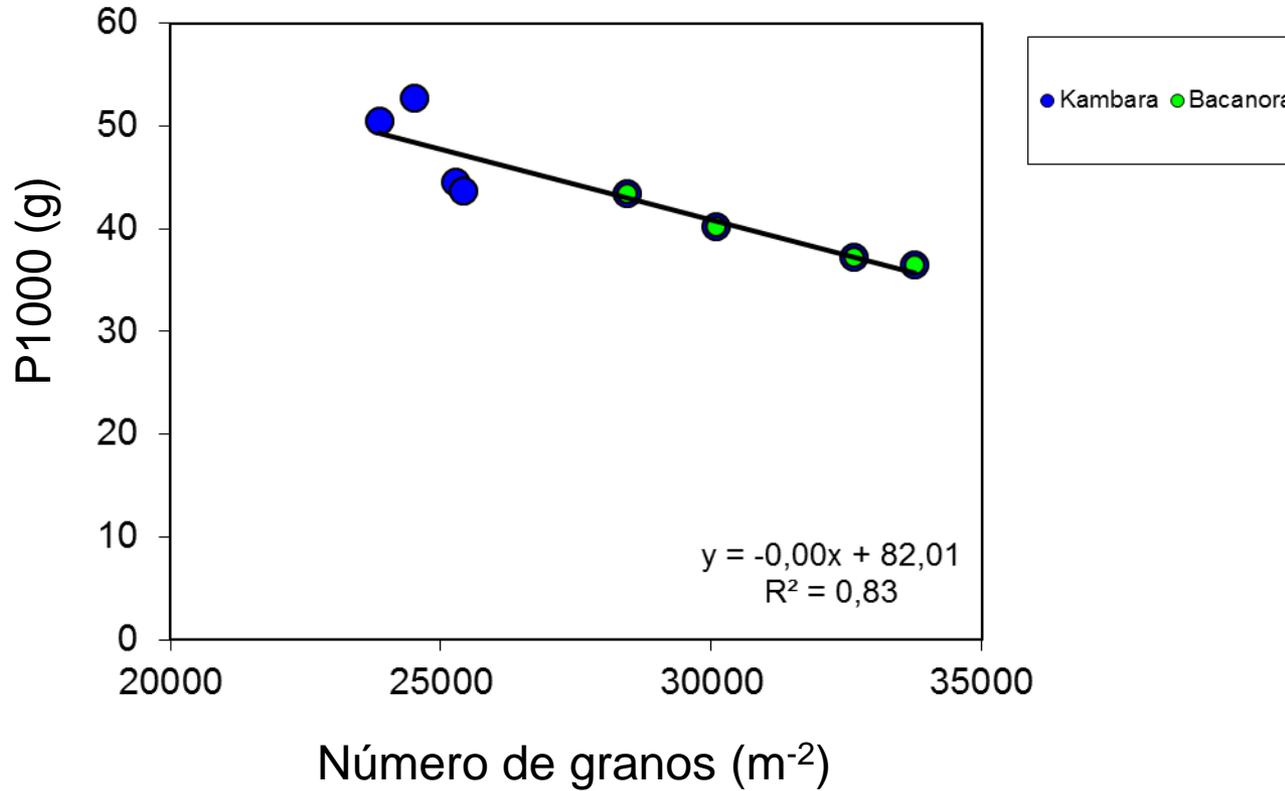
$$R = B \times IC$$

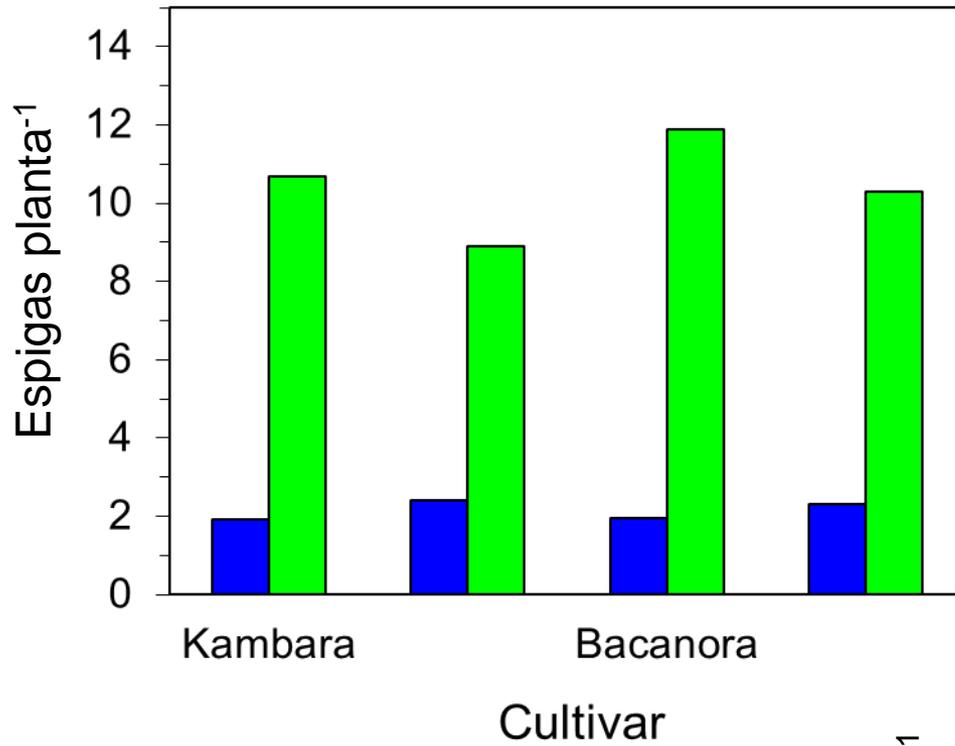


Respuesta de dos cultivares de trigo a la densidad y arreglo espacial

Cultivar	Número de Granos		P1000			
	C	BD	C	BD		
Bacanora	32647	28440	12,9%	37,2	43,4	18,2%
	33758	30086	10,9%	36,5	40,2	15,7%
Kambara	25278	24504		44,6	52,7	16,7%
	25427	23861		43,6	50,5	10,2%

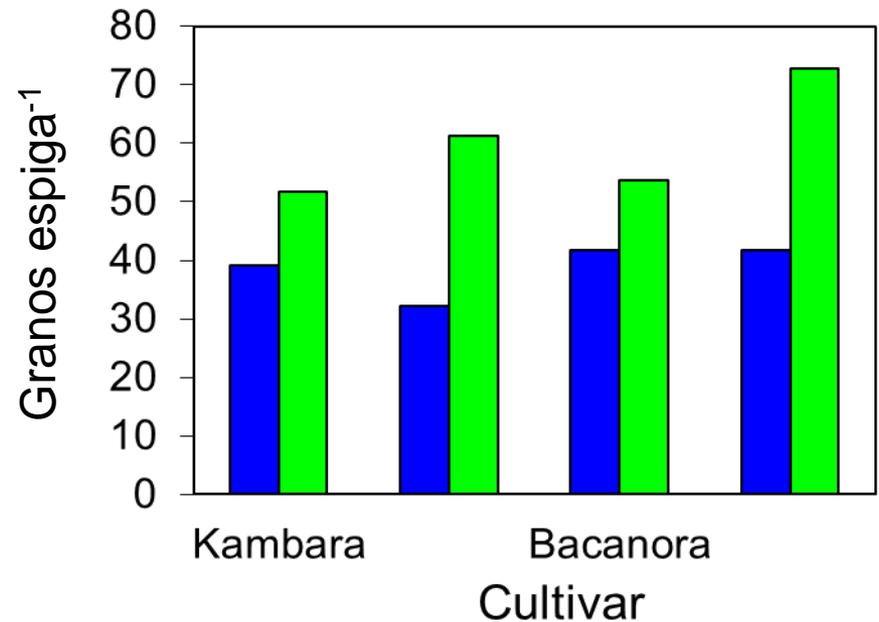
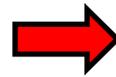
Relación entre peso y número de granos





El número de espigas planta⁻¹ se incrementó en promedio 395%

El número de granos espiga⁻¹ aumentó en promedio 56%

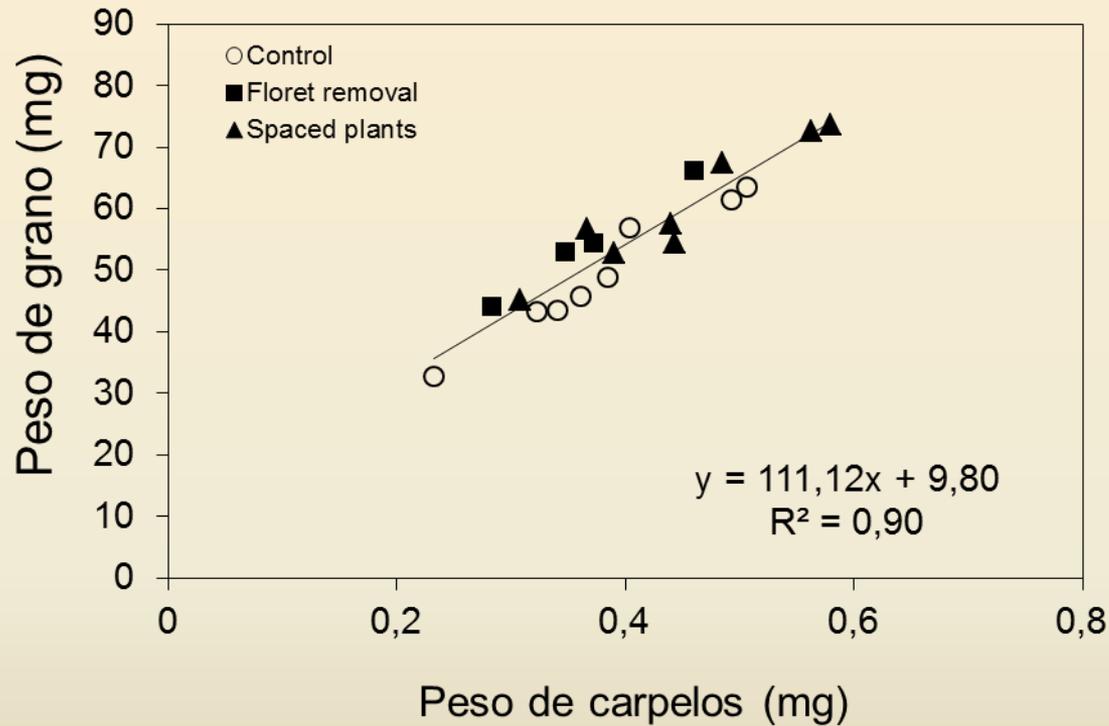


Peso de grano en respuesta a tratamientos fuente-destino

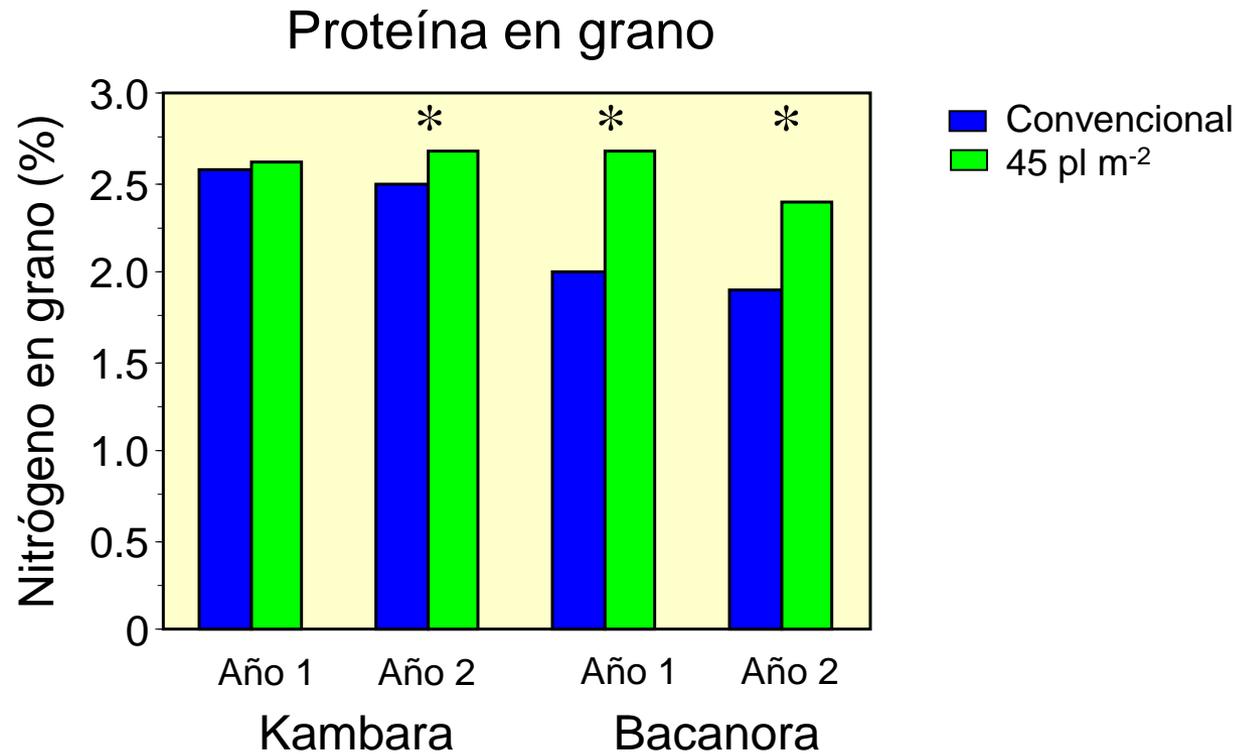
Peso de grano (mg)

Cultivar	F:D	G1	G2	G3	G4
Bacanora	Testigo	48.94	53.70	48.79	39.34
	Rem. flores	-	-	56.37	50.89
	Densidad	57.97	62.94	56.77	50.07
	10 DDA	52.59	58.73	52.44	44.16
Kambara	Testigo	64.15	67.94	60.96	45.96
	Rem. flores	-	-	70.37	59.27
	Densidad	73.38	76.21	70.41	62.36
	10 DDA	66.86	69.85	63.74	51.55

Relación entre el peso de grano y el peso de los carpelos florales en polinización



Respuesta de la concentración de proteína en grano a la densidad y arreglo espacial

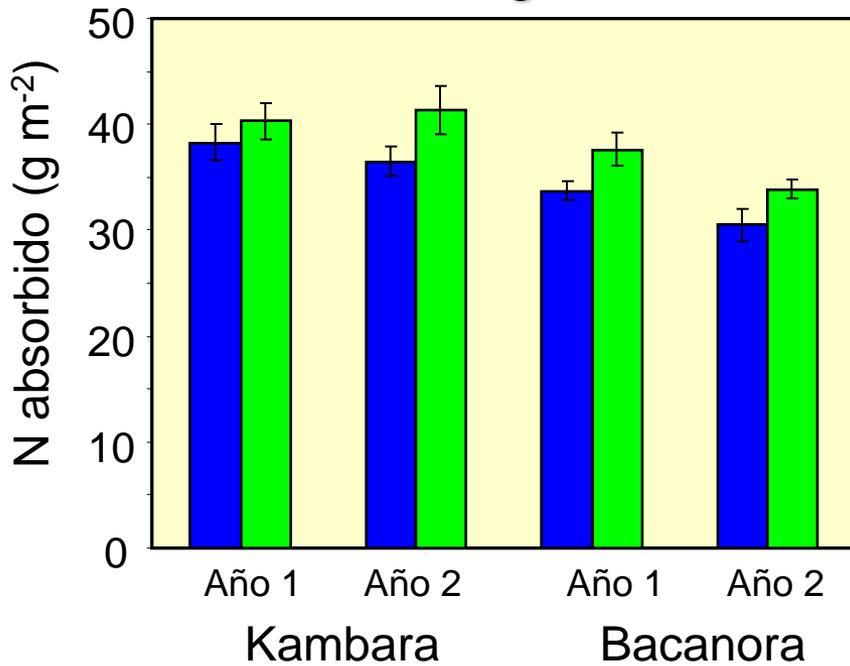


Índice de cosecha de nitrógeno

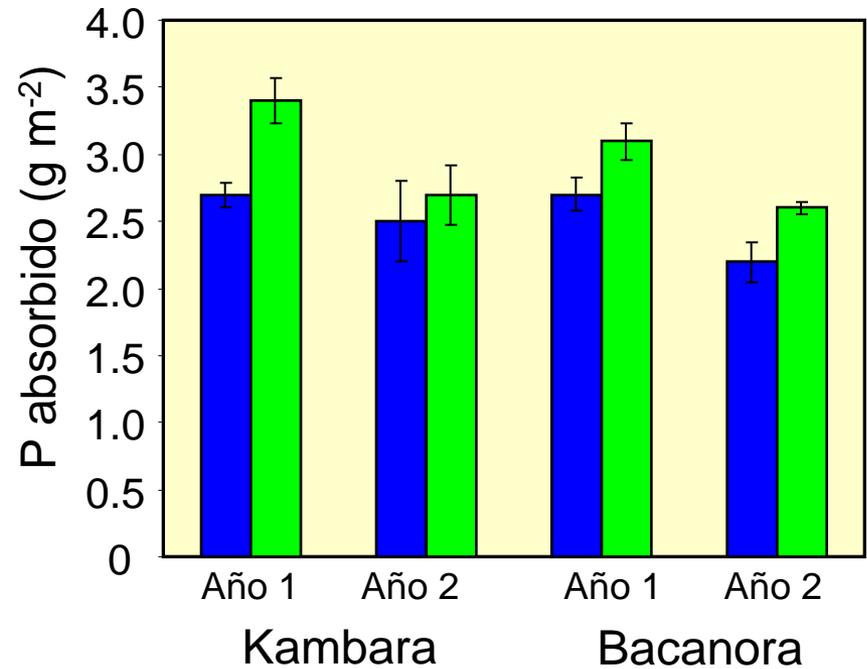
Convencional: 75%
Baja densidad: 85%

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

Nitrógeno

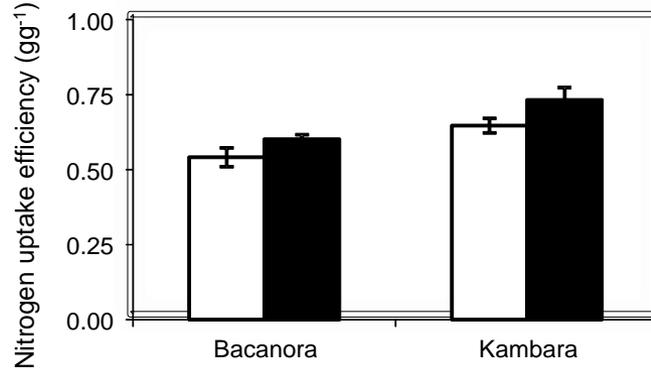


Fósforo

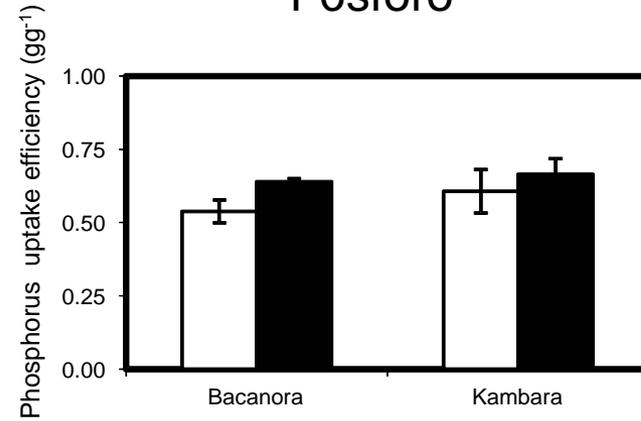


Eficiencia de absorción

Nitrógeno



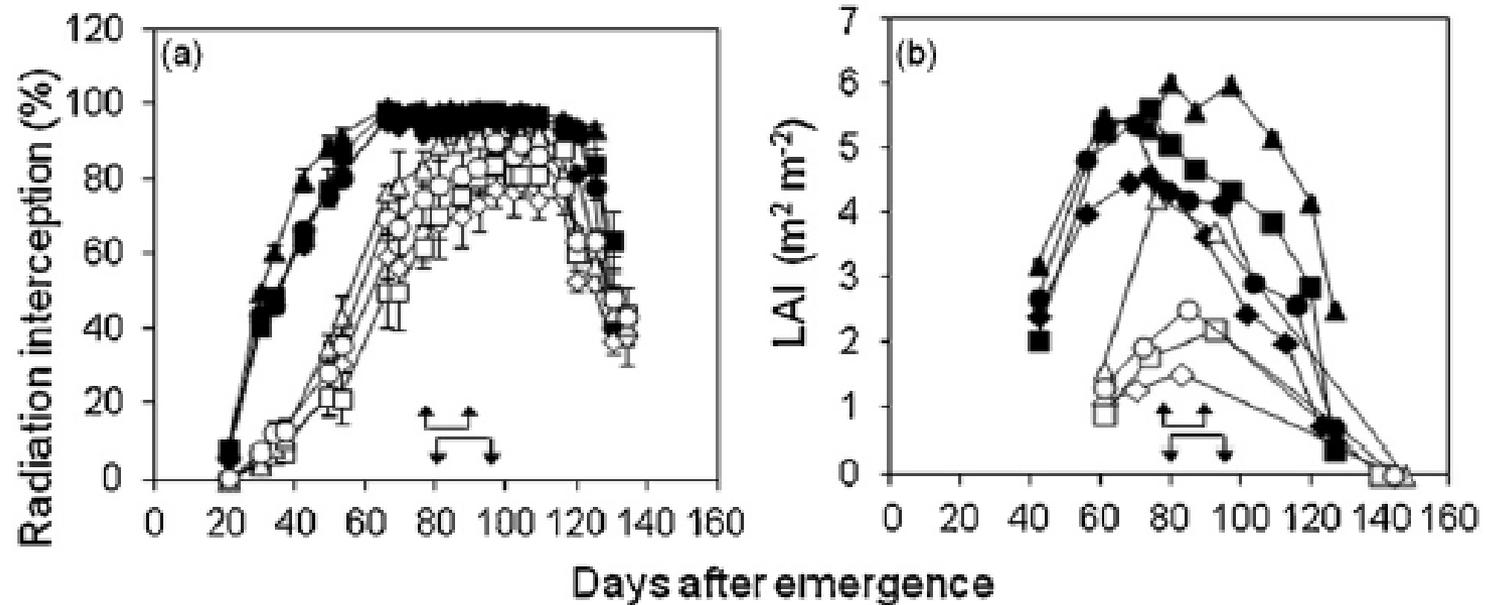
Fósforo



Rendimiento y biomasa en respuesta a la densidad y arreglo espacial en líneas DH y cultivares de trigo

		Genotype	GY (g m ⁻²)	Biomass (g m ⁻²)	HI (%)	Altura (cm)
Convencional	DH2		1656 a	3573 a	47 ab	81,7
	DH1		1524 a	2990 b	51 a	75,2
	Pandora-INIA		1116 b	2684 b	41 c	78,5
	Invento-BAER		1075 b	2516 b	43 bc	84,6
	S.E.M		84.4	142	0.01	
		Genotype	GY (g m ⁻²)	Biomass (g m ⁻²)	HI (%)	
Baja Densidad	DH2		1440 a	2767 a	52 a	69,9 14%
	DH1		1481 a	2785 a	53 a	63,9 15%
	Pandora-INIA		1048 b	2141 b	49 ab	69,8 11%
	Invento-BAER		1182 b	2585 ab	46 b	71,4 16%
	S.E.M		62	100	0.01	

Intercepción de radiación e Índice de y Área Foliar



Tasa de crecimiento, RI y EUR en baja densidad

Genotype	Crop growth rate (g day ⁻¹)		IPARa (MJ)		RUE (g MJ ⁻¹)	
DH2	35.3a	37.9	625.2	915	4.8 a	4,3
DH1	33.0 a	31,1	558.6	831	5.0 a	3,9
Pandora-INIA	29.2 ab	26,9	677.1	878	3.4 c	2,6
Invento-BAER	24.3 b	28,9	697.4	932	4.1 bc	2,5
	**		n.s.		**	
S.E.M.	1.5	convencional	19		0.2	

Número y Peso de Granos

Convencional

Genotype	GN (grains m ⁻²)	TGW (g)
DH2	38,829 a	42.7 d
DH1	33,502 a	45.5 c
Pandora-INIA	23,656 b	47.2 b
Invento-BAER	20,876 b ***	51.5 a ***
S.E.M.	2338	1.05

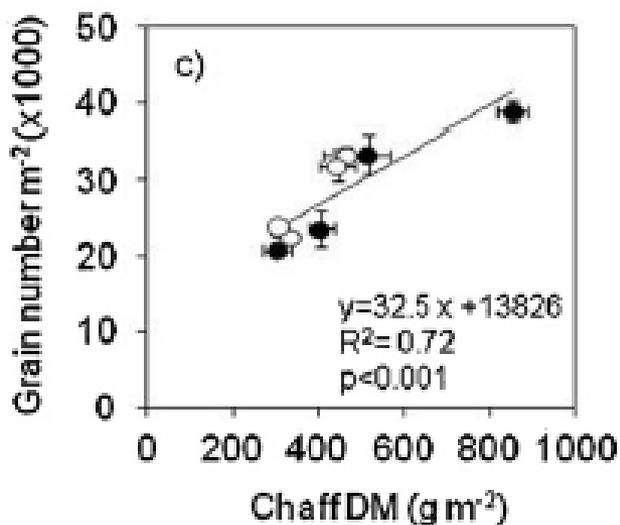
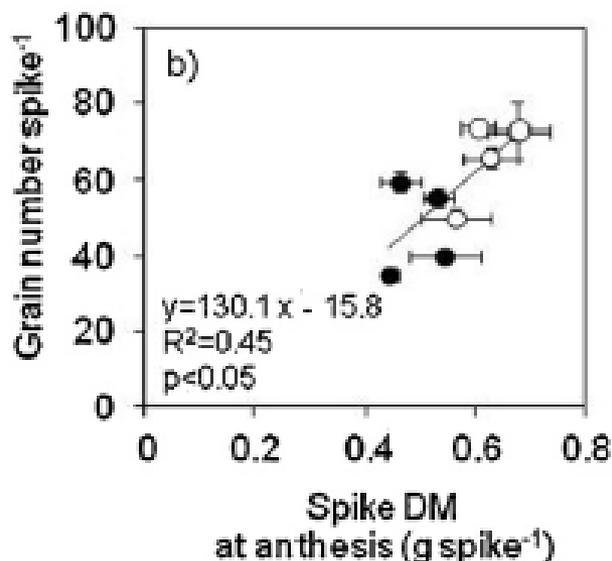
Baja
Densidad

Genotype	GN (grains m ⁻²)	TGW (g)
DH2	32,027 a	44.9 b
DH1	33,421 a	44.2 b
Pandora-INIA	22,447 b	46.7 ab
Invento-BAER	23,533 b ***	50.2 a *
S.E.M.	1568	0.89

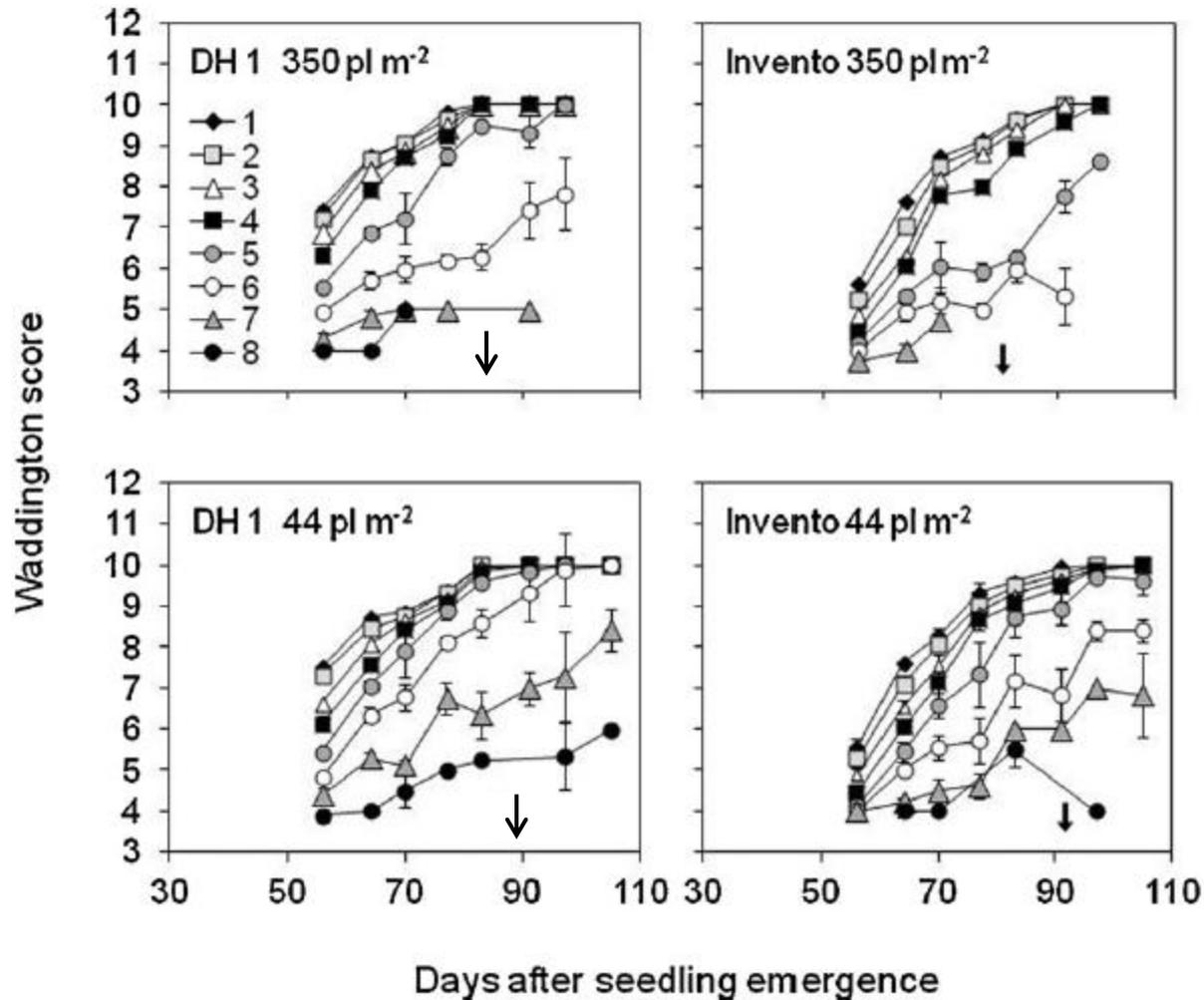
Número de granos y caracteres asociados

NG = RAD RI EUR PE ER

Peso de espiga



Evolución floral en alta y baja densidad



Componentes del número de granos

$$NG = RAD \cdot RI \cdot EUR \cdot PE \cdot ER$$

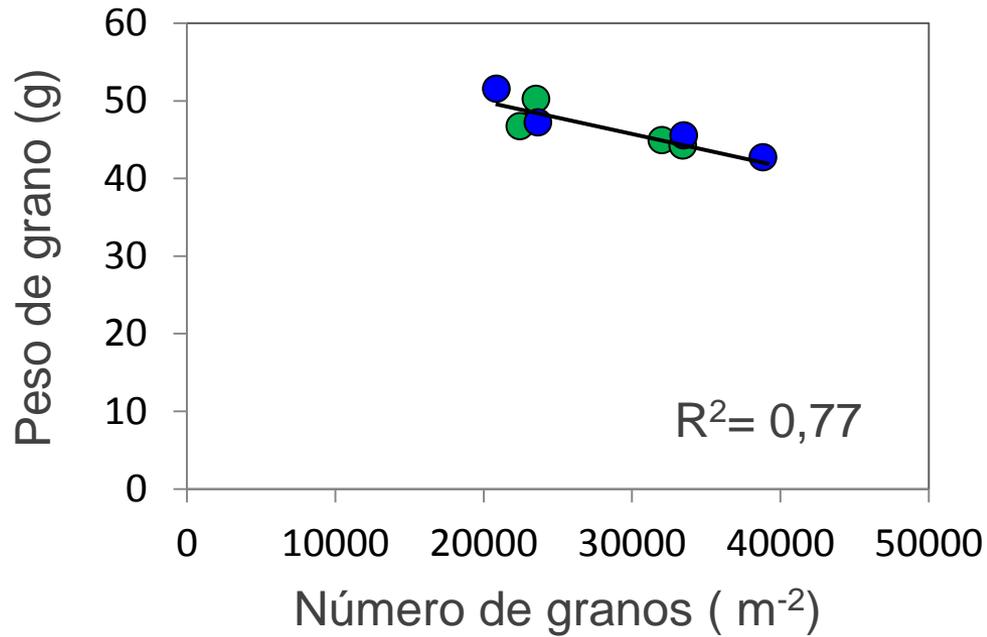
Peso de espiga

Baja
Densidad

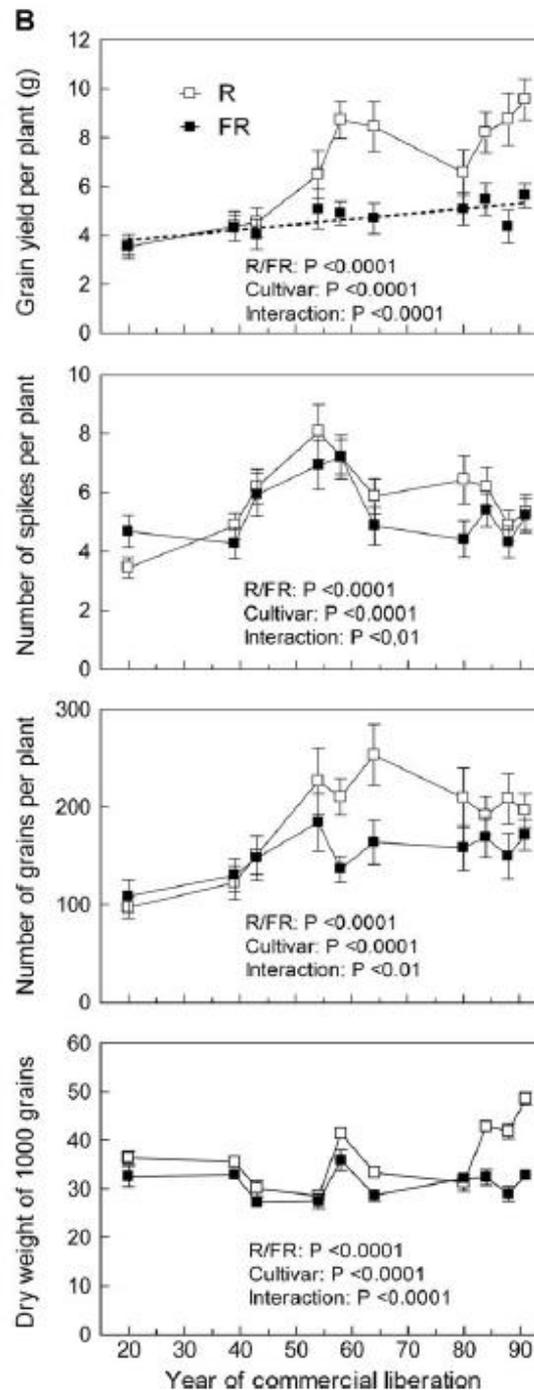
Genotype	Spikes m ⁻²		Grains spike ⁻¹		Fruiting efficiency (grains spike DM _{st} ⁻¹)	
DH2	442 a	702	73 a	56	248 a	129
DH1	454 a	560	74 a	60	220 a	136
Pandora-INIA	341 b	587	66 a	40	116 b	86
Invento-BAER	472 a	591	50 b	35	125 b	90
	**		**		*	
S.E.M.	17		3		20	

convencional

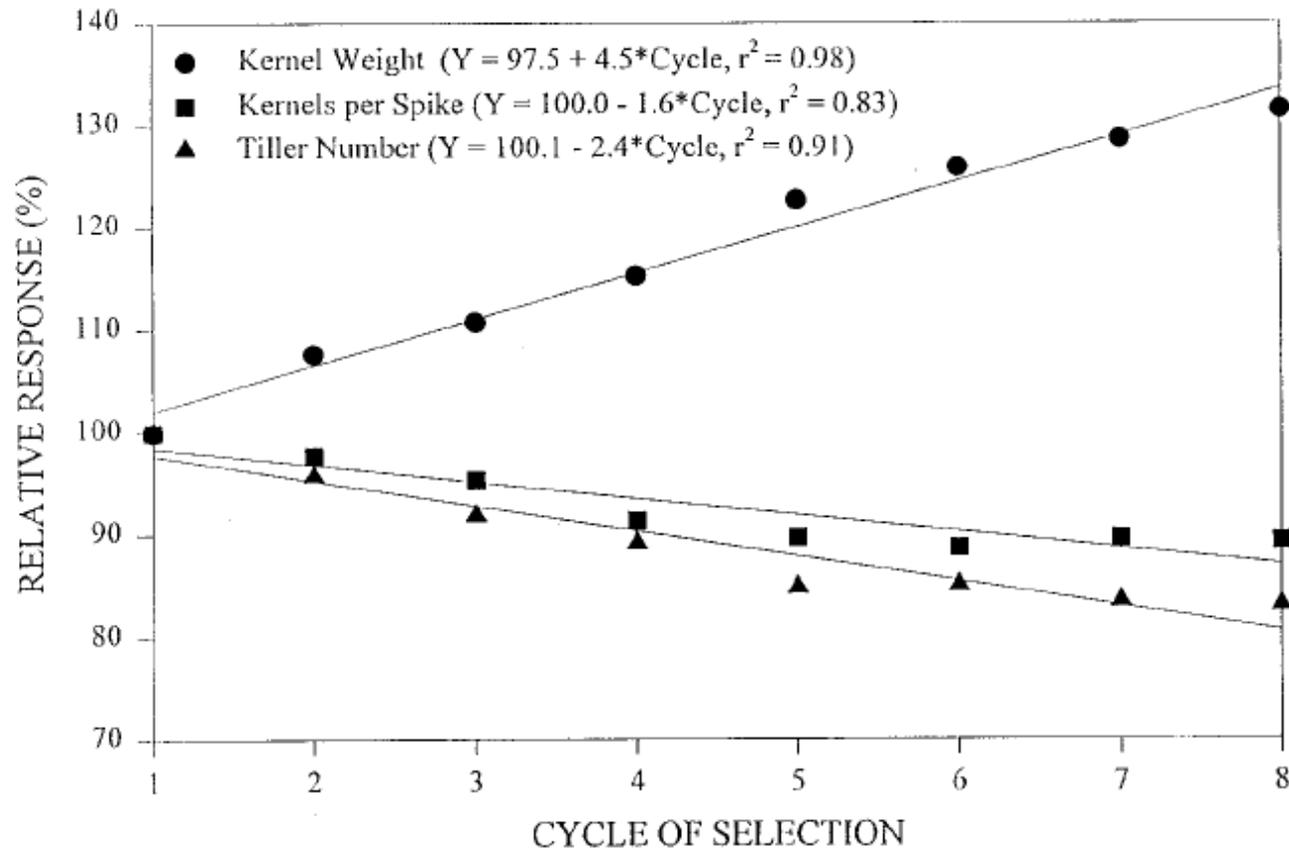
Relación entre el peso y el número de granos



Rendimiento y caracteres asociados en cultivares de trigo expuestos a diferentes relaciones R/RL



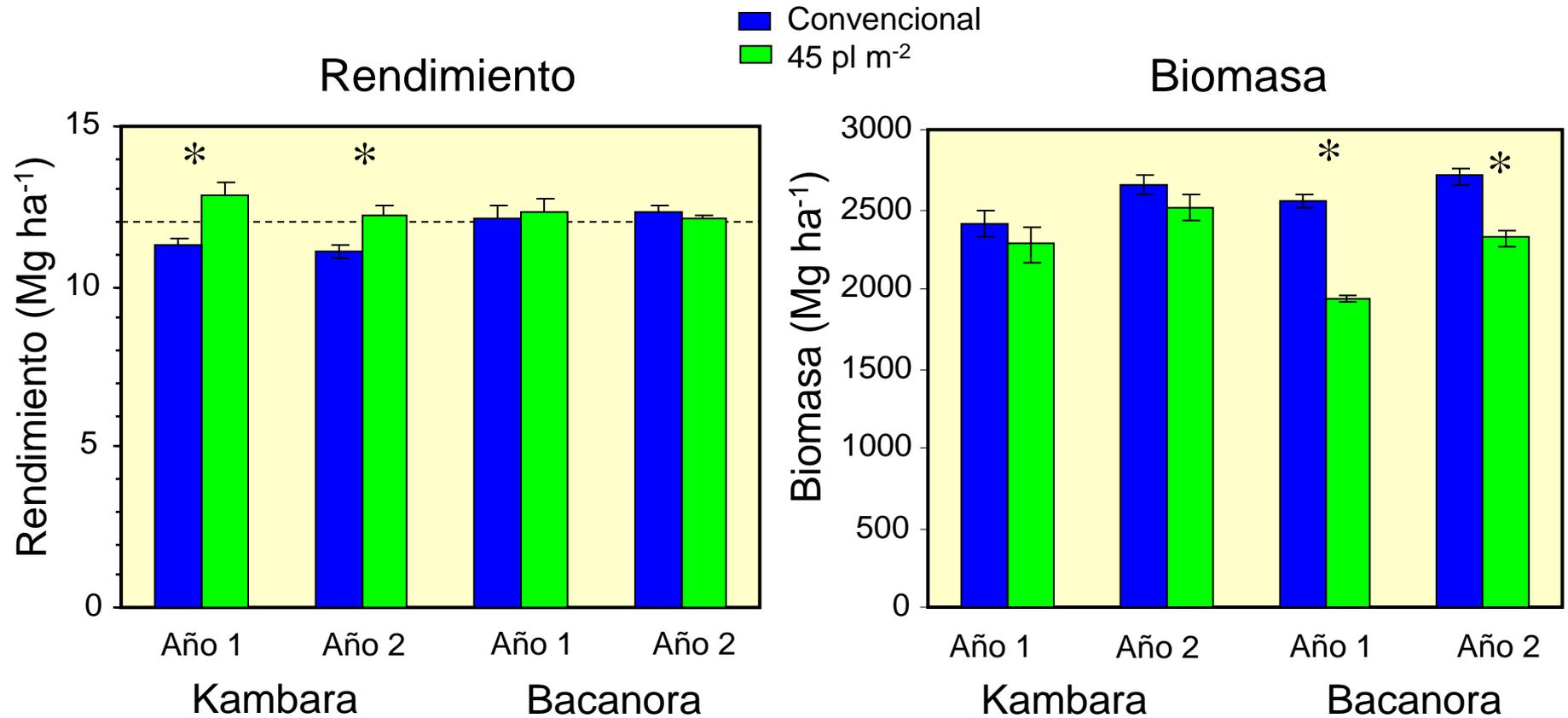
Compensación entre los componentes del rendimiento



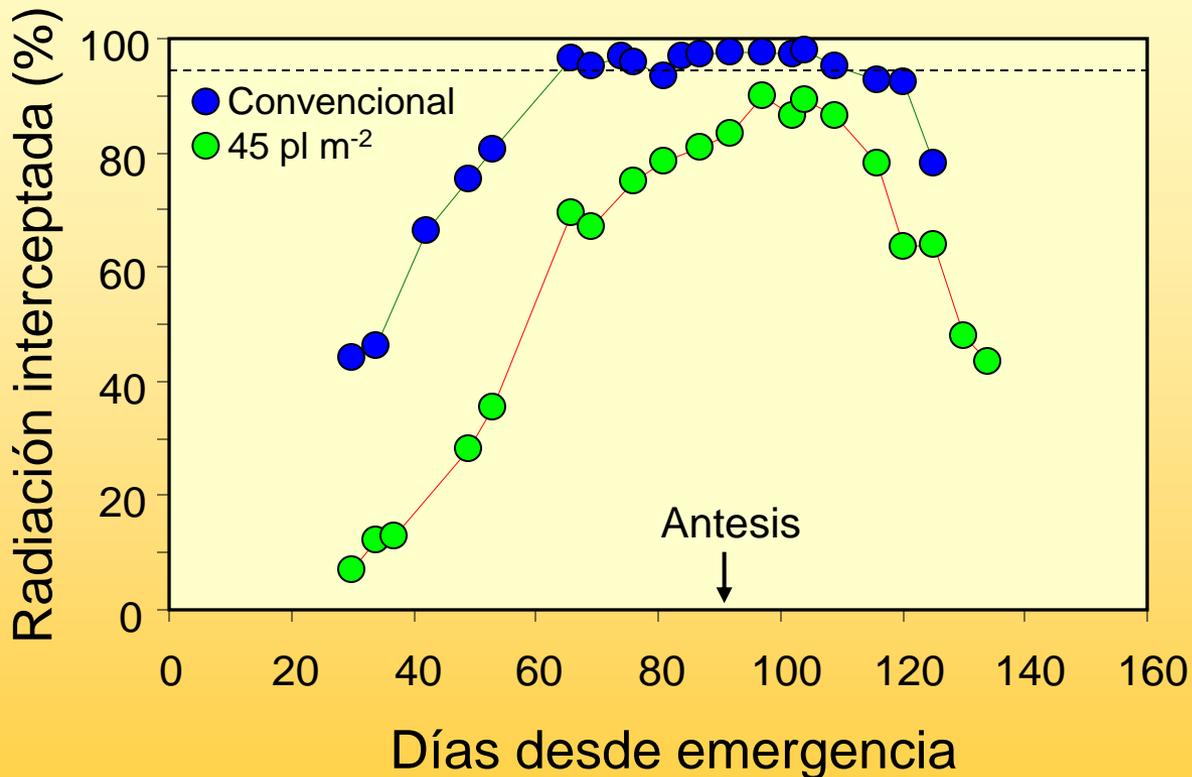
Wiersma et al. (2001)
Crop Science

¡Muchas gracias!

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

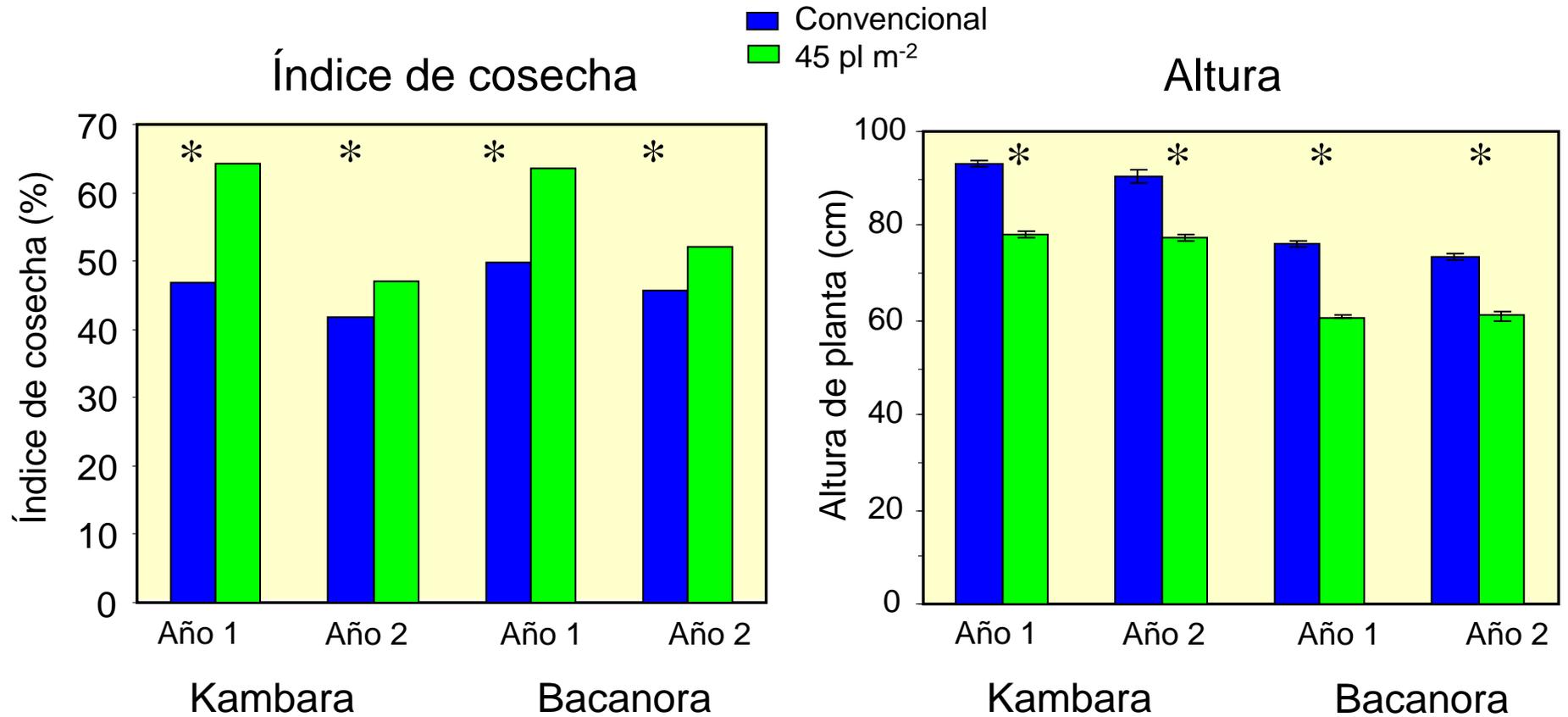


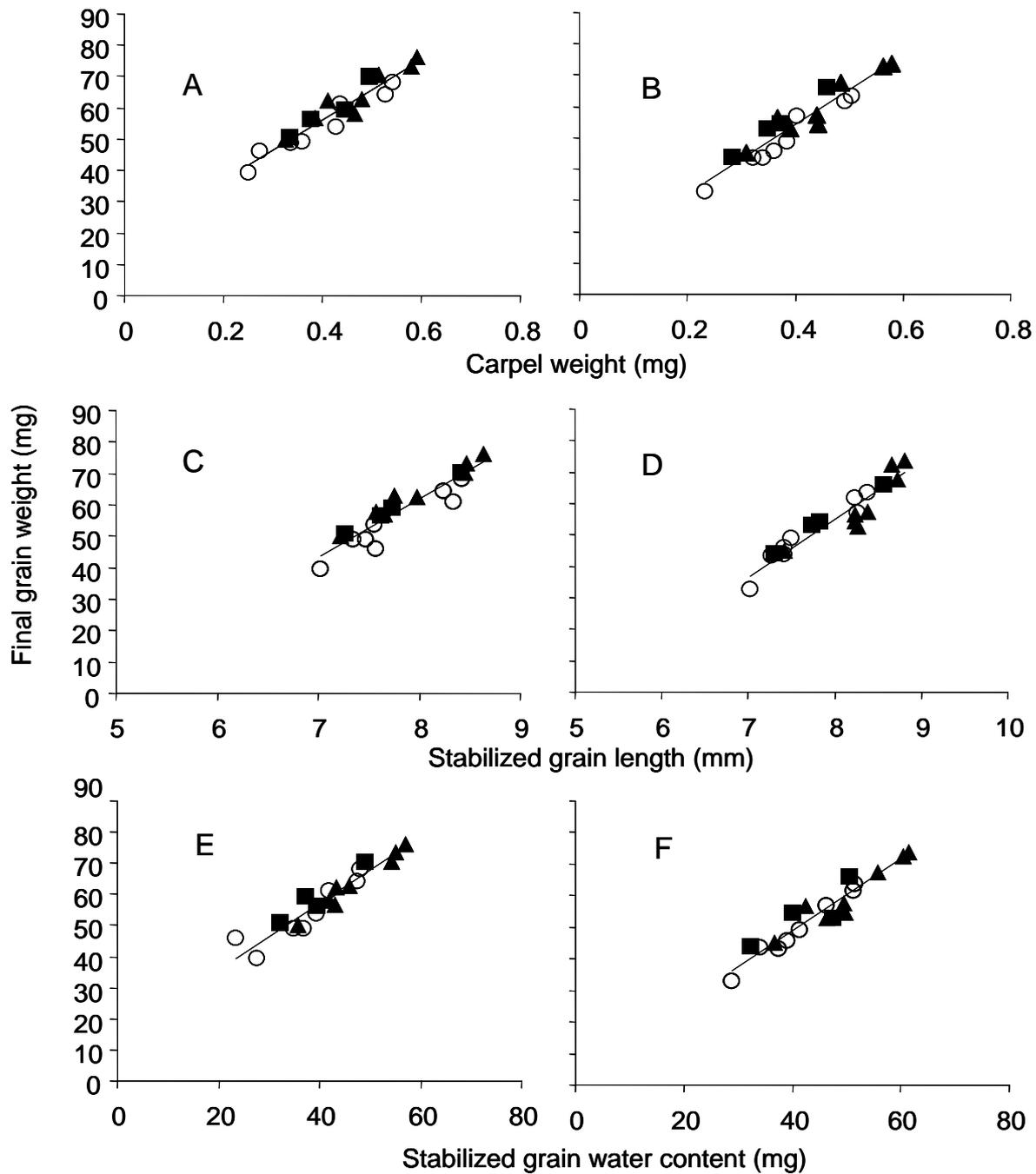
Intercepción de radiación de trigos con diferente densidad y arreglo espacial



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

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





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

